

# INFORME GALÁPAGOS 2013 - 2014



Consejo de Gobierno del  
Régimen Especial  
de Galápagos



**GALAPAGOS**  
CONSERVANCY

*Saving one of the world's great treasures*



# INFORME GALÁPAGOS 2013 - 2014



**GALAPAGOS**  
CONSERVANCY

*Saving one of the world's great treasures*

# INFORME GALÁPAGOS 2013 - 2014

## Preparado por



## Financiado por



## Coordinación General

Linda J. Cayot, Galapagos Conservancy

## Edición

Linda J. Cayot  
Desirée Cruz

## Traducción

Español a inglés: Linda Cayot  
Inglés a español: Desirée Cruz

## Diseño Gráfico y Diagramación

María Fabiola Álvarez

## Fotos

Fotografía portada: © Cesar Peñaherrera  
Fotografía contraportada: © Xavier Garcia - Nature Photographer

## Impresión

Imprenta Monsalve Moreno

ISBN 978-9942-8571-0-1

## Para citar el documento

DPNG, CGREG, FCD y GC. 2015. Informe Galápagos 2013-2014. Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador.

## Para citar un artículo

Autor(es). 2015. Título del artículo. Pp. xx-xx. 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.*

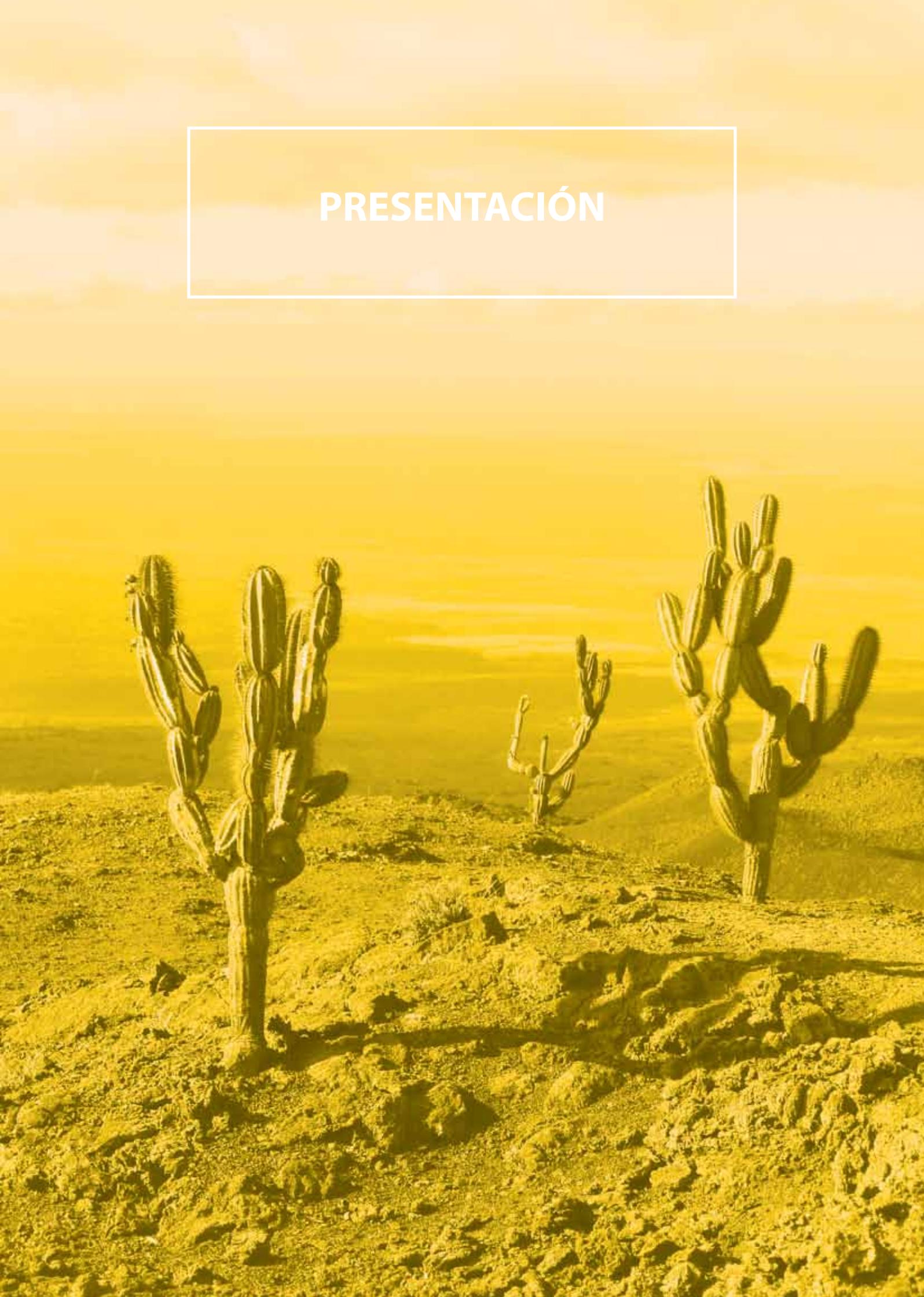
*La Dirección del Parque Nacional Galápagos tiene su sede principal en Puerto Ayora, isla Santa Cruz, Galápagos y es la institución del Gobierno del Ecuador responsable de la administración y manejo de las áreas protegidas de Galápagos.*

*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.*

# PRESENTACIÓN





# PRESENTACIÓN

Al Ministerio del Ambiente a través de la Dirección del Parque Nacional Galápagos, el Consejo de Gobierno del Régimen Especial de Galápagos, la Fundación Charles Darwin y Galapagos Conservancy, nos complace presentar el Informe Galápagos 2013-2014. Este compendio se ha publicado desde 1997 y se ha compartido con los tomadores de decisión, líderes de opinión, residentes locales, la ciudadanía ecuatoriana en general, instituciones gubernamentales con representación en Galápagos y la comunidad internacional. Sus contenidos han animado el debate popular y han permitido ir al fondo del complejo y dinámico sistema socioecológico de Galápagos. Esperamos que una vez más los análisis provistos en el Informe Galápagos de este año continúen sirviendo para guiar las políticas públicas y la conservación del archipiélago.

En esta edición del Informe Galápagos, varios expertos de Galápagos exploran el manejo de las áreas protegidas bajo la perspectiva del mantenimiento de la capacidad de los ecosistemas para generar servicios para el Buen Vivir de la población local, resaltando nuevas e innovadoras herramientas de manejo que pueden ser puestas en práctica para dicho fin y que en conjunto con otras herramientas de planificación a nivel insular impulsará un plan de ordenamiento territorial que incluya todos los componentes sociales y ambientales característicos de Galápagos. Son tópicos de discusión las inquietudes inmediatas sobre el uso y el impacto de los pesticidas, el suministro de agua y su demanda, y nuevas oportunidades para la implementación de una agricultura sustentable o “bioagricultura”. Y se pone atención al ambiente marino con una mirada obligatoria a la emergente problemática de las especies marinas invasoras en la Reserva Marina de Galápagos.

Estos análisis han sido provistos por una amplia red de autores quienes viven y trabajan en el archipiélago, y autores de una variedad de instituciones fuera de las islas que plantean sus contribuciones viendo a Galápagos desde otra perspectiva. Su importante erudición sobre estas temáticas y su preocupación por el bienestar de estas islas son evidentes a lo largo y ancho de sus análisis.

A pesar de que nunca hay espacio suficiente para producir un documento que cubra todos los asuntos críticos relacionados con las islas, este volumen incluye un juego de importantes artículos cuya intención es catalizar la acción y la toma de decisiones al plantear temas de alerta para su debate y análisis. Nuestras instituciones permanecen comprometidas a trabajar en coordinación con los actores de Galápagos para asegurar la sostenibilidad a largo plazo de este tesoro natural.



<b>PRESENTACIÓN</b>	05
<b>NUEVOS ENFOQUES</b>	
<b>EL PLAN DE MANEJO DE LAS ÁREAS PROTEGIDAS DE GALÁPAGOS PARA EL BUEN VIVIR: UNA HERRAMIENTA INNOVADORA QUE CONTRIBUYE A LA GESTIÓN INTEGRADA DEL ARCHIPIÉLAGO</b> <i>Mónica Calvopiña, Sandra Chamorro, Eliecer Cruz, Washington Tapia y Arturo Izurieta</i>	13
<b>MONITOREANDO EL ECOSISTEMA DE GALÁPAGOS: UNA HERRAMIENTA PARA LA TOMA DE DECISIONES</b> <i>James P. Gibbs</i>	18
<b>SISTEMAS HUMANOS</b>	
<b>BIOAGRICULTURA: UNA OPORTUNIDAD PARA EL BUEN VIVIR INSULAR</b> <i>Juan Carlos Guzmán y José Enrique Poma</i>	25
<b>USO DE PESTICIDAS EN LA AGRICULTURA EN SANTA CRUZ</b> <i>Megan O'Connor y Noemi d'Ozouville</i>	30
<b>EL MANTENIMIENTO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DE GALÁPAGOS: UN COMPROMISO DE TODOS</b> <i>Jorge Carrión-Tacuri, Luis Mora Andrade y Daniel Lara Solís</i>	35
<b>MONITOREO DE INDICADORES AMBIENTALES EN LA ISLA ISABELA PARA PREVENIR Y REDUCIR LAS FUENTES DE CONTAMINACIÓN</b> <i>Maximilian Martin, Ulf Haerdter, Hannes Poehlmann y Alejandra Valdés</i>	40
<b>EVALUACIÓN DEL SUMINISTRO DE AGUA EN LA ISLA SANTA CRUZ: UNA PERSPECTIVA GENERAL TÉCNICA SOBRE LA PROVISIÓN Y DEMANDA VALORADA DE AGUA</b> <i>Maria Fernanda Reyes, Nemanja Trifunović, Saroj Sharma y Maria Kennedy</i>	46
<b>EVIDENCIAS DE PATRONES CULTURALES SOSTENIBLES EN LA SOCIEDAD GALAPAGUEÑA</b> <i>Enrique Ramos Chalen</i>	54
<b>EDUCACIÓN PARA LA SOSTENIBILIDAD EN GALÁPAGOS: UNA ALIANZA PÚBLICA-PRIVADA PARA FORTALECER LA EDUCACIÓN EN LAS ISLAS</b> <i>Diego Román, María Cristina Cortez, Nick Cabot y Susan Huss-Lederman</i>	60
<b>ECOHÉLICE: TRABAJANDO PARA UN GALÁPAGOS MÁS INTELIGENTE, MÁS SUSTENTABLE</b> <i>David Lansdale, Patricio Álvarez, María José Ayala, Juan Carlos Izurieta y Ana Fernanda Terranova</i>	67
<b>MANEJO MARINO</b>	
<b>¿CÓMO IMAGINAN A LA RESERVA MARINA DE GALÁPAGOS SUS USUARIOS?</b> <i>María José Barragán P.</i>	77
<b>ESPECIES MARINAS INVASORAS EN LA RESERVA MARINA DE GALÁPAGOS: UN CASO PARA INVESTIGACIÓN ADICIONAL, MEJORAMIENTO DEL MANEJO Y REVISIÓN DE POLÍTICAS</b> <i>Inti Keith, Terence Dawson, Ken Collins y Stuart Banks</i>	83
<b>VIGILANCIA SANITARIA DE LA FAUNA MARINA EN LAS ISLAS GALÁPAGOS: RESULTADOS DEL PRIMER AÑO DE LA RED DE RESPUESTA RÁPIDA</b> <i>Carolina García-Parra y Washington Tapia</i>	89
<b>EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA DE IMPACTO DE EMBARCACIONES EN TORTUGA VERDE (CHELONIA MYDAS) EN EL SUR DE ISABELA, GALÁPAGOS</b> <i>Macarena Parra, Jesús Jiménez y Verónica Toral</i>	95

**ÁREAS DE CRIANZA DE TIBURONES PUNTA NEGRA (*CARCHARHINUS LIMBATUS*) EN ZONAS DE MANGLAR EN LA PARTE CENTRAL DEL ARCHIPIÉLAGO DE GALÁPAGOS**  
*Yasmania Llerena, César Peñaherrera, Eduardo Espinoza, Maximilian Hirschfeld, Matthias Wolff y Luis Vinuesa* 103

---

**ANÁLISIS DE LA PERCEPCIÓN SOBRE LAS TENDENCIAS POBLACIONES DE SEIS ESPECIES DE TIBURONES EN LA RESERVA MARINA DE GALÁPAGOS**  
*César Peñaherrera-Palma, Yasmania Llerena, Eduardo Espinoza y Jayson Semmens* 111

---

**EVALUACIÓN DE LA PESQUERÍA DE ALTURA EN LA RESERVA MARINA DE GALÁPAGOS**  
*Jorge Ramírez y Harry Reyes* 118

---

**HÁBITAT DE ASENTAMIENTO Y ABUNDANCIA RELATIVA TEMPORAL DE LAS LARVAS DE LANGOSTA ESPINOSA *PANULIRUS SP.* Y SU FAUNA ACOMPAÑANTE EN LA RESERVA MARINA DE GALÁPAGOS**  
*Eduardo Espinoza, Sandra Masaquiza y Jerson Moreno* 125

---

## **BIODIVERSIDAD Y RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS**

**GALÁPAGOS VERDE 2050: UNA OPORTUNIDAD PARA LA RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS DEGRADADOS Y EL FOMENTO DE UNA AGRICULTURA SOSTENIBLE EN EL ARCHIPIÉLAGO**  
*Patricia Jaramillo, Swen Lorenz, Gabriela Ortiz, Pablo Cueva, Estalin Jiménez, Jaime Ortiz, Danny Rueda, Max Freire, James Gibbs y Washington Tapia* 133

---

**LA MIGRACIÓN DE LAS TORTUGAS GIGANTES DE GALÁPAGOS REQUIERE DE ESFUERZOS DE CONSERVACIÓN A ESCALA DE PAISAJE**  
*Stephen Blake, Charles B. Yackulic, Martin Wikelski, Washington Tapia, James P. Gibbs, Sharon Deem, Fredy Villamar y Fredy Cabrera* 144

---

**CONSERVANDO EL CRÍTICAMENTE AMENAZADO PINZÓN DE MANGLAR: CRIANZA INICIAL PARA INCREMENTAR EL TAMAÑO DE LA POBLACIÓN**  
*Francesca Cunnigham, Richard Switzer, Beau Parks, Glyn Young, Ana Carrión, Paul Medranda y Christian Sevilla* 151

---

**FALTA CRÓNICA DE REPRODUCCIÓN DE LOS PIQUEROS DE PATAS AZULES DE GALÁPAGOS Y DISMINUCIÓN ASOCIADA DE SU POBLACIÓN**  
*David J. Anderson, Kathryn P. Huyvaert y David Anchundia* 159

---

# NUEVOS ENFOQUES







Foto: © Cesar Peñaherrera

## El Plan de Manejo de las Áreas Protegidas de Galápagos para el Buen Vivir: Una herramienta innovadora que contribuye a la gestión integrada del archipiélago

Mónica Calvopiña<sup>1</sup>, Sandra Chamorro<sup>1</sup>, Eliecer Cruz<sup>1</sup>, Washington Tapia<sup>2</sup> y Arturo Izurieta<sup>2</sup>

<sup>1</sup>WWF Ecuador - Programa Galápagos, <sup>2</sup>Dirección del Parque Nacional Galápagos

El *Plan de Manejo de las Áreas Protegidas de Galápagos para el Buen Vivir* es un nuevo instrumento de planificación elaborado entre 2011 y 2013, aprobado por el Ministerio del Ambiente y publicado en julio de 2014. El plan se presenta como una herramienta de gestión innovadora que consolida el reconocer a Galápagos como un socioecosistema. Esto implica que para lograr la conservación de la base natural es imprescindible un manejo integrado de sus áreas protegidas, y a su vez de estas áreas con las zonas pobladas (urbanas y rurales), respetando la capacidad de los ecosistemas y su biodiversidad de generar servicios, contribuyendo en la recuperación de aquellos que han sido alterados principalmente por causas antropogénicas (especies invasoras, acuíferos contaminados, deterioro de hábitats, entre otros), de forma que podamos garantizar la permanencia del ser humano en el largo plazo, así como su calidad de vida o buen vivir.

El Plan de Manejo se fundamenta en una visión compartida: *La provincia de Galápagos logra el Buen Vivir de la sociedad conservando sus ecosistemas insulares y marinos, y su biodiversidad a través de un modelo territorial que integra a las áreas protegidas y pobladas* (DPNG, 2014). Su implementación y operatividad están enmarcadas en unos principios que fueron definidos por los guardaparques, los cuales guían, orientan y priorizan la toma de decisiones de los manejadores, y rigen la implementación del Plan de Manejo (Figura 1).

Para el proceso de elaboración se conformó un grupo núcleo integrado por diferentes autoridades regionales y nacionales, quienes contribuyeron significativamente en la creación de una visión conjunta para el plan: el Ministerio de Ambiente, el Consejo de Gobierno del Régimen Especial de Galápagos (CGREG); la Dirección Técnica Provincial Galápagos del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca (MAGAP); la Dirección Técnica Provincial Galápagos del Ministerio de Turismo, los gobiernos autónomos descentralizados municipales de Santa Cruz, San Cristóbal e Isabela; los gobiernos autónomos descentralizados parroquiales, y uniéndose en octubre del 2012 la recientemente creada Agencia de Regulación y Control de la Bioseguridad y Cuarentena para Galápagos (ABG).

El desafío yace en implementar una de las pocas herramientas, sino la única, donde por primera vez se fusiona en un solo plan de manejo la gestión de dos áreas protegidas de categoría de manejo distintas: el Parque Nacional Galápagos (PNG) y la Reserva Marina de Galápagos (RMG). De esta manera se busca responder a las necesidades identificadas en evaluaciones de efectividad de manejo de las áreas

protegidas. El nuevo plan tiene como fin optimizar las acciones de manejo de la Dirección del Parque Nacional Galápagos (DPNG) y también atender las necesidades

actuales de la sociedad galapagueña, así como los retos ambientales de las islas.



Figura 1. Principios del Plan de Manejo de las Áreas Protegidas de Galápagos para el Buen Vivir de 2014.

**Su base conceptual: Un modelo territorial integrado e integrador**

La dinámica ecológica de Galápagos es compleja, así mismo lo es su sistema socioeconómico que depende

totalmente de los servicios ambientales que los ecosistemas insulares y marinos les proveen. Se debe comprender a Galápagos como un socioecosistema, donde más allá de intentar analizar los sistemas natural y humano de forma aislada, es necesario profundizar en la interacción de los mismos (Figura 2).

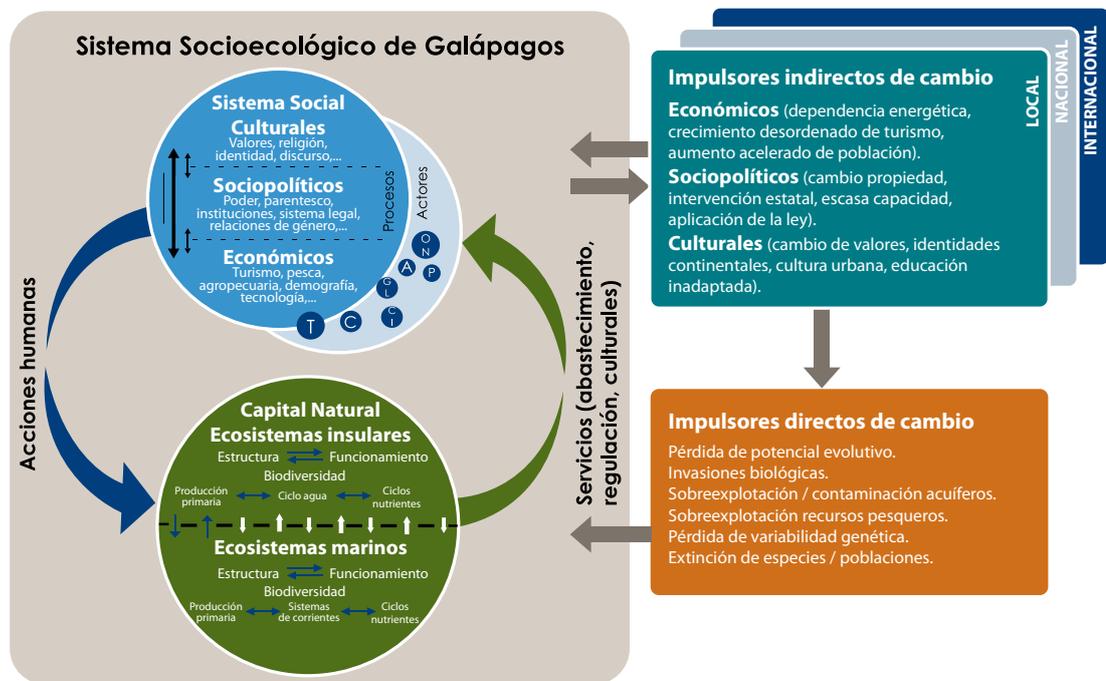


Figura 2. La conceptualización de Galápagos como un socioecosistema permite entender las relaciones de dependencia entre el sistema social y los ecosistemas insulares y marinos (áreas protegidas), así como identificar las verdaderas causas de los problemas, que residen en los impulsores indirectos de cambio (tomado y modificado de Tapia *et al.*, 2009).



Foto : ©John Garate

Queda atrás entonces el paradigma de enfrentar la conservación con el desarrollo, pues desde el Plan de Manejo se acepta que para Galápagos no es posible el desarrollo sin conservación y que la conservación depende del modelo de desarrollo. Es así, que no se trata de tener que elegir entre uno u otro, sino que ambos –conservación y desarrollo– están estrechamente relacionados. En este sentido, es claro que no se puede desvincular la gestión de las áreas protegidas de aquellas que no lo son, pues de estas provienen gran parte de los impulsores de cambio, directos e indirectos.

Es evidente que para enfrentar los grandes retos en la gestión de las áreas protegidas del archipiélago deben desarrollarse estrategias de manejo orientadas especialmente a la conservación de los ecosistemas y su biodiversidad. Pero además es necesario que se generen acciones que vinculen al componente socioeconómico, a través de las cuales la provincia implemente un modelo de desarrollo que reconozca su dependencia de la base natural, y en el que la capacidad de resiliencia de los ecosistemas marinos e insulares tenga unos límites que no se puedan transgredir.

El Plan de Manejo reconoce las competencias que sobre el territorio de la provincia tienen otras entidades, y lo que busca es una mayor coordinación y articulación para que su accionar sea más efectivo.

### Su proceso de elaboración

Como resultado de las evaluaciones de efectividad de manejo de la RMG (2011) y del PNG (2012), se generó una serie de recomendaciones que ponía de manifiesto la urgencia de contar con un solo instrumento de gestión que conduzca al manejo integrado y efectivo del PNG y la RMG, para optimizar los esfuerzos de planificación y asegurar que los mismos sean parte de estrategias de ordenamiento territorial a nivel de toda la provincia.

En 2012 se inició la elaboración de un plan de manejo comprensivo, cuyo primer paso fue la conformación de dos grupos de trabajo, uno interno integrado por guardaparques de la DPNG denominado “grupo técnico”, y otro constituido por las autoridades con injerencia en el territorio de la provincia que se llamó “grupo núcleo”. El grupo técnico generó propuestas conceptuales que luego fueron debatidas y analizadas al interior del grupo núcleo. Estas propuestas correspondieron a: ordenamiento territorial, ciencia y tecnología, uso público y ecoturismo, comunicación, educación ambiental y participación. Una vez que el grupo núcleo determinó la base conceptual, el grupo técnico procedió a diseñar la estrategia de acción para implementar la visión compartida, dando como resultado la creación de objetivos básicos y programas de manejo.

**La estrategia de acción: Los programas de manejo**

Los ejes fundamentales de intervención del Plan de Manejo están determinados por sus seis objetivos

básicos, que responden a los objetivos del Plan Nacional del Buen Vivir (SENPLADES, 2013). Para alcanzarlos se diseñaron los programas de manejo, los cuales en su conjunto se denomina la estrategia de acción (Tabla 1).

**Tabla 1.** Objetivos y programas del *Plan de Manejo de las Áreas Protegidas de Galápagos para el Buen Vivir*.

<b>OBJETIVO 1</b>	<b>Gestionar la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad de Galápagos, para mantener su capacidad de generar servicios.</b>
<b>Programa</b>	1.1. Conservación y restauración de los ecosistemas y su biodiversidad 1.2. Monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad 1.3. Control y vigilancia
<b>OBJETIVO 2</b>	<b>Incorporar y articular las políticas de conservación de las áreas protegidas al modelo territorial del Plan para el Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial del Régimen Especial de Galápagos para alcanzar el uso sustentable de los servicios de los ecosistemas y su biodiversidad insular y marina.</b>
<b>Programa</b>	2.1. Uso racional de los servicios de los ecosistemas y su biodiversidad para la conservación y el desarrollo 2.2. Gestión del uso público y ecoturismo 2.3. Gestión de la calidad ambiental
<b>OBJETIVO 3</b>	<b>Mejorar y consolidar la capacidad de manejo de la DPNG dotándola de los recursos que necesitan las áreas protegidas para una administración eficaz y eficiente.</b>
<b>Programa</b>	3.1. Desarrollo organizacional 3.2. Gestión de la información ambiental
<b>OBJETIVO 4</b>	<b>Dinamizar procesos sociales participativos e inclusivos para fomentar el Buen Vivir y una cultura galapagueña responsable con el entorno.</b>
<b>Programa</b>	4.1. Comunicación, participación, educación e interpretación ambiental
<b>OBJETIVO 5</b>	<b>Incrementar e integrar el conocimiento científico-técnico interdisciplinario aplicado al manejo de la interacción entre los ecosistemas insulares y marinos con los sistemas socioeconómicos y culturales de la provincia de Galápagos en un contexto de cambio global.</b>
<b>Programa</b>	5.1. Ciencia de la sostenibilidad
<b>OBJETIVO 6</b>	<b>Promover la cooperación nacional e internacional para la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad de la provincia de Galápagos, de acuerdo a las prioridades establecidas por el Estado ecuatoriano en el Plan para el Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial del Régimen Especial de Galápagos.</b>
<b>Programa</b>	6.1. Relaciones internacionales y cooperación

En total son once programas coordinados y basados en el marco conceptual del plan y en los principios guía para el manejo, los que suministran de una manera integrada las acciones de conservación y/o restauración de los ecosistemas insulares y marinos del archipiélago. Estas

acciones, a su vez, son compatibles con el uso racional de los servicios ambientales generados por los ecosistemas para el beneficio de la comunidad local, todos los ecuatorianos y de la sociedad en general.

## Recomendaciones

Al iniciar la elaboración del Plan de Manejo, todas las instituciones que fueron parte del grupo núcleo firmaron un acuerdo que contenía los siguientes puntos, los cuales aún se mantienen vigentes y sirven de recomendaciones:

- Trabajar juntos en el Plan de Manejo contando con la participación de cada una de las instituciones en su elaboración.
- Integrar todas las herramientas de planificación de Galápagos.
- Articular la construcción del Plan de Manejo a los planes de desarrollo y ordenamiento territorial de la provincia de Galápagos.
- Aprovechar el momento oportuno presente para que todas las entidades trabajen juntas por el futuro sustentable de Galápagos.
- Acordar que el Plan de Manejo es uno de los impulsores de cambio fundamental para construir entre todos, un futuro sustentable para Galápagos.
- Reconocer que el binomio conservación y desarrollo son necesariamente complementarios para lograr el buen vivir, por lo que por principio hay que trabajar juntos entre el área protegida y el área poblada.

- Mantener el buen vivir de Galápagos respetando los techos ambientales de sus ecosistemas insulares y marinos.
- Lograr una visión compartida para la provincia de Galápagos sobre un modelo territorial único que integre a las áreas protegida y no protegida, y a la urbana y la rural.

Inmediatamente después de aprobado el *Plan de Manejo de las Áreas Protegidas de Galápagos para el Buen Vivir*, la DPNG realizó su socialización dentro de la institución, así como fuera de ésta, iniciando un capítulo de trascendental cambio dentro del concepto en el manejo de las áreas protegidas del país.

## Agradecimientos

Es innegable la valiosa contribución que realizaron todas las instituciones que conformaron el grupo núcleo, por ello la DPNG extiende sus agradecimientos por sus aportes y decidido interés en ser parte del proceso. Igualmente, a todos los guardaparques quienes realizaron contribuciones para la base conceptual del plan y construyeron los programas de manejo, sin los cuales no habría sido posible la elaboración del Plan de Manejo. Finalmente extendemos los agradecimientos a WWF Ecuador por su asesoría técnica y apoyo logístico durante todo el proceso.

## Referencias

DPNG. 2014. Plan de manejo de las áreas protegidas de Galápagos para el buen vivir. Puerto Ayora, Isla Santa Cruz, Galápagos. Dirección del Parque Nacional Galápagos.

SENPLADES. 2013. Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017. Quito. SENPLADES.

Tapia W, P Ospina, D Quiroga, D González & C Montes. 2009. Ciencias para la Sostenibilidad en Galápagos. El papel de la investigación científica y tecnológica en el pasado, presente y futuro del archipiélago. Parque Nacional Galápagos. Universidad Andina Simón Bolívar, Universidad Autónoma de Madrid y Universidad San Francisco de Quito.



Foto: © James Gibbs

## Monitoreando el ecosistema de Galápagos: Una herramienta para la toma de decisiones

James P. Gibbs

Universidad Estatal del Colegio de Ciencias Ambientales y Forestales de Nueva York

Aquellos con responsabilidad sobre el archipiélago de Galápagos hacen a diario su mejor esfuerzo para tomar decisiones sólidas sobre el futuro del altamente complejo y frágil ecosistema de Galápagos. Lo hacen sin tener acceso a conocimientos generados por un grupo de indicadores clave o “signos vitales” integrales del ecosistema de Galápagos. A pesar de que un monitoreo con enfoque ya ha estado jugando un rol preponderante en el avance de los complicados temas de conservación y manejo adaptativo en Galápagos, se necesita un enfoque más holístico.

Este artículo proporciona un resumen de las percepciones que he recogido después de dos décadas de compromiso con varios programas de monitoreo ecológico alrededor del mundo. He tenido la buena suerte de trabajar en programas de monitoreo ecológico en Brasil, Rusia, Tanzania, Estados Unidos y Galápagos. Mi intención no es brindar un plan de acción detallado para el monitoreo de Galápagos; esto solo se puede lograr exitosamente mediante un proceso extenso y colaborativo. Mi propósito es proveer algunas perspectivas innovadoras sobre el estado actual del monitoreo de ecosistemas en el mundo, lo cual contribuirá al avance de la discusión sobre cómo podríamos monitorear el ecosistema de Galápagos de manera integral.

### Evidencia científica como la base para la toma de decisiones

Un programa eficaz para el monitoreo del estado del ecosistema de Galápagos debería ser aquel que habilite a la evidencia científica como la base para la toma de decisiones. Por supuesto, la conservación se trata mayoritariamente de políticas. Todos lo sabemos. Pero durante los últimos 100 años desde que el concepto de conservación se estableció por primera vez en el hemisferio occidental, hemos aprendido que los ecosistemas, las especies y en último término los seres humanos, se benefician mejor a largo plazo de las decisiones tomadas que se han fundamentado en lo mejor de las ciencias accesibles. Este ha sido el modelo, que aunque implementado de manera imperfecta, ha permitido la expansión de la conservación del ambiente como un asunto de interés para la sociedad humana moderna. La toma de decisiones basada en la ciencia no solamente es lógica sino que también es eficaz porque la ciencia, si está bien hecha, puede apuntar hacia soluciones útiles de manera rápida. Mas aun, la ciencia puede proporcionar una “protección” efectiva a las autoridades encargadas del manejo que tratan de cumplir con sus mandatos de largo plazo frente a constantes maniobras políticas corto-plazistas planteadas por sus oponentes.

### Ciencia versus monitoreo

El Gobierno del Ecuador tiene como obligación proteger a los ecosistemas

de Galápagos y los servicios que éstos proveen. Es entonces sorprendente que no exista en marcha un esquema integrado para monitorear al archipiélago a pesar del crecimiento reciente y exponencial de los estudios científicos allí. Pero la ciencia no es monitoreo. Muchos investigadores viajan a Galápagos persiguiendo sus propios intereses, como lo comprueba la falta de estudios que se enfoquen en los obvios problemas que Galápagos enfrenta. Se hace tanta investigación, pero ¿cuánta de ella es relevante para Galápagos? Cada trabajo concluido usualmente es exitoso al producir publicaciones interesantes en prestigiosas revistas científicas. Muchos de ellos incluyen recomendaciones para el manejo ambiental. Pero el uso que los tomadores de decisiones dan a estos reportes científicos es mínimo. La ciencia desorganizada y teórica demanda mucho tiempo para ser traspasada. Y cuando lo hace, su formato a menudo es incomprensible para aquellos quienes no son científicos y termina siendo simplemente irrelevante. El darle seguimiento a lo que está pasando en el ecosistema de Galápagos y predecir su futuro requerirá de un programa dedicado solo a este propósito.

### **Monitoreo de la biodiversidad como una prioridad**

Un sistema integral para monitorear el ecosistema de Galápagos debería contar con un fuerte énfasis en el monitoreo de la biodiversidad. Muchos de los servicios del ecosistema de los que dependemos son, en realidad, expresiones de la biodiversidad. Como tales, la biodiversidad de Galápagos contribuye en gran manera a la economía nacional e inclusive global. Sin embargo, relativamente poco es lo que se invierte en ella. Con esto no queremos decir que el monitoreo de la biodiversidad debería ser el único enfoque – muchos aspectos físicos, sociales y económicos del ambiente deben ser medidos al mismo tiempo. Pero el monitoreo de la biodiversidad debería ser la característica preponderante de cualquier esquema de monitoreo del ecosistema de Galápagos.

### **Distinguiendo los impactos humanos de los cambios naturales**

Los riesgos para el mantenimiento de una biota saludable son muy altos en Galápagos. Gran parte de la economía del archipiélago está vinculada a su lucrativa industria ecoturística. Por lo tanto la conexión entre el bienestar humano y la salud biológica es muy fuerte; talvez en ningún otro lugar del planeta tantas personas dependan de que su gobierno tome las decisiones apropiadas para la conservación de la biodiversidad, tanto para el mantenimiento de la biota como la subsistencia propia. Un sistema de monitoreo integral y sensible puede brindar el circuito requerido de retroalimentación de información que se necesita para distinguir los impactos humanos de los cambios naturales, y así poder guiar al desarrollo de manejo y políticas efectivas. También puede proporcionar la base para un pronóstico útil y a largo plazo para los tomadores de decisiones. El desafío para

Galápagos, donde la variabilidad natural de un año al otro puede ser dramática, es crear un esquema de monitoreo que pueda identificar la señal de impactos humanos de la a menudo abrumadora variabilidad “normal” del sistema asociado con ciclos naturales como El Niño.

### **Definiendo indicadores mediante un proceso colaborador**

Hay más programas de monitoreo que fracasan en vez de tener éxito. Y aquellos que fracasan, lo hacen por muchas razones. Un denominador común es que nunca se alcanzó un consenso entre los actores sobre qué es lo que requería ser valorado (y que se pagara por ello). No podemos monitorearlo todo. Y los indicadores que elegimos deben ser medidos de una forma repetible y estandarizada para poder así detectar cambios y proveer información valiosa para los manejadores. Colaborativamente debemos desarrollar medidas de lo que pensamos que representa la esencia del sistema y las interacciones entre sus impulsores de cambio más importantes. Esto implica que conocemos lo suficiente acerca del ecosistema como para medir sus aspectos e impulsores de cambio más sobresalientes. Es esencial definir estos indicadores de manera colaborativa para que haya un respaldo general entre los actores para que cualquier programa de monitoreo logre ser exitoso.

### **Los tomadores de decisiones necesitan un sistema de monitoreo integral y “con escalas”**

Para que sea útil para los tomadores de decisiones, el monitoreo debe ser comprensivo a nivel del archipiélago. Es relativamente fácil desarrollar un programa de monitoreo enfocado en un componente específico de cualquier ecosistema, optimizado para un tipo específico de organismo o escala espacial. Pero los tomadores de decisiones necesitan información a varias escalas espaciales, desde sitios específicos hasta el archipiélago completo, y para muchos diferentes tipos de asuntos. Un enfoque fragmentado para monitorear los componentes del ecosistema de forma aislada está destinado a fracasar. Mas aun, cualquier sistema de monitoreo necesita siempre tomar en consideración los valores y mandatos subyacentes que definen el propósito final del monitoreo.

### **La importancia de la participación comunitaria**

El monitoreo ambiental es más exitoso cuando se lo asume como una iniciativa comunitaria. Más específicamente, los programas de monitoreo prosperan cuando están vinculados de manera directa a una variedad de instituciones locales. Porejemplo, las colecciones botánicas y del museo, los laboratorios, y los estudios ecológicos, culturales y sociológicos que son necesariamente parte de un sistema integrado de monitoreo pueden ser de forma concreta, relevantes y útiles para escuelas, ONGs, grupos de ciudadanos y varias ramas del gobierno. El resultado es un apoyo general a la iniciativa de monitoreo porque estos vínculos aseguran que éste se convierta en

una parte más amplia de una consulta de interés científico y general. Establecer estos vínculos y tener políticas claras sobre la divulgación pública de datos es algo que se debe pensar detenidamente y lo más temprano posible; pues los programas de monitoreo sin un acceso directo a la información generada y sin una amplia participación en su desarrollo por lo general fracasan.

### **Re- planteando quién hace el monitoreo**

Mientras que el monitoreo tradicionalmente ha sido hecho por científicos teóricos, existen varios problemas con este modelo "solo de expertos". Primero, hay muy pocos expertos para hacer este trabajo. Segundo, resulta muy caro depender solo de ellos. Tercero, a menudo, los expertos carecen del conocimiento y la experiencia local para funcionar bien en el campo. La gente local, por otro lado, que está rodeada por la biodiversidad de Galápagos, ha acumulado más conocimiento que muchos investigadores y a menudo está fuertemente propensa a aprender sobre el ambiente del cual depende su subsistencia. Con esto no quiero decir que todas las personas locales tengan el tiempo, las habilidades o la inclinación para participar, pero muchos lo hacen; identificarlos y encontrar formas de involucrarlos pueden resolver varios problemas operativos de los programas de monitoreo. Debido al alto número de residentes y visitantes talentosos e interesados que se encuentran en el archipiélago en cualquier momento dado, la participación ciudadana en Galápagos probablemente tenga más potencial para informar a los tomadores de decisiones que en ninguna otra parte del mundo. La participación ciudadana en el monitoreo del ecosistema es también altamente consistente con y apoya a las políticas nacionales, como por ejemplo el Plan Nacional del Buen Vivir (SENPLADES, 2013), del cual existen muy pocas analogías en otros países que aspiren a involucrar a los ciudadanos en la generación e interpretación de información para la toma de decisiones gubernamentales.

### **La nueva tecnología mejora al monitoreo y es efectiva en su costo**

Una preocupación perenne para los programas de monitoreo es que la inversión sea devuelta. El monitoreo es caro y los datos generados no siempre tienen un valor obvio. Pero la tecnología para un monitoreo efectivo en su costo se está expandiendo a una increíble velocidad. Ahora podemos comunicarnos continua e instantáneamente por todo el mundo. Una imagen de un cactus que alguien tome en Galápagos puede ser almacenada en un servidor en China, medida por una persona en Guayaquil y analizada por otra en Canadá, con resultados que pueden brindar asesoría a los tomadores de decisiones en Quito o Puerto Ayora. A estas nuevas metodologías se necesita sacarles ventaja.

La manera cómo recogemos datos para monitoreo necesita también ser replanteada. El monitoreo aún

se compara con caminar por ahí con una libreta y binoculares, anotando observaciones. Pero hacer esto es anticuado, caro e ineficiente. Existen sorprendentes formas modernas para medir el ambiente, formas que son mucho más eficientes y comprensivas que lo que estaba a nuestra disposición hace una década atrás. Una variedad de sensores, satélites, drones y cámaras con control de tiempo son ejemplos. El desafío está en desplegar estas nuevas tecnologías de modo inteligente y convertir el flujo de información resultante en conocimiento contemporáneo y accesible.

Dicho esto, el análisis del estado del ambiente de Galápagos sin un sentido continuamente actualizado de cómo están las cosas en el terreno va a fracasar. Es esencial que haya una fuerte conexión entre las observaciones y los datos para dirigir la experiencia en el campo, y poder interpretar exitosamente los detalles del monitoreo sin tomar en cuenta cuál sea su fuente. Debemos hacer uso de lo mejor de las nuevas tecnologías, ricas en información, mientras continuamos pormenorizando los resultados, sin perder el sentido intuitivo de cómo funcionan las cosas, lo cual solo se puede adquirir a través de una experiencia personal, directa y frecuente, con el ambiente de Galápagos.

### **El monitoreo cuesta mucho más que una simple recolección de datos**

La nueva tecnología no siempre genera un mejor enfoque para el monitoreo del ambiente. Estamos rodeados de información pero faltos de conocimiento. El desafío está en escoger lo mejor que las nuevas tecnologías nos ofrecen e ignorar el resto. A veces le damos poca relevancia a lo que vayamos a hacer con los datos que obtenemos de esquemas de monitoreo, hayan sido éstos generados por métodos antiguos o modernos. En verdad, el manejo y la comunicación de datos es a menudo adicional en el diseño de programas de monitoreo. Típicamente, el análisis efectivo de los datos recolectados y la producción de recomendaciones constituyen más de la mitad del presupuesto asignado a cualquier programa exitoso de monitoreo.

### **La importancia de la adaptabilidad**

Muchos han sugerido que la única forma de proceder para el diseño del monitoreo es concentrarse en una sola pregunta con métodos fijos que no cambien a través del tiempo. Pero la realidad es que los métodos evolucionan al igual que las preguntas para las cuales buscamos respuestas. Un sistema exitoso es aquel que se adapta a tiempo a las nuevas preguntas y a las nuevas tecnologías, mientras que a la vez atiende las exigencias del máximo número de actores.

Un buen programa de monitoreo no solo mira hacia atrás en búsqueda de una línea base de condiciones históricas para registrar cambios. También le permite a uno mirar adelante hacia un estado futuro anhelado y registrar

dónde estamos en relación a él. El contar con un enfoque claro para la integración de datos que cubran preguntas múltiples e inevitablemente cambiantes, que se extienda tanto hacia atrás como hacia adelante en el tiempo, mejora de manera significativa la vida útil del programa de monitoreo.

## Conclusiones

El “panel de control” de un automóvil, en el que se muestra una serie de indicadores simples, informativos y precisos sobre el estado operativo de una máquina muy compleja, provee una buena analogía sobre qué es lo que necesitamos para darle seguimiento a los “signos vitales” de Galápagos. Un “panel de control del ecosistema” que mida lo que está sucediendo en Galápagos sería útil para los tomadores de decisiones responsables del futuro del ecosistema natural y la población humana de Galápagos, los cuales están ultimada- e íntimamente unidos.

¿Seremos capaces de desarrollar un sistema para mejorar nuestro entendimiento sobre y habilidad para pronosticar los impactos del cambio climático, la evolución en el uso de la tierra, las huellas de los visitantes, las especies invasoras, y las variables economías y comunidades humanas sobre la biodiversidad y la función del ecosistema? El programa necesitaría enfocarse tanto en sitios específicos como en el archipiélago como un todo, y apoyarse en enfoques novedosos, efectivos en su costo y que incluyan la participación pública. Virtualmente todos los datos serían de acceso directo para permitir que los científicos,

educadores, planificadores y tomadores de decisiones visualicen, comprendan y puedan hacer predicciones sobre los efectos primarios de los humanos sobre el mundo natural y aborden de manera eficaz las cruciales interrogantes y temáticas, no solo referentes al manejo sino también a la ciencia.

¿Será posible desarrollar un “panel de control del ecosistema” confiable para Galápagos? ¿Compartimos con suficiente sentido la misión que tenemos para conservar como para desarrollar una? ¿Podemos pensar crítica- y colaboradoramente sobre cómo “funciona” Galápagos para identificar los indicadores claves que necesitamos para medir y monitorear? ¿Cuánto costaría? ¿Quién y cómo pagaría por ello? ¿Qué resultados daría y cuándo los recibiríamos?

Existe un gran potencial para desarrollar un sistema de monitoreo del ecosistema de Galápagos ejemplar e integral. El modo cómo le damos seguimiento al ambiente está cambiando drásticamente y hay un interés renovado en todo el mundo sobre la importancia del monitoreo para una toma de decisiones efectiva. Varias décadas de monitoreo ecológico han revelado lo que es problemático y lo que es útil para el proceso de toma de decisiones. Basándonos en estas experiencias, talvez sea tiempo de proceder a replantear lo que sea necesario para construir un sistema integrado de monitoreo del ecosistema de Galápagos y asegurar que éste sea una iniciativa inclusiva y relevante.

## Referencias

SENPLADES. 2013. Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017. Quito. SENPLADES.



# SISTEMAS HUMANOS







Foto: © Buró Comunicación Integral

## Bioagricultura: Una oportunidad para el buen vivir insular

Juan Carlos Guzmán y José Enrique Poma

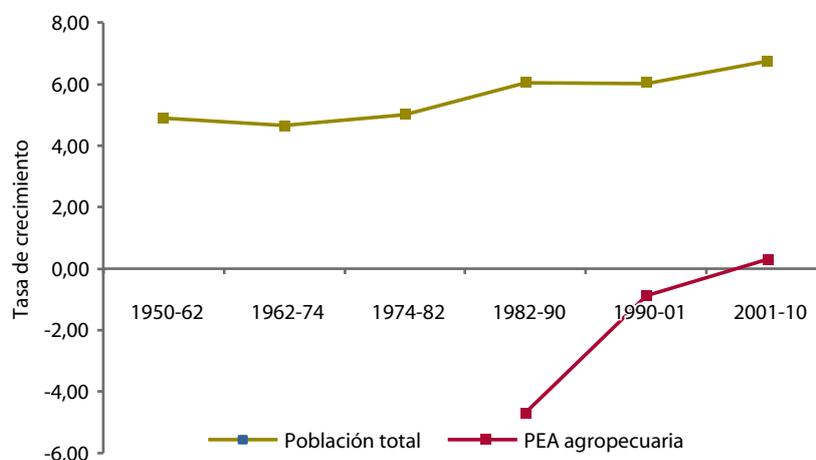
Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca

### Antecedentes

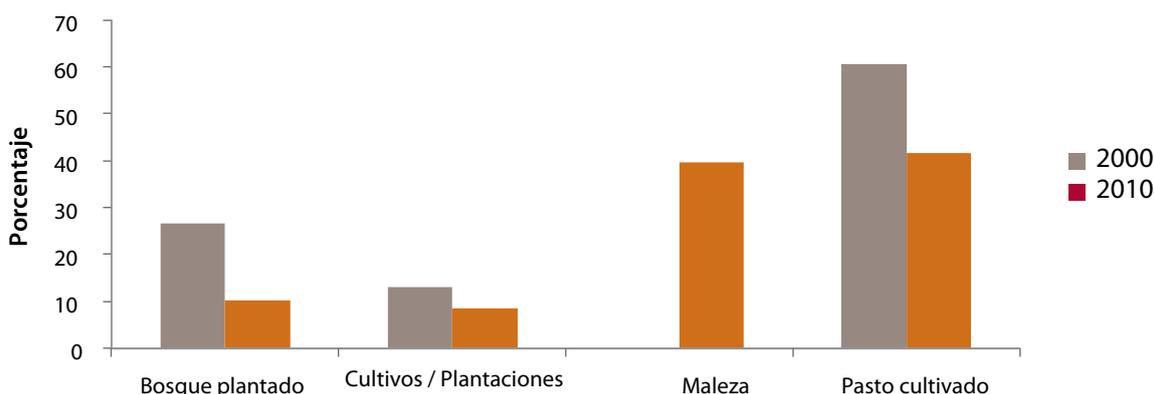
En junio de 2013, el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), en acuerdo con el Ministerio del Ambiente, presentó a la Presidencia de la República los lineamientos del *Plan de Bioagricultura para Galápagos*. El propósito del Plan es reposicionar al multisector, pues a la actividad agropecuaria en Galápagos le corresponde contribuir a la soberanía alimentaria de la población local y disminuir la incidencia de las especies vegetales invasoras en el área agropecuaria. En relación a las especies vegetales invasoras, la agricultura ejerce un impacto directo al ocupar una mayor proporción del suelo agrícola y otro indirecto, al ofrecer alimentos frescos al mercado local, disminuyendo las importaciones desde el continente y con ello, el riesgo del ingreso de nuevas especies invasoras. Durante décadas, la agricultura en Galápagos fue visualizada únicamente como la causa del ingreso y la proliferación de especies invasoras, por lo que se le prestó poca atención por parte del Estado y el conjunto de la sociedad. Ahora, se dispone de información que muestra la relación directa entre el abandono de la agricultura y el incremento de la superficie afectada por especies vegetales invasoras. Este artículo explora la necesidad de implementar el *Plan de Bioagricultura para Galápagos*, y describe sus componentes claves.

### Agricultura y especies vegetales invasoras

El abandono de la agricultura en Galápagos es evidente, pues en un contexto de crecimiento sostenido de la población total, la Población Económicamente Activa (PEA) agropecuaria se ha reducido muy significativamente (Figuras 1 y 2).



**Figura 1.** Evolución de las tasas de crecimiento de la población total y de la población económicamente activa. Fuente: INEC Censos Nacionales de Población y Vivienda 1950 – 2010; Censo Galápagos 2006.



**Figura 2.** Comparación del cambio en el uso del suelo en el área agrícola entre 2000 y 2010. Fuente: INEC - Censo agropecuario nacional, 2000; Catastro rural SIGTIERRAS 2010.

En el año 2010, el catastro rural levantado por el Sistema Nacional de Información y Gestión de Tierras Rurales (SIGTIERRAS) establece la cobertura vegetal y uso del suelo del área agrícola, indicando que 9 143 ha se encuentran afectadas por especies vegetales invasoras, que equivalen al 37% de la superficie agropecuaria (Tabla 1; Figura 3).

El cantón San Cristóbal es el más perjudicado con cerca del 60% del área agrícola afectado; también es el que menor proporción de su población está en el sector rural (10,7%), frente al 17,5% en la provincia de Galápagos en general (INEC, 2010).

**Tabla 1.** Uso del suelo del área agrícola por cantones-islas.

Cobertura del suelo	Isabela (ha)	Santa Cruz (ha)	San Cristobal (ha)
Montes y bosques	367	2 180	1 404
Cultivos permanentes	217	822	635
Cultivos transitorios	49	72	132
Invasoras	2 307	2 311	4 525
Pastos	2 103	5 840	1 609
<b>Total</b>	<b>5 042</b>	<b>11 224</b>	<b>8 306</b>

Con base en la misma información de SIGTIERRAS y la cartografía levantada por la Fundación Charles Darwin (FCD/SPNG, 2006; Gardener *et al.*, 2011), se establece la superficie por especies invasivas más comunes y por islas. Dentro del área agropecuaria, la guayaba (*Psidium guajava*) es la especie más difundida, alcanza el 63% de la superficie total afectada por especies invasivas dentro del área agrícola. La isla menos perjudicada es Floreana, con una superficie afectada por especies invasoras que alcanza solo 8% del área agrícola.

Sin embargo, existen evidencias que los agricultores pueden manejar y controlar las especies invasoras. Es ampliamente conocido que en el sector El Cascajo, zona de pequeños propietarios dedicados a la producción de hortalizas en Santa Cruz, las especies invasoras no son un problema. En 2001-02, en el sector San Joaquín de San Cristóbal, 34 familias con un modesto apoyo del proyecto IPADE-FUNDAR, recuperaron 350 ha de pastizales invadidos por mora (*Rubus niveus*) y guayaba. La mora fue erradicada y aquellas plántulas que en forma aislada

brotan, son eliminadas como toda especie no deseada en los campos cultivados. Los pocos árboles de guayaba, dejados a propósito en forma dispersa en los pastizales, son parte de un sistema silvopastoril, manejado por los agricultores.

**La fuerza de trabajo disponible para el sector agropecuario**

De acuerdo a los datos del último Censo de Población y Vivienda (INEC, 2010), en 2010 existían 762 personas trabajando en el sector agropecuario en Galápagos, lo que equivale a un trabajador agrícola por cada 31 ha de superficie agropecuaria. En el ámbito nacional, la misma relación equivale a un promedio de un trabajador por cada 10 ha.

Descontando de la superficie agropecuaria aquella cubierta por especies invasoras, es evidente que la fuerza de trabajo es insuficiente para la actividad

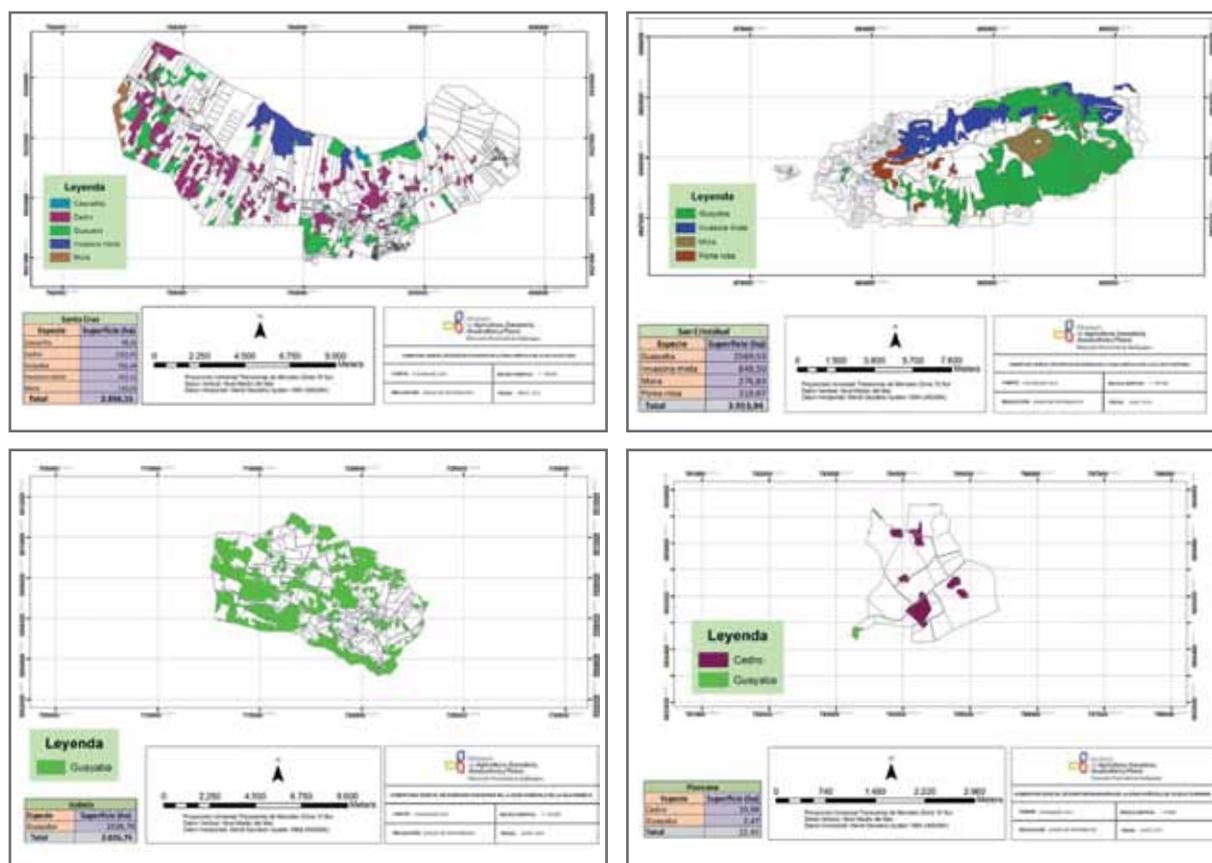


Figura 3. Cobertura de especies vegetales invasoras por especies e islas. FUENTE: SIGTIERRAS, Catastro rural 2010.

agropecuaria insular. Esta realidad obliga a pensar que una parte significativa de la fuerza de trabajo que se ocupa en la actividad agropecuaria, proviene de formas de producción en la lógica de la agricultura familiar. En esta modalidad, los integrantes de la familia, a pesar de tener otras ocupaciones, le dedican su excedente de tiempo a la actividad agropecuaria y por ende, no se refleja en las estadísticas oficiales. Adicionalmente, un número importante de trabajadores agrícolas no tiene regularizada su condición de residencia en las islas, lo que contribuye a que el estimado de “fuerza de trabajo insuficiente” carezca de cifras claras.

Un conjunto de factores explica en diverso grado, la escasez de mano de obra en el sector agropecuario. El 43% del Producto Interno Bruto (PIB) provincial se genera en torno al turismo. En el marco de la dinámica económica global del archipiélago, el turismo tuvo una tasa de crecimiento promedio anual de 19,8% entre 2006 a 2011, mientras que el sector agropecuario decreció en el 31,3% (Utreras *et al.*, 2014).

La actividad agropecuaria no solo es menos remunerada, en general es poco valorada por el conjunto de la sociedad. Además, la presencia de especies invasoras como las hormigas por ejemplo, configura un entorno inhóspito para la actividad. Finalmente, el régimen migratorio de Galápagos implica un conjunto de restricciones para la contratación de trabajadores y el ingreso de personas en general.

### El Plan de Bioagricultura para Galápagos

La implementación del *Plan de Bioagricultura para Galápagos* (PBAG) es imprescindible para recuperar el rol relevante que le corresponde a la agricultura en Galápagos. Hacerla rentable implica mejorar la calidad de la producción, esto es, producir alimentos sanos y nutritivos, con técnicas que rescaten la armonía con el entorno. De igual manera, esta recuperación supone que vele por la salud de los agricultores, de los consumidores y del ambiente en general. Para ello, se requiere el apoyo del conjunto de la sociedad insular y sus instituciones. El proceso de transición propuesto exige que los agricultores accedan a los factores productivos y fundamentalmente que participen en procesos permanentes de construcción de conocimiento, pues en la agricultura, éste es el único factor cuyo incremento puede ser indefinido, ya que no se conoce límites que generen rendimientos decrecientes.

La agricultura para la vida que propone el PBAG se basa en la diversificación de los agroecosistemas, a través de policultivos, asociación y rotación de cultivos, y del diseño e implementación de sistemas agroforestales. El PBAG plantea el incremento de la productividad por área, favoreciendo la generación de biomasa y el reciclaje de nutrientes, y aportando a la creación de microclimas que disminuyan las pérdidas de humedad causadas por la incidencia directa de la radiación solar sobre el suelo y los flujos de aire. Se trata, en todo caso, de estructurar sistemas de cultivo y crianza de especies que establezcan



Foto: © Buró Comunicación Integral

relaciones sinérgicas, propiciando la redundancia trófica que permita disminuir el uso de fertilizantes, pesticidas y, en general, insumos externos, así como generar una mayor estabilidad frente a las contingencias del clima. La diversificación de los sistemas productivos cumple también la función de proveer una variedad de productos alimenticios para el autoconsumo y los mercados, lo que significa en último término, construir resiliencia socio-ecológica (Nicholls, 2013). Este enfoque es ampliamente aceptado “como medio de mejorar la capacidad de recuperación y la sostenibilidad de los sistemas alimentarios, la agroecología cuenta actualmente con el respaldo de un número cada vez mayor de expertos dentro de la comunidad científica y de organismos y organizaciones internacionales como la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), el PNUMA y Biodiversidad Internacional. También está ganando terreno en países tan diversos como los Estados Unidos, el Brasil, Alemania y Francia” (ONU, 2011).

En este marco, se requieren mecanismos que acerquen a los productores y los consumidores, pues resulta imprescindible reducir los márgenes de intermediación comercial que erosionan la economía de los agricultores. Para conseguir un consumo responsable, hay que promoverlo; se necesita sensibilizar, motivar y educar, en todos los niveles y no únicamente en el sistema formal. MAGAP, en colaboración con Conservación

Internacional, ha empezado una campaña de promoción de la producción y consumo local, que incluye a 18 instituciones. Se requieren además, espacios adecuados que faciliten el encuentro entre productores y consumidores, lo que no solo permitirá el intercambio de productos por dinero, sino que iniciará también relacionamientos múltiples que incluyen al intercambio de conocimientos y la construcción de identidades, provocando así el fortalecimiento del tejido social, la cohesión de la sociedad y, en esta perspectiva, el aporte a la consolidación de ciudadanía.

Las dinámicas sociales que se generan y las sinergias con las dinámicas productivas son diversas; se adaptan a las particularidades del contexto en el que se desarrollan. En el Ecuador continental, la mayoría de redes de producción, intercambio y consumo han sido promovidas por las organizaciones de productores, como en los casos de la Red Agroecológica de Loja (RAL) o de la Corporación Ecuatoriana de Productores Biológicos (PROBIO). También existen dinámicas promovidas por alianzas entre actores públicos y privados como en la Red Agroecológica del Austro (RAA), o incluso aquellas en las que predominan los actores del sector público como en el caso de la organización Productores Agroecológicos y Comercio Asociativo de Tungurahua (PACAT). En todos los ejemplos, es evidente que se requieren políticas públicas para fortalecerlos y ampliarlos, las mismas que se justifican

plenamente por las externalidades positivas que generan las dinámicas en referencia (MAGAP, 2014). El régimen especial que posee Galápagos crea condiciones favorables para el diseño y construcción participativa de políticas públicas que promuevan la producción de alimentos sanos, acerquen esta producción a los consumidores y regulen el ingreso de los alimentos en la medida que éstos no puedan ser producidos en el archipiélago.

Este enfoque, se concreta en tres objetivos del Plan BAG:

1. Convertir a la agricultura en la principal actividad humana corresponsable de la conservación del patrimonio natural del archipiélago, particularmente en cuanto al control de especies invasoras, mediante el diseño e implementación de sistemas de producción agroecológicos, altamente eficientes.
2. Contribuir a la sustentabilidad de la economía del territorio, a través de la promoción de mercados locales bajo los principios de la economía social y solidaria.
3. Consolidar un sistema de investigación basado en el intercambio de conocimientos y diálogo de saberes, ampliando las capacidades locales para crear e innovar.

## Perspectivas

El nuevo modelo de producción insular conlleva entonces a un cambio radical en la concepción del desarrollo del agro, partiendo por reconocer que las características intrínsecas del ecosistema, así como la voluntad de la sociedad y el Estado en acción sinérgica, son determinantes en la construcción de un sistema económico, social, solidario y sostenible, como forma particular para materializar el Buen Vivir del territorio.

En este contexto y en particular en torno al proceso de implementación del *Plan de Bioagricultura para Galápagos*, el trabajo del MAGAP como organismo rector de la política pública del multisector, en coordinación directa con el Ministerio del Ambiente, constituye un aporte a la gobernabilidad insular, pues se trata además de un proceso que cuenta con la legitimidad por parte de los propios productores a través del Consejo Ciudadano Sectorial Campesino de Galápagos (CCSC-G).

## Referencias

Gardener M, C Causton, R Atkinson & A Guézou. 2011. CDF Checklist of Galapagos Introduced Species - FCD Lista de especies de Especies Introducidas de Galápagos. In: Bungartz F, H Herrera, P Jaramillo, N Tirado, G Jiménez-Uzcátegui, D Ruiz, A Guézou & F Ziemmeck. (eds.). Charles Darwin Foundation Galapagos Species Checklist - Lista de Especies de Galápagos de la Fundación Charles Darwin. Charles Darwin Foundation / Fundación Charles Darwin, Puerto Ayora, Galapagos: <http://www.darwinfoundation.org/datazone/checklists/introduced-species/> Last updated 05 Jul 2011.

FCD/SPNG (Fundación Charles Darwin y Servicio Parque Nacional Galápagos). 2006. Manual de identificación y manejo de malezas. Segunda Edición. <http://www.darwinfoundation.org>.

INEC. 2010. Censo nacional de población y vivienda 2010.

MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca). 2014. Creación de sellos de calidad para productos de pequeños productores. Quito.

ONU. 2011. La agroecología y el derecho a la alimentación. Informe presentado ante el Consejo de Derechos Humanos [A/HRC/16/49]. <http://www.srfood.org/es/informes-oficiales>

Nicholls C. 2013. Agroecología y biodiversidad: Pilares de la resiliencia contra plagas y los extremos climáticos. Lima.

Utreras R, J Galindo, R Rosero, G Urgilés, N Vacas, P Durango & M Arias. 2014. Matriz de Contabilidad Social con Componente Ambiental para las Islas Galápagos. Conservación Internacional Ecuador y mentefactura. Puerto Ayora-Ecuador.



Foto: © Megan O'Connor

## Uso de pesticidas en la agricultura en Santa Cruz

Megan O'Connor<sup>1</sup> y Noemi d'Ozouville<sup>2</sup>

<sup>1</sup>SUNY Colegio de Ciencias Ambientales y Forestales, <sup>2</sup>Estudios Integrados del Agua en Galápagos (GIWS)

### Introducción

La aplicación de pesticidas en el sector agrícola de las islas Galápagos tiene el potencial de conducir a una degradación ambiental y a la pérdida del carácter ecológico único del archipiélago. En el presente, las residentes y turistas en las islas Galápagos dependen fuertemente de la importación de productos alimenticios del continente. Las altas demandas agrícolas de una comunidad y de un destino turístico en crecimiento, junto a la continua propagación de especies invasoras, han puesto presión en los agricultores de Galápagos para adoptar a los pesticidas como una herramienta necesaria (Figura 1). Es crítico comprender el uso actual de pesticidas en Santa Cruz para desarrollar políticas y regulaciones apropiadas que aseguren la sostenibilidad de la isla.

La meta de esta investigación es observar el uso vigente de pesticidas y determinar qué motiva a los agricultores a utilizar estos pesticidas. Las organizaciones agrícolas y las instituciones gubernamentales se beneficiarán al conocer los factores que influyen en los granjeros para usar o no usar pesticidas, y podrán así elaborar políticas. A pesar de que no existen publicaciones científicas sobre el uso de pesticidas en Galápagos, investigaciones en otros países latinoamericanos muestran una serie de influencias fundamentales en el comportamiento de agricultores y su uso de pesticidas. Un estudio en Costa Rica trabajó con campesinos locales para identificar sus razones personales para el uso de pesticidas. El estudio, junto con otros más, encontró que el uso de pesticidas está influenciado por múltiples factores, que están engranados dentro de las instituciones, políticas, economía y demografía de la sociedad, y en las actitudes de los agricultores hacia el ambiente (Galt, 2008; Ecobichon, 2001; Lichtenberg & Zimmerman, 1999).

### Metodología

Se entrevistó a 27 hogares de agricultores en la zona agrícola de Santa Cruz (de un total de alrededor de 100 hogares) entre julio y agosto 2012. De manera colectiva, los agricultores entrevistados cultivan 197 ha de tierra. Cada entrevista incluyó 48 preguntas sobre las prácticas y experiencia agrícolas, economía, y conocimiento y actitudes hacia el medio ambiente. La muestra de los 27 agricultores se escogió a conveniencia pero incluyó a fincas pertenecientes a los tres subsectores agrícolas: café, campo abierto y cultivos de invernadero.

Las encuestas se complementaron con diez entrevistas a individuos con conocimiento en la materia quienes ofrecieron diversas perspectivas sobre interacciones con asuntos agrícolas y económicos relacionados al uso de pesticidas y los cultivos orgánicos. Se participaron en talleres en el Ministerio de Agricultura (MAGAP) y la Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro



**Figura 1.** Botella de pesticida en un árbol en Santa Cruz. Foto: © Megan O'Connor.

(AGROCALIDAD), los mismos que estuvieron respaldados con exhaustivas revisiones bibliográficas para entender las políticas actuales.

## Resultados

### Datos demográficos

La información demográfica es importante para entender

qué factores ejercen influencia en una comunidad, y dónde existen puntos de ventaja para crear políticas y programas efectivos (Tabla 1).

De las fincas encuestadas, 85% vendía sus cosechas a los mercados locales; no existe mercado de exportación para ninguna de las cosechas. Un agricultor orgánico vendía a una empresa turística. Muchos de los granjeros también mencionaron que usaban sus cosechas para consumo

**Tabla 1.** Datos demográficos de los 27 hogares encuestados en la investigación.

ITEM	RESULTADO	
Edad promedio	47	
Lugar de nacimiento	Galápagos: 15%	Continente: 85% (48% de Loja)
Agricultura como fuente principal de ingresos	Si: 81%	No: 19%
Tamaño promedio de la finca (ha)	14,4	
Número promedio de adultos en el hogar	3,2	
Número promedio de menores en el hogar	1,5	
Promedio del nivel más alto de educación	Secundaria	
Promedio del nivel más alto de educación en los familiares inmediatos	Secundaria	
Ha tomado cursos de agricultura	Si: 67%	No: 33%
Conocimiento sobre agricultura orgánica	Si: 89%	No: 11%
Uso de pesticidas	Si: 67%	No: 33%

propio, particularmente en los hogares en los cuales había ingresos provenientes de otros sectores. Por ejemplo, muchos hogares consistían de tres o cinco adultos, no todos quienes trabajaban en agricultura como una ocupación a tiempo completo. Muchos de aquellos hogares contaban con sus cosechas para consumo privado y no como fuente de ingresos.

En Galápagos, debido a las regulaciones migratorias y a un fuerte incentivo para trabajar en la industria turística, el número de individuos disponibles para labores agrícolas es muy pequeño (Lu *et al.*, 2013). Los agricultores que poseen propiedades grandes tienen más posibilidades de pagar el costo diario de la jornada (US\$25-35/día), el mismo que puede llegar a ser cinco veces mayor que en el Ecuador continental (Piu, com. pers., 2012; Brewington, 2011).

Los resultados de las encuestas indicaron que el nivel de educación es un factor importante para determinar el uso de pesticidas, junto con el tamaño de la finca. Emergieron tres categorías básicas de educación y uso de pesticidas.

**El Grupo 1** incluyó a agricultores con niveles más altos de educación (secundaria y universitaria) y grandes extensiones de tierra (mayores a 15 ha). Este grupo utilizaba pesticidas de manera moderada. Estos agricultores a menudo eran ricos en comparación con los otros. El uso de pesticidas es generalmente más prevalente cuando los agricultores supervisan la aplicación del pesticida pero no están físicamente involucrados en su aplicación. Por lo tanto, los agricultores con suficiente capital como para contratar trabajadores y quienes poseen grandes extensiones de tierra, son más propensos al uso de pesticidas. La única excepción fue una finca orgánica en sociedad con una empresa turística a la que le provee productos naturales, orgánicos, y en donde un selecto grupo de visitantes hace un recorrido turístico.

**El Grupo 2** incluyó a agricultores con niveles más altos de educación (secundaria y universitaria) pero con extensiones más pequeñas de tierra (menores a 15 ha). Estos agricultores estaban menos propensos al uso de pesticidas. Muchos de los agricultores de este grupo o miembros de su familia inmediata asistieron a la universidad, trayendo de vuelta consigo métodos eficaces para el control manual de especies invasoras o maneras alternativas para generar ingresos. Muchos de estos agricultores pertenecían a asociaciones agrícolas que trabajaban con el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MAGAP) en el desarrollo de técnicas orgánicas. La concientización sobre métodos alternativos de agricultura mediante cursos o la acción colectiva dentro de grupos comunitarios ha ayudado a darle forma a las decisiones y comportamiento de estos granjeros.

**El Grupo 3** incluyó a agricultores con menor educación y menores porciones de tierra (todas menos de 15 ha). Estos agricultores mostraron una mayor tendencia al uso de pesticidas. Esto puede estar relacionado con su nivel de educación, pero otros factores potenciales incluyen su deseo de mantener un rendimiento lo suficientemente alto para vender sus productos en el mercado agrícola local, y/o tuvieron trabajos múltiples y la tierra era usada para proveer alimento a toda la familia.

## Especies invasoras

Todos los agricultores encuestados reportaron que las especies invasoras eran un problema en su propiedad. Los animales invasores más frecuentemente citados fueron: hormigas, ratas, caracoles y avispas, mientras que entre las plantas invasoras más frecuentemente citadas estaban la mora, supirrosa, guayaba y saúco.

Estos resultados coinciden con la lista de las especies invasoras más agresivas en Galápagos elaborada por la Dirección del Parque Nacional Galápagos (GNPS, 2009). Con poblaciones de residentes y turistas en continuo crecimiento, es probable que el problema de las especies invasoras se expanda.

Un estudio en 2011 demostró que el 22% de los hogares que fueron entrevistados, abandonaron sus propiedades (fincas) debido a las especies invasoras y 84% de los agricultores entrevistados identificaron a las especies invasoras como una amenaza para su producción (Brewington, 2011).

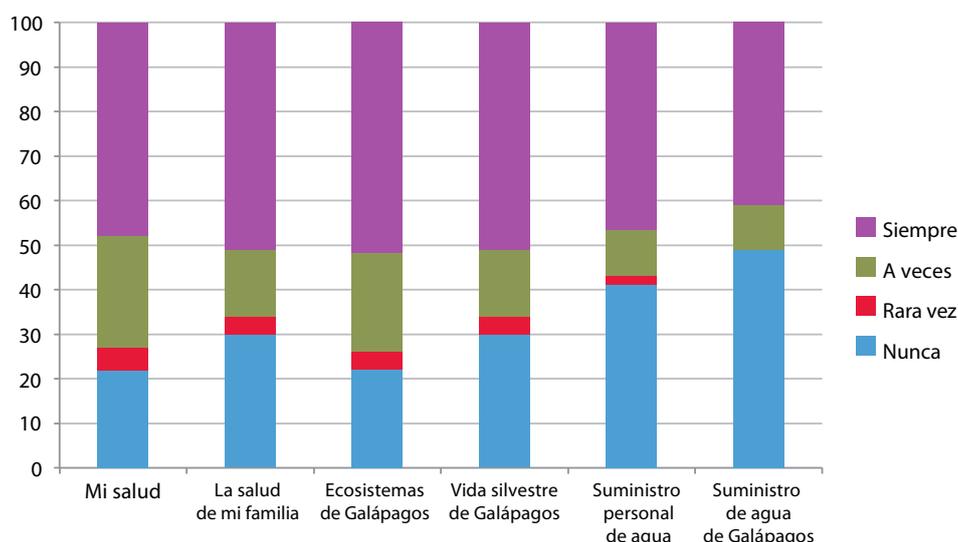
Tres agricultores reportaron haber utilizado pesticidas anteriormente pero que desde entonces se habían cambiado a la agricultura orgánica. Cada uno afirmó haber utilizado pesticidas en el campo (no necesariamente en fincas propias) en el pasado, cuando fue necesario reducir los gastos operativos o controlar de manera efectiva a las plagas. Los seis granjeros que afirmaron no haber usado jamás pesticidas, citaron las siguientes razones: es malo para su salud, muy difícil de aplicar o muy caro. Los agricultores que usaron pesticidas de modo consistente indicaron que los utilizaban bajo las siguientes condiciones (los números en paréntesis corresponden al número de agricultores):

- Después de la siembra inicial sin constatar la evidencia de plagas (3);
- Cuando se presentaron problemas (plagas y enfermedades) (11);
- Para mejorar la cosecha y reducir los costos de producción (2);
- Para mejorar el follaje de las plantas (1);
- Debido al número de plagas/prevenir su incremento (3);
- Por su habilidad para controlar plagas rápidamente (12).

### Actitudes hacia el medio ambiente

Los agricultores que estaban preocupados porque los pesticidas pueden dañar su salud, la salud de su familia, el ecosistema, la vida silvestre y las fuentes de agua fueron predominantemente labradores orgánicos quienes mostraron hábitos conservacionistas (Figura 2). Sin embargo, solo 33% de los encuestados realizaban agricultura orgánica, mientras que el 49% de los agricultores

encuestados estaban preocupados por los efectos de los pesticidas. Este resultado se alinea con investigaciones previas que concluyen que los campesinos se preocupan por el uso de pesticidas pero no son capaces de cambiar su comportamiento debido a la percepción o presencia de barreras, entre las que se incluye la dependencia al pesticida, la tasa de crecimiento de las especies invasoras o la falta de capacidad de contratar ayuda/mano de obra (Lichtenburg & Zimmerman, 1999; Tanner, 1999).



**Figura 2.** Actitudes hacia el medio ambiente de los agricultores incluidos en la encuesta, respondiendo a la aseveración: "Me preocupo porque los pesticidas afectan a..."

Los resultados de las encuestas y entrevistas resaltaron un número de variables que ejercen influencia en las decisiones tomadas por los agricultores en lo que respecta al uso de pesticidas (Figura 3). Considerando que este artículo se enfoca predominantemente en los hogares individuales de los labradores, es importante

notar que la inhabilidad de algunas instituciones llamadas a determinar y reforzar las políticas a seguir en la isla, probablemente juega un rol en la disponibilidad de pesticidas prohibidos y la falta de conciencia pública en la actualización de las regulaciones.



**Figura 3.** Variables que influyen en las decisiones tomadas por los agricultores respecto al uso de pesticidas.

## Conclusiones y recomendaciones

Basados en los resultados de este estudio piloto sobre el uso de pesticidas en Santa Cruz, recomendamos que se realice una investigación más comprensiva para recoger información sobre las frecuencias reales de aplicación, la cantidad de pesticida aplicada, y los impactos en el suelo y el agua. A pesar de que los pesticidas reportados en este estudio no tienen toxicidades ambientales altas, el muestreo de suelo y agua puede señalar riesgos en cuanto a los patrones de aplicación y/o la interacción con la estructura sub superficial de la isla.

Los tres puntos principales de ventaja que propician el cambio en el uso de pesticidas en Galápagos son: el nivel de educación, las actitudes hacia el medio ambiente y el rol del mercado local. Las siguientes dos recomendaciones interactúan con uno o más de estos puntos.

1. Incrementar las oportunidades de aprendizaje y entrenamiento para expandir el conocimiento y crear conciencia sobre las prácticas orgánicas, técnicas apropiadas de aplicación de pesticidas, alternativas para el control de plagas, salud y conectividad ambiental, y el factor económico involucrado con los mercados agrícolas locales.

2. Fortalecer los incentivos para la creación de alianzas entre el sector turístico y los agricultores orgánicos para forjar un mercado local más grande para los productos orgánicos. Podría pensarse en una certificación orgánica de implementación local, "sistemas participativos de garantía" o SPG. Facilitado por la Federación Internacional de Movimientos Agrícolas Orgánicos (IFOAM, por sus siglas en inglés), la SPG es un medio para que los agricultores orgánicos establezcan un mercado local con el auspicio de organizaciones sin fines de lucro y provean de productos orgánicos a los usuarios; se motiva a los campesinos locales a colaborar con individuos que comprarán el producto orgánico final (IFOAM, 2014).

Prohibir el uso de pesticidas en Galápagos sería prematuro y podría impactar negativamente a los agricultores en un momento en el cual existe una demanda creciente por la producción local.

La reducción del nivel en uso de pesticidas puede alcanzarse poniendo en práctica las recomendaciones mencionadas en la lista anterior, mediante el uso apropiado de pesticidas o mediante métodos alternativos para la producción de cosechas de alta calidad.

## Referencias

- Brewington L. 2011. The politics of invasion: defining and defending the natural, native and legal in the Galapagos Islands of Ecuador. Dissertation. University of North Carolina at Chapel Hill. Proquest. 242 pp.
- Ecobichon DJ. 2001. Pesticide use in developing countries. *Toxicology* 160(1-3):27-33.
- Galt R. 2008. Toward an integrated understanding of pesticide use intensity in Costa Rican vegetable farming. *Human Ecology* 36(5):655-677.
- GNPS. 2009. One area in need of renovation. Research Priorities of the Directorate of the Galapagos National Park. GNPS, 29 June 2009. Web. 4 May 2012.
- Lichtenberg E & R Zimmerman. 1999. Information and farmers' attitudes about pesticides, water quality, and related environmental effects. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 73(3):227-236.
- Lu F, G Valdivia & W Wolford. 2013. Social dimensions of "nature at risk" in the Galapagos Islands, Ecuador. *Conservation and Society* 11(1):83-95.
- IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movements). 2014. Participatory Guarantee Systems (PGS). IFOAM website.
- Tanner C. 1999. Constraints on environmental behavior. *Journal of Environmental Psychology* 19:145-157.



Foto: ©John Garate

## El mantenimiento de la calidad ambiental de Galápagos: Un compromiso de todos

Jorge Carrión-Tacuri, Luis Mora Andrade y Daniel Lara Solís

Dirección del Parque Nacional Galápagos

### Antecedentes

La conservación y uso responsable de los recursos naturales del Parque Nacional y la Reserva Marina de Galápagos son responsabilidad del Ministerio del Ambiente a través de la Dirección del Parque Nacional Galápagos (MAE-DPNG). La particularidad de Galápagos consiste en que el 3% del área terrestre es ocupada por una población residente con uno de los mayores índices de crecimiento del país. Dicha población depende principalmente de los servicios ambientales ofrecidos por las áreas protegidas de Galápagos (APG), generando una amplia gama de impactos, necesidades y presiones hacia los ecosistemas y sus manejadores, respectivamente.

Por otra parte, el incremento del ingreso de turistas hacia Galápagos también significa incremento de la infraestructura (hospedajes, embarcaciones, transporte terrestre, accesos a sitios de visita, servicios básicos, etc.) para ampliar la capacidad de acogida. Esto, a su vez, demanda un aumento en toda la provincia de las actividades comerciales, productivas y extractivas (transporte de carga hacia Galápagos, cultivos, pesquerías, requerimiento de materiales pétreos, etc.), el cual al no ser debidamente planificado y estructurado, conllevaría al deterioro de la calidad ambiental en las zonas pobladas y las áreas protegidas.

El Parque Nacional y la Reserva Marina de Galápagos son áreas protegidas de singulares características, como su aislamiento, biodiversidad única, estado de conservación, y sobre todo por proporcionar servicios ambientales que mantienen a la población humana residente en la provincia de Galápagos. Tomando en cuenta este último aspecto, el nuevo Plan de Manejo de las Áreas Protegidas de Galápagos para el Buen Vivir (DPNG, 2014) consolida estrategias de manejo integrales que incluyen tanto a las áreas protegidas como a las zonas pobladas de la provincia de Galápagos.

Mediante Acuerdo Ministerial (AM) 065 del 17 de julio de 2009, la Ministra del Ambiente delegó al Director del Parque Nacional Galápagos (PNG), para que dentro de su jurisdicción, ejerza ciertas competencias en el ámbito de la calidad ambiental (emisión de certificados de intersección, revisión de fichas ambientales y estudios de impacto ambiental). Así mismo, mediante AM 100 publicado en el Registro Oficial No. 766 del 14 de agosto de 2012, la Ministra del Ambiente delegó al Director del PNG para que en su nombre y representación ejerza la función de promulgación de Licencias Ambientales, con la excepción de aquellos proyectos considerados estratégicos o de interés nacional. Estos dos acuerdos ministeriales fueron derogados y las competencias en cuanto a calidad ambiental, mas la promulgación de licencias ambientales y el control respectivo, han sido unificados

en el AM 268 publicado en el Registro Oficial No. 359 del 22 de octubre de 2014.

Además, mediante AM 256 del 20 de agosto de 2014, la Ministra del Ambiente delegó al Director del PNG, para que dentro de su jurisdicción, y a través de la Dirección de Ecosistemas de la DPNG, ejerza las funciones como Unidad de Patrimonio Natural del Ministerio del Ambiente y cumpla entre otras con la atribución de elaborar informes técnicos y aprobación de viabilidades técnicas para el proceso de regularización ambiental de proyectos que intersequen con las APG.

La regularización ambiental para los proyectos, obras o actividades que se desarrollan en Galápagos y en el Ecuador continental en general, se basa en el Catálogo de Categorización Ambiental Nacional (CCAN) emitido mediante AM 006 del 18 de febrero de 2014. Dicha categorización ha sido establecida considerando el riesgo o impacto que suponen las actividades, obras o proyectos para el medio socio ambiental (Tabla 1). Para la implementación de la misma, todos los procesos de regularización ambiental se llevan a cabo a través del Sistema Único de Información Ambiental (SUIA) del Ministerio del Ambiente.

**Tabla 1.** Categorías establecidas por el Ministerio del Ambiente para regularizar ambientalmente todas aquellas actividades que se desarrollen en el Ecuador, considerando el impacto o riesgo de las actividades para el medio ambiente y la salud humana. Fuente: Acuerdo Ministerial 006 - 2014.

Categoría	Impacto/ Riesgo	Instrumento	Autorización administrativa
I	No significativo	Registro ambiental	Certificado de Registro Ambiental
II	Bajo	Ficha ambiental y plan de manejo ambiental	Licencia Ambiental Categoría II
III	Mediano	Declaratoria de impacto ambiental y plan de manejo ambiental	Licencia Ambiental Categoría III
IV	Alto	Estudio de impacto ambiental y plan de manejo ambiental	Licencia Ambiental Categoría IV

El presente artículo tiene por objetivo analizar el avance de las actividades de la DPNG referente a las competencias delegadas por el Ministerio del Ambiente para la regularización y el control ambiental de proyectos, obras o actividades en la provincia de Galápagos. Las actividades derivadas de las competencias recibidas desde el Ministerio del Ambiente, tienen por objetivo evitar, mitigar, remediar o controlar los impactos producidos por los diferentes proyectos que se ejecutan.

### Metodología

La información presentada en este artículo incluye una revisión de los acuerdos ministeriales mencionados previamente, así como también una revisión de los expedientes y bases de datos del Proceso de Calidad Ambiental de la Dirección de Gestión Ambiental de

la DPNG para determinar el avance en la emisión de permisos ambientales en la provincia de Galápagos.

Los niveles de cumplimiento de las obligaciones de las Licencias Ambientales se califican individualmente (cada proyecto de manera porcentual), valorando el cumplimiento de cada una de las obligaciones. Los porcentajes de cumplimiento de los planes de manejo ambiental corresponden a inspecciones realizadas durante el año 2014.

### Regularización y control ambiental en Galápagos

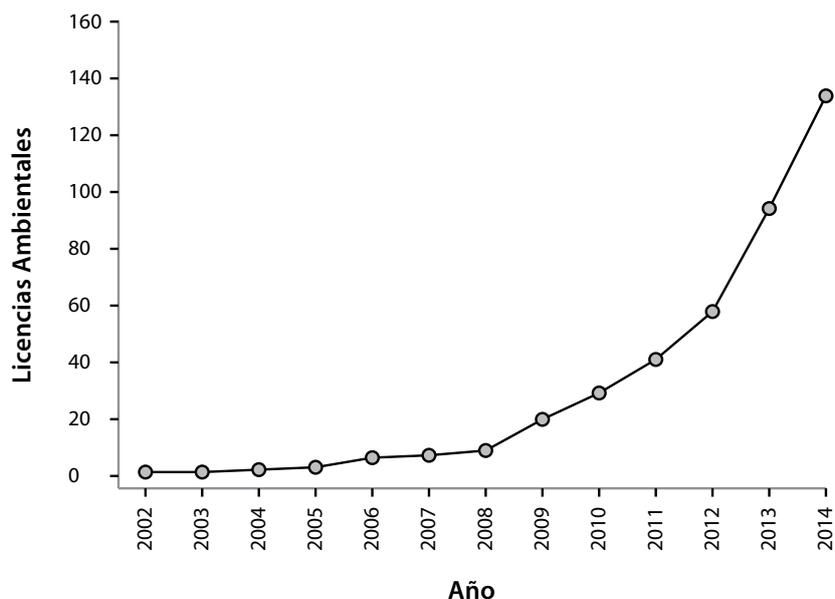
El Ministerio del Ambiente, previo a la delegación de las competencias de calidad ambiental a la DPNG, emitió 12 Licencias Ambientales para Galápagos en el período 2002-09 (Tabla 2).

**Tabla 2.** Número de Licencias Ambientales emitidas por año para proyectos que se desarrollan en Galápagos (2002-2014). Fuente: Calidad Ambiental DPNG.

Categoría	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	TOTAL
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7
II	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	15	21	39
III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IV	1	0	1	1	3	1	2	11	8	12	15	21	12	88
<b>TOTAL</b>	1	0	1	1	3	1	2	11	9	12	17	36	40	134

La emisión de Licencias Ambientales ha incrementado exponencialmente desde que la DPNG asumió las competencias delegadas por el Ministerio del Ambiente,

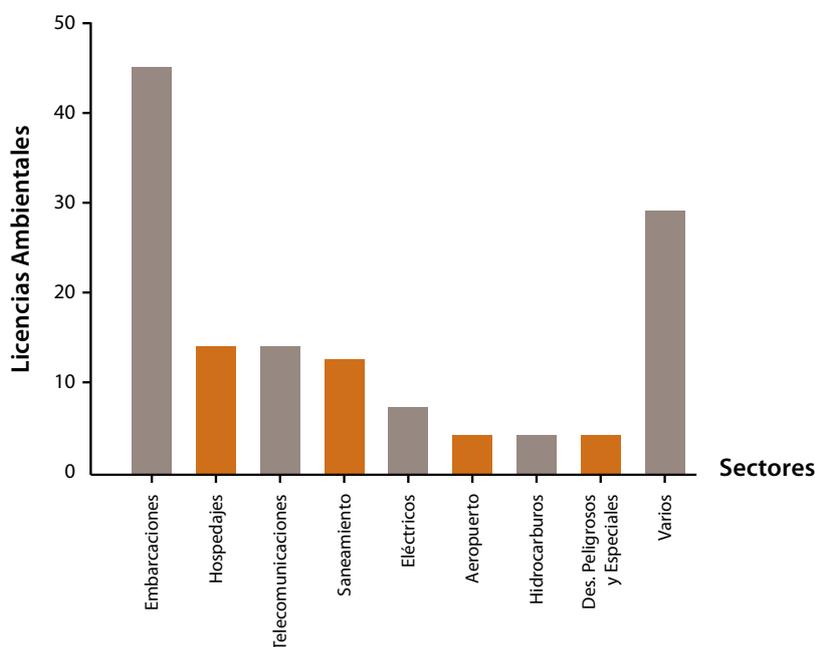
llegando en la actualidad (2014) a un total de 134 Licencias Ambientales, incluyendo siete registros ambientales Categoría I (Figura 1).



**Figura 1.** Incremento anual del número de Licencias Ambientales emitidas a proyectos que se desarrollan en Galápagos. Las competencias de la DPNG empezaron desde 2009. Fuente: Calidad Ambiental DPNG.

Las Licencias Ambientales emitidas en Galápagos se distribuyen en nueve sectores bien definidos, con una mayoría para embarcaciones (45), seguida de hospedajes (14), telecomunicaciones (14), saneamiento (13), proyectos

eléctricos (7), aeropuerto (4), hidrocarburos (4), manejo de desechos peligrosos y especiales (4) y varios (29: proyectos de infraestructura y carreteras) (Figura 2).



**Figura 2.** Distribución por sectores de Licencias Ambientales emitidas a proyectos que se desarrollan en Galápagos entre 2002-14. Fuente: Calidad Ambiental DPNG.

El incremento del número de Licencias Ambientales requiere un mayor control ambiental sobre los proyectos. El control ambiental de la DPNG se basa en inspecciones preventivas, atención a denuncias ambientales, inspecciones de verificación de cumplimiento al plan de manejo ambiental, y la revisión de informes de automonitoreo y auditorías ambientales según

corresponda, con la finalidad de verificar el cumplimiento de las obligaciones de la Licencia Ambiental y/o de su plan de manejo ambiental. Entre las obligaciones más comunes tenemos: presentar auditorías ambientales; presentar informes de automonitoreo trimestral, semestral o anual dependiendo del proyecto y de la categoría de la Licencia Ambiental; mantener la vigencia de la póliza de fiel



Foto: ©John Garate

cumplimiento del plan de manejo ambiental; y realizar pagos por seguimiento anual. En base del análisis de la documentación presentada a la DPNG, más los resultados de las inspecciones in situ, se establece el porcentaje de cumplimiento para cada Licencia y plan.

En general, durante el periodo de 2012 a 2014, el porcentaje de cumplimiento de las obligaciones de las licencias ambientales ha aumentado progresivamente, de 33,5% en 2012, a 41,7% en 2013, terminando con 51,0% en 2014. A partir de 2014, se implementó un cronograma

de inspecciones para verificar específicamente el nivel de cumplimiento de los planes de manejo ambiental, resultando en un porcentaje promedio de cumplimiento de 83,9% (33 inspecciones).

El sector con mayor nivel de cumplimiento de su plan de manejo ambiental corresponde a hidrocarburos, seguido por hospedajes y embarcaciones. Por el contrario, el de menor cumplimiento es el de los proyectos de saneamiento (Tabla 3).

**Tabla 3.** Sectores con proyectos con Licencia y porcentaje promedio de cumplimiento de su plan de manejo ambiental (PMA). Fuente: Calidad Ambiental DPNG.

Sector	Inspecciones realizadas	Proyectos con Licencia Ambiental	Cumplimiento del PMA (%)
Hidrocarburos	1	4	90,0
Hospedajes	2	14	89,0
Embarcaciones	21	45	88,6
Telecomunicaciones	1	14	87,5
Aeroportuario	2	4	82,8
Saneamiento	6	13	64,6

## Conclusiones y recomendaciones

El plan de manejo ambiental aprobado a través de la emisión de la Licencia Ambiental para cada proyecto, es el instrumento que permite el desarrollo de las actividades de un proyecto determinado bajo los lineamientos de la normativa ambiental, previniendo o mitigando los impactos socio-ambientales negativos y potenciando los positivos. A pesar de la resistencia por parte de ciertos sectores, la DPNG está cumpliendo a cabalidad con las delegaciones recibidas desde el MAE, viéndose reflejado en el incremento exponencial del número de licencias ambientales otorgadas, lo cual permite a la Autoridad Ambiental mantener un mayor control sobre los proyectos que intersectan con las áreas protegidas, así como aquellos que representen un riesgo ambiental para las mismas, con el consecuente detrimento del buen vivir de la población residente en las islas.

Los sectores de hidrocarburos, hospedajes y embarcaciones de turismo, son los de mayor nivel de cumplimiento de su plan de manejo ambiental, traduciéndose en una ejecución amigable para los ecosistemas de Galápagos y los usuarios. Por el contrario, los proyectos de saneamiento (alcantarillado, agua potable, etc.) son los de menor cumplimiento, incidiendo directamente en el aumento de los niveles de contaminación (MAE-DPNG, 2014) y por consiguiente, afectando la calidad ambiental de los ecosistemas y la salud de la población humana circundante.

La Constitución del Ecuador en su artículo 14 estipula: **Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*.** Ésta es la base para la generación de políticas, leyes, normas y regulaciones, encaminadas a la preservación del medio natural y sus servicios ambientales, para el disfrute de la sociedad.

El mantenimiento de la calidad ambiental de los ecosistemas de las áreas protegidas de Galápagos es indispensable para la preservación de la biodiversidad

inmersa en ellos y por supuesto, fundamental para garantizar el buen vivir estipulado en la Constitución del Ecuador. No obstante, el mantenimiento de la calidad ambiental es una tarea conjunta entre el administrador y los usuarios de los servicios que nos brindan los ecosistemas de Galápagos.

En base a este análisis se recomienda las siguientes recomendaciones:

1. Asesorar con mayor fuerza a los proponentes con la finalidad de acortar los tiempos para la obtención de las Licencias Ambientales y mejorar los niveles de cumplimiento de los planes de manejo ambiental de cada proyecto.
2. Priorizar el control ambiental, especialmente a aquellos proyectos que tengan bajos niveles de cumplimiento del plan de manejo ambiental.
3. Establecer incentivos para aquellos proyectos que ejecuten sus actividades de acuerdo a lo estipulado en el plan de manejo ambiental y que cumplan con la normativa ambiental.
4. Incrementar la capacidad de la Dirección de Gestión Ambiental y procesos de Calidad Ambiental de las Unidades Técnicas de Isabela y San Cristóbal de la DPNG, para atender oportunamente a todos los procesos de regularización ambiental y por supuesto para dar seguimiento y controlar el cumplimiento de las obligaciones de las Licencias Ambientales y sus respectivos planes de manejo ambiental.

## Agradecimientos

Agradecimientos sinceros para todo el personal de Calidad Ambiental de la DPNG de Isabela, San Cristóbal y Santa Cruz, que con su esfuerzo diario y con responsabilidad contribuyen al cumplimiento de las delegaciones del MAE y por consiguiente a la conservación de los frágiles y únicos ecosistemas de nuestra provincia de Galápagos.

## Referencias

DPNG (Dirección del Parque Nacional Galápagos). 2014. Plan de Manejo de las Áreas Protegidas de Galápagos para el Buen Vivir. Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador.

MAE-DPNG. 2014. Informes anuales de monitoreo de la calidad del agua en Santa Cruz, San Cristóbal e Isabela. Elaborado por Javier López Medina.



Foto: © Hannes Pohlmann

## Monitoreo de indicadores ambientales en la isla Isabela para prevenir y reducir las fuentes de contaminación

Maximilian Martin<sup>1</sup>, Ulf Haerdter<sup>1</sup>, Hannes Poehlmann<sup>2</sup> y Alejandra Valdés<sup>2</sup>

<sup>1</sup> WWF Ecuador, <sup>2</sup> Caduceus Cia, Ltda.

### Antecedentes

A pesar del avance en la conservación de las áreas protegidas de Galápagos, poco se ha trabajado para determinar el estado de la calidad ambiental en las zonas habitadas por humanos. Aunque las áreas urbanas y rurales del archipiélago representan solamente el 3% del total de la superficie de las islas, constituyen uno de los principales focos de contaminación ambiental. La Dirección del Parque Nacional Galápagos reconoce en su Plan de Manejo al archipiélago como un socioecosistema donde existen interacciones permanentes entre las zonas habitadas y las áreas naturales protegidas marinas y terrestres, y por tanto la necesidad de su manejo integral. Además, tiene la competencia de desarrollar mecanismos y estrategias necesarios para lograr los máximos estándares de calidad ambiental, en coordinación con los gobiernos municipales y la sociedad civil del archipiélago (DPNG, 2014).

La falta de una adecuada planificación urbana y de capacidad técnica desde el inicio de los asentamientos humanos en las islas ha ocasionado que la población residente no cuente hasta el momento con servicios básicos apropiados, como por ejemplo, agua potable, alcantarillado, tratamiento de aguas residuales y gestión de residuos peligrosos.

Los residuos peligrosos, por ejemplo, no están manejados como pide el Acuerdo Ministerial 142 emitido por el Ministerio de Ambiente (MAE, 2012). Al mismo tiempo existen estudios de sitios de contaminación ambiental, de los cuales se evidencian ya efectos en las áreas protegidas y en la salud humana.

En el contexto del recurso agua, una investigación del año 2007 ha determinado que las fuentes de captación de agua en Santa Cruz y San Cristóbal tienen una contaminación por coliformes fecales (Córdova *et al.*, 2007a,b). Desde esta fecha no se han realizado investigaciones o un monitoreo continuo de la calidad de agua en los sitios actuales de captación de agua. Tampoco se realizaron investigaciones de la calidad de agua en sitios públicos de recreación ni existe información al respecto de la contaminación de suelos, aunque es obvia la contaminación por combustibles, aceites, pinturas, disolventes y otras sustancias en mecánicas y talleres de mantenimiento de embarcaciones.

En el cantón Isabela tal como en los otros cantones, uno de los principales problemas es la falta de servicios básicos en relación al incremento de la población residente y flotante. Según los censos de 2001 y 2010, la población del cantón Isabela creció en un 39,3% en nueve años, de 1619 en 2001 a 2256 habitantes en 2010. Este porcentaje es superior comparado con el crecimiento de Santa Cruz (35,1%) y de San Cristóbal (32,7%), para el mismo periodo (INEC, 2001 y 2010).

Por otro lado, el número de turistas se incrementó en un 46,7% solo del 2003 al 2008 (GADMI, 2010).

Entre los diferentes problemas que se pueden presentar por el desarrollo no planificado podemos citar:

**Agua:** En relación a la salud pública, la calidad del recurso agua dulce es el más sensible debido a su contacto directo con la población mediante el uso y consumo; además, es un recurso muy limitado. Por ejemplo, para el año 2009 se estima que aproximadamente 70% de enfermedades en Puerto Villamil ocurrieron por el consumo de o exposición a agua contaminada (Walsh *et al.*, 2010).

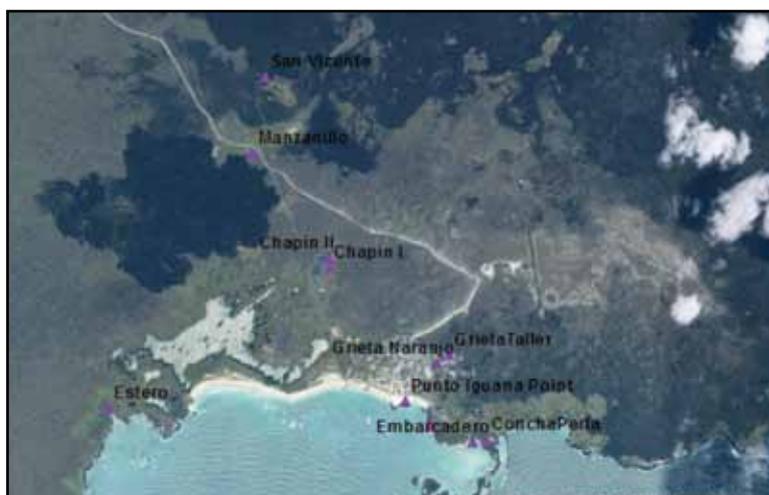
**Suelo:** En el caso del suelo, asuntos de contaminación no se perciben con tanta premura y atención como en el caso del agua dulce porque las sustancias contaminantes no se expanden tan rápido como en el agua. Sin embargo, los contaminantes en el suelo, dependiendo de su movilidad, alcanzan en algún momento el nivel freático, contaminando los recursos de agua. En el contexto local, la geología se caracteriza por una capa delgada de suelo y roca primitiva fragmentada lo que resulta en una alta permeabilidad.

**Aire:** La contaminación del aire en las áreas pobladas es un asunto muy puntual debido a las características locales y depende únicamente de la ubicación de las pocas fuentes potenciales de contaminación (ej., plantas eléctricas). Sin embargo, la contaminación del aire se convierte en un problema de salud pública cuando en estos sitios específicos se superan los límites permisibles.

En vista de esta problemática, WWF y el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Isabela (GADMI) iniciaron un proceso para levantar una primera base de información sobre las fuentes principales de contaminación existentes, generar indicadores que permitan continuar monitoreando su nivel de contaminación y elaborar planes de manejo ambiental que permitan realizar una gestión propia de estas fuentes de contaminación.

## Metodología

Los sitios de monitoreo de la calidad de los recursos agua, suelo y aire se definieron de acuerdo a la información proporcionada por el GADMI, así como los sitios potenciales de contaminación (Figuras 1, 2 y 3).



**Figura 1.** Georeferenciación de los sitios de monitoreo de la calidad de agua en Puerto Villamil.

**Agua:** Para determinar la calidad del agua entubada de uso doméstico se escogieron las cuatro fuentes de captación: Chapín I, Chapín II, Manzanillo y San Vicente. En algunas viviendas se monitoreó la calidad del agua que sale de la llave para determinar si existe contaminación por contacto con aguas servidas debido a fugas en la tubería. Para determinar la calidad del agua del mar en los sitios de recreación se escogieron El Embarcadero, El Estero y Concha de Perla, el primero por la presencia y mantenimiento de embarcaciones, y los dos últimos por ser sitios turísticos. Determinar la calidad del agua en la Grieta

de los Talleres fue de mucha importancia por ser una fuente de agua para diez familias del Pedregal. Además, se incluyó el monitoreo de las aguas servidas. Se realizaron cinco series de muestreos de agua con un total de 240 muestras en un período de cuatro meses. En un laboratorio certificado se realizaron análisis de los siguientes parámetros: parámetros generales, metales pesados, hidrocarburos (HAP, TPH), aniones y parámetros biológicos (demanda química de oxígeno – DQO y demanda biológica de oxígeno - DBO), coliformes totales, coliformes fecales y clorofila a. Adicionalmente, se realizaron

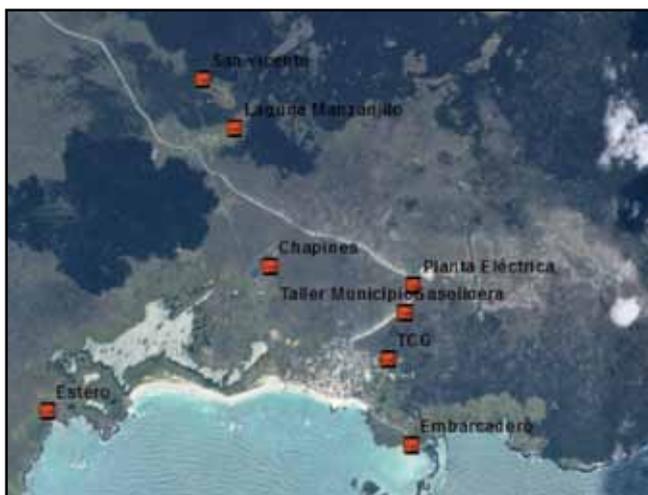
mediciones directas de: conductividad, oxígeno disuelto, sólidos disueltos totales (TDS), pH, rédox y temperatura. La metodología para la recolección de muestras de agua se realizó de acuerdo a las normas del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN).<sup>1</sup>

**Suelo:** Para el monitoreo del suelo se tomaron muestras en los siguientes sitios potencialmente contaminados: los talleres del Consejo de Gobierno y del GADMI, la gasolinera, la planta eléctrica y el embarcadero (por contaminación de hidrocarburos). Además, se tomaron muestras de suelo cerca de los sitios de captación de agua. Se tomaron también muestras del lodo que se acumula en el sitio de descarga final de las aguas servidas cerca de la planta de tratamiento. En total se realizaron dos series de muestreos de suelo en un periodo de cuatro meses. Las muestras de suelo se analizaron en un laboratorio certificado y se determinaron los siguientes parámetros: parámetros generales, metales pesados e hidrocarburos (TPH).

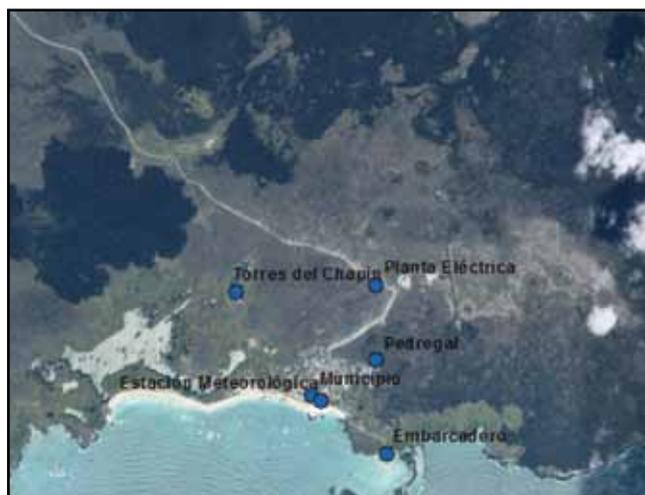
**Aire:** El monitoreo de la calidad del aire se realizó en cinco estaciones pasivas durante 30 días: la

planta eléctrica, El Embarcadero, los talleres del Municipio, los talleres del Consejo de Gobierno y la Plaza Municipal. Se instaló un punto de control en las torres del Chapín I y una estación meteorológica en la antigua estación de la policía. La calidad del aire se determinó mediante la medición de los siguientes parámetros: parámetros generales, SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, PM, O<sub>3</sub> y benceno.

Los resultados de los análisis se compararon con los límites establecidos por la normativa nacional publicada en el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio de Ambiente (TULSMA, MAE 2003), que indica los parámetros de calidad de agua para consumo humano y uso doméstico, los criterios para la preservación de la flora y fauna en aguas marinas y de estuario, y los límites de descarga a cuerpos de agua marina, al igual que los criterios de calidad de suelo para distintos usos y normas generales de concentración de contaminantes en el aire. Para algunos parámetros, los resultados obtenidos fueron comparados con los límites definidos en las normas INEN (debido a la carencia de información en el TULSMA) o con normas internacionales cuando faltaron normas nacionales.



**Figura 2.** Georeferenciación de los sitios de monitoreo de la calidad de suelo en Puerto Villamil.



**Figura 3.** Georeferenciación de los sitios de monitoreo de la calidad de aire en Puerto Villamil.

## Resultados y discusión

### Calidad de agua

Los resultados de los análisis de agua en las fuentes de captación varían significativamente según el sitio. En algunas muestras se evidencian valores extremos para la presencia de ciertos contaminantes, tal cual se esperaba debido a que el sistema de recarga de las fuentes de captación está afectado por las mareas, y los contaminantes se diluyen o concentran de acuerdo a la entrada de agua (Tabla 1).

Ciertos resultados requieren atención debido a sus posibles efectos en la salud y deterioro de la calidad de agua. En las fuentes de captación de agua, la concentración de TDS supera a la norma en todos los muestreos por la intrusión de agua marina. En el caso del parámetro fosfato, la concentración en todas las muestras supera al límite establecido por la norma INEN. Altas concentraciones de fosfato en las fuentes de captación puede ocasionar un crecimiento de algas que consumen el oxígeno disuelto lo cual baja drásticamente la calidad del agua para el consumo humano; además, daña los riñones si se consume esta agua en exceso (Lenntech,

<sup>1</sup> HAP: hidrocarburos aromáticos de petróleo, TPH: hidrocarburos totales de petróleo, DQO: demanda química de oxígeno, DBO: demanda biológica de oxígeno, TDS: sólidos disueltos totales, SO<sub>x</sub>: óxidos de azufre, NO<sub>x</sub>: óxidos de nitrógeno, PM: material particulado, O<sub>3</sub>: ozono.

2013). Se detectó la presencia de manganeso en el agua por encima de la norma, que cambia el sabor del agua y mancha los utensilios de cocina y la ropa (OMS, 2006). El exceso de sodio altera el sabor del agua (OMS, 2006).

Los problemas de contaminación más evidentes ocurren en las fuentes de captación Chapín I y II, debido a su cercanía a la zona poblada y al inapropiado diseño de la infraestructura para la captación del agua.

**Tabla 1.** Los resultados del muestreo de agua entre mayo-julio de 2013 en fuentes de uso doméstico indican valores elevados en comparación a la norma nacional establecida por el TULSMA o en el caso que no existen límites en el TULSMA, en relación con regulaciones internacionales.

Sitio	Chapín I	Chapín I	Chapín II	Chapín II	Manzanillo	Manzanillo	San Vicente	San Vicente	Límite Máximo
Nº. Muestreo	Muestreo I	Muestreo III/V	Muestreo I	Muestreo II/III/V	Muestreo I	Muestreo III/V	Muestreo I	Muestreo III/V	TULSMA*
pH	7,5	s/d	7,2	s/d	6,9	s/d	7,5	s/d	6 – 9
Conductividad µS/cm	6280	6120	3820	3090	2430	1931	2290	1878	N/A
Sólidos disueltos mg/L	3454	s/d	2101	s/d	1336	s/d	1260	s/d	500
Dureza total mg/L	578	s/d	488	s/d	179	s/d	173	s/d	500
Oxígeno disuelto mg/L	7,1	s/d	7,1	s/d	6,2	s/d	7,6	s/d	6
Cloruro mg/L	1379	s/d	762	s/d	493	s/d	458	s/d	250
Fosfato mg/L	0,24	0,5	0,4	0,73	0,45	0,7	0,53	0,9	N/A
Demanda química de oxígeno mg/L	14	30	18	3	10	5	3	N/D	N/A
Calcio mg/L	101	107	110	74	27	24	24	29	N/A
Estroncio mg/L	1,4	1,7	1,0	0,87	0,21	0,17	0,17	0,19	N/A
Manganeso mg/L	0,064	0,078	0,77	0,089	0,0029	N/D	N/D	N/D	0,1
Potasio mg/L	49	63	30	25	25	22	20	24	N/A
Sodio mg/L	820	1265	458	358	338	293	290	307	200

\*MAE, 2003. Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente.

La presencia de coliformes fecales en las fuentes de captación se detectó en al menos dos ocasiones en Chapín I y II, con concentraciones muy por encima de la norma (Tabla 2). La concentración de coliformes fecales más elevada se presentó en el Chapín II con 90 NMP/100 mL, cuando la norma INEN indica un límite máximo de 1,1

NMP/100 mL. El análisis del agua de la llave de algunas viviendas en Puerto Villamil se caracterizó por valores elevados de conductividad y en una de las muestras se detectó la presencia de coliformes fecales, lo que puede ser producido por la mezcla de agua entubada con aguas servidas debido a los problemas de alcantarillado en la isla.

**Tabla 2.** Resultados del análisis de coliformes fecales (NMP/100mL) en las fuentes de captación entre los meses de mayo-julio de 2013 (ND = no detectado).

Muestreo	Chapín I	Chapín II	San Vicente	Manzanillo
Muestreo I	ND	90	ND	ND
Muestreo III	9,2	2,2	2,2	ND
Muestreo V	ND	1,1	1,1	2,2

Algunas grietas en la isla son fuente de agua para viviendas. Una de éstas es la grieta ubicada cerca de los talleres del Consejo de Gobierno y Municipio, que es utilizada por diez familias. En esta grieta se detectó la presencia de coliformes fecales, mercurio y TPH. Los TPH superaron a la norma INEN por un factor de 600 veces, y la

cantidad de mercurio se encuentra encima del límite de la norma debido a las inapropiadas prácticas de manejo de pinturas y combustibles en los talleres.

En el agua de El Embarcadero se detectó la presencia de aluminio, cobre y mercurio con valores por encima



Foto: © Hannes Pohlmann

de los límites establecidos, debido a las actividades de mantenimiento de embarcaciones. En el sitio turístico Concha de Perla y en el punto de desfogue ocasional de aguas servidas al océano se detectó la presencia de fosfatos y nitratos por encima de la norma establecida por el gobierno de Queensland en Australia para costas abiertas y cerradas (Queensland Government, 2009). Esto ocasiona el crecimiento de algas, hecho que se comprobó con los análisis de clorofila a que dieron positivo en el punto de desfogue de aguas servidas al océano. Un hallazgo adicional es la presencia de cesio (elemento radioactivo), por encima de la legislación, en el agua de Concha de Perla; no se conoce la procedencia de este compuesto en el agua que bien podría ser de origen natural o antropogénico.

### Calidad de suelo

Los resultados de los análisis de suelo presentan valores importantes en los talleres, planta eléctrica y gasolinera en donde se sobrepasa la norma para la concentración de cobre, cromo total, níquel, molibdeno, plomo y zinc. Estos compuestos están presentes en una variedad de productos anticorrosivos, lacas, pinturas y combustibles, que son usados comúnmente en los sitios antes mencionados. La presencia de TPH en los suelos es ocasionada por un inapropiado manejo de combustibles. Sin embargo, la presencia de hidrocarburos en El Estero y El Embarcadero

requiere de un análisis más detallado debido a que puede deberse a emisiones biogénicas (Campanioni *et al.*, 2007).

### Calidad de aire

Los resultados de los sistemas pasivos de monitoreo de la calidad de aire indican que no existen problemas de calidad de aire en Puerto Villamil.

### Recomendaciones

En cuanto al recurso agua se recomienda:

- Utilizar el agua de las captaciones Manzanillo y San Vicente para su distribución en la tubería de la red pública debido a la mala calidad del agua de las captaciones Chapín I y II.
- Construir un nuevo sistema de alcantarillado en Puerto Villamil, ya que el deficiente sistema actual y las malas condiciones de las tuberías ponen en riesgo la calidad del agua entubada.
- Regular las actividades en los talleres para evitar contaminación por hidrocarburos en grietas cercanas.
- Regular la recolección de aceites usados de motores.

- Tratar las aguas servidas para evitar su descarga directa al océano y prohibir el mantenimiento de lanchas en el sector de El Embarcadero.
- Realizar estudios más profundos acerca del origen de los hidrocarburos en los sedimentos de El Estero y El Embarcadero.
- Instalar trampas de grasas en los restaurantes de la parte central de Puerto Villamil para reducir la contaminación por aceites usados vegetales.
- Realizar estudios más profundos acerca de la procedencia del cesio en el agua de Concha de Perla.

En cuanto al recurso suelo se recomienda:

- Regular el ingreso de lacas y pinturas a base de plomo a la isla.
- Adecuar las instalaciones de los talleres de acuerdo a la ley para evitar la disposición directa de pinturas, lacas y combustibles en el suelo.

De forma general, para mejorar la calidad de las matrices ambientales se recomienda implementar el Plan de Manejo Ambiental presentado a las autoridades del GADMI, que señala las medidas de prevención, control y mitigación que se deben poner en marcha; un sistema de monitoreo de las matrices ambientales para un año; y un manual de interpretación de resultados y protocolos de monitoreo.

El TULSMA es el reglamento legal que define los niveles máximos de contaminantes, pero es una ley muy general y en varios aspectos no aplica para las condiciones especiales de las islas, donde se requieren límites más estrictos. Por eso es vital la creación de un reglamento específico para Galápagos que tome en cuenta las interacciones humanas con el ecosistema.

## Referencias

- Campanioni E, A Clemente, M Medina, M Rodríguez, L González & R Marbot. 2011. Hidrocarburos antropogénicos en sedimentos del litoral nordeste de La Habana. *Ciencias Marinas* 27:235.
- Córdova D, J Medina & Y Nagahama. 2007a. Monitoreo de calidad del agua en la Isla San Cristóbal. 18 pp.
- Córdova D, J Medina & Y Nagahama. 2007b. Monitoreo de calidad del agua en la Isla Santa Cruz. 18 pp.
- DPNG (Dirección del Parque Nacional Galapagos). 2014. Plan de Manejo de las Áreas Protegidas de Galapagos para el Buen Vivir. Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador.
- GADMI. 2010. Plan de Desarrollo Cantonal Isabela al 2020. Puerto Villamil, Galápagos. 39 pp.
- INEC. 2001. Censo de Población y Vivienda 2001. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Quito-Ecuador.
- INEC. 2010. Censo de Población y Vivienda 2010. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Quito-Ecuador.
- Lenntech. 2013. Water treatment solutions – fósforo. <http://www.lenntech.es/periodica/elementos/p.htm>. vista en agosto 26 de 2013.
- OMS. 2006. Guías para la validez del agua potable. Organización Mundial de la Salud.
- Queensland Government. 2009. Queensland water quality guidelines. Department of Environment and Heritage Protection.
- MAE (Ministerio de Ambiente de Ecuador). 2003. Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente. Libro VI Anexo 1. Quito, Ecuador. 15 pp..
- MAE (Ministerio de Ambiente de Ecuador). 2012. Acuerdo Ministerial 142. Registro Oficial Nº 856. Quito, Ecuador.
- Walsh S, A McCleary, B Heumann, L Brewington, E Raczkowski & C Mena. 2010. Community expansion and infrastructure development: Implications for human health and environmental quality in the Galápagos Islands of Ecuador. *Journal of Latin American Geography* 9(3):137-159.



Foto: © María Fernanda Reyes

## Evaluación del suministro de agua en la isla Santa Cruz: Una perspectiva general técnica sobre la provisión y demanda valorada de agua

María Fernanda Reyes<sup>1</sup>, Nemanja Trifunović<sup>1</sup>, Saroj Sharma<sup>1</sup> y María Kennedy<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> UNESCO-IHE Instituto para la Educación del Agua, Departamento de Ingeniería Ambiental y Tecnología del Agua, Países Bajos <sup>2</sup>Universidad Tecnológica Delft, Facultad de Ingeniería Civil y Geociencias, Países Bajos

### Introducción

Una creciente población local y un turismo en expansión en la isla Santa Cruz han incrementado la presión sobre los recursos naturales, especialmente el agua. La población urbana de la isla Santa Cruz, la segunda más grande de las islas Galápagos, equivale casi al 60% del total de la provincial y vive principalmente en el asentamiento urbano más grande, Puerto Ayora y en la parroquia Bellavista, de rápido crecimiento, ubicada a 7 km de Puerto Ayora (GADMSC, 2012). El crecimiento poblacional en Galápagos se ha incrementado exponencialmente, en contraste con el crecimiento poblacional en el resto del Ecuador continental (Figura 1). Adicionalmente, el número de visitantes durante las dos últimas décadas pasadas ha aumentado aproximadamente de 17 000 visitantes por año en 1980 a 204 000 en 2013 (DPNG, 2014; Figura 2).

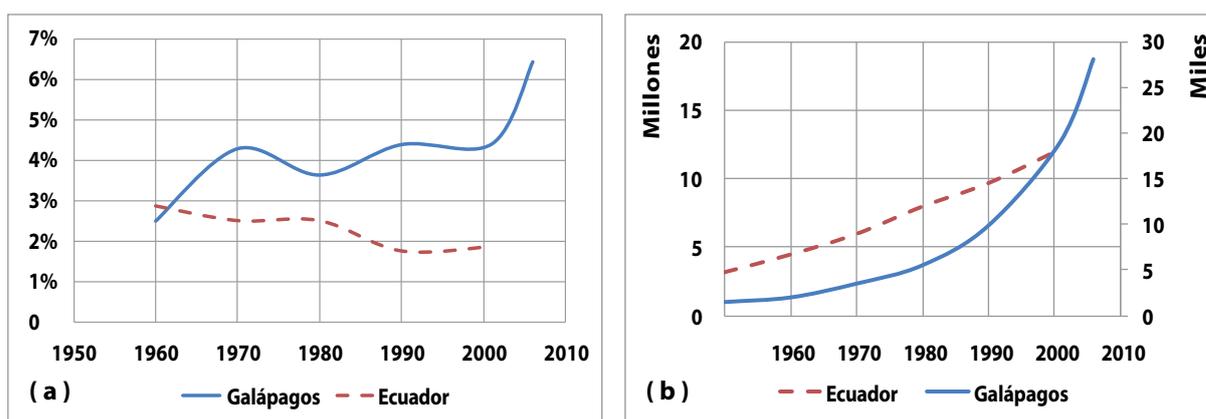
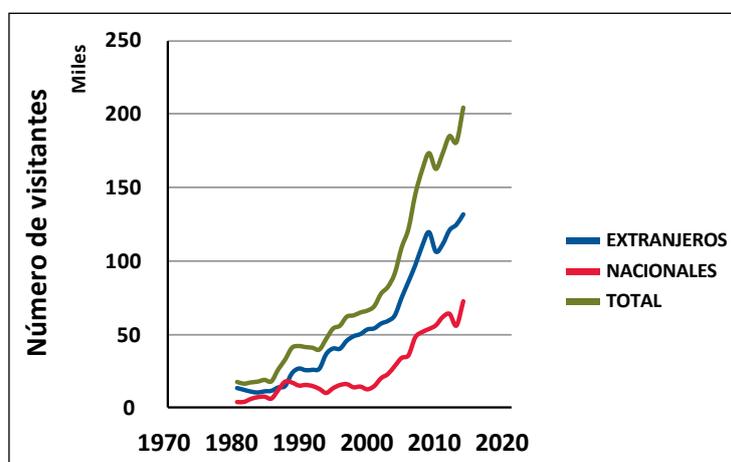


Figura 1. Tasas del crecimiento poblacional (a) y crecimiento poblacional en Ecuador y Galápagos (b) (INEC, 2010).

La elevada inmigración desde el continente ha dado como resultado varios efectos colaterales, tales como una incrementada demanda por servicios básicos incluyendo la necesidad de un sistema de suministro de agua seguro (GADMSC, 2012). Desafortunadamente, el sistema de suministro municipal ha tenido dificultades para hacerle frente al crecimiento demográfico actual debido a limitaciones financieras, falta de personal y estructuras tarifarias fijas. El agua se percibe como escasa y el servicio como pobre. Adicionalmente, no se le da tratamiento al agua que se distribuye a través de la red de tuberías y

es de muy baja calidad. La alta concentración de cloruros (de 800-1200 mg/L) la hace salobre y no apropiada para el consumo humano. Varios estudios han confirmado la contaminación por *E. coli* y se han reportado muchas enfermedades relacionadas con el agua (Liu, 2011). Más

aún, el sistema de distribución del agua no es confiable y es intermitente, operando un promedio de tres horas al día. Este servicio limitado ha conducido a que los habitantes construyan sus propios sistemas de suministro y almacenamiento de agua.



**Figura 2.** Número de turistas nacionales y extranjeros que entraron a Galápagos desde 1980 hasta 2013 (DPNG, 2014).

El turismo en Galápagos, en constante crecimiento, potencialmente amenaza tanto a las áreas como a los recursos naturales, incluyendo al agua. Sin embargo, la documentación de la utilización del agua por grandes consumidores como hoteles, restaurantes y lavanderías ha sido un desafío ya que la información disponible en los registros públicos no siempre concuerda con la realidad. La Municipalidad de Santa Cruz ha registrado aproximadamente 40 conexiones de agua en la categoría de hotel, mientras que la autoridad de turismo (Ministerio de Turismo) tiene una lista de aproximadamente 160 entidades que proveen el servicio de alojamiento. Para este estudio, se utilizó solo la información provista por el Municipio de Santa Cruz.

En la actualidad, las islas tienen un agua de baja calidad, contaminada y no apta para el consumo. Más aún, hace falta un saneamiento apropiado debido a la contaminación en la fuente causada por la proximidad de los pozos sépticos pobremente contruidos en los asentamientos humanos, y redes de distribución de agua viejas e inseguras (Liu & d'Ozouville, 2013). Estos problemas principalmente se deben a una combinación de defectos técnicos, un suministro de agua descentralizado, falta de conciencia por parte de los consumidores e inadecuadas tarifas por agua.

Las islas Galápagos tienen una necesidad urgente de soluciones en cuanto al manejo del agua. En el pasado se han llevado a cabo algunos estudios sobre los recursos acuíferos en Galápagos, pero ninguno de ellos valoró el suministro general del agua y la situación de demanda en Santa Cruz. Como consecuencia, la implementación de medidas de manejo ha sido limitada. En la actualidad, no se han desarrollado soluciones sistemáticas para hacerle

frente a los persistentes problemas del suministro del agua y su purificación. Este estudio compila la información existente e identifica las brechas en el conocimiento.

El objetivo de esta investigación fue analizar la situación actual de la demanda de agua en las islas Galápagos ejecutando una evaluación del suministro de agua y de la cuantificación de la demanda aplicando encuestas a la población local en Santa Cruz. El poblado de Bellavista, donde se usan medidores de agua y se conoce el consumo, cuenta con datos más sólidos, mientras que las encuestas realizadas en Puerto Ayora solo proveen estimaciones del uso de agua por categoría y fuente.

### Fuentes de agua

En Santa Cruz existen tres fuentes de agua principales: 1) el suministro municipal; 2) agua embotellada (desalinizada) y 3) extracciones "privadas".

La Municipalidad de Santa Cruz provee agua mediante dos sistemas independientes y separados: uno para Bellavista y otro para Puerto Ayora. Cada sistema tiene su propia fuente de extracción, tanques de almacenamiento y red de distribución. El agua es principalmente salobre y como consecuencia considerada como no potable de acuerdo a las regulaciones nacionales e internacionales. Ningún sistema incluye tratamiento del agua.

El agua embotellada es la principal fuente de agua potable y purificada. En general, compañías privadas desalinizan el agua salobre en pequeñas plantas de osmosis revertida. Los costos de este tipo de agua son elevados; dado que el agua potable es una necesidad básica, los negocios de desalinización son muy rentables.

Varias grietas “privadas” de agua ubicadas en terrenos particulares proveen agua para varios locales en Puerto Ayora y Bellavista. El bombeo desde estas grietas no está regulado y carece de monitoreo. Por ende, se desconoce el número de bombas y la cantidad de agua extraída. Esto representa un desafío para las autoridades ya que las fuentes de agua pertenecen al gobierno del Ecuador, mientras que la tierra es propiedad de su dueño. Algunos propietarios manejan las fuentes de agua como propias y consecuentemente distribuyen el agua en tanqueros o

por medio de otros sistemas a la población local (Tabla 1). En vista de que no existe monitoreo a estos usuarios privados, las aproximaciones de la demanda se basan en una escasa información proveniente de las instituciones locales como la Municipalidad de Santa Cruz y SENAGUA (Secretaría Nacional del Agua). Dos de estas grietas, Barranco e INGALA, solían ser los sitios principales de extracción de la red municipal; sin embargo, debido a que se hallaron altos niveles de contaminación, las fuentes municipales de extracción fueron cambiadas.

**Tabla 1.** Varias fuentes de agua “privadas” ubicadas en el asentamiento urbano de Puerto Ayora.

Nombre de la Grieta	Usos
Misión Franciscana	Desalinización del agua para una compañía privada
Tortuga Bay (3 grietas)	Hoteles y propiedades privadas del barrio Punta Estrada, lavanderías, etc.
El Barranco (2 grietas)	Tanqueros privados que venden agua
Gallardo	Taller mecánico y compañía de desalinización de agua
Martin Schreyer - A&B	Barcos de crucero y hoteles del dueño
Pampas Coloradas	Tanqueros privados que venden agua
Grieta Charles Darwin	Usos del agua para el personal de la Estación Científica Charles Darwin
INGALA	Estadio Pampas Coloradas, Empresa Eléctrica

### Sistemas de distribución de agua en Bellavista y Puerto Ayora

Dos sistemas públicos de distribución de agua en Santa Cruz proveen servicio a Bellavista y Puerto Ayora. Bellavista cuenta con un sistema pequeño con solo cerca de 444 conexiones (hasta diciembre de 2013) que abastece a aproximadamente 2 500 habitantes. El sistema para Puerto Ayora es más complejo, con 2 156 conexiones, las cuales corresponden a aproximadamente 12 000 habitantes (INEC, 2010).

La fuente de agua para Bellavista es un pozo construido llamado “Pozo Profundo”, desde donde se bombea el agua con una sola bomba que extrae 6 l/seg en un

promedio de 12 h/día (Tabla 2). El agua es transportada desde la fuente hasta un tanque de almacenamiento de 300-m<sup>3</sup> y desde allí a una estación de sub bombeo con una bomba estacionaria de 30-HP de eje vertical con un flujo de 12 l/seg durante 4 h/día que va a dos tanques de almacenamiento con capacidades de 500 m<sup>3</sup> y 100 m<sup>3</sup> (Moscoso, 2009). En 2013, se construyó otro tanque de 1000 m<sup>3</sup> y estos tres están ahora localizados en el mismo sitio, a 218 m sobre el nivel del mar. El agua se distribuye al poblado por gravedad.

La fuente principal de agua para Puerto Ayora es la grieta “La Camiseta”, ubicada a 2,8 km del pueblo. Cuenta con una estación de bombeo con tres bombas, de las cuales solo dos trabajan al mismo tiempo (Tabla 2).

**Tabla 2.** Especificaciones de los sistemas de distribución de agua en Bellavista y Puerto Ayora.

Nombre	Flujo de bombeo (l/s)	Poder de la bomba (HP)	Promedio de bombeo (h)	Fuga de agua aproximada*	Extracción (m <sup>3</sup> /d)	Volumen distribuido (m <sup>3</sup> /año)	Tratamiento del agua
Pozo Profundo (Bellavista)	6	25	12	15%	259,2	94 608	NO
La Camiseta (Puerto. Ayora)	35 (2 bombas)	50	12	25%	3024	1 103 760	NO

\*Los estimados de fuga de agua se basan en información del Municipio de Santa Cruz.

Las bombas extraen 70 l/seg durante 12 horas/día y el agua es transportada a través de una tubería PVC de 315-mm de diámetro a dos tanques de almacenamiento (600 m<sup>3</sup> y 800 m<sup>3</sup> respectivamente), localizados a 2,8 km de la fuente y a 64 m sobre el nivel del mar. El agua

fluye por gravedad de los tanques de almacenamiento hacia los hogares por un promedio de tres horas al día y se distribuye por barrios (Consulambiente, 2011). De acuerdo al Departamento de Agua Potable y Sanidad, 95% de la población de Santa Cruz tiene acceso directo



Foto: © Nemanja Trifunovic

al agua municipal, mientras que un remanente 5% tiene acceso indirecto, lo cual implica aprovisionamiento por tanqueros de agua o extracción directa de las llamadas grietas "privadas".

El sistema de suministro en Puerto Ayora es antiguo y está en malas condiciones, principalmente debido a la falta de mantenimiento regular, lo que da como resultado un valor elevado de Agua sin Rédito y altos niveles de fuga. El Agua sin Rédito, de acuerdo a la Asociación Internacional del Agua (IWA, por sus siglas en inglés), se define como agua que ha sido producida y en alguna manera se pierde antes de que llegue al consumidor. Estas pérdidas pueden ser originadas por fugas, tuberías que

se revientan, conexiones ilegales y registros imprecisos del consumo.

Los sistemas tarifarios del agua difieren entre las dos redes de distribución. El sistema en Bellavista usa medidores de agua y tarifas basadas en el consumo (US\$1,21/m<sup>3</sup>), mientras que en Puerto Ayora a cada consumidor se le cobra una cantidad de acuerdo a la categoría de su demanda, sin considerar el volumen consumido (Tabla 3). El sistema de tarifas fijas en Puerto Ayora se ha mantenido a través de los años porque el suministro del agua es intermitente y el agua es de baja calidad. Se considera políticamente inapropiado incrementar las tarifas mientras persistan estas condiciones.

**Tabla 3.** Tarifas de agua y número de conexiones en Santa Cruz (todas corresponden a Puerto Ayora excepto el primer dato).

Categoría	Número de conexiones	Valor establecido (USD)
Medidores (Bellavista)	435	1,21/m <sup>3</sup>
Doméstica	1152	5,24
Comercial	936	11,24
Industrial/Hoteles	14	45
Industrial/Industria del agua	2	45
Industrial/ Lavanderías	5	45
Industrial/Residencial	20	28,5
Categoría oficial	28	6,12
Industrial/Piscinas	1	28,5
<b>TOTAL</b>	<b>2593</b>	<b>--</b>

Fuente: Catastro de agua de la Municipalidad de Santa Cruz (2013).



Foto: © María Fernanda Reyes

De acuerdo al Departamento de Agua, cualquier cambio en las tarifas del agua debe estar acompañado de un importante mejoramiento en la infraestructura del sistema. Las tarifas actuales del agua, establecidas para diferentes categorías por la Municipalidad de Santa Cruz en 2004, se basaron en costos que incluyen el mantenimiento y la operación. Sin embargo, las tarifas no cubren el 100% de los gastos y por ende el sistema debe ser subsidiado por la Municipalidad. Se requieren subsidios tanto para Bellavista como para Puerto Ayora, que cubren aproximadamente 30% del agua suministrada. Estas restricciones financieras

generan pocas mejoras, lo cual a su vez hace que cualquier incremento en el precio sea inaceptable para el público debido a un servicio pobre y poco confiable.

### Valoración del suministro y la demanda

La valoración del suministro de agua en Bellavista se basó en la información recogida de los registros del Departamento de Agua Potable y Sanidad de Santa Cruz del año 2013. Dado que Bellavista tiene un sistema con medidores, fue posible determinar su uso actual (Tabla 4).

Tabla 4. Uso del agua en Bellavista en 2013.

Mes	Consumo registrado(m <sup>3</sup> )*	Consumo calculado (m <sup>3</sup> )*	Número de conexiones	No. de conexiones que no registraron consumo	Porcentaje de conexiones que no registraron consumo
Enero	5 375,6	5 454,6	428	79	18
Febrero	5 370,2	5 453,2	429	83	19
Marzo**	330,2	733,2	429	404	94
Abril**	440,8	856,81	429	417	97
Mayo	4 605,4	4 676,74	430	71	17
Junio	6 513	6 599	433	72	17
Julio	6 262,2	6 342,2	434	80	18
Agosto	5 559	5 641	435	82	19
Septiembre	5 653,8	5 742,8	437	89	20
Octubre	5 653,8	5 743,8	438	90	21
Noviembre	5 097,8	5 185,8	441	88	20
Diciembre	4 964,8	5 051,8	444	87	20
TOTAL	55 826,6	45 564,0	5 207	1 642	
Promedio/mes	4 652,2	3 797,0	434	137	32

\*La primera columna de consumo se refiere al consumo real registrado por los medidores, mientras que la segunda columna de consumo añade un m<sup>3</sup> de consumo para cada medidor defectuoso. La Municipalidad tiene la política de cobrar un m<sup>3</sup> cuando la lectura del medidor es cero.

\*\*Meses con bajo consumo debido a causas desconocidas.

El promedio mensual de medidores que no funcionaban fue 32%, lo cual corresponde aproximadamente a 137 medidores de agua de un total de 434. El alto porcentaje parece deberse a un gran número de aparatos defectuosos en marzo y abril. La razón para tantos medidores defectuosos es desconocida. Los medidores que registraron consumo cero (aparatos que no trabajaban) contribuyen al mayor valor del Agua sin Rédito, la cual se registra después como fuga y/o robo de

agua. El promedio de la demanda por premisa por mes se basó en el total del consumo y el número de conexiones que registraron consumo (Tabla 5) y luego se expandió para incluir al sistema entero asumiendo que todos los medidores de agua funcionaran (Tabla 6). Posteriormente se calculó un estimado del Agua sin Rédito tanto para el uso registrado con medidores como para el uso estimado si todos los medidores estuvieran trabajando (Tabla 7).

**Tabla 5.** Estimación de la demanda doméstica en Bellavista excluyendo a los medidores de agua que no estaban funcionando.

Mes	Consumo (m <sup>3</sup> )	No. de conexiones que registraban el consumo	Consumo promedio por instalación (m <sup>3</sup> )
Enero	5 375,6	348	15,4
Febrero	5 370,2	345	15,6
Marzo*	330,2	25	13,2
Abril*	440,8	12	36,7
Mayo	4 605,4	358	12,9
Junio	6 513,0	360	18,1
Julio	6 262,2	353	17,7
Agosto	5 559,0	352	15,8
Septiembre	5 653,8	347	16,3
Octubre	5 653,8	348	16,2
Noviembre	5 097,8	352	14,5
Diciembre	4 964,8	356	13,9
<b>TOTAL</b>	<b>55 826,6</b>	<b>3 555</b>	<b>206,4</b>
<b>PROMEDIO MENSUAL</b>	<b>4 652,2</b>	<b>296</b>	<b>17,1</b>

\* Meses con bajo consumo debido a razones desconocidas (el consumo no fue considerado para el cálculo general de consumo por instalación).

**Tabla 6.** Demanda real y estimada por año para Bellavista basada en los medidores que estaban funcionando y si es que todos los medidores estuvieran funcionando.

	Tarifa (USD/m <sup>3</sup> )	No. de conexiones	Volumen de agua usada (m <sup>3</sup> /año)
Solo con medidores funcionando	1,21	296	55 826,6
Si es que todos los medidores estuviesen funcionando	1,21	435	55 826,6 + [ 86 lpcd * 5,7 habitantes por lugar * 137 medidores no funcionando ] = 80 339,1

**Tabla 7.** Estimado del Agua sin Rédito para Bellavista basado en el uso de medidores que estaban funcionando y estimado del uso del agua si es que todos los medidores estuviesen funcionando.

	Volumen de aportación del sistema (m <sup>3</sup> /año)	Agua con ingresos (m <sup>3</sup> /año)	Agua sin Rédito (m <sup>3</sup> /año)	ASR (%)
Solo con medidores funcionando	94 608	55 826,6	38 781,4	40,1
Si es que todos los medidores estuviesen funcionando	94 608	80 339,1	14 244,8	15,1

El consumo promedio mensual por lugar es 17,2 m<sup>3</sup> y el consumo per capita por día, asumiendo que haya un promedio de 5,7 miembros de la familia por hogar en Bellavista (basado en la población total y el número total de premisas), es aproximadamente 86 litros. A pesar de que esta figura es razonable, existe un consumo adicional para el agua para beber.

La demanda de agua en Puerto Ayora fue difícil de valorar debido a la ausencia de medidores y a la falta de datos confiables. Los estimados que se presentan aquí se basan

en una encuesta aplicada a 240 hogares. También se calculó la demanda en base a preguntas sobre el volumen y la capacidad de los tanques de almacenamiento, la frecuencia de adquisición de agua de tanqueros, y el volumen de compra de agua embotellada (Tabla 8).

Se estimó la demanda total de agua correspondiente a las diferentes fuentes y categorías en base a las encuestas realizadas a los principales consumidores de las categorías turística y lavandería (30 hoteles, 30 restaurantes y 16 lavanderías; Tabla 9).

**Tabla 8.** Estimado de la demanda de agua doméstica en Puerto Ayora.

Municipal (m <sup>3</sup> /año)	Agua embotellada (m <sup>3</sup> /año)	Tanqueros de agua (m <sup>3</sup> /año)	Demanda total (m <sup>3</sup> /año)	Demanda per capita (lpcpd)	ASR (%)
712 188	7 242,7	57 518,1	776 948,8	177,4	35

Fuente: Encuestas aplicadas entre septiembre 2013 y enero 2014.

**Tabla 9.** Demanda total estimada para las diferentes fuentes y categorías en Puerto Ayora.

Categoría	Demanda de agua municipal (m <sup>3</sup> /día)	Demanda de agua embotellada (m <sup>3</sup> /día)	Demanda de tanqueros de agua (m <sup>3</sup> /día)	Demanda total (m <sup>3</sup> /día)
Doméstica	1 951,2	19,8	157,6	2 128,6
Hoteles	1 107,2	20,6	1 788,8	2 916,6
Restaurantes	69,3	7,6	51,1	128,0
Lavanderías	28,5	0,0	20,1	48,6
<b>TOTAL</b>	<b>3 156,2</b>	<b>48,0</b>	<b>2 017,6</b>	<b>5 221,8</b>

Fuente: Encuestas aplicadas entre septiembre 2013 y enero 2014.

## Conclusiones

Este estudio ha compilado los resultados de trabajos anteriores y los ha fortalecido a través de un análisis más técnico de la situación actual en cuanto a los sistemas de agua en Santa Cruz.

Es imposible obtener información precisa sobre el suministro y la demanda de agua en Santa Cruz debido a medidores de agua defectuosos en Bellavista y la falta de medidores en Puerto Ayora. No obstante, la información obtenida se utilizó para hacer estimados sobre el uso del agua y el Agua sin Rédito de la fuente municipal. A pesar de que Bellavista cuenta con una estructura tarifaria basada en medidores y la recolección de agua es más organizada que en Puerto Ayora, los ingresos no son suficientes para cubrir el mantenimiento y las mejoras necesarias, especialmente debido al alto número de medidores defectuosos.

Un porcentaje significativo de medidores que no funcionan en Bellavista contribuye a un mayor estimado de Agua sin

Rédito. Con un mejor manejo de los medidores, el Agua sin Rédito pudiera ser reducida casi a 15%. El asegurar que los medidores funcionen en todo el sistema daría como consecuencia estimados más veraces de la demanda de agua per capita, así como un incremento en las tarifas que se pagan al Departamento de Agua, las cuales pudieran contribuir a mejorar el sistema.

Para Puerto Ayora, los estimados del consumo de agua de la fuente municipal sugieren un Agua sin Rédito de aproximadamente 35%, el cual se considera alto. De acuerdo a la demanda por diferentes categorías, el consumo más alto corresponde a los hoteles. Además, la figura alta de los tanqueros de agua (de las grietas privadas) destaca la necesidad de más investigación y de la implementación de un sistema de medidores para poder así confirmar los estimados.

Los hábitos con respecto al uso del agua y el comportamiento de los consumidores difieren de modo significativo entre los dos asentamientos urbanos, principalmente debido a la diferencia en las tarifas que

se cobran por el agua. Esto se refleja en la demanda per capita de la fuente municipal. La demanda de Puerto Ayora se estima en casi el doble de la de Bellavista. Esta diferencia en consumo pudiera deberse al excesivo derroche de agua observado en Puerto Ayora (Guyot-Tephiane *et al.*, 2012). Es evidente la falta de conciencia en cuanto a las necesidades de conservación del agua. Para Puerto Ayora se requiere un análisis más completo para determinar los niveles reales del derroche de agua.

La información sobre las extracciones municipales del agua es confiable ya que está basada en estudios realizados anteriormente por consultores, pero no está completa la información sobre el agua potable desalinizada y la extracción desde grietas. Esto necesita más investigación y verificación para poder estimar y concluir el balance total del agua en Santa Cruz.

### Recomendaciones

Este estudio ha destacado varios problemas en los sistemas presentes de distribución de agua y la demanda de agua en Santa Cruz. Basados en los resultados, recomendamos lo siguiente:

- Crear políticas, regulaciones y prácticas de manejo para asegurar la conservación de los recursos acuíferos

en la isla Santa Cruz, definiendo obligaciones y responsabilidades para cada institución involucrada.

- Fortalecer la capacidad del personal que trabaja en las instituciones que tienen que ver con el manejo del agua.
- Mejorar la infraestructura de los sistemas de agua de la Municipalidad e incrementar el precio del agua.
- Mejorar el manejo de los medidores de agua y monitorear el uso del agua en Bellavista.
- Verificar la demanda de agua en Puerto Ayora mediante la instalación de medidores en áreas piloto.
- Abolir las tarifas fijas en Puerto Ayora para concientizar a la población sobre el valor del agua; un sistema de tarifas fijas da como resultado un indiscriminado desperdicio del agua.
- Instalar medidores de agua para cada consumidor en Puerto Ayora, y asegurar su mantenimiento y manejo.
- Llevar a cabo estudios adicionales del Agua sin Rédito para identificar y eliminar las pérdidas y fugas significativas.

### Referencias

Consulambiente, CL. 2011. Estudios y diseños definitivos del sistema de agua potable para Puerto Ayora, cantón Santa Cruz. Galápagos, Gobierno Autónomo Descentralizado del Municipio de Santa Cruz. 1.

DPNG. 2014. Statistics of visitors to Galapagos. Retrieved 01/02/2014, 2014.

GADMSC. 2012. Plan de desarrollo y ordenamiento territorial (2012-2017). Santa Cruz-Galápagos, Fundación Santiago de Guayaquil, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Conservación Internacional, AME Ecuador. 1:470.

Guyot-Tephiane J, D Orellana & C Grenier. 2012. Informe científico de la campaña de encuesta "Percepciones, Usos y Manejo del Agua en Galápagos". Santa Cruz, Galápagos. Fundación Charles Darwin & Universidad de Nantes. 1.

INEC. 2010. Censo de población y vivienda del Ecuador 2010. Ecuador, Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.

Liu J. 2011. Investigación de la calidad bacteriológica del agua y de las enfermedades relacionadas al agua en la isla Santa Cruz - Galápagos. Santa Cruz- Galápagos, Fundación Charles Darwin, Comisión Fullbright. 1.

Liu J & N d'Ozouville. 2013. Water contamination in Puerto Ayora: Applied interdisciplinary research using *Escherichia coli* as an indicator bacteria. Galapagos Report 2011-2012:76.

Moscoso A. 2009. Estudios y diseños del sistema de agua potable, alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales de la parroquia de Bellavista, cantón Santa Cruz, provincia de Galápagos. Galápagos, Gobierno Autónomo Descentralizado del Municipio de Santa Cruz.



Foto: © Ralph Lee Hopkins

## Evidencias de patrones culturales sostenibles en la sociedad galapagueña

Enrique Ramos Chalen

Dirección del Parque Nacional Galápagos

Aunque el establecimiento de la población humana en el archipiélago es relativamente reciente, la naturaleza ha logrado influir en su carácter, costumbres y formas de ser. El ser humano en el archipiélago está en proceso de adaptación, para lo cual se prevé que tendrá que perder algunas características culturales, modificar algunos hábitos y crear nuevos paradigmas mentales.

Al igual como las aves y las plantas llegaron a colonizar este archipiélago oceánico, el ser humano también arribó a través del mar con registros de su arribo inicial a las islas en el año 1535. Oficialmente en 1830 las islas fueron anexadas al Ecuador, cuando tomó posesión definitiva el Coronel Ignacio Hernández en nombre de la república del Ecuador durante la presidencia del General Juan José Flores. Desde esa época hasta ahora, mantenemos la soberanía de las islas. Sin embargo, a través de los años no solo los ecuatorianos llegaron a radicarse, pues también hubo grupos de inmigrantes europeos que en distintas épocas y por diferentes razones vieron en Galápagos un lugar apropiado para vivir.

La población creció lentamente hasta la década de 1980 y luego mucho más rápido hasta llegar al 2010 con una población de 25 124 (INEC, 2010). En la región insular tenemos habitantes originarios de todas las provincias del país, lo que representa al 63% de la población total, de los cuales un 2% son extranjeros y el restante 37% es nacido en Galápagos (Figura 1).

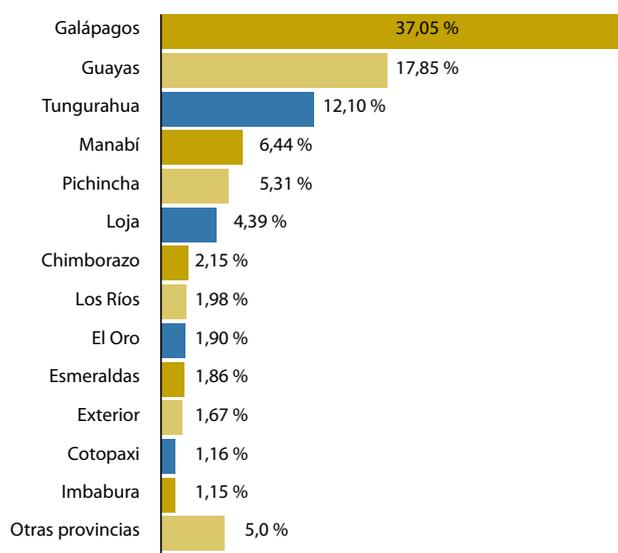


Figura 1. Población de Galápagos según su lugar de nacimiento. Fuente: INEC, Censo 2010.

Esta composición de la sociedad insular, unos grupos más numerosos que otros, ha trasladado a las islas varias características étnicas y culturales propias de sociedades regionales del Ecuador continental. Esta mixtura cultural y el entorno natural han provocado nuevos patrones, pues aunque hablamos de la cultura de la población de Galápagos, en realidad existen opiniones que apoyan la tesis de que no hay *cultura* propia en las islas. A través de éste artículo se busca confrontar esa afirmación poniendo en evidencia que sí existen varios patrones culturales presentes en la sociedad galapagueña que se orientan a la sostenibilidad y al cuidado de este frágil ecosistema.

Entendemos por cultura al grupo de elementos materiales e inmateriales que determinan en su conjunto el modo de vida de una comunidad, y que incluye técnicas, pautas sociales, lenguaje, sistemas sociales, económicos, políticos y religiosos. En ese sentido, los patrones culturales son aquellas acciones que son recurrentes por costumbre, hábito o tradición en una sociedad definida. Finalmente, las pautas sociales son los hábitos que una persona adquiere en tanto es miembro de una sociedad determinada como la moral, las creencias, costumbres, entre otras.

En este marco, se ha identificado cuatro patrones culturales importantes en la vida galapagueña: el uso de la bicicleta, el respeto y cuidado de la naturaleza, convivencia para la sostenibilidad, y la participación ciudadana para la gobernabilidad.

La movilidad es un aspecto imprescindible para la vida cotidiana de los seres humanos. En Galápagos no hay un sistema público de transporte por lo que para movilizarse, cada ciudadano debe resolver la manera de trasladarse de un lugar a otro. Es importante, por lo tanto, considerar las personas que por decisión propia deciden movilizarse en bicicleta. Si bien existen regulaciones de ingreso de vehículos motorizados, el uso de la bicicleta sigue siendo por decisión personal y no por obligación.

Con la creación del Parque Nacional en 1959 que ocupa el 97% de la superficie terrestre y la fijación de sus límites en 1979, fueron determinadas las áreas protegidas y las

habitadas. Por lo que a partir de esto los habitantes de las islas saben que lo que suceda en las áreas protegidas tendrá repercusión en las áreas pobladas y viceversa.

Por último, la situación de las islas ha sido invariablemente diferente del resto de provincias. La administración pública de las islas, por más pequeña que haya sido históricamente su población, ha requerido siempre tomar en cuenta la realidad poblacional del archipiélago, por ello en la Ley Orgánica de Régimen Especial de Galápagos establecida en 1998, hay un fuerte componente para la participación social.

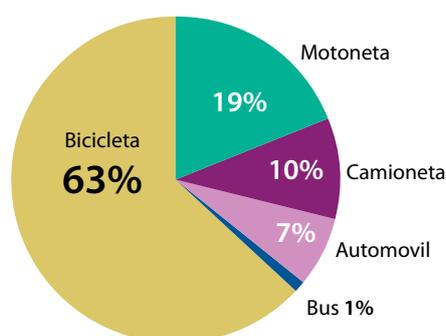
### Uso de la bicicleta

El poblador de Puerto Ayora, el cantón más grande de la provincia, históricamente para su movilización ha utilizado la bicicleta, especialmente desde los años 80 cuando empezó a adoquinarse las calles. Éste ha sido un medio de transporte barato, de fácil mantenimiento y operación durante la última década; varias calles han sido adaptadas con ciclovías para dar facilidades y seguridad a los usuarios de éstos vehículos. El Municipio de Santa Cruz ya recoge en su planificación de ordenamiento urbano las ciclovías como parte integral de la infraestructura a construir. Además de ser un medio de transporte para el habitante local, el turismo también se aprovecha de la bicicleta para hacer recorridos independientes o guiados como otra actividad que se ofrece localmente.

El Estado también ha reconocido esta característica particular de Galápagos y ha incluido en su planificación vial la construcción de ciclovías junto a las principales carreteras de la provincia.

Como resultado del uso constante de la bicicleta, el ciclismo como deporte se ha desarrollado coyunturalmente, llegando incluso a lograr el reconocimiento de la provincia como potencia nacional en ese deporte, pues sus ciclistas han sido por múltiples ocasiones campeones nacionales.

El 63,4% de hogares en Galápagos poseen y usan como medio de transporte bicicletas (Figura 2).



**Figura 2.** Medios de transporte de los hogares de Puerto Ayora, Santa Cruz en 2008. Fuente: Así Vamos Galápagos, Boletín No. 2008.

En el 2011, en la isla Santa Cruz la encuesta de línea base de movilidad terrestre para los habitantes de Puerto Ayora demostró que el 85% de los hogares encuestados posee bicicleta; de éstos, el 64% indicó que posee más de una bicicleta en su hogar (Figura 3).

### El respeto y cuidado de la naturaleza

En el lenguaje común del poblador local se han integrado términos ecológicos y ambientales, que han sido aprendidos en las instituciones educativas insulares o como parte del diario trabajo, ya que casi toda actividad laboral se relaciona con el entorno natural del archipiélago y sus particularidades de manejo.

En los debates durante los talleres provinciales “Construyendo una Visión de la Cultura Isleña en la Provincia de Galápagos” realizados en el 2012 y 2013, sobre cómo se identifican los galapagueños, se identificó que “el único elemento que unifica a las personas para identificarse como galapagueño es el sentimiento de serlo, sin importar raza, credo, origen, idioma, o tradiciones”; y cuando se habla de las diferencias con otras comunidades, se resaltó que la característica del habitante insular es el respeto y cuidado que tiene de la naturaleza.

Con este antecedente podemos decir entonces que galapagueño es todo aquel que se siente como tal, considerando al entorno natural como un factor fundamental provocador de cambios en el

comportamiento de las personas que han asentado su hogar o su trabajo en las islas.

Los adolescentes y jóvenes, durante los talleres “Producción Audiovisual para Fortalecer la Cultura y el Buen Vivir en Galápagos” realizados en el 2013 en San Cristóbal, Santa Cruz e Isabela, también se refirieron al respeto y cuidado de la naturaleza:

- “Ser galapagueño es aprender a conservar un ambiente que es único y disfrutar de los lugares que tenemos acá”.
- “Para mi ser galapagueño no solo es vivir aquí en Galápagos sino meterse (involucrarse) en lo que es la conservación, y la necesidad como galapagueño de tener una visión y poder salir adelante”.
- “Me siento galapagueña porque desde el primer día que llegué me fascinó y me encantó, sobretodo la naturaleza, y la calidad de vida que uno lleva aquí, cero estrés, disfrutando de la familia, de los hijos, algo que no se puede hacer en las ciudades grandes. Me siento privilegiada de haber llegado a este lugar”.

Podemos apreciar entonces que el sentir del cuidado del entorno natural tiene una alta importancia social y está presente en todos los grupos etarios de la provincia, por lo que se vuelve una característica propia de la comunidad galapagueña.

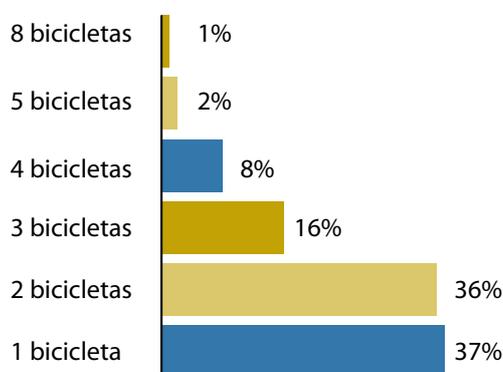


Figura 3. Cantidad de bicicletas que poseen por hogar en Puerto Ayora, Santa Cruz. Fuente: Informe Galápagos 2011-2012.

### Códigos de Convivencia para la Sustentabilidad

La realización de planes de ordenamiento urbano en las islas propició en el 2012 la elaboración de Códigos de Convivencia Ciudadana. Uno fue desarrollado por los propietarios de los lotes en El Mirador (isla Santa Cruz), quienes proyectaron como sería su relación dentro de la urbanización, y el otro por los habitantes de Puerto Villamil (isla Isabela). En los dos códigos se aprecian patrones similares que valoran la relación humana armónica dentro de su comunidad y se evidencia fuertemente la adopción de criterios de sostenibilidad para el crecimiento de las

poblaciones. Lo recogido en los códigos de convivencia de estos dos grupos poblacionales insulares constituye otro elemento clave que destaca al respeto y cuidado ambiental como un patrón en la sociedad galapagueña (Tabla 1).

De los lineamientos descritos en los Códigos de Convivencia, varios de estos son resultados de la aplicación de políticas públicas en las localidades, como el manejo integral de residuos sólidos “reciclaje” o el cuidado de las especies nativas y endémicas de las islas y su respeto para no alterar su hábitat.

**Tabla 1.** Testimonio de los ciudadanos sobre los Códigos de Convivencia.

El Mirador–Puerto Ayora – Isla Santa Cruz	Puerto Villamil – Isla Isabela
<b>Descripción del sitio</b>	
<i>“En la urbanización El Mirador tengo mi hogar, me gusta vivir en paz con mis semejantes y en armonía con la naturaleza”.</i>	<i>“Puerto Villamil de calles de arena en donde su gente camina descalza, recorre sus bellos paisajes, volcanes, su flora y su fauna. Con sus habitantes que siempre reciben a sus visitantes haciendo turismo en sus humedales”.</i>
<b>Responsabilidad social ciudadana</b>	
<i>“En este barrio vivimos gente de todas partes del país, de todas las razas y culturas. Y estamos conscientes que estamos en un lugar natural único, el cual queremos que se mantenga de igual manera para los hijos de nuestros hijos. Conocemos a nuestros vecinos y nos respetamos. Somos tolerantes ante la diversidad: no tenemos ningún tipo de discriminación por razón de sexo, género, raza, religión, capacidad, situación personal o social”.</i>	<i>“Como morador de la isla Isabela tengo presente, y como prioridad, el Buen Vivir de mi familia, cumpro con las normas y reglamentos que rigen en mi cantón, y soy un miembro activo en el momento de planificar y ejecutar mejoras para nuestra sociedad”.</i>
<b>Uso y valoración del agua</b>	
<i>“ El agua es escasa, debemos utilizarla racionalmente. En nuestras viviendas debemos recoger agua de lluvia y almacenarla con cuidado para que no se contamine”.</i>	<i>“ Estoy consciente que el recurso agua es escaso en la isla, tanto para el consumo humano como para el sector agrícola, por lo tanto tendré prácticas de ahorro en mi hogar, trabajo y lugares públicos”.</i>
<b>Manejo de desechos, reciclar y no botar basura</b>	
<i>“Los residuos que se producen en la casa hay que separarlos y clasificarlos de acuerdo a las normas del reciclaje. Evitamos usar fundas y envases desechables, queremos reducir el consumo innecesario”.</i>	<i>“La salubridad es esencial en mi isla, evitaré crear focos de infección como la basura desechada de una manera irresponsable, la colocaré siempre en el tacho que corresponde (verde, azul, negro o rojo) y estaré pendiente que mis vecinos y autoridades lo hagan también”.</i>
<b>Protección y cuidado por la flora y fauna de las islas, responsabilidad con las mascotas</b>	
<i>“Conocemos y aplicamos la lista de productos permitidos, no permitidos y restringidos para ingresar a Galápagos”.</i>  <i>“Tenemos mucha precaución en utilizar especies animales o vegetales que se puedan convertir en plagas y alterar nuestro entorno. No queremos alterar la vida natural, por lo cual no alimentamos ni tocamos a los animales nativos y endémicos. Somos responsables de nuestras mascotas y de su cuidado en nuestra vivienda y en los sitios públicos”.</i>	<i>“Para seguir conservando la mansedumbre de los animales de mi isla y evitar que éstos cambien su comportamiento, no los toparé ni alimentaré, mencionaré de esta norma a quienes me visitan desde otros lugares y estaré pendiente que la cumplan”.</i>
<b>Movilización interna</b>	
<i>“Para movilizarnos preferimos hacerlo caminando o en bicicleta. Los vehículos respetan las normas de velocidad y cortesía con los peatones y ciclistas”.</i>	<i>“En la isla es nuestra costumbre caminar con tranquilidad por nuestras calles, usamos bicicletas para mantener nuestro cuerpo activo. Los conductores de vehículos respetan los límites de velocidad garantizando la seguridad para ellos y los peatones”.</i>

Respecto al reciclaje, en la isla Santa Cruz a finales de los años 1990, se inició el primer esfuerzo formal de reciclaje, con el apoyo de la Dirección Parque Nacional Galápagos, la Fundación Galápagos y la Municipalidad del Cantón. A partir de ahí varias organizaciones más han apoyado a las municipalidades de los tres cantones a adoptar sistemas de manejo de residuos sólidos.

La participación activa de la ciudadanía en Santa Cruz al adoptar un nuevo hábito para el manejo de los residuos, clasificándolos desde los hogares, ha permitido alcanzar algunos logros destacables, demostrando una nueva práctica ambiental. Entre enero de 2007 y agosto de 2009, se ha incrementado en 260% el reciclaje de desechos, reducido el 35% en generación per cápita de

desechos (de 0,62 kg/persona/día a 0,4 kg/persona/día), e incrementó en 400% en la producción de compost y la eficiencia del sistema de reciclaje (WWF, 2010).

Es determinante que el reciclaje se haya convertido en un componente importante para asegurar la sostenibilidad del archipiélago, al tratarse de una herramienta principal para lograr una nueva cultura de reciclaje y manejo sostenible de desechos.

Aunque es difícil comprobar, es muy probable que las expresiones de respeto del entorno natural y su relación armónica con la naturaleza, hayan sido producto de la educación ambiental impartida desde hace tres décadas, por la Dirección del Parque Nacional Galápagos y la



Foto: © Andrés Tapia.

Fundación Charles Darwin, incidiendo positivamente en la comprensión del ambiente insular y la adopción de comportamientos armónicos con la naturaleza.

### **Participación ciudadana para la gobernabilidad**

Uno de los temas recurrentes en la provincia es quién tiene el manejo y control de los varios elementos que asisten a la misma. En varios momentos de la historia se ha cuestionado que ésta es manejada desde el "Continente" sin tomar en consideración actores e intereses de los habitantes locales.

Podemos identificar que a partir de los años 80 la población galapagueña se motivó a participar para construir su legislación y su forma de gobierno. En este artículo no resaltamos los resultados de la legislación sino que evidenciamos varios ejemplos de los procesos participativos ciudadanos que contribuyen al mejor manejo socioambiental.

Uno de los hitos de la participación social es la creación del Grupo Núcleo, que funcionó entre 1997 a 1999. Este grupo de trabajo tenía la tarea de elaborar y revisar el Plan de Manejo de Conservación y Uso Sustentable de la Reserva Marina de Galápagos (RMG). En este proceso se evidenció la participación ciudadana representada por sectores de usuarios de la RMG como los sectores pesquero, turístico, de conservación, guías naturalistas

e instituciones gubernamentales, quienes cumplieron adecuadamente su objetivo. Resultado de ese proceso surgió la Junta de Manejo Participativo que pasó a ser la instancia de participación de los usuarios de la RMG que en alianza con la DPNG tiene la finalidad de hacer efectiva la participación y responsabilidad de los usuarios en el manejo del área protegida. Esta modalidad de manejo quedó institucionalizada tanto en el plan de manejo de la RMG como en la Ley Orgánica de Régimen Especial para la Conservación y Desarrollo Sustentable de la Provincia de Galápagos (LOREG) de 1998, que está vigente hasta la presente fecha y ha sido reconocida como efectiva.

Otro de los momentos claves de participación, diálogo y debate multi sectorial fue durante la construcción y discusión de la LOREG, en el que la población en grupos organizados o individualmente, y sectores e instituciones nacionales aportaron a la construcción de la ley. Esta alta participación ciudadana local no solo significó aportar con ideas y discusión de reglamentos, sino también intervenir en la planificación y la formulación de reglas para su manejo y puesta en marcha.

Actualmente se evidencia que un alto porcentaje de la población galapagueña cree que la participación es importante para el archipiélago, debido a que, al ser un conjunto de islas, su administración es distinta a las otras provincias del Ecuador continental (Zapata, 2013).

Podemos establecer que a partir del proceso de construcción del marco legal para Galápagos, se volvió común que todo propósito de ordenamiento o de legislación requiera la participación ciudadana. La elaboración de la ley especial, planes de manejo, planes cantonales, tienen ya fuertemente establecido el proceso de participación ciudadana, que ha permitido asegurar de mejor manera la aplicación de los mismos, buscando siempre que la gobernabilidad de la provincia se dé en armonía entre el ser humano y la naturaleza.

## Conclusiones

Se evidencia fehacientemente patrones de la cultura galapagueña que se orientan a la sostenibilidad, siendo éstos: la valoración, respeto y disfrute de la naturaleza; la adopción de normas ambientales que forman parte de su vida cotidiana y buscan convertirse en códigos de conducta para la convivencia social; y la participación ciudadana como parte fundamental de los procesos de construcción del ordenamiento jurídico, manejo y gobernabilidad para Galápagos.

La diversidad de orígenes y de culturas de la población presente en las islas, se convierte en un elemento clave a ser utilizado para desarrollar un pensamiento global de sostenibilidad aplicado a lo local. En ese sentido se comprueba en la comunidad tres patrones culturales ya

presentes en la población insular, los cuales contribuyen a la sostenibilidad:

- Los ciudadanos han adoptado varios códigos de convivencia social, como el uso de la bicicleta para la movilización, la clasificación de los residuos en la fuente (localmente llamado reciclaje), etc.
- La población local guarda respeto y cuida la naturaleza, ya que aprendió a convivir con ella. La motivación es que le da satisfacción y además es generadora de ingresos económicos.
- La participación ciudadana como parte fundamental de los procesos de construcción del ordenamiento jurídico, manejo y gobernabilidad para las islas Galápagos.

Como proceso social y cultural en evolución debemos fortalecer una cultura galapagueña que promueva el desarrollo equilibrado y sostenible de las poblaciones, que no transgreda la base natural y sus servicios ecosistémicos. Para ello y en congruencia y consecuencia a los varios talleres referidos en este artículo, se propone en el corto plazo diseñar desde la base social un “Código del Buen Vivir en Galápagos” para que sea el referente del estilo de vida y cultura del habitante del archipiélago.

## Referencias

INEC. 2010. Censo nacional de población y vivienda 2010.

WWF. 2010. Plan de manejo de desechos para las islas Galápagos. World Wildlife Fund – Programa Galápagos. Quito, Ecuador. 16 pp.

Zapata E, C. 2013. Situación de la participación ciudadana en Galápagos. Pp. 37-43. En: Informe Galápagos 2011-2012. DPNG, GCREG, FCD y GC. Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador.



Foto: © Fundación Scalesia

## Educación para la sostenibilidad en Galápagos: Una alianza pública-privada para fortalecer la educación en las islas

Diego Román<sup>1</sup>, María Cristina Cortez<sup>2</sup>, Nick Cabot<sup>3</sup> y Susan Huss-Lederman<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidad Metodista del Sur, <sup>2</sup>Universidad San Francisco de Quito, <sup>3</sup>Universidad de Carolina del Norte en Chapel Hill, <sup>4</sup>Universidad de Wisconsin-Whitewater

La calidad del sistema educativo local está entre los factores más importantes que determinarán el futuro de Galápagos. En julio de 2014 se completó un proceso de observación y recolección de datos que identificó las prioridades para mejorar la educación desde el nivel preescolar hasta finales de la secundaria, de manera tal que pueda servir para preparar a la juventud de Galápagos para asumir su rol fundamental en la formación de una sociedad sustentable. Este trabajo fue facilitado por Galapagos Conservancy (GC) y la Fundación Scalesia (FS).

Este proceso comenzó en 2012 a raíz de un taller multisectorial de una semana de duración realizado en Galápagos y financiado por Helmsley Charitable Trust, durante el cual GC, FS y el Ministerio de Educación (MinEduc) ecuatoriano empezaron a explorar las diferentes maneras de colaborar para fortalecer la educación en las islas. En mayo de 2014, el MinEduc autorizó a GC y FS para que realizara una valoración de necesidades que conduzca a una mejora del programa escolar. GC y FS trabajaron con el Centro para Políticas de Investigación para la Educación (CPRE, por sus siglas en inglés) del Colegio de Profesores de la Universidad de Columbia, para diseñar una estrategia para el desarrollo del programa.

La primera fase de recolección de datos se llamó Fase Escucha, y buscaba recalcar el rol central que los directores, maestros y otros actores locales de las escuelas deben jugar en la fase temprana del desarrollo de un programa de fortalecimiento de las escuelas.

La Fase Escucha involucró a un grupo de educadores<sup>1</sup> con experiencia en áreas prioritarias identificadas por el MinEduc: ciencias naturales, inglés, lenguaje y liderazgo educativo. Equipos de dos o tres miembros del grupo (Oyentes) realizaron observaciones en por lo menos dos establecimientos diferentes cada mañana y participaron en dos distintos grupos focales (maestros, padres o líderes estudiantiles) cada tarde. El equipo visitó 14 de los 20 centros educativos que ofrecen educación desde el nivel preescolar hasta finales de secundaria y entrevistaron a todos los directores de los centros educativos en Santa Cruz y San Cristóbal.

<sup>1</sup> Este artículo es el resumen de un más extenso reporte presentado al Ministerio de Educación (MinEduc), a la Fundación Scalesia (FS) y a Galapagos Conservancy (GC), por un equipo de educadores seleccionado por estas organizaciones para conducir una valoración inicial del estado de la educación preescolar hasta secundaria en Galápagos. Los miembros del equipo incluyeron a los autores de este artículo y a la Dra. Jessica Ivonne Duchicela (Universidad de las Fuerzas Armadas, Ecuador), William Stroud (CPRE/Colegio de Profesores, Universidad de Columbia), Adriana Martín del Campo (Instituto Thomas Jefferson - Valle Real, Guadalajara, México) y a Amelia Farber (Universidad de Stanford).

### Marco para observaciones y análisis

El marco usado para guiar a las observaciones y los análisis se basó en el trabajo realizado por el sociólogo y experto en desarrollo organizacional, Marvin Weisbord (1978), y en la investigación de Tony Bryk y sus colegas del Consorcio de Chicago para la Investigación en Escuelas (Bryk *et al.*, 2010). El marco se enfocó en siete áreas de actividad reconocidas como vitales para la efectividad de las escuelas (Figura 1). Éstas incluyen:

1. **Liderazgo escolar.** La literatura sobre escuelas identifica las siguientes tareas esenciales con respecto al liderazgo: 1) definir el propósito; 2) personificar el propósito en los programas; 3) asegurar la calidad y las mejoras de apoyo en la docencia; 4) defender la integridad de la organización y 5) mantener un orden con respecto al conflicto interno. Los estudios también realzan la importancia del liderazgo inclusivo y la habilidad de los directores para cultivar un equipo de líderes que desarrollen un sentido de responsabilidad compartida para el avance escolar (Burke, 1994; Selznick, 1957; Bryk *et al.*, 2010).
2. **Capacidad profesional de los maestros.** Bryk *et al.* (2010) describen a las escuelas como “empresas con alta dependencia en sus recursos humanos que son tan fuertes como la calidad de su facultad, el desarrollo profesional que apoya su aprendizaje y la capacidad de la facultad para trabajar juntos por el mejoramiento de la instrucción”.
3. **Relaciones entre las escuelas.** Weisbord (1978)

resalta la importancia de las relaciones entre colegas, supervisores y subordinados, así como también entre las unidades o departamentos que realizan tareas diferentes (Singh, 2010).

4. **Relaciones de los padres y la comunicad con las escuelas.** Bryk *et al.* (2010) realiza la importancia de las relaciones de confianza entre las escuelas, los padres y las comunidades, enfocadas en el fortalecimiento del aprendizaje del estudiante.
5. **Incentivos para el maestro.** La investigación demuestra que a pesar de que los incentivos económicos y emocionales pueden ser motivadores efectivos, los últimos ofrecen mejores resultados (Kotelnikov, 2008, citado por Allred *et al.*, 2008).
6. **Mecanismos útiles.** Bryk *et al.* (2010) resaltan la importancia de acceso oportuno a información sobre el desempeño del maestro y el estudiante, así como a un sistema de directivas educativas coherente que articule el “qué” y “cómo” de la instrucción; por ejemplo, desarrollo profesional, materiales de enseñanza y rutinas educativas.
7. **Ambiente externo/todo lo demás.** Bryk *et al.* (2010) identificaron la importancia de varios aspectos del contexto comunitario (recursos disponibles, capital social, etc.) que puedan tener un impacto en el desempeño escolar. CPRE expande este concepto al incluir políticas externas y culturas profesionales potencialmente relevantes para los centros educativos en Galápagos.

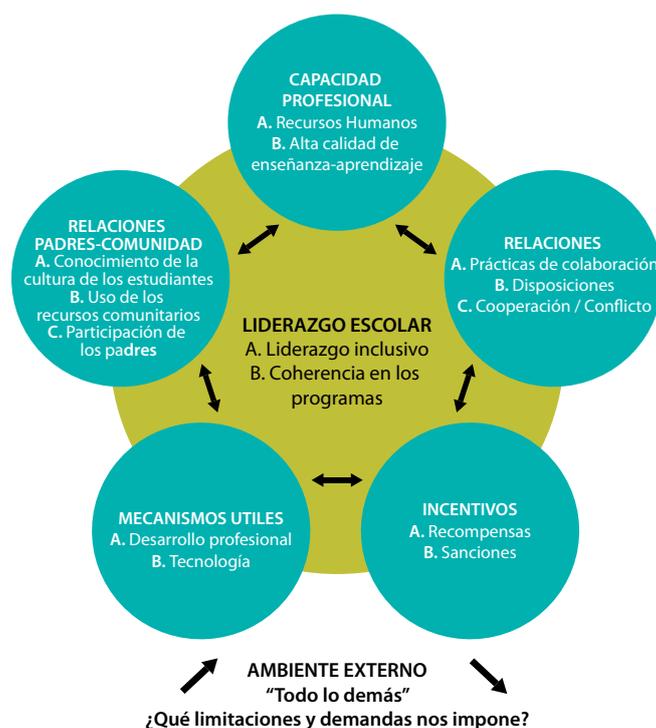


Figura 1. El Marco Adaptado del Centro para la Investigación de Políticas en la Educación (CPRE, por sus siglas en inglés).

## Resultados

La Fase Escucha proporcionó una fotografía del estado de la educación en Galápagos. Entre los hallazgos claves se incluye:

1. **Liderazgo escolar.** Los Oyentes describen al modo de liderazgo en la mayoría de los centros educativos como vertical y altamente administrativo. Los directores de escuelas reportaron que ellos dedican la mayor parte de su tiempo a tareas administrativas en lugar de supervisar las clases, involucrar a su facultad en discusiones sobre la instrucción o brindar desarrollo profesional. Los maestros manifestaron que ellos tienden a no estar involucrados en las decisiones que ejercen un efecto sobre su trabajo.

En términos de la misión y visión del centro educativo, el MinEduc exige que todos los establecimientos desarrollen y sometan un Plan Educativo Institucional (PEI), un plan estratégico enfocado en acciones a mediano y largo plazo diseñado para asegurar un aprendizaje de calidad y un ambiente escolar positivo. Los nuevos lineamientos del MinEduc para desarrollar el PEI<sup>2</sup> requieren un proceso colaborativo de planificación que involucre a los directores, maestros y padres de familia. En base a conversaciones con estos grupos, los PEIs aún no son "documentos vivos" de los cuales la comunidad escolar entera se siente propietaria.

En términos de equipos de liderazgo, el MinEduc requiere que cada centro educativo cree un Consejo Ejecutivo, un Consejo Consultivo de Profesores, un Consejo de Profesores, un Consejo Estudiantil y un Consejo de Padres de Familia<sup>3</sup>. Estas estructuras no fueron mencionadas por los directores, los maestros ni los padres, sugiriendo entonces que aún no juegan sus papeles previstos.

Mejorar la educación en Galápagos requerirá de una considerable atención al liderazgo educativo y a la transformación del rol de los directores de los centros educativos de administrador a líder de la educación. La mayoría de los directores escolares entrevistados mencionaron que ésta era su aspiración y mostraron potencial para asumir tal rol con el entrenamiento y la tutoría apropiados.

Los nuevos lineamientos de los PEI y las estructuras mencionadas en el *Acuerdo 382-11* proveen un marco a través del cual los directores pueden construir este tipo de propósito común y los equipos de liderazgo que se necesitan para las mejoras escolares.

2. **Capacidad profesional.** Los Oyentes observaron instancias de alta calidad en la enseñanza, pero notaron que a la mayoría de los maestros les hace falta estrategias efectivas de enseñanza. Lo más común son técnicas tradicionales orientadas de conocimiento-recordado, que no preparan a los estudiantes para pensar críticamente. Los Oyentes reportaron la buena predisposición de los maestros para dialogar sobre cómo lograr el mejoramiento de la instrucción en todas las materias. Sin embargo, los profesores no necesariamente aprovecharán las oportunidades de desarrollo profesional si no se les proporcionan el tiempo, la flexibilidad y el apoyo para hacerlo, y si este entrenamiento no está vinculado con un incremento en el salario, u otros incentivos formales e informales.

Tanto los docentes como los directores notaron la necesidad de mejorar los mecanismos de evaluación para ayudarlos entender si están "haciendo su trabajo de manera correcta", y de desarrollo profesional que les permita mejorar sus prácticas. Esta retroalimentación es esencial para que los educadores mejoren sus habilidades de enseñanza.

3. **Relaciones en el centro educativo.** Los Oyentes manifestaron que la comunicación entre los maestros y los líderes escolares se enfoca principalmente en asuntos administrativos. Algunos centros educativos organizan con regularidad reuniones de docentes, pero pocos profesores le dan valor a estas reuniones; en particular, objetan el extenso tiempo utilizado para explicar los nuevos requerimientos del MinEduc sin la suficiente orientación para su implementación o una explicación sobre cómo estas nuevas iniciativas contribuirán a mejoras educativas.

A pesar de que los docentes y los directores estuvieron de acuerdo en que la colaboración es importante, mencionaron que existen pocos sistemas formales para planificar conjuntamente con compañeros de trabajo, dentro del establecimiento o entre centros educativos. Los participantes de los grupos focales de maestros, organizados por áreas de asignatura, expresaron interés en colaborar con sus semejantes de otros centros. La creación de una cultura de colaboración entre los educadores de Galápagos es central para lograr el mejoramiento de la educación en las islas.

4. **Relaciones de los padres y la comunidad con los centros educativos.** Los Oyentes reportaron las siguientes percepciones de padres de familia, estudiantes y profesores:

<sup>2</sup> Guía Metodológica para la Construcción Participativa del Proyecto Educativo Institucional, 2012.

- Los padres expresaron preocupación por la calidad de la enseñanza (especialmente en inglés), la falta de un sistema para la evaluación de los profesores, la necesidad de un plan curricular centrado en Galápagos, la alta rotación de maestros, y la escasa comunicación entre los padres, los centros educativos y el MinEduc. Los padres de familia en Santa Cruz se mostraron entusiasmados con los nuevos clubes de inglés y ciencia, pero notaron la necesidad de una mejor organización de estas actividades.
- Los estudiantes manifestaron la preocupación de que los directores y administradores de los centros educativos rara vez solicitan sus contribuciones con respecto a sus necesidades. A pesar de que existen consejos estudiantiles, los alumnos sienten que los consejos son simbólicos y que son subutilizados como un foro en el que ellos puedan hacer contribuciones positivas a las mejoras educativas.
- Los docentes señalaron que la profesión de profesor no es tan valorada en Galápagos como lo es en el Ecuador continental. Muchos profesores sienten que no se les ha dado los instrumentos u orientación necesarias para implementar los mandatos del MinEduc, como por ejemplo, cómo organizar los clubes académicos y

como asegurar la incorporación de temas educativos en los clubes. Los profesores también notaron una falta de apoyo por parte de los padres de familia, con la educación de sus hijos, como la ayuda con las tareas escolares.

Los Oyentes aprendieron sobre una serie de organizaciones locales que trabajan en conjunto con los centros educativos para brindar oportunidades de aprendizaje a los estudiantes (Tabla 1).

Conseguir que la educación en Galápagos avance, requerirá un mayor compromiso por parte de los padres de familia y de la comunidad. Las estructuras de gobernanza establecidas por el MinEduc, así como los derechos y obligaciones de los docentes, estudiantes y padres establecidas en la Ley Orgánica para la Educación Intercultural (LOEI), pudieran ayudar a promover tal compromiso.

Adicionalmente, la experiencia de las ONGs basadas en Galápagos, los profesionales que trabajan en ciencia y conservación, y el sector privado representan un valioso pero subutilizado recurso para el aprendizaje de los alumnos y el desarrollo profesional de los educadores.

**Tabla 1.** Testimonio de los ciudadanos sobre los Códigos de Convivencia.

Organizaciones	Actividades
Dirección del Parque Nacional Galápagos (DPNG)	La DPNG ha presentado propuestas al Ministerio de Educación para ayudar con el diseño micro curricular en el área de ciencias naturales y para contribuir al fortalecimiento del contenido del conocimiento de los maestros de ciencias. La DPNG también trabaja con los centros educativos ofreciendo ciertas actividades de educación ambiental que implican la participación directa de los estudiantes.
Armada del Ecuador	La Armada del Ecuador ofrece educación extracurricular relacionada con el mar mediante el programa Guardianes del Mar.
Fundación Scalesia (FS)	La FS continúa el diálogo con los directores escolares locales y los oficiales del Ministerio de Educación sobre su deseo de servir como un modelo local de mejoras educativas en las islas. La FS también busca convertir a la escuela Tomás de Berlanga en un centro de demostración de prácticas educativas probadas para profesores en todo Galápagos.
ONGs locales (FUNDAR Galápagos, Grupo GECO, Pasos Equilibrados y Agentes de Cambio) y ONGs internacionales (Conservation International, Ecology Project International y Outward Bound)	Estas ONGs ofrecen programas en áreas tales como educación ambiental, emprendimiento, liderazgo y estudio de servicio. Algunas de estas organizaciones trabajan de modo cercano con escuelas para ofrecer actividades relacionadas con las "alternativas"—las actividades extracurriculares que pueden contribuir a que los estudiantes realicen sus 200 horas de servicio comunitario reglamentarias.

**5 Incentivos para los profesores.** El Plan de Educación a 10 Años del MinEduc prioriza mejorar las condiciones y la imagen de la profesión de profesor, a través de vías como salario en base a mérito, mejores condiciones de trabajo y oportunidades para el desarrollo profesional. Sin embargo, en tanto que la LOEI despliegue incentivos en base a mérito, los maestros describieron la falta de incentivos formales e informales asociados con su trabajo.

El desarrollo profesional de alta calidad que está directa e inmediatamente relacionado con las asignaturas de los profesores, el nivel de los cursos, y sus prácticas en el aula, y que conduzca al mejoramiento del desempeño de los estudiantes, puede ser altamente motivador para los docentes, en especial si está conectado a la estructura salarial. Oportunidades de "capacitación en servicio" en centros educativos y universidades ecuatorianas

podiera representar un incentivo atractivo para los educadores de Galápagos. Además, los incentivos anteriormente recibidos por los maestros, tales como diplomas y reconocimientos públicos por su servicio, deberían ser revividos.

**6. Mecanismos útiles.** El MinEduc y el Instituto Nacional para la Evaluación Educativa (INEVAL) administran evaluaciones estandarizadas a los estudiantes en cuarto, séptimo y décimo grados para medir su aprendizaje en matemáticas, lenguaje y literatura, y estudios sociales. El MinEduc y la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación administran el Examen Nacional para la Educación Superior (ENES), el cual mide el razonamiento verbal, numérico y abstracto. El MinEduc publica los resultados agregados de estos exámenes pero los directores y profesores no los reciben a tiempo o en un formato adecuado para adaptar el currículo o la instrucción.

De modo similar, el MinEduc reporta que el INEVAL realizará evaluaciones a los maestros anualmente, usando pruebas de conocimiento en áreas específicas de enseñanza<sup>4</sup>. Los resultados se utilizarán para identificar brechas en el conocimiento y generar planes individualizados para el desarrollo profesional. Sin embargo, este sistema aún no ha sido implementado por completo.

Desde 2011, la mayor parte del desarrollo profesional ha ocurrido en el Ecuador continental o por Internet. Los maestros manifiestan que acceder al desarrollo profesional fuera de Galápagos es caro y consume tiempo, y que el entrenamiento virtual es casi imposible debido a la lenta conexión de Internet.

Los Oyentes reiteradamente escucharon a los docentes y directores solicitar el desarrollo profesional diseñado por materia y por grado, como sigue:

- Áreas temáticas para profundizar las competencias del profesor.
- La modelación como parte de la enseñanza.
- Diferenciación para niños con necesidades especiales.
- Metodologías de enseñanza.
- Adaptación curricular a las metas de las islas.
- Métodos para involucrar y motivar a los estudiantes.
- Manejo del aula de clases.
- Diseño de la lección.
- Integración de la tecnología en los planes de estudios
- Implementación de laboratorios y lecciones basadas en preguntas.
- Organización y gestión de ferias y clubes de ciencias.

Se pudieran hacer considerables mejoras en los centros educativos de Galápagos si los educadores y directores tuvieran acceso oportuno a los datos sobre su desempeño y aquel de sus estudiantes, y si los maestros tuvieran la oportunidad de participar en desarrollo profesional que esté bien conectado a las realidades de Galápagos. Los profesores locales también se beneficiarían al observar ejemplos de prácticas comprobadas en acción, mediante aulas y escuelas demostrativas en Galápagos.

**7. Ambiente externo/todo lo demás.** De acuerdo a los Oyentes, los siguientes aspectos del contexto escolar tienen un impacto significativo en la efectividad de los centros educativos:

- El proceso de la ambiciosa reforma educativa del Ecuador. El ritmo y el alcance de los cambios asociados con el Plan Decenal de Educación son dramáticos y fuente de tensión significativa y una carga de trabajo pesada para los líderes y docentes escolares. Por otro lado, la reforma está implementando nuevos procesos y enfoques que deberían demostrar beneficios a lo largo del tiempo para afrontar muchos de los desafíos mencionados anteriormente.
- El aislamiento físico y electrónico de las islas Galápagos. El costo y el tiempo vinculados con el desplazamiento entre Galápagos y el Ecuador continental, y entre las islas, obstaculizan el acceso de los educadores al desarrollo profesional y dificultan el intercambio de ideas. La lenta conectividad del Internet en Galápagos limita las operaciones en los centros educativos, el aprendizaje de los estudiantes y el desarrollo profesional de los maestros de Galápagos.
- La necesidad de un líder local que apoye al programa de mejora de los centros educativos. La literatura sobre la reforma educativa describe el importante rol que juegan las entidades "intermedias", las organizaciones sin fines de lucro que operan entre los centros educativos y gobiernos centrales, en apoyo a los programas de mejora de la educación (Aston *et al.*, 2013). Los Oyentes creen que el aislamiento físico y electrónico de Galápagos aumenta la importancia de una organización de ese estilo en Galápagos.

Adicionalmente a estos factores externos, el Equipo de Oyentes denotó varias instituciones cuyas misiones y mandatos tienen un impacto en la educación desde el nivel preescolar hasta el secundario (Tabla 2). Estas entidades están en buena capacidad de hacer contribuciones valiosas para el diseño de cualquier programa de avance escolar.

<sup>4</sup>Reglamento General a la Ley Orgánica de Educación Intercultural.

**Tabla 2.** Instituciones con interés/participación en la educación.

Organizaciones	Interés/Participación en Educación
Consejo de Gobierno del Régimen Especial de Galápagos (CGREG)	El CGREG es responsable de la planificación y el manejo de Galápagos en general. Tiene un fuerte interés en ver que la educación sea optimizada de manera tal que fortalezca la capacidad local y el “buen vivir”. El CGREG también supervisa los asuntos migratorios, los cuales tienen implicaciones directas en la contratación de personal para los centros educativos públicos y privados en las islas.
Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE) a través de la Dirección del Parque Nacional Galápagos (DPNG)	El MAE a través de la DPNG, en su “Plan de Manejo de las Áreas Protegidas de Galápagos para el Buen Vivir” promulgado en el 2014, reconocen a la educación como un componente clave para la protección del ambiente de Galápagos y comprometen su apoyo al sector de educación formal. La DPNG lleva a cabo un sinnúmero de iniciativas de educación ambiental que pudieran conectarse con los objetivos de aprendizaje del currículo nacional, y además coordina trabajos de investigación y conservación con científicos internacionales cuya experiencia pudiera ser aprovechada por los profesores de Galápagos y los centros educativos de la localidad.
Gobiernos municipales de Galápagos	Los tres gobiernos municipales en Galápagos tienen una responsabilidad incrementada para la construcción, equipamiento y mantenimiento de las escuelas en su jurisdicción. Tanto la LOEI como el borrador asociado con la nueva Ley Especial para Galápagos describen este rol en desarrollo.

## Recomendaciones

Basado en estas y otras observaciones que aparecen en el informe completo del Equipo de Oyentes, el grupo recomienda que GC, FS y el MinEduc prosigan con un programa de mejoramiento educativo con cinco componentes, a ser realizado en un período de cinco años. Las actividades propuestas pudieran ser financiadas por el MinEduc, los honorarios por concepto de servicio pagados por los centros educativos, y donaciones de individuos, empresas y fundaciones. Los componentes y las recomendaciones siguen a continuación.

### 1) Escuela demostrativa y equipo de apoyo educativo.

Debido al aislamiento de Galápagos y el continuo soporte técnico requerido para un eficaz programa de mejora escolar, es importante:

- Convertir a la Unidad Educativa Tomas de Berlanga (UETDB) de la FS como un sitio de demostración para prácticas educativas efectivas, dado su relativamente pequeño tamaño, su fuerte enfoque en el idioma inglés y sus esfuerzos en curso para incorporar el ambiente de Galápagos al aprendizaje del estudiante.
- Desarrollar un Equipo de Apoyo Educativo (EAE) que brinde un desarrollo profesional continuo, y que coordine con el MinEduc y consultores externos. El EAE debería consistir de docentes/mentores expertos en liderazgo educativo, inglés, matemáticas, ciencias y lengua, quienes trabajarían directamente con los directores y los educadores en los centros educativos de Galápagos para promover la adopción de prácticas educativas comprobadas. Estas posiciones pudieran ser contratadas y manejadas por la estructura existente de la FS.

### 2) Liderazgo educativo.

Fortalecer el liderazgo escolar mediante un programa de liderazgo educativo con dos componentes: 1) el desarrollo profesional para los directores de los centros educativos que

los ayude a convertirse en líderes educativos de sus establecimientos y 2) formación de equipos de liderazgo educativo en cada centro para establecer y accionar mejoras prioritarias para los centros educativos (idealmente mediante el fortalecimiento de los Consejos de Profesores y Equipos de Mejoramiento Escolar ordenados mediante el Acuerdo No. 382-11 del MinEduc).

### 3) Desarrollo profesional por asignaturas específicas.

Mejorar la instrucción del inglés, lectoescritura, matemáticas, y ciencias mediante un desarrollo profesional específico para cada materia, incluyendo talleres y tutoría continua conectada con las directrices del currículo ecuatoriano.

### 4) Educación extra-curricular.

Proveer asistencia técnica para iniciativas de educación extra-curricular de los centros educativos y otras organizaciones para optimizar el aprendizaje fuera del aula, especialmente los clubes académicos y requisitos extra-curriculares para los estudiantes de los últimos años del bachillerato (las “alternativas”); conectar estas actividades con los objetivos de aprendizaje del currículo formal.

### 5) Programa de monitoreo y evaluación.

Desarrollar un programa de monitoreo y evaluación para optimizar la entrega del programa, y documentar el impacto en las prácticas de los maestros y directores así como en el aprendizaje de los estudiantes.

Estos componentes del mejoramiento escolar deben ser contruidos en base a las prioridades del Ministerio de Educación y ser diseñados alrededor de los resultados de la investigación provista por numerosos estudios realizados a lo largo de varias décadas, los cuales identifican aquellas intervenciones que han tenido el mayor impacto en la calidad de la educación (Corcoran, 2007; Wei *et al.*, 2009; Desimone, 2009; Odden *et al.*, 2002; Timperly *et al.*, 2007).



Foto: © David Lansdale

## Agradecimientos

Los autores quisieran agradecer al Ministerio de Educación y a la comunidad educativa de Galápagos por su colaboración durante la Fase Escucha. También nos gustaría

agradecer a los siguientes donantes que hicieron posible este proceso: Galapagos Direct, Fundación October Hill, Kirke Lathrop, Fundación Phileology, Fundación Bay and Paul, Celebrity Cruises y el Fondo Lindblad Expeditions-National Geographic.

## Referencias

Allred J, B Kring & J Bohannon. 2008. The Weisbord Six-Box Model. Tomado de: [http://www.westbrookstevens.com/open\\_system.htm](http://www.westbrookstevens.com/open_system.htm).

Aston H, C Easton, D Sims, R Smith, F Walker, D Crossley & J Crossley-Holland. 2013. What works in enabling school improvement? The role of the middle tier. Slough: NFER.

Burke WW. 1994. Organization development: A process of learning and changing (2 ed.). Reading, MA: Addison-Wesley.

Bryk A, P Sebring, E Allensworth, S Luppescu & J Easton. 2010. Organizing schools for improvement: Lessons from Chicago. Chicago, Illinois: University of Chicago Press.

Corcoran T. 2007. Teaching matters: How state and local policy makers can improve the quality of teachers and teaching. CPRE Research Brief No. RB-48. Philadelphia, PA: Consortium for Policy Research in Education.

Desimone LM. 2009. Improving impact studies of teachers' professional development: Toward better conceptualizations and measures. *Educational Researcher* 38:181-200.

Odden A, S Archibald, M Fermanich & HA Gallagher. 2002. A cost framework for professional development. *Journal of Education Finance* 28(1):51-74.

Selznick P. 1957. Leadership in administration: a sociological interpretation. Evanston, IL: Row, Peterson.

Singh K. 2010. Organisation change and development. New Delhi: Excel Books.

Timperly H, A Wilson, H Barrar & I Fund. 2007. The teacher professional learning and development: Best evidence synthesis iteration. Auckland: University of Auckland.

Wei RC, L Darling-Hammond, A Andre, N Richardson & S Orphanos. 2009. Professional learning in the learning profession: A status report on teacher development in the United States and abroad. Dallas, TX: National Staff Development Council.

Weisbord M. 1978. Organizational diagnosis: A workbook of theory and practice. Reading, MA: Perseus Books.



Foto: © David Lansdale

## EcoHélice: Trabajando para un Galápagos más inteligente, más sustentable

David Lansdale, Patricio Álvarez, María José Ayala<sup>3</sup>, Juan Carlos Izurieta<sup>4</sup> y Ana Fernanda Terranova<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Fundación Beyond Chacay & Universidad San Francisco de Quito <sup>2</sup> Universidad de Cambridge <sup>3</sup> Centro para Políticas Ambientales del Colegio Imperial de Londres

<sup>4</sup> Observatorio de Turismo de Galápagos <sup>5</sup> Fundación Fuente de Vida

### Introducción

La sustentabilidad ha sido uno de los mayores desafíos para los paradigmas tradicionales del desarrollo. Históricamente, la industria turística en Galápagos ha estado vinculada a los impactos ecológicos y sociales asociados con la sobreutilización de recursos, contaminación ambiental, consumo de energía, disrupción de los ecosistemas, influjo de la población, inequidad económica y alteraciones de las interacciones en la comunidad. Estas presiones están creciendo como resultado de una industria turística floreciente, la cual aún no ha podido encontrar el equilibrio entre la conservación del ambiente y el desarrollo económico (Epler, 2007).

En el Informe Galápagos anterior, García *et al.* (2013) construyeron un escenario para el ecoturismo en Galápagos basado en tres principios fundamentales: maximizar la distribución equitativa de los beneficios locales, la conservación ambiental, y la responsabilidad social y ambiental compartida. Este artículo presenta la EcoHélice, una intervención multisectorial que incorporará a los turistas de Galápagos como agentes de cambio, permitiéndoles a ellos calificar a los negocios de Galápagos por medio de sus teléfonos inteligentes, votar para la selección de empresas más ecológicas e invertir sus recursos en base a la información publicada por los negocios en sus sitios web (Porter & Kramer, 2011).

El objetivo de las intervenciones de la EcoHélice es desarrollar un espíritu ecológico emprendedor, la promoción de empresas ecológicamente responsables dentro de cada comunidad comercial local, que producirán resultados sustentables, y generarán beneficios y oportunidades tanto económicas como ecológicas. La EcoHélice promoverá la competencia entre negocios, lo cual conducirá a una mejor calidad de productos y servicios, e incrementará la conciencia ambiental y hospitalaria en la población local. La EcoHélice es un modelo que pudiera ser replicado en cualquier destino turístico del mundo, con beneficios para la comunidad local y el ambiente.

### Un nuevo paradigma que emerge en Galápagos

Las islas Galápagos, famosas por su única biodiversidad, fueron declaradas como primer sitio de Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO en 1978. En 2007, sin embargo, las amenazas ambientales creadas por las especies invasoras, la sobre pesca y un turismo descontrolado hicieron que las Galápagos fueran transferidas a la lista de la UNESCO de Sitios de Patrimonio en Peligro. A pesar de que fueron posteriormente retiradas de la lista, los niveles de turismo continúan incrementándose con pocos controles (Figura 1).

El turismo en Galápagos experimentó su primer crecimiento dramático en la década de 1980 (Figura 1), cuando comenzaron los vuelos comerciales regulares desde el continente. Antes de esto, los turistas llegaban mayoritariamente por barco.

Desde esta misma década (1980), el turismo de crucero fue el modo primario usado por los visitantes, lo que equivalía en ciertas épocas al 80% de la actividad turística. Sin embargo, está emergiendo un nuevo paradigma con profundas implicaciones.

En años recientes, el origen de los turistas a Galápagos ha cambiado siendo Sudamérica, incluyendo a visitantes ecuatorianos, y del resto de América Latina los principales mercados emisores a las islas (Figuras 2 & 3). Esto se debe en gran parte a las agresivas promociones de la aerolínea LAN que promueve a Galápagos como un destino asequible. Adicional al cambio en la proveniencia de los turistas, la mayoría de los visitantes hoy en día buscan una experiencia basada en la comunidad en vez de un crucero (Figura 4). El turismo basado en tierra está creciendo a altas tasas (tanto como 21% entre 2012 y 2013), mientras que el turismo de crucero, en parte debido a una limitada capacidad de alojamiento, tiene tasas de crecimiento incipientes o

negativas (Figura 5). Las implicaciones para Galápagos están fuera de alcance y son dramáticas. A medida que una mayor porción del turismo se está centrando en tierra, el beneficio económico para los residentes locales quienes proveen un precio razonable por hospedaje, alimentación y servicios, continuará aumentando. Este incremento en beneficios económicos, sin embargo, se yuxtapone a un mayor potencial de degradación ecológica.

El incremento de los negocios de turismo con base en tierra también está creando un serio dilema para la inversión local. En 2014, el Ministerio de Turismo identificó 438 hoteles (solo 111 son legales), lo que representa una capacidad para casi ocho mil pasajeros por noche. Esto constituye un crecimiento del 400% a partir de los casi 100 hoteles registrados a inicios de 2010 (Ministerio de Turismo, 2015). Resultados preliminares de un censo de hoteles realizado por el Ministerio de Turismo revelan que más del 60% de estos negocios comenzaron hace cinco años, una consecuencia del creciente turismo basado en tierra. Sin embargo, a la mayoría de los hoteles en tierra, le faltan prácticas amigables con el ambiente y estándares de calidad, y tienen tasas de ocupación tan bajas como del 25%.

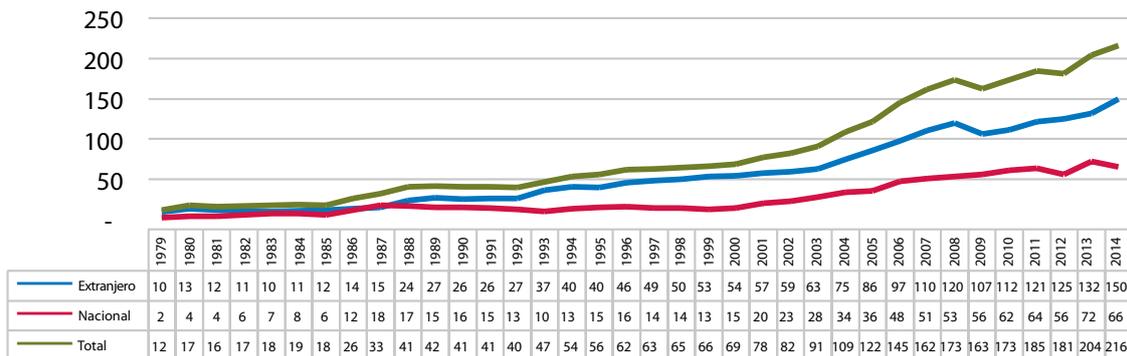


Figura 1. Estadística de los visitantes (extranjeros, nacionales, total) a Galápagos, 1979-2014, en miles. Fuente: Tarjeta de Control de Tránsito – Parque Nacional Galápagos, Ministerio de Turismo, 2014.

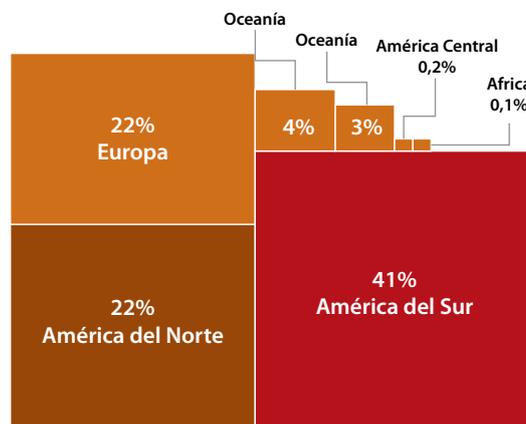


Figura 2. Origen de los viajeros a Galápagos por región, 2013. Fuente: Observatorio de Turismo de Galápagos. Fuente: Tarjeta de Control de Tránsito – Parque Nacional Galápagos, Ministerio de Turismo, 2014.

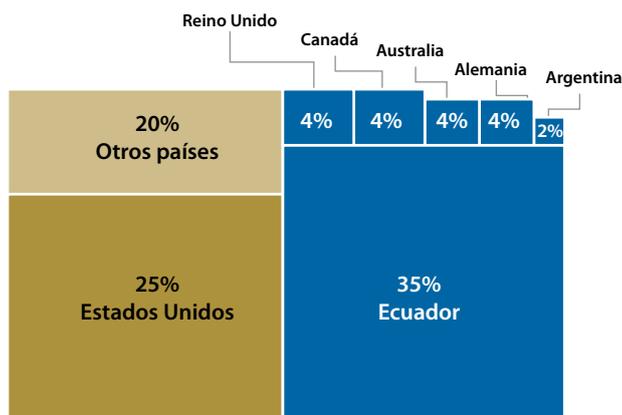


Figura 3. Origen de los viajeros a Galápagos por país, 2013. Fuente: Observatorio de Turismo de Galápagos.

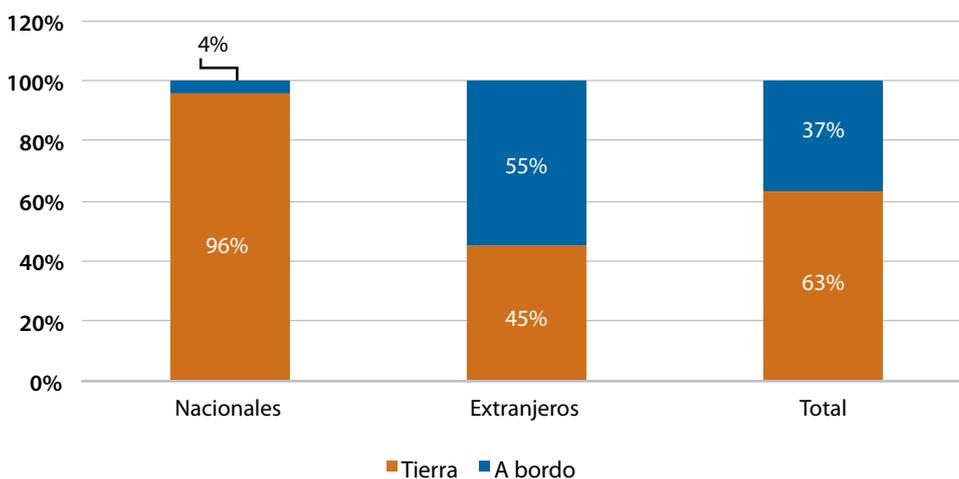


Figura 4. Porcentaje de turistas (domésticos, extranjeros, total) que arriban bajo la modalidad de turismo basado en tierra versus cruceros en 2013. Fuente: Tarjeta de Control de Tránsito – Parque Nacional Galápagos, Ministerio de Turismo, 2014.

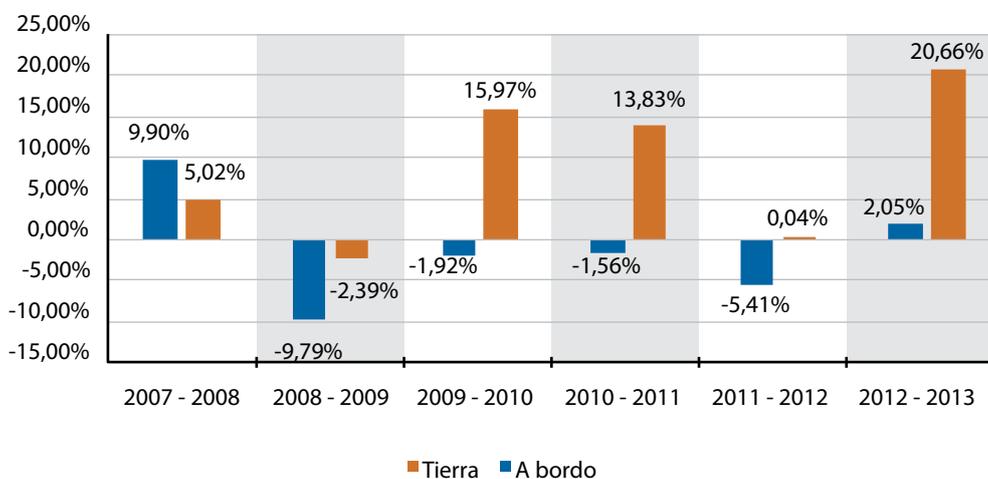


Figura 5. Tasa de crecimiento anual para el turismo basado en tierra y el turismo basado en cruceros en Galápagos (2007 a 2013). Fuente: Tarjeta de Control de Tránsito – Parque Nacional Galápagos, Ministerio de Turismo, 2014.

## Espíritu ecológico emprendedor: Definiendo el balance entre el desarrollo económico y la conservación

El espíritu ecológico emprendedor o iniciativa emprendedora sustentable se define como: *“el compromiso continuo de los negocios para comportarse éticamente y contribuir al desarrollo económico mientras mejoran la calidad de vida de su fuerza de trabajo, sus familias, la comunidad local y global, así como la de las futuras generaciones”* (Crals & Vereeck, 2005). Es un negocio innovador y un movimiento de la sociedad que cubre la brecha entre las ganancias, la gente y el planeta (Allen & Malin, 2008). Factores que incluyen a la conciencia ambiental, la demanda por productos y servicios sustentables, recursos finitos, manejo del riesgo de las empresas y la eficiencia económica han propiciado el ascenso del emprendedor ecológico y la creación de modelos de empresas sustentables (Dyllick & Hockerts, 2002). No solo es un negocio verde efectivo para las grandes corporaciones, pero las pequeñas y medianas empresas también pueden emplear los beneficios para crear negocios rentables y sustentables y reducir así la pobreza en economías que dependen de los recursos. Como resaltan Allen & Malin (2008), la iniciativa emprendedora verde puede “permitir un acercamiento completo e inteligente a los problemas de la pobreza y la dependencia de los recursos naturales”, y “puede ser una fuerza motivadora para un nuevo arranque mercantil en las economías modernas.” En las últimas décadas, se han desarrollado ejemplos de espíritus ecológicos emprendedores efectivos en Costa Rica, donde los turistas pueden disfrutar en establecimientos que reciclan, hacen compost y ofrecen café o té producido localmente en sus instalaciones (Di Minin *et al.*, 2013).

### La EcoHélice: Una propuesta de múltiples facetas para abordar un complejo desafío

La EcoHélice es una intervención innovadora presentada a Galápagos por la Fundación Beyond Chacay; alinea y moviliza a los usuarios de los sectores privado, público, cívico y académico en la búsqueda de soluciones empresariales sustentables para los complejos desafíos que están relacionados con el desarrollo y la conservación. En Galápagos, la EcoHélice está diseñada para involucrar a los turistas y a los actores locales en la promoción y el fortalecimiento de negocios turísticos sustentables. Los componentes de la EcoHélice incluyen:

- Un sistema de calificación que permita a los turistas evaluar a los negocios en Galápagos basados en criterios como la calidad del producto o servicio, la limpieza, prácticas verdes, etc., brindando información útil para otros turistas, así como una valiosa retroalimentación para los propietarios de los establecimientos;
- Un proceso de certificación voluntaria que ayude a

las empresas a documentar sus modelos de negocio, ganancias, y necesidades financieras y técnicas, y a compartir esta información con visitantes interesados, algunos quienes pudieran ser potenciales inversionistas, voluntarios o consultores técnicos, de acuerdo al Modelo Lean Startup (Blank, 2013);

- Una plataforma web ([www.ecohelix.com/galapagos](http://www.ecohelix.com/galapagos)) y una aplicación acompañante de teléfono inteligente que permita a los visitantes acceder a la información sobre los negocios de Galápagos, calificarlos, y plegarse a datos útiles sobre servicios, productos, oportunidades de negocios y necesidades de asistencia técnica en cada comunidad.

#### La EcoHélice:

- Proveerá comercialización, publicidad y mecanismos para realizar reservaciones en línea que ayudarán a que los negocios de Galápagos aprovechen los mercados turísticos nacionales e internacionales;
- Ayudará a conectar a los turistas interesados para que inviertan su tiempo, conocimiento y riqueza en empresas locales que estén buscando ser más sustentables;
- Ayudará a los establecimientos de Galápagos a mejorar sus servicios para atraer a más turistas y vender sus servicios a un precio más alto, mientras minimizan su impacto ambiental.

Talvez el mayor desafío del modelo de la EcoHélice sea proveer información a nivel de la responsabilidad ecológica de los negocios. Originalmente, el modelo propuesto invita a los turistas a que califiquen a las empresas en base a cuatro criterios: ahorro de agua y energía, manejo de desechos y el uso de productos locales. Dado que las calificaciones serían altamente subjetivas, se está explorando un nuevo acercamiento: pedirle a las municipalidades y a ElecGalápagos, la compañía eléctrica, los datos sobre los consumos mensuales de energía de cada empresa, para luego calcular su responsabilidad ecológica basada en una relación entre el consumo de energía y el número de clientes. La cocreación de un valor tanto para los turistas como para los clientes y los dueños de establecimientos locales como proveedores, es extremadamente prometedora al convertir a ambos grupos en guardianes de Galápagos al invertir en sus mejoras (Porter & Kramer, 2011; Prahalad & Ramaswami, 2002).

Una dimensión adicional de la EcoHélice, en colaboración con la Fundación Fuente de Vida, es la invitación a los turistas y negocios locales a que siembren y adopten un árbol, como una inversión para la conservación de las islas. La Tecnología Groasis, de por sí ya una intervención comprobada en Santa Cruz, hace posible que se siembren árboles en áreas extremadamente desafiantes como las



Figura 6. Foto de la pantalla de [www.ecohelix.com/galapagos](http://www.ecohelix.com/galapagos).

de Galápagos, donde el agua es sumamente escasa (Hoff, 2013). El turista sembrará y adoptará un árbol nativo, como *Scalesia*, y la empresa acordará monitorear su crecimiento, compartiendo la información a través de la plataforma de EcoHélice. Este compromiso bilateral crea una relación tanto a corto como a largo plazo promoviendo la conservación basada en la colaboración de los turistas y los emprendedores locales. Los teléfonos inteligentes harán posible registrar la siembra y el monitoreo de los árboles al subir información a la plataforma.

### El piloto EcoHélice

Puerto Baquerizo Moreno, la capital del archipiélago de Galápagos, fue elegida como el sitio para la prueba inicial de la EcoHélice. En agosto de 2013, 55 estudiantes de secundaria trabajaron cercanamente con 12 líderes estudiantiles de universidades gubernamentales para recoger datos en una serie de negocios, incluyendo información básica (nombre, contacto, dirección, RUC – el número de identificación ecuatoriano de negocios, horas de operación, etc.), ubicación por medio de GPS, y una foto y corta historia de la empresa. Usando un acercamiento de entrenar-al-entrenador basado en la teoría de la Autoeficacia de Bandura y sus cuatro pilares de maestría, modelaje, persuasión social y adaptación (Bandura, 1997), para construir un cuerpo de futuros líderes de proyecto, los estudiantes universitarios fueron entrenados para dirigir a los estudiantes quienes a su vez trabajaron directamente con los propietarios de los establecimientos (en muchos casos, sus padres, miembros de la familia y vecinos) para ayudarlos a comprender los beneficios y oportunidades asociados con la EcoHélice, y recoger datos para el sitio web. Participó un total de 148 negocios, más del 80% del total. El Ministerio de Turismo también está realizando un mapa de cada hotel y casa de alojamiento registrada y no registrada (un total de 128); esta información se incorporará a la plataforma.

Datos adicionales fueron recolectados de los propietarios de negocios durante el verano de 2014 en las otras tres islas habitadas: Santa Cruz, Isabela y Floreana. Como en San Cristóbal, un séquito de líderes estudiantiles universitarios entrenó a estudiantes de secundaria

para recolectar datos y para promover los beneficios asociados con las prácticas sustentables en las empresas (ver <http://www.ecohelix.tumblr.com>). Municipalidades, organizaciones sin fines de lucro, agencias de gobierno y líderes escolares están actualmente siendo invitados para colaborar con la expansión de la EcoHélice en Galápagos. En Santa Cruz, el Departamento de Planificación del Municipio complementó la recolección de datos al brindar acceso a su propia base de datos. Los alcaldes de cada isla, junto con miembros del Concejo Cantonal, están entusiasmados sobre la iniciativa y han ofrecido apoyo proponiendo colaboración a través de un administrador de la web a medio tiempo para actualizar la información mensualmente.

El sitio web provee información básica de cada negocio, junto con la opción de calificar la calidad de su servicio (Figura 4). La plataforma en línea enfatizará la importancia de “votar con tu dólar”, para motivar a los turistas a que apoyen a las empresas con mejores prácticas ambientales. Los usuarios también estarán en capacidad de adquirir productos y hacer reservaciones en línea, e incluir su propia calificación, comentarios o fotos mientras están viajando, o una vez de regreso a casa.

Considere el ejemplo de Lucky's, un pequeño pero popular restaurante que ofrece almuerzos y cenas a los residentes locales y a los visitantes. Usando una tarjeta SIM o bajando la aplicación, los turistas ubicarían y elegirían a Lucky's basados en las calificaciones provistas por clientes anteriores e información adicional contenida en el perfil en línea de Lucky's (comparable con el modelo de Trip Advisor). Al final de la comida, se pudiera invitar a los visitantes a calificar su experiencia (calidad de la comida, servicio, limpieza, prácticas verdes, etc.). La información se convertiría en parte de la creciente base de datos de Lucky's y de su perfil. Esta retroalimentación pudiera motivar a los propietarios a hacer mejoras, así como a su competencia.

La interface turística de la EcoHélice está siendo refinada para probarla con turistas el verano de 2015. El Municipio de San Cristóbal, en colaboración con la Agencia Nacional de Telecomunicaciones, montará

cuatro kioscos (en el aeropuerto nuevo, en el muelle público, frente a las oficinas del Municipio y en el Centro de Interpretación del Parque Nacional Galápagos) donde los turistas podrán comprar una tarjeta SIM, activar la aplicación y contribuir luego a la calidad del servicio y sana competencia en la comunidad al calificar a los establecimientos que visitan.

## Conclusiones y recomendaciones

Las islas Galápagos están en una crítica encrucijada (Durham, 2008; Quiroga, 2015). La EcoHélice ofrece una ponderosa solución interdisciplinaria para ayudar a asegurar una economía local basada en la sustentabilidad ambiental, uno de los principales desafíos en mercados económicos emergentes con frágiles destinos ambientales. Galápagos ofrece un valioso caso de estudio que pudiera ser replicado en cualquier parte del Ecuador y del mundo.

El éxito de la iniciativa EcoHélice se determinará por el grado en el cual los actores claves de cada sector ofrezcan su apoyo y colaboración (Carayannis & Campbell, 2012). Cada municipio, que está asumiendo la responsabilidad de mantener el sistema de su isla, está comprometido a brindar actualizaciones mensuales. El Ministerio de Turismo, a través del Observatorio de Turismo de Galápagos, está planificando integrar sistemas de investigación a la plataforma para desarrollar estadísticas que informen sobre las políticas públicas.

Líderes estudiantiles gubernamentales quienes participaron en la recolección de datos durante los dos veranos previos han sido en extremo entusiastas, con resultados igualmente alentadores entre los estudiantes de los últimos años de secundaria. En especial, la iniciativa ha sido bien recibida por dirigentes educativos; los rectores del Liceo Naval y del Colegio Humboldt (San Cristóbal), Colegio Nacional Galápagos (Santa Cruz) y Colegio Azkúnaga (Isabela) han invitado a los maestros y estudiantes a participar mediante clases y actividades extracurriculares.

Las siguientes recomendaciones ayudarán a asegurar que Galápagos se beneficie por completo de la EcoHélice:

1. Asegurar que la entidad encargada de mantener el sitio web tenga la capacidad de actualizaciones y mantenimiento continuos, y que siga incrementando el número de empresas participantes.
2. Identificar una entidad legal que haga posible que los turistas inviertan en negocios seleccionados, basados en modelos existentes de micro créditos y "crowdfunding" (financiamiento colectivo; KIVA, Kickstarter, etc.); está siendo considerada la creación de un fideicomiso local con la colaboración de cooperativas locales existentes.

3. Identificar e implementar maneras para trabajar con la débil conexión de Internet en Galápagos, la cual limita la efectividad de las herramientas basadas en la red. Una solución es crear un sistema de intranet en cada isla, lo que permitiría que los turistas tuvieran acceso a la información local. Otra solución es proveer tarjetas SIM en donde resida la información necesitada por el turista, sea éste un teléfono inteligente o una tableta. Ambas opciones están actualmente siendo valoradas en conjunto con la red de telecomunicaciones nacional y el Consejo de Gobierno.

4. Invitar a los administradores, maestros y estudiantes de secundaria a que asuman un rol más activo en la implementación de la EcoHélice y ofrezcan seguimiento en compañía de participantes interesados en cada comunidad.

5. Promover el uso de la EcoHélice para mejorar las comunicaciones dentro de y entre las islas, lo cual pudiera proveer oportunidades adicionales para las instituciones gubernamentales y otros de presentar e intercambiar información dentro de un rango que se extienda desde actividades a políticas y a oportunidades, para preparar a los ciudadanos locales para el crecimiento de turismo en las islas basado en las comunidades.

6. Producir un video para todos los vuelos comerciales a Galápagos, el cual presente información sobre la geología, geografía y biodiversidad del archipiélago, y resalte su vulnerabilidad frente al crecimiento del turismo. El video debería representar un desafío para que cada turista se convierta en un agente de cambio durante su visita y que se mantenga como tal una vez que su estadía haya concluido.

El archipiélago de Galápagos está más vulnerable que nunca antes, dado que una mayoría de visitantes están escogiendo el turismo de cabotaje/comunitario que es más asequible, y que carece de regulaciones estrictas. La EcoHélice busca emplear y movilizar la tecnología, invitando a los propietarios de negocios y a los turistas a jugar un rol más activo en la promoción de un modelo sustentable que aborde intereses ecológicos y económicos. Los datos han sido recogidos, se están probando la plataforma y la aplicación, y se ha invitado a los actores principales a colaborar. El desafío yace en la socialización y la adopción de la EcoHélice para crear un futuro más sustentable.

## Referencias

- Allen JC & S Malin. 2008. Green entrepreneurship: A method for managing natural resources? *Society & Natural Resources* 21(9):828-844.
- Bandura A. 1997. *Self efficacy: The exercise of control*. McMillan.
- Blank S. 2013. Why the lean start-up changes everything. *Harvard Business Review*.
- Carayannis EG & DFJ Campbell. 2012. Mode 3 Knowledge production in quadruple helix innovation systems. *Spinger Briefs in Business* 7, DOI 10.1007/978-1-4614-2062\_0\_1, © Elias Carayannis and David Campbell.
- Crals E & L Vereeck. 2005. The affordability of sustainable entrepreneurship certification for SMEs. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology* 12(2):173-183.
- Di Minin E, DC Macmillan, PS Goodman, B Escott, R Slotow & A Moilanen. 2013. Conservation businesses and conservation planning in a biological diversity hotspot. *Conservation Biology* 27:808-820.
- Durham W. 2008. Fishing for solutions: Ecotourism and conservation in Galapagos National Park. *Ecotourism and Conservation in the Americas*.
- Dyllick T & K Hockerts. 2002. Beyond the business case for corporate sustainability. *Business Strategy & the Environment* 11(2):130-141.
- Epler B. 2007. *Tourism, the economy, population growth and conservation of Galapagos*. Fundación Charles Darwin.
- García JC, D Orellana & E Araujo. 2013. The new model of tourism: Definition and implementation of the principles of ecotourism in Galapagos. Pp. 95-99. En: *Galapagos Report 2011-2012*. GNPS, GCREG, CDF and GC. Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador.
- Hoff P. 2013. Waterboxx instrucciones de plantación. En: *Groasis Waterboxx* ([www.groasis.com/es](http://www.groasis.com/es)).
- Kotter J & L Schlesinger. 1979. Choosing strategies for change. *Harvard Business Review*.
- Ministerio de Turismo. 2015. *Ficha Galápagos 2014*.
- Porter M & M Kramer. 2011. Creating shared value. <http://hbr.org/2011/01/the-big-idea-creating-shared-value/ar/pr>
- Prahalad CK & V Ramaswami. 2002. Co-Creation connection. <http://www.strategy-business.com/article/18458?gko=f472b>
- Quiroga D. 2015. Ecotourism in the Galapagos: Management of a dynamic emergent system. *En: Global Change and the World's Iconic Protected Areas*.



# MANEJO MARINO

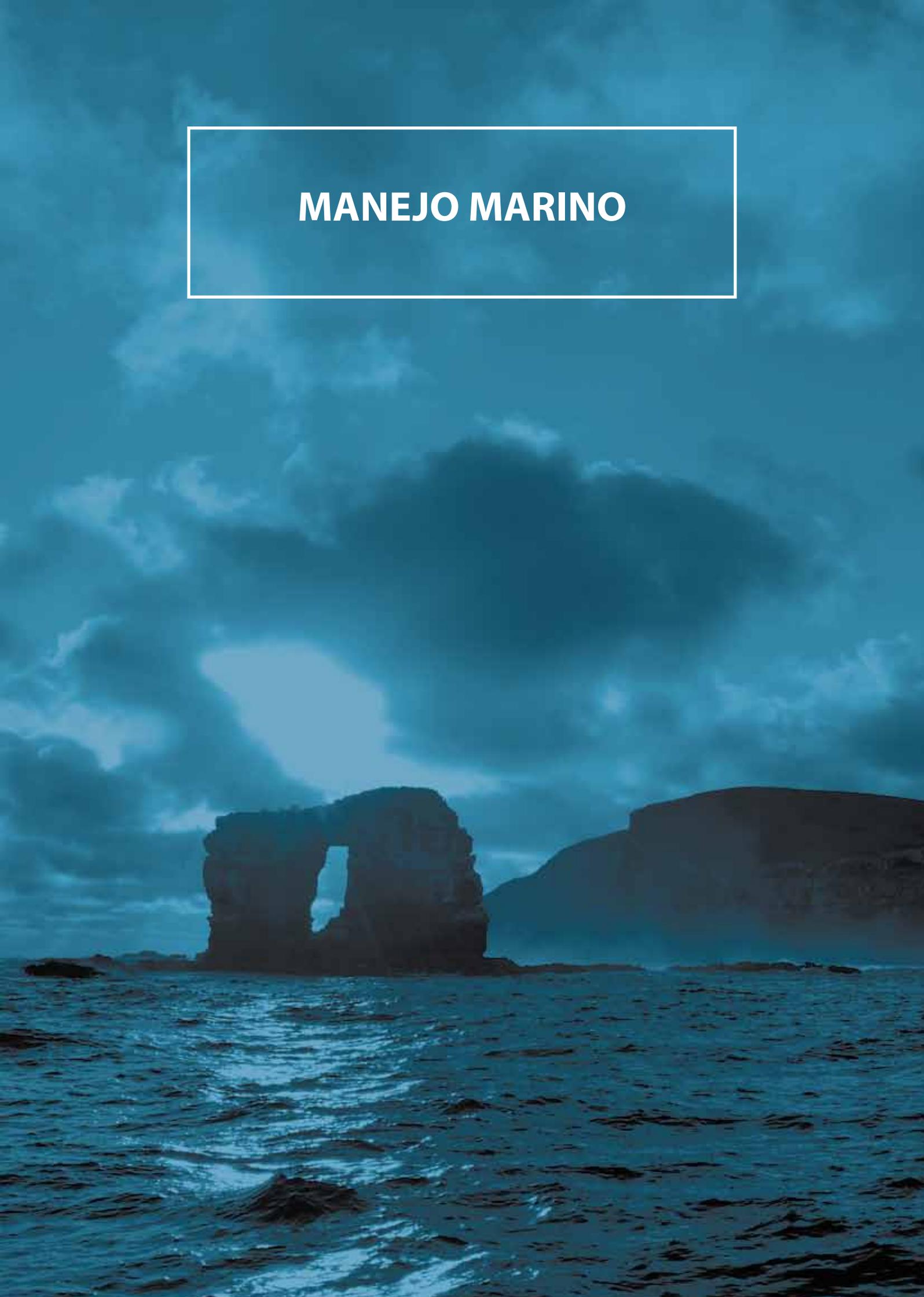






Foto: © John Garate

## ¿Cómo imaginan a la Reserva Marina de Galápagos sus usuarios?

María José Barragán P.

Departamento de Geografía, Universidad Memorial de Newfoundland, Canadá

¿Cuál es la primera imagen que viene a su mente cuando escucha la palabra Galápagos? Para la mayoría de personas, la imagen del archipiélago evoca “lo intocado, prístino, silvestre y natural” (Celata & Sanna, 2010). Estas imágenes, construidas alrededor de la idea del “wilderness” o vida silvestre (Castree & Braun, 2001) fueron creadas por los imaginarios occidentales dentro de la cultura consumista de la pos guerra (Kleese, 2002). Para otros, las islas representaron lo hostil (Ahassi, 2003) o también la posibilidad de “hacerse rico rápido” (i.e., “get-rich-quick”; Camhi, 1995) gracias a la bonanza traída por la explotación del pepino de mar. Según Moscovici (2000), esto obedece a representaciones sociales ligadas a contingentes culturales e históricos, y a sistemas de valores, ideas y prácticas usadas por la sociedad.

La creación de la Reserva Marina de Galápagos (RMG) es un ejemplo de estas construcciones sociales. Inicialmente asociada con la idea de protección de la exuberante biodiversidad marina e íntimamente vinculada al conocimiento científico, esta imagen ha sido utilizada como bandera de lucha por las fuerzas locales, hasta la actualidad, aun cuando imágenes contradictorias al ideal de protección y conservación de la biodiversidad en la RMG (Watkins & Cruz, 2007; Salcedo-Andrade, 2008) también han sido generadas.

La diversidad de imágenes manejadas por los usuarios de los recursos marinos en la RMG tiene gran relevancia en su gobernanza y en su viabilidad a futuro. De acuerdo con la teoría de la Gobernanza Interactiva (Kooiman *et al.*, 2005; Bavinck *et al.*, 2013), estas imágenes son decisivas para su mayor o menor gobernabilidad. Ellas representan aspectos normativos y cognitivos de los usuarios con relación al uso del recurso (Song & Chuenpagdee, 2014). Son útiles al bregar con temas de conservación, manejo y gobernanza de recursos, ambiente, áreas marinas protegidas (AMPs), y pesca (Axelrod, 1994; Stern & Dietz, 1994; Pita *et al.*, 2011; Chuenpagdee & Jentoft, 2009). Son útiles para la toma de decisiones pues ilustran la relación entre los que gobiernan y los que son gobernados (Bavinck *et al.*, 2005). Finalmente, incrementan la transparencia de los procesos, el deseo de los usuarios para participar (Chuenpagdee, 2011), e informa sobre las actitudes y comportamiento de los usuarios hacia la RMG, ilustrando las razones de su apoyo u oposición a ciertas medidas de manejo (Fischer & Van der Wal, 2007).

Lamentablemente, a pesar de lo ventajoso de integrarlas en el contexto de las AMPs, las imágenes humanas sobre la RMG han sido tradicional y afanosamente encubiertas al encarar la gobernanza de sus sistemas. Esto debido de modo principal al dominante enfoque positivista de las “ciencias duras” en la conducción de la investigación científica en Galápagos en menoscabo de un enfoque humanista de la operatividad de la RMG (Tapia *et al.*, 2009). Consecuentemente, se ha demostrado que este enfoque positivista único no ha solucionado las

dificultades para gobernar la RMG y tampoco ha sido tan objetivo como se creía. Así, la implementación de acciones de manejo, toma de decisiones y elaboración de políticas se han basado mayoritariamente y exclusivamente en sustentos científicos, influenciados por otra parte, por teorías, valores y poder (Longino, 1990), lo cual ha demostrado ser inapropiado y riesgoso.

Pero ¿a qué se refieren estas “imágenes” mencionadas por la gobernanza interactiva? Son aquello que la gente cree, lo que se piensa que deber ser, o lo que se percibe puede suceder, basados en interpretaciones de la sociedad sobre la realidad, que moldean los discursos públicos. Esta realidad, o nuestra vista de ella y sus construcciones sociales, se expresan como visiones, significados, ideas, representaciones, elementos cognitivos, conocimiento, hechos, juicios, presuposiciones, hipótesis, convicciones, fines y metas (Kooiman & Jentoft, 2009; Buijs, 2009; Buijs *et al.*, 2012).

Este estudio ilustra las imágenes de los usuarios sobre la RMG, su gestión y su estado actual, en un ámbito interdisciplinario a una meta-escala. La investigación contribuye a la literatura sobre gobernanza y gobernabilidad de las AMPs clarificando el rol, generalmente imperceptible, de las imágenes asociadas a las prácticas humanas (Kooiman & Jentoft, 2009). Este artículo propone: a) ilustrar las imágenes más comunes sobre la RMG; b) explorar cómo se formaron; y c) describir cómo influyen a la gobernanza de la RMG. Al final se presentan alternativas para incrementar la gobernabilidad de la RMG.

## Metodología

Se adoptó un paradigma metodológico cualitativo utilizando un estudio de caso para ilustrar el fenómeno de interés, sin generalizar los resultados fuera del contexto de esta investigación, ni hacia otros individuos o lugares, ni probando hipótesis en una muestra del universo (Stake, 1978; Gomm *et al.*, 2000; Stern, 2008; Golding, 2012; Robinson, 2014). Al contrario, se buscaron patrones y significados en los razonamientos de los participantes hacia la RMG. Combinando varios métodos o “triangulación” (Clifford & Valentine, 2003), se aplicaron entrevistas semi-estructuradas, conversaciones informales, y se incluyeron observaciones realizadas en reuniones públicas y sesiones de consulta. Se revisó exhaustivamente documentos relevantes (ej., publicaciones científicas y literatura gris) y otras fuentes de información (ej., TV y prensa local). La toma de datos duró cinco meses y medio entre fases durante 2010, 2011 y 2012. Se aplicó el “análisis temático” (Braun & Clarke, 2006) incluyendo códigos teóricos o deductivos (Crabtree & Miller, 1999; Brinkmann, 2013). Estos datos codificados se relacionaron posteriormente con los tipos de imágenes más comunes en los discursos de gobernanza de recursos marinos. Las imágenes se agruparon bajo las cuatro dimensiones filosóficas que sustentan su formación: expresiva, normativa, cognitiva

y afectiva (Swart *et al.*, 2001; Keulartz *et al.*, 2004; Stern, 2008).

Los datos provienen de 39 entrevistas aplicadas a miembros de siete sectores de usuarios directos de la RMG: ocho pescadores artesanales, diez operadoras de turismo, siete centros de buceo, una guía naturalista, cinco científicos(as), cinco oficiales de manejo y tres operadores de transporte marítimo. Tres participantes potenciales se negaron a ser entrevistados argumentando carecer de conocimientos relacionados al tema, o desconfianza e incomodidad de ser entrevistados.

## Resultados

### ¿Qué es la RMG para usted?

Las respuestas a la pregunta inicial “¿Qué es la RMG para Ud?”, produjeron 34 categorías de imágenes sobre la RMG y 13 temas relacionados (Tabla 1). Las imágenes identificadas se enmarcan principalmente bajo las dimensiones cognitiva, que se refiere al conocimiento (ej., “¿qué es?”, “¿para qué sirve?”, “¿qué beneficios provee?”), y normativa, que está relacionada con regulaciones y leyes en la RMG (ej., “¿cómo se maneja?”, “¿qué está permitido hacer?”). Otras imágenes tuvieron connotaciones afectivas (ej., sentido de pertenencia) y estéticas (ej., belleza). Los resultados muestran así que el conocimiento sobre la Reserva, las regulaciones, los afectos, y valores asociados al AMP forman la esencia de las imágenes de los usuarios. Dentro de un contexto más práctico y ejecutivo, estas imágenes se denominan “goles”, “fines” y “juicios”, y se relacionan con acciones concretas a desarrollarse o implementarse usando los instrumentos de manejo.

### ¿Dónde se originan las imágenes de la RMG?

Las imágenes sobre la RMG se originan de manera directa o indirecta. Las imágenes indirectas fueron obtenidas principalmente a través de los medios de comunicación, y por medio de familia o amigos. De modo interesante, la información científica y los investigadores parecen tener roles menos preponderantes en la creación de imágenes de lo que se había pensado, pues ningún entrevistado hizo referencia a fuentes de orden científico (ej., artículos de revistas científicas o expertos) para el conocimiento de la RMG.

Por otra parte, las imágenes directas fueron obtenidas in situ después de visitar el área o por medio de experiencias personales (ej., trabajando en el área). Así pues, la relación de los entrevistados con la RMG se considera como mecanismo directo que habilita la creación de imágenes. En este caso, cinco tipos principales de interacciones fueron identificadas: “pescando en la RMG”, “a través del turismo” (incluyendo buzos y agencias), “a través de negocios propios”, “a través de investigación” y “trabajando para la RMG”. Adicionalmente estas interacciones entre usuarios y la RMG mostraron variaciones en cuanto a si

son únicas (ej., una persona es solamente guía turística) o múltiples (ej., un empresario puede ser al mismo tiempo pescador; un pescador puede ser además guía de buceo). Además, el nivel de compromiso de los usuarios con la RMG varió temporalmente entre usuarios muy o poco involucrados en una etapa de su creación (ej., sea en el

establecimiento del AMP o actualmente en su manejo), o incluso a nivel de intensidad de interacción a través del involucramiento directo (ej., ejecutando acciones de conservación) o indirecto (ej., apoyando a terceros con financiamiento).

**Tabla 1.** Las 34 categorías y 13 temas de imágenes generadas de la pregunta “¿Qué es la RMG para Ud.?”. Las imágenes identificadas correspondieron principalmente a las dimensiones cognitiva (sombreado en gris claro) y normativa (sombreado en gris oscuro). Las imágenes afectivas y estéticas están sombreadas en negro.

<b>Categoría</b> (Song & Chuenpagdee, 2014)	<b>Tema</b> (Song & Chuenpagdee, 2014)	<b>Tipo Imagen</b> (Kooiman & Jentoft, 2009; Buijs, 2009; Buijs <i>et al.</i> , 2012)	<b>Aspecto filosófico asociado influenciando imágenes</b> (Swart <i>et al.</i> , 2001; Keulartz <i>et al.</i> , 2004; Stern, 2008)
Área Protegida (lugar/espacio/sector) Área Marina Protegida Preservación/protección Conservación	Área Protegida/lugar para protección/preservación	Goles, fines	Cognitivo
Recursos/especies (flora/fauna) preservación/protección Protección marina	Ambiente/hábitat/recursos/protección especies	Goles, fines, conocimiento	Cognitivo/Normativo
Características del AMP Marco de manejo/reglas/leyes Protección del AMP por personal Zonificación uso múltiple Modelo de toma decisiones (consensuado) Plan de Manejo	Estrategia manejo/instrumento	Goles, fines, conocimiento, juicio, hipótesis, hechos, representaciones	Cognitivo/Normativo
Uso limitado/ordenado de recursos Prohibición/exclusión pesca industrial Uso exclusivo para locales	Control/ordenamiento/exclusión uso recursos	Goles, fines, juicios, significados	Normativo
Vulnerabilidad Deficiencias en patrullaje/control Riesgo extinción	Limitaciones en gobernanza	Juicios, vistas, ideas	Normativo
Riesgo extinción	Limitaciones en conservación	Juicios, vistas, ideas, presuposiciones	Normativo
Pesca artesanal Turismo Buceo Snorkel*	Actividad humana lucrativa	Goles, fines, conocimiento, significado, representaciones	Normativo
Investigación científica Manejo Conservación	Actividad humana sin fines de lucro	Goles, fines, conocimiento, significados, hechos	Normativo
Diversidad Unicidad Valor Escala local/global/nacional/ internacional Escala temporal	Riqueza/valor	Conocimiento, hechos, representaciones	Afectivo/Estético/ Cognitivo
Fuente de ingresos para usuarios Turismo significa trabajo	Fuente ingresos	Juicios, vistas, ideas, significados	Afectivo/ Cognitivo
Sentimientos sobre la actividad Snorkel* Vida en el mar Significado individual /personal Nuestra provincia Orgullo Escenario idílico	Afectivo/sentido de pertenencia	Juicios, significados, representaciones	Afectivo
Atracción Snorkel* Unicidad	Estética	Goles, significados, vistas, ideas	Afectivo/Estético
Estatus provincial	Estatus político/administrativo	Goles, fines, representaciones	Cognitivo/Afectivo

\*Se asume como no necesariamente lucrativo, pues puede tener también interés recreativo, sin beneficio económico.

## Discusión

Las imágenes de la RMG representan diferentes cosas para las diferentes personas que las forman. La gobernanza interactiva nos permite reconocer que la RMG es altamente compleja, diversa, dinámica y que opera a múltiples escalas, todo lo cual influencia la diversidad de imágenes que se forman sobre la RMG. Por esto, igual que Kooiman *et al.* (2005), reconocemos a las imágenes de la RMG, junto a instrumentos y acciones, como elementos que influyen, profunda y determinadamente, en la gobernabilidad de esta AMP.

Esta investigación no busca encontrar, proponer o definir imágenes “buenas y correctas”, ni “malas e incorrectas”. Lo que pretende es contribuir, de manera práctica, al uso de esas “otras” dimensiones, diferentes a la cognitiva y normativa, y a la vez influyentes y determinantes en la formación de las imágenes de los usuarios. Para cumplir los objetivos planteados para el AMP se necesita una visión más incluyente, que vaya más allá del enfoque “manejador de recursos marinos” de la RMG. Proponemos entonces, la adopción de una imagen paradigmática generosa como la de una “gobernanza insular” para Galápagos (incluyendo ambientes terrestres y marinos).

Las imágenes de orden cognitivo y normativo fueron dominantes entre los participantes, probablemente debido a que se generan a través de los mecanismos usados para conocer la Reserva. Indudablemente, los medios de comunicación (i.e., cognitivo) y las regulaciones en el AMP (i.e., normativo) han jugado un papel preponderante para su creación y han servido para establecer vínculos entre medios (formación de imágenes) y generación de conocimiento. Esta idea, coincidiendo con Kooiman (2003), muestra el rol decisivo de los medios, no solamente en la creación de imágenes, sino también en su transmisión y evolución. En este caso, se reconoce, por ejemplo, que poco o nada se ha hecho para resolver los conflictos entre usuarios de la RMG vinculados con aspectos afectivos o estéticos.

La intensidad de interacciones entre los usuarios y la RMG varía. Se ha visto que el estar “involucrado” con la RMG no necesariamente implica un rol activo por parte del usuario. De hecho, interacciones neutras o inactivas también fueron registradas (ej., membrecías o asociaciones) y forman un nicho interesante a donde las estrategias de conservación deberían apuntar. Otra forma singular de interacción, es la “no interacción”. Ésta representa interacciones no existentes, por ejemplo, a través de la resistencia pasiva o inobservancia a las leyes (ej., ignorar, infringir o violar las regulaciones del AMP), o incluso de la participación en actividades ilegales o arbitrarias. Esto significa que aquellas imágenes evidentes no son las únicas con las cuales los usuarios (especialmente autoridades de control) deben lidiar. Aquellas imágenes escondidas y que son socialmente

aceptadas, explícitamente o por implicación, son también dignas de atención (ej., “Romper las reglas y prohibir la participación puede ser tolerado, dependiendo quién es excluido o qué regla es violada”).

La cualidad multi-temporal de las imágenes por parte de los usuarios (i.e., durante la creación de la RMG, cuando escucharon de la RMG por primera vez o por experiencia propia) muestra lo dinámico y complejo del proceso de formación de imágenes; en este caso, al ser creadas con base en el conocimiento o saber adquirido a través de “medios”, “de familia/amigos”, “visitando el área” o por medio de “experiencias personales”. Adicionalmente, parece que las relaciones entre usuarios y la RMG se determinan por objetivos (goles y fines) individuales (o familiares) para desarrollar, por ejemplo, pesca artesanal, turismo, iniciativas de negocios propios, investigación, o incluso, siendo parte del equipo que maneja el AMP. A nivel normativo, se vio que el hecho de poder/no poder desarrollar actividades tiene gran influencia en la creación de imágenes, por ejemplo, al explicar el concepto mismo de la RMG en función de las restricciones, normativas y regulaciones existentes en ella.

## Conclusiones

El vínculo establecido por los entrevistados entre imágenes de origen cognitivo y normativo fue imperceptible y nunca explícitamente mencionado. Se demuestra con esto que la imagen “final” de los usuarios sobre la RMG no tiene dominios claramente delimitados. De esta manera, se invita a un replanteamiento de los elementos de juicio para evaluar avances en la consecución de los objetivos del AMP.

Por lo tanto se concluye que:

- Las imágenes de la RMG muestran una variación inmensa, incluyendo imágenes homólogas y opuestas. No existen imágenes “correcta” o “estándar” de la RMG, ni siquiera aquellas del sector científico, pesquero, turístico, de manejo y de transporte marítimo. Las imágenes encontradas son contrastantes y reconocen la humanidad de los sistemas del AMP pues nos muestran cómo los usuarios “imaginan la RMG”.
- El clarificar imágenes escondidas o negociar imágenes opuestas no implica, necesariamente, que las interacciones en el gobernar y en el ser gobernado deban estar libres de discrepancias. Se sugiere, sino, que esos desencuentros sirvan como mecanismos para negociar y encontrar puntos comunes, y establecer compromisos entre usuarios. Se debe identificar la forma, por ejemplo, no solamente para lograr más apoyo de la población, sino cómo lograr, y mantener, ese apoyo mejor.
- El dominante efecto de los medios en la creación

y transmisión de imágenes debe servir como un mecanismo aliado para reevaluar y replantear las metas de la RMG.

- Las imágenes sobre la RMG, transmitidas por los medios y que comunican un área “prístina” e “intocada” deben modificarse. Existen evidencias suficientes que muestran el lado negativo de la actividad humana, por ejemplo del turismo, y que demuestran que esta área no es el destino y modelo ecoturístico por excelencia que se quiere promover.
- Las imágenes creadas por los usuarios nos han dado una pauta de cuál es, en general, el trasfondo filosófico para su formación. Sin embargo, ninguna de las imágenes cuenta con un único elemento ni podemos hablar de “pureza” de imágenes. Cada imagen es una combinación de aspectos que rodean los cuatro pilares filosóficos que influyen su creación. Por ello, el intento para disminuir conflictos entre usuarios y mejorar la gobernanza, por ejemplo, debe tomar en cuenta indudablemente estas cuatro dimensiones para atacar el problema de manera integral.

## Recomendaciones

Se sugiere incluir dominios cognitivos y normativos, pero también, atributos afectivos y estéticos en la planificación y desarrollo de actividades en el área protegida, pues mucho del comportamiento de los usuarios se origina en estos últimos. Se recomienda adaptar los mecanismos utilizados para proponer, negociar, mediar, resolver y mantener medidas que promueven la sustentabilidad

de la naturaleza y el bienestar de las comunidades en Galápagos. Se propone el uso de nuevas estrategias, enfocando los cuatro pilares filosóficos que forman parte del actuar y sentir de las personas, a la hora de diseñar un debate público renovado y responsable para decidir si Galápagos debería continuar con el discurso de racionalidad conservacionista o en su defecto, sería necesario replantear un cambio radical en el paradigma de manejo, hacia el de gobernanza, en las agendas políticas, económicas, y científicas en la RMG (Watkins, 2008; Tapia *et al.*, 2009). De esta manera, el sistema RMG que se gobierna y los medios para gobernarlo serían más apropiados y eficaces para incrementar su gobernabilidad a largo plazo, promover el bienestar común, y lograr el tan ansiado equilibrio.

## Agradecimientos

A la Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT) por el financiamiento para la conducción de esta investigación. A la Oficina de Estudiantes Graduados de la Universidad Memorial de Newfoundland por los fondos de apoyo para el programa de PhD. A la Dirección del Parque Nacional Galápagos por la concesión del permiso de investigación para el desarrollo de este estudio. Al Concejo de Investigaciones Sociales y de Humanidades de Canadá y al proyecto Too Big To Ignore por fondos de apoyo para asistir a eventos científicos. Gracias a todas las personas que participaron en las entrevistas y contribuyeron generosamente con su tiempo y conocimiento para el desarrollo de este estudio de caso. Y a los revisores anónimos que contribuyeron al mejoramiento de este artículo.

## Referencias

- Ahassi C. 2003. Lo Galapagueño, los Galapagueños. Proceso de construcción de identidades en las islas Galápagos. *Revista de Antropología Experimental* 7(14):169-176. [www.ujaen.es/huesped/rae](http://www.ujaen.es/huesped/rae).
- Axelrod LJ. 1994. Balancing personal needs with environmental preservation: Identifying the values that guide decisions in ecological dilemmas. *Journal of Social Issues* 50(3):85-104.
- Bavinck M, R Chuenpagdee, M Diallo, P van der Heijden, J Kooiman, R Mahon & S Williams. 2005. *Interactive fisheries governance*. Delft. Eburon Publishers.
- Bavinck M, R Chuenpagdee, S Jentoft & J Kooiman (Eds.). 2013. *Governability of fisheries and aquaculture: Theory and applications*. MARE Publication Series 7. Springer Science+Business Media Dordrecht.
- Braun V & V Clarke. 2006. Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology* 3:77-101.
- Brinkmann S. 2013. *Qualitative interviewing: Understanding qualitative research*. Oxford, New York.
- Buijs AE. 2009. Lay people's images of nature: Comprehensive frameworks of values, beliefs, and value orientations. *Society and Natural Resources* 22:417-432.
- Buijs AE, T Hovardas, H Figari, P Castro, P Devine-Wright, A Fischer, C Mouro & S Selge. 2012. Understanding people's ideas on natural resource management: Research on social representations of nature, society & natural resources. *An International Journal* 25:1167-1181.
- Camhi M. 1995. Industrial fisheries threaten ecological integrity of the Galapagos Islands. *Conservation Biology* 9(4):715-724.
- Castree N & B Braun (Eds.). 2001. *Social nature: Theory, practice, and politics*. Blackwell: Essex.

- Celata F & VS Sanna. 2010. Ambientalismo y (post-) política en un espacio de reserva: el archipiélago de las Galápagos. *ScriptaNuova* 14(62):331.
- Chuenpagdee R & S Jentoft. 2009. Governance assessment for fisheries and coastal systems: a reality check. *Human Ecology* 37:109-120.
- Chuenpagdee R (Ed.). 2011. *World small-scale fisheries contemporary visions*. Eburon Delft.
- Clifford NJ & G Valentine (Eds.). 2003. *Key methods in geography*. Sage Publications.
- Crabtree B & W Miller. 1999. A template approach to text analysis: Developing and using codebooks. *En: Crabtree B & W Miller (Eds.), Doing qualitative research*, pp. 163-177. Newbury Park, CA: Sage.
- Fischer A & R Van der Wal. 2007. Invasive plant suppresses charismatic seabird: The construction of attitudes towards biodiversity management options. *Biological Conservation* 135(2):256-267.
- Gomm R, M Hammersley & P Foster. 2000. *Case study method: Key texts, key issues*. Sage. London.
- Golding SA. 2012. Rural identities and the politics of planning: The case of a Midwestern destination county, society and natural resources. *An International Journal* 25(10):1028-1042.
- Keulartz J, H van der Windt & J Swart. 2004. Concepts of nature as communicative devices: The case of Dutch nature policy. *Environmental Values* 13(1):81-99.
- Kleese D. 2002. Contested natures: Wolves in late modernity. *Society and Natural Resources* 15:313-326.
- Kooiman J. 2003. *Governing as governance*. SAGE Publication. London.
- Kooiman J, M Bavinck, S Jentoft & R Pullin. 2005. *Fish for life: Interactive governance for fisheries*. Amsterdam University Press. Amsterdam.
- Kooiman J & S Jentoft. 2009. Meta-governance: Values, norms and principles, and the making of hard choices. *Public Administration* 87(4):818-836.
- Longino HE. 1990. *Science as social knowledge: Values and objectivity in scientific inquiry*. Princeton: Princeton University Press. Citado en: Mumford and Callicot, 2003. A hierarchical theory of value applied to the Great Lakes and their fishes. Pp. 50-74, en: Dallmeyer DG (ed.). 2005. *Values at sea: Ethics for the marine environment*. The University of Georgia Press. Athens, Georgia.
- Moscovici S. 2000. *Social representations: Explorations in social psychology*. Cambridge: Polity Press. *En: Buijs, et al., 2012*
- Pita C, GJ Pierce, I Theodossiou & K Macpherson. 2011. An overview of commercial fishers' attitudes towards marine protected areas. *Hydrobiologia* 670:289-306.
- Robinson O. 2014. Sampling in interview-based qualitative research: A theoretical and practical guide. *Qualitative Research in Psychology* 11(1):25-41.
- Salcedo-Andrade A. 2008. *Galápagos: conflictos en el paraíso*. Serie Magister. Vol. 83. Universidad Andina Simón Bolívar / AbyaYala / Corporación Editora Nacional. Quito.
- Song A & R Chuenpagdee. 2014. Stakeholder's images from South Korean fisheries. *Ocean & Coastal Management* 100:10-19.
- Stake RE. 1978. The case study method in social inquiry. *Educational Researcher* 7(2):5-8.
- Stern PC & TC Dietz. 1994. The value basis of environmental concern. *Journal of Social Issues* 50(3):65-84.
- Stern MJ. 2008. The power of trust: Toward a theory of local opposition to neighboring protected areas. *Society & Natural Resources* 21(10):859-875.
- Swart JAA, HJ van der Windt & J Keulartz. 2001. Valuation of nature in conservation and restoration. *Restoration Ecology* 9(2):230-238.
- Tapia W, P Ospina, D Quiroga, JA González & C Montes (Eds.). 2009. *Ciencia para la sostenibilidad en Galápagos: El papel de la investigación científica y tecnológica en el pasado, presente y futuro del archipiélago*. Parque Nacional Galápagos. Universidad Andina Simón Bolívar/Universidad Autónoma de Madrid/USFQ. Quito.
- Watkins G & F Cruz. 2007. *Galapagos at risk: A socioeconomic analysis of the situation in the archipelago*. Puerto Ayora, Province of Galapagos, Ecuador, Charles Darwin Foundation.
- Watkins G. 2008. A paradigm shift in Galapagos research. *Journal of Science and Conservation in the Galapagos Islands* 65:30-36.



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<sup>1,2</sup>, Terence Dawson<sup>2</sup>, Ken Collins<sup>3</sup> y Stuart Banks<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fundación Charles Darwin, <sup>2</sup>Universidad de Dundee, RU, <sup>3</sup>Universidad 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).

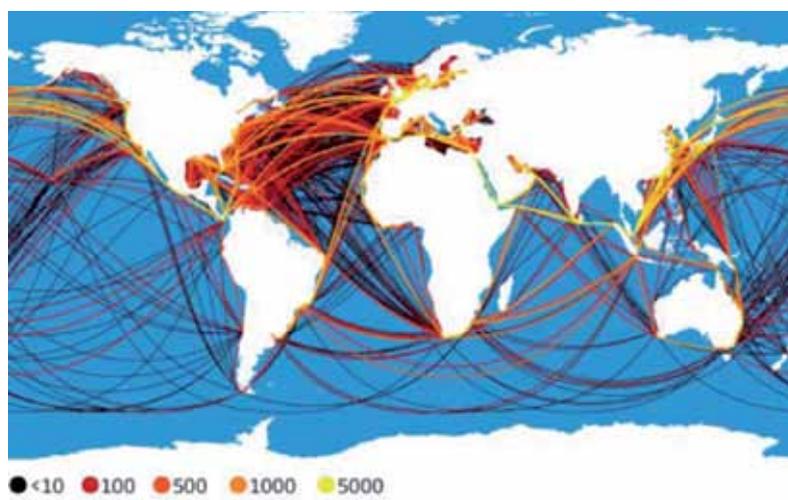


Figura 1. Tráfico marino a nivel mundial en 2007 (Seebens *et al.*, 2013).

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).

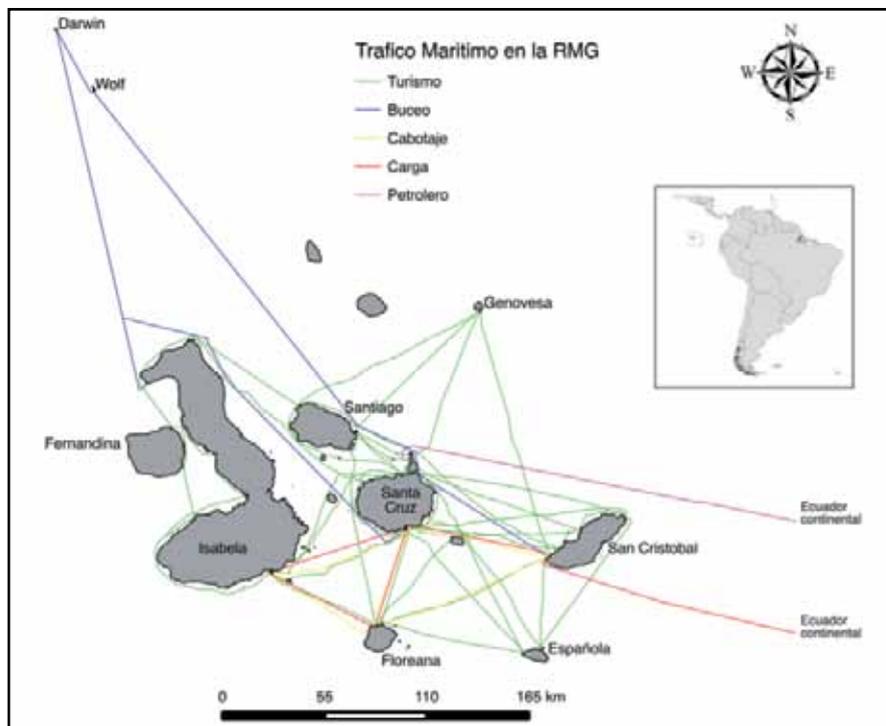


Figura 2. Principales rutas de tráfico marino en la RMG en 2014.

### 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.



Foto: © Pam Le Claire

## Vigilancia sanitaria de la fauna marina en las islas Galápagos: Resultados del primer año de la Red de Respuesta Rápida

Carolina García-Parra<sup>1</sup> y Washington Tapia<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fundación Charles Darwin, <sup>2</sup>Dirección del Parque Nacional Galápagos

### Introducción

La fauna marina, especialmente los mamíferos marinos, actúan como centinelas del océano y de la salud humana, proporcionando información temprana esencial sobre las amenazas y los impactos a los ecosistemas marinos, lo cual permite el establecimiento de estrategias de conservación preventivas (Bossart, 2006).

Galápagos es el hogar de un ambiente natural único, pero varios factores que son consecuencia del constante incremento de expansión de las actividades humanas, están amenazando a la salud de muchas especies emblemáticas. Se incluyen entre las inquietudes con respecto al ecosistema marino: un aumento en la tasa de contaminación, tráfico marítimo e importación de productos desde el continente, los impactos de las especies introducidas, la sobrepesca de algunas especies comerciales, y cambios en la estructura del ecosistema y la disponibilidad de los recursos debido al cambio climático (Álava *et al.*, 2009 & 2011). Investigaciones previas relacionadas con la salud de la vida silvestre de Galápagos se han centrado en la detección de enfermedades en poblaciones de aves y lobos marinos, y en los impactos antropogénicos en tortugas marinas y aves (Salazar, 2006; Salazar *et al.*, 2007; Deem *et al.*, 2008; Zárate, 2009; Jiménez-Uzcátegui, 2010; Parra *et al.*, 2010). Sin embargo, estos programas tuvieron una duración limitada debido a una carencia de financiamiento.

Hasta 2013, a pesar de varios reportes aislados de animales heridos que fueron manejados por la Dirección del Parque Nacional Galápagos (DPNG), no existía una red oficial de emergencia para detectar y responder rápidamente ante ejemplares de vida silvestre enfermos, heridos o muertos en la Reserva Marina de Galápagos (RMG). Así mismo, tampoco se disponía de un programa sistemático para el monitoreo de la salud y seguimiento de enfermedades, ni para la aplicación de cuidados y tratamientos veterinarios. Muchos de los animales que llegaban a la costa eran simplemente dejados in situ o enterrados en la playa. La recolección de datos resultaba a menudo inconsistente y se destinaban escasos esfuerzos para determinar la causa de la muerte y el estado de salud poblacional.

En 2012, la Fundación Charles Darwin (FCD) inició el primer Programa de Vigilancia Sanitaria de la Fauna Marina para implementar un programa de vigilancia a largo plazo y determinar las amenazas más relevantes para las especies marinas emblemáticas de la RMG, como lobos marinos, focas peleteras, tortugas marinas, aves marinas, iguanas marinas y cetáceos. En 2013 se estableció un acuerdo bi-institucional entre la DPNG y la FCD para desarrollar una metodología efectiva y organizar una Red de Respuesta Rápida (RRR), la misma que incluye protocolos estandarizados, capacitación del personal técnico y participación

de la comunidad (García-Parra, 2013), estableciendo de esa manera la herramienta básica para un programa de vigilancia sanitaria pasiva.

Este programa tiene por objetivo responder a nuevos casos de fauna accidentada y/o enferma y proporcionar a los manejadores de la DPNG información relevante sobre el estado de salud y amenazas a la vida silvestre para facilitar la toma de decisiones y salvaguardar la biodiversidad marina y la conservación ambiental. A continuación, se presentan los resultados del primer año de operación de la RRR.

**Métodos**

**Vigilancia sanitaria pasiva**

La vigilancia pasiva implica la recolección de datos y muestras de los animales heridos, enfermos o muertos que se detectan en la costa para identificar las patologías y los

orígenes del deceso, los cuales podrían estar relacionados con mortalidades emergentes, puntuales o masivas debido a causas naturales o antropogénicas. Con el afán de detectar rápidamente a los animales, la RRR opera a través de una línea de emergencia las 24 horas del día, los siete días de la semana, la misma que activa una red de manejadores de recursos naturales, guardaparques, veterinarios y voluntarios locales. Se diseñaron protocolos de acción estandarizados tanto para los animales vivos como para los muertos (Figura 1). Cuando las heridas de un animal vivo son causadas por actividades humanas, se provee asistencia clínica veterinaria de acuerdo a una serie de criterios éticos establecidos y desarrollados junto con la DPNG. Si los cadáveres presentan las condiciones adecuadas, se realizan necropsias completas en los animales muertos. Las muestras de necropsia se preservan utilizando tres métodos (10% formalina, "RNA-later" y congelación a -20°C) y después son enviadas a laboratorios internacionales especializados para efectuar análisis histopatológicos, microbiológicos y toxicológicos para determinar las causas de la muerte.



Figura 1. Diagrama del sistema operativo de la Red de Respuesta Rápida (RRR).

**Capacitación y campaña participativa**

Entre julio y agosto de 2013 se organizaron dos talleres de entrenamiento sobre "Operatividad y Protocolos de la Red de Respuesta Rápida". Setenta y cinco guardaparques fueron instruidos sobre los protocolos de la RRR, la manipulación y aplicación de primeros auxilios de animales silvestres vivos, estandarización en la recolección de datos e identificación de especies marinas.

Para incrementar la efectividad de la RRR, se informó a 500 guías naturalistas de Galápagos sobre el Programa de Vigilancia de la Salud de la Vida Silvestre, los logros del proyecto RRR y datos preliminares, así como del rol de los guías naturalistas como potenciales miembros de la red.

**Resultados**

Durante 2013, la RRR atendió a 74 animales: 33 animales vivos y 41 animales muertos. Los animales vivos incluyeron 19 (58%) aves, 7 (21%) mamíferos y 7 (21%) reptiles. Los animales muertos incluyeron 26 (63%) reptiles, 9 (22%) aves y 6 (15%) mamíferos marinos (Tabla 1).

A pesar de que el proyecto de vigilancia sanitaria estaba originalmente enfocado a fauna marina, también se brindó asistencia a fauna terrestre durante 2013; los resultados se incluyen en el presente trabajo.

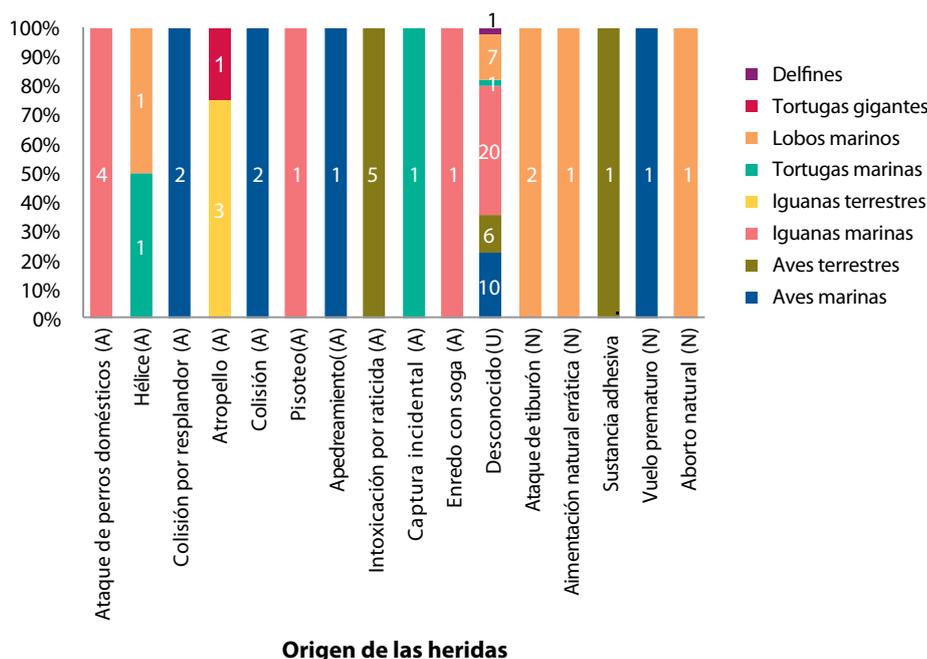
De los 74 animales detectados, 45 (61%) no mostraron ningún indicio que pudiera confirmar el origen de la herida, razón por la que se incluyeron en la categoría

de causas desconocidas. Veintitrés animales (31%) presentaron claras marcas de impactos antropogénicos y 6 (8%) fueron identificados como causas naturales. Las causas relacionadas con actividades humanas incluyeron: intoxicación por ingesta de raticida (22%), ataque por perros domésticos (18%), atropello (17%), impacto por

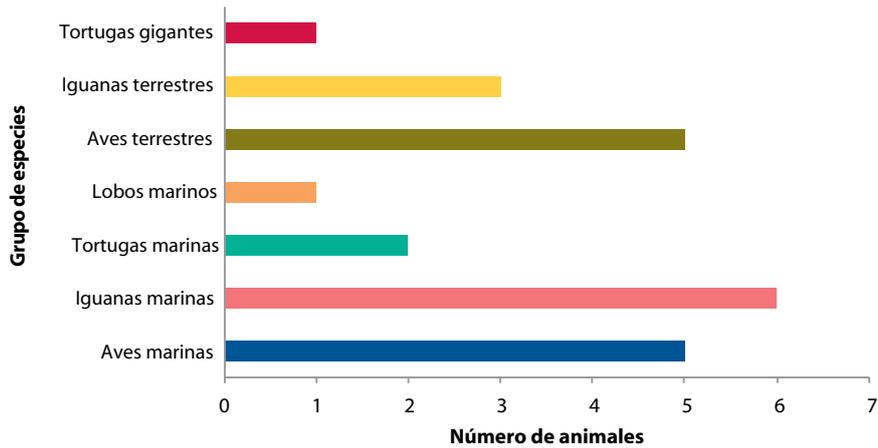
hélice (9%) y colisión debida a un resplandor excesivo (9%) (Figura 2). Las iguanas marinas (6 casos, 26%), las aves marinas (5 casos, 22%) se identificaron como las especies heridas más afectadas por causas antropogénicas (Figura 3).

**Tabla 1.** Especies vivas y muertas detectadas por la RRR durante 2013.

Clase	Especie		Hábitat		Número de animales	
	Nombre científico	Nombre común	Terrestre	Marino	Muerto	Vivo
Aves	<i>Asioflammeus galapagoensis</i>	Lechuzas de campo	X		0	1
	<i>Buteo galapagoensis</i>	Gavilán de Galápagos	X		5	0
	<i>Coccyzus melacoryphus</i>	Aguatero	X		1	0
	<i>Gallinula chloropus</i>	Gallinula común	X		0	1
	<i>Geospiza spp</i>	Pinzones	X		0	1
	<i>Leucophaeus fuliginosus</i>	Gaviota de lava		X	0	1
	<i>Nyctanassa violacea pauper</i>	Garza nocturna (huaque)	X		0	3
	<i>Pelecanus occidentalis urinator</i>	Pelicano café		X	3	4
	<i>Phaethon aethereus</i>	Pájaro tropical de pico rojo		X	0	1
	<i>Pterodrom aphaeopygia</i>	Petrel de Galápagos		X	0	1
	<i>Puffinus subalaris</i>	Pufino de Galápagos		X	0	6
	Mamíferos	<i>Tursiops truncates</i>	Delfín nariz de botella		X	0
<i>Zalophus wollebaeki</i>		Lobo marino de Galápagos		X	6	6
Reptiles	<i>Amblyrhynchus cristatus</i>	Iguana marina		X	22	4
	<i>Chelonia mydas</i>	Tortuga verde		X	1	2
	<i>Chelonoidis spp</i>	Tortuga gigante de Galápagos	X		1	0
	<i>Conolophus subcristatus</i>	Iguana terrestre de Galápagos	X		2	1
<b>Total</b>					<b>41</b>	<b>33</b>



**Figura 2.** Causas de heridas detectadas por la RRR en la vida silvestre en 2013 (A = Antropogénico; D = Desconocido; N = Natural).



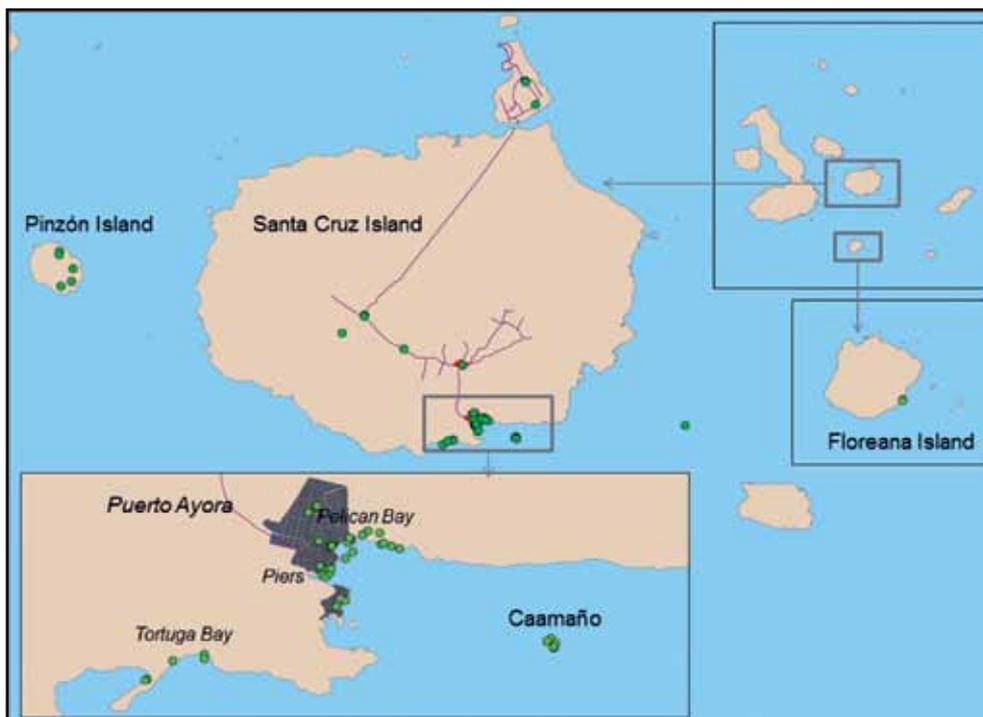
**Figura 3.** Número de animales heridos o muertos debido a causas antropogénicas en 2013.

Cincuenta y ocho de las 74 respuestas de la RRR ocurrieron en la isla Santa Cruz, con una concentración mayor en el área de Pelican Bay (Figura 4).

**Evento de mortalidad inusual en iguanas marinas**

A principios de septiembre de 2013, guías naturalistas de Galápagos reportaron el avistamiento de iguanas marinas vomitando e iguanas marinas muertas en Tortuga Bay, isla Santa Cruz. La DPNG y la FCD, con el apoyo de la Agencia de Regulación y Control de la Bioseguridad y Cuarentena para Galápagos (ABG), llevaron a cabo exámenes clínicos completos de la salud de 300 individuos. Entre septiembre y diciembre de 2013, se detectaron cerca de 200 individuos muertos: en Santa Cruz (~100), Española (16) y Floreana (82). El personal de la FCD realizó necropsias

a 20 especímenes que revelaron ulceraciones orales, estómagos compactados llenos de algas rojas y verdes no digeridas, esofagitis severa, gastritis y enteritis. El examen histopatológico (ejecutado por ZooPath) de 16 individuos confirmó glositis y esofagitis necróticas severas, neumonía intersticial leve, congestión aguda en el hígado y el bazo, y una leve necrosis renal tubular en los riñones. Nueve de los animales estudiados presentaron lesiones similares a las causadas por herpesvirus, sugiriendo un origen infeccioso de la enfermedad. Las muertes se asociaron a choque endotóxico. El análisis molecular (realizado por la Universidad de Florida) identificó un nuevo herpesvirus pero se necesita profundizar más en la investigación para establecer el significado clínico del evento de la mortalidad inusual. Los resultados de la determinación de biotoxinas están pendientes de confirmación.



**Figura 4.** Distribución de los animales detectados por la RRR en 2013.



Foto: © Alan Kriegsfeld

## Recomendaciones

Cerca de una tercera parte (31%) de los animales detectados por la RRR fue confirmada como afectados por efectos antropogénicos. Esto debería ser considerado como una advertencia para los manejadores de las áreas protegidas para fortalecer e incrementar sus estrategias y esfuerzos de mitigación. De acuerdo a los resultados de 2013, las estrategias de manejo deberían centrarse en:

**Pelican Bay:** A pesar de la prohibición de la DPNG, los pescadores y turistas continúan alimentando a la fauna silvestre. Como consecuencia, las aves marinas (especialmente los pelícanos) y los lobos marinos frecuentan el sitio de manera continua, dando como resultado que algunos sean lastimados por los pescadores en su esfuerzo de evitar que les roben la pesca o que se les ofrezcan alimentos inapropiados, como los huesos del atún. Así mismo existen riesgos potenciales para la salud humana (mordeduras, zoonosis, etc.). Sería recomendable implementar campañas educativas e informativas para concienciar a los pescadores y turistas, con el afán de reducir el contacto entre los humanos y la vida silvestre en Pelican Bay. De igual modo, la DPNG debería incrementar sus esfuerzos de vigilancia.

**Iguanas marinas y ataques de perros domésticos:** Es esencial el control de los perros domésticos para

la protección de las especies endémicas. Las iguanas marinas son especialmente vulnerables durante las temporadas de reproducción, anidación y eclosión. Debería considerarse la mejora y ampliación de las campañas de educación y entrenamiento de mascotas, y coordinar dichas acciones entre todas las instituciones de manejo y conservación.

### Impactos del tráfico en las vías sobre iguanas y aves:

Se recomienda el incremento del control del tráfico y las multas en las vías de acceso al aeropuerto y en áreas urbanas, para reducir los daños y la mortalidad en vida silvestre. Las campañas de educación deberían ser paralelas a estos esfuerzos.

### Impactos por embarcación a lobos marinos y tortugas marinas:

Se recomienda la mejora y refuerzo de las regulaciones del tráfico de embarcaciones. Las recomendaciones incluyen: reducir los límites de velocidad dentro de las tres primeras millas fuera de la costa, mejorar el control e incrementar las campañas de educación e información.

La Red de Respuesta Rápida ha demostrado ser una herramienta útil para vigilar la salud de la vida silvestre. Sin embargo, para asegurar el éxito a largo plazo, la DPNG debe incrementar su capacidad de supervisión del programa a perpetuidad, mantener un servicio veterinario dentro de la organización e identificar fondos para

apoyarlo. Se necesita facilidades apropiadas, permanentes y equipadas para brindar asistencia a los animales vivos, realizar necropsias y análisis rutinarios de laboratorio no sólo en Santa Cruz sino en las islas San Cristóbal e Isabela.

## Agradecimientos

Los autores desean agradecer su colaboración al

Fondo Lindblad/National Geographic, a la Asociación Internacional de Operadores de Turismo de Galápagos (IGTOA), Fauna & Flora Internacional/DEFRA, a Galapagos Conservancy, Galapagos Conservation Trust, ZooPath, a la Universidad de Florida, a la Dirección del Parque Nacional Galápagos, a la Agencia de Regulación y Control de la Bioseguridad y Cuarentena para Galápagos, y a la Fundación Charles Darwin.

## Referencias

Alava JJ, MG Ikonou, PS Ross, D Costa, S Salazar & FAPC Gobas. 2009. Polychlorinated biphenyls (PCBs) and polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) in Galapagos sea lions (*Zalophus wollebaeki*). *Environmental Toxicology and Chemistry* 28:2271–2282.

Alava JJ, S Salazar, M Cruz, G Jiménez-Uzcátegui, S Villegas Amtmann, D Páez-Rosas, DP Costa, PS Ross, MG Ikonou & FAPC Gobas. 2011. DDT strikes back: Galapagos sea lions face increasing health risks. *AMBIO* 40:425-430.

Bossart GD. 2006. Marine mammals as sentinel species for oceans and human health. *Oceanography* Vol. 19, No. 2.

Deem SL, PG Parker & RE Miller. 2008. Centre for Avian Health in the Galápagos Islands. WAZA-Project 04019. WAZA Magazine 10.

García-Parra C. 2013. Manual de procedimientos para la Red de Respuesta Rápida de Fauna Marina de las Islas Galápagos. Informe técnico No. 2, 2013. Fundación Charles Darwin. Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador. 67 pp.

Jiménez-Uzcátegui G. 2010. Monitoreo de lobo marino (*Zalophus wollebaeki*) y peletero (*Arctocephalus galapagoensis*). Informe técnico. Fundación Charles Darwin.

Mörner T, DL Obendorf, M Artois & MH Woodford. 2002. Surveillance and monitoring of wildlife disease. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.* 21 (1):67-76.

Parra M, SL Deem & E Espinoza. 2010. Registro de varamientos de tortugas marinas de los sitios de monitoreo de la actividad de anidación de la tortuga verde (*Chelonia mydas*) durante la temporada de anidación 2009/10. Informe técnico. Fundación Charles Darwin.

Salazar S, S Banks & B Milstead. 2007. Health and population status of the Galapagos sea lion (*Zalophus wollebaeki*) and fur seal (*Arctocephalus galapagoensis*). Informe final 2005-2007. Fundación Charles Darwin.

Salazar S. 2006. Conflicts between Galapagos sea lions and humans in Puerto Baquerizo, San Cristóbal Island (Actualizado el 20/Nov/2006). Informe técnico presentado al director de la DPNG.

Zárate P. 2009. Amenazas para las tortugas marinas que habitan el Archipiélago de Galápagos. Informe técnico. Fundación Charles Darwin.



Foto: © Rick Beldegreen

## Evaluación de la incidencia de impacto de embarcaciones en tortuga verde (*Chelonia mydas*) en el sur de Isabela, Galápagos

Macarena Parra<sup>1</sup>, Jesús Jiménez<sup>1</sup> y Verónica Toral<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fundación Charles Darwin, <sup>2</sup>WWF Ecuador

### Introducción

Después de México, el archipiélago de Galápagos es el segundo stock reproductivo de tortuga verde, la especie de tortuga más abundante en la Reserva Marina de Galápagos (RMG) y la más importante del Pacífico Este Tropical (NMFS/USFWS, 1998; Seminoff, 2004). Las islas proveen importantes zonas de forrajeo para la población residente (NMFS & USFWS, 1998; Seminoff *et al.*, 2007), que se agrega en zonas costeras de las islas. Otra parte de la población migra hacia zonas de alimentación en Centro y Sudamérica (Seminoff *et al.*, 2007).

Una significativa parte de la población de tortuga verde del Pacífico este depende de las playas de anidación y sitios de alimentación de Galápagos. A pesar de que las islas Galápagos proveen buenas condiciones para la tortuga verde, el incremento de las actividades antropogénicas tanto en zonas de alimentación como en sitios de anidación amenazan a la población de Galápagos (Zárate, 2009). Estas amenazas incluyen el impacto con embarcaciones, interacción con actividades de pesca, y consumo e ingesta de desechos por las tortugas (Zárate y Carrión, 2007; Zárate, 2009; Parra *et al.*, 2011; Denkinger *et al.*, 2013).

Este proyecto tuvo como objetivos proporcionar información sobre el uso del hábitat de reproducción de las hembras anidadoras en Quinta Playa, Isabela – el mayor sitio de anidación del archipiélago, conocer la distribución del tránsito marino en o próximo a este sitio de reproducción, y determinar la incidencia de impacto de embarcaciones en las hembras anidadoras. Aquí se presentan los datos relacionados con el impacto del turismo sobre las tortugas. Los resultados generados proveen información importante para que la Dirección del Parque Nacional Galápagos (DPNG) desarrolle estrategias de manejo que ayuden a la conservación de esta especie en las islas.

### Métodos

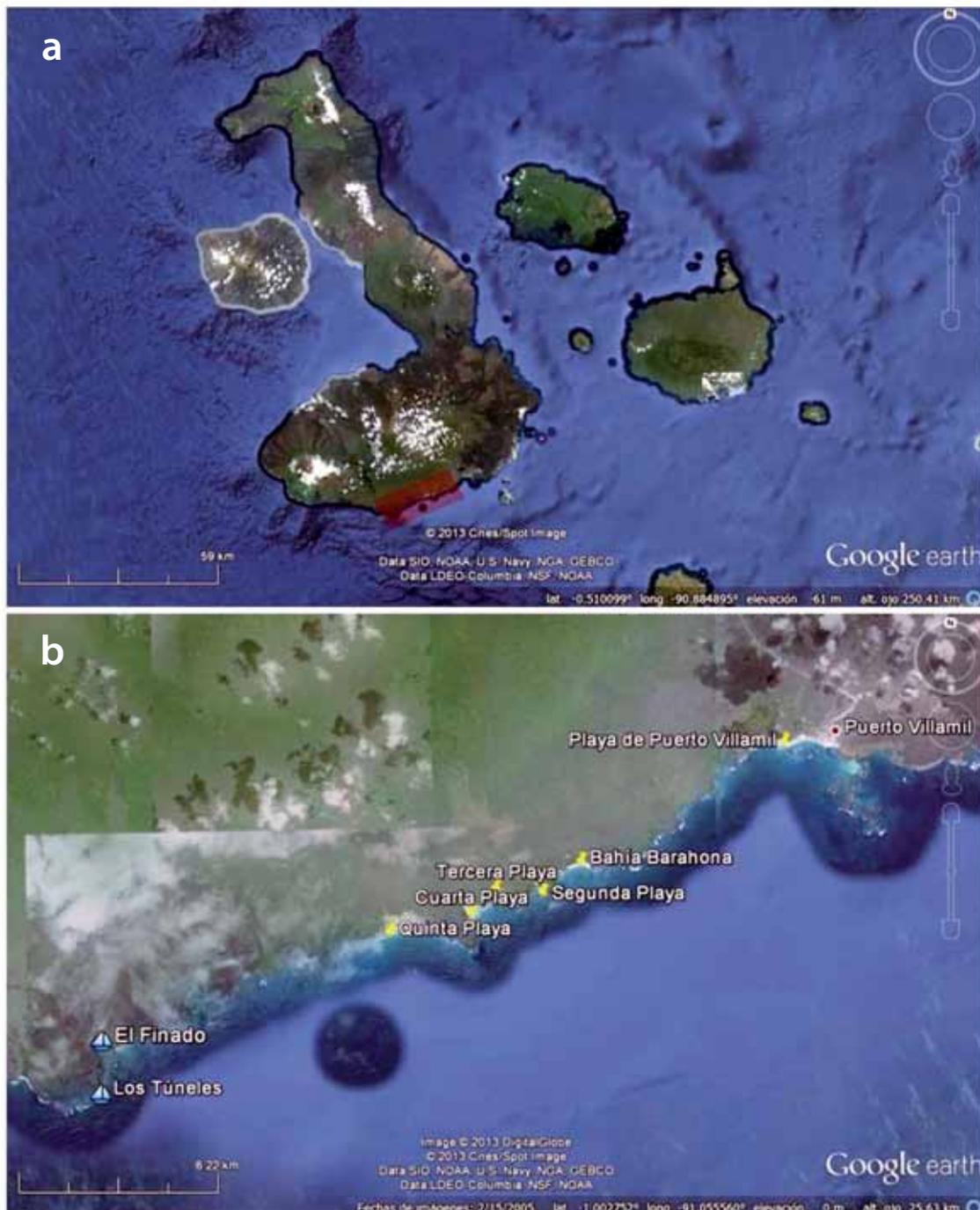
#### Sitio de estudio

Quinta Playa, el mayor sitio de anidación de tortuga verde en el archipiélago de Galápagos, se encuentra en el sur de la isla Isabela, aproximadamente a 13 km al oeste de Puerto Villamil. Quinta Playa forma parte de una importante zona de anidación de la tortuga verde, compuesta por: Playa de Puerto Villamil; Bahía Barahona; y Segunda, Tercera, Cuarta y Quinta Playas.

Quinta Playa se encuentra próxima a dos atractivos turísticos marinos populares de Isabela, que operan bajo la actividad de turismo de pesca vivencial: Los Túneles y El Finado, ubicados aproximadamente a 10 km de Quinta Playa (Figura 1). En

los últimos años, el incremento de las actividades de turismo diario en Isabela ha aumentado el tránsito de embarcaciones que se desplazan entre Puerto Villamil

hacia los sitios de turismo antes mencionados, abarcando toda la zona de anidación de tortugas verdes durante la navegación.



**Figura 1.** Mapa del archipiélago de Galápagos y zonas de anidación de tortuga verde en isla Isabela. a) Mapa general de las islas, el polígono rojo representa la zona con presencia de playas de anidación para la tortuga verde en isla Isabela. b) Mapa de la región sur de isla Isabela, los puntos amarillos representan las seis playas de anidación que de este a oeste son: Playa de Puerto Villamil, Bahía Barahona, Segunda Playa, Tercera Playa, Cuarta Playa y Quinta Playa; se indican también los puntos de la zona urbana (Puerto Villamil) y los sitios de visita turística Los Túneles y El Finado.

### Monitoreo de embarcaciones de tour diario

Para determinar la distribución y velocidad de navegación de las fibras rápidas que visitan diariamente los dos sitios de visita, Los Túneles y El Finado, se utilizaron 10

dispositivos de rastreo GPS I- GoTU GT- 600 de Movable Acción®, programados para tomar las geo-referencias automáticamente durante la travesía. Estos aparatos fueron transportados por pasajeros, capitanes o miembros de la tripulación durante cada recorrido.



**Figura 2.** Tortuga equipada con transmisor satelital al momento de la liberación.

Una vez recuperado cada dispositivo, los datos fueron descargados y analizados utilizando la herramienta Postgres – PostGis, obteniéndose la ruta y velocidad de cada recorrido rastreado.

Adicionalmente, con los registros de las salidas de fibras hacia Los Túneles y El Finado proporcionados por la Oficina Técnica del Parque Nacional Galápagos de Puerto Villamil, se determinó la frecuencia de recorridos de las fibras a los sitios en cuestión.

### **Uso de hábitat de las hembras anidadoras**

Para la determinación del uso de hábitat y distribución espacial de las hembras anidadoras de tortuga verde en la zona de anidación, se realizó el seguimiento satelital de cinco individuos, que anidaban en Quinta Playa, utilizando transmisores FastLoc F4H 471A © de Sirtrack (Figura 2). La información satelital de cada hembra fue descargada desde la plataforma Argos Web (<https://argos-system.cls.fr/cwi/Welcome.do>) y procesada utilizando la herramienta AdehabitatHR del software estadístico R para el cálculo del área de actividad de cada tortuga.

### **Incidencia de impacto de embarcaciones en hembras anidadoras**

La evaluación de daños en las hembras anidadoras se realizó durante el monitoreo de la anidación de las tortugas en Quinta Playa, el cual se llevó a cabo entre el 15 de diciembre de 2012 hasta el 30 de mayo de 2013.

Durante el examen corporal, cada hembra anidadora fue revisada minuciosamente en busca de lesiones tanto en el carapacho, aletas delanteras y posteriores, zona del

cuello y cabeza. El registro de daños se realizó utilizando un esquema corporal donde se detallaba: ubicación, longitud, profundidad y tipo de daño (corte, fractura, hueco, falta de algún trozo de carapacho, mutilación de miembros) encontrado en cada hembra.

Se consideró como daño causado por una embarcación a las heridas o cicatrices correspondientes a cortes, fracturas, huecos en la zona central del carapacho y pérdidas de secciones de carapacho que tuvieran una longitud o diámetro superior a los 4 cm, según los criterios citados en la literatura (Phelan & Eckert, 2006; Sapp, 2010; Heinrich *et al.*, 2012; Norton *et al.*, 2013). Así mismo, las lesiones fueron clasificadas como recientes (cuando la lesión era fresca) y como antiguas (cuando la lesión ya estaba cicatrizada); así se pudo diferenciar entre lesiones ocurridas durante la temporada de anidación y lesiones adquiridas en las zonas de alimentación y/o migración hacia el sitio de anidación.

### **Evaluación de riesgo de impacto de embarcaciones**

Para el análisis de riesgo de impacto de embarcaciones se realizó el mapeo de la distribución de las tortugas rastreadas, junto con las rutas de las fibras monitoreadas durante el recorrido Puerto Villamil – Los Túneles y El Finado, para identificar a los puntos de sobreposición.

Adicionalmente, se utilizó información de frecuencia de movimiento de embarcaciones en esa ruta, conjuntamente con la abundancia de tortugas en el sitio de anidación (a través del número de hembras anidadoras registradas durante el monitoreo de anidación), para identificar los períodos del año con mayor probabilidad de interacción entre tortugas y embarcaciones.

**Resultados**

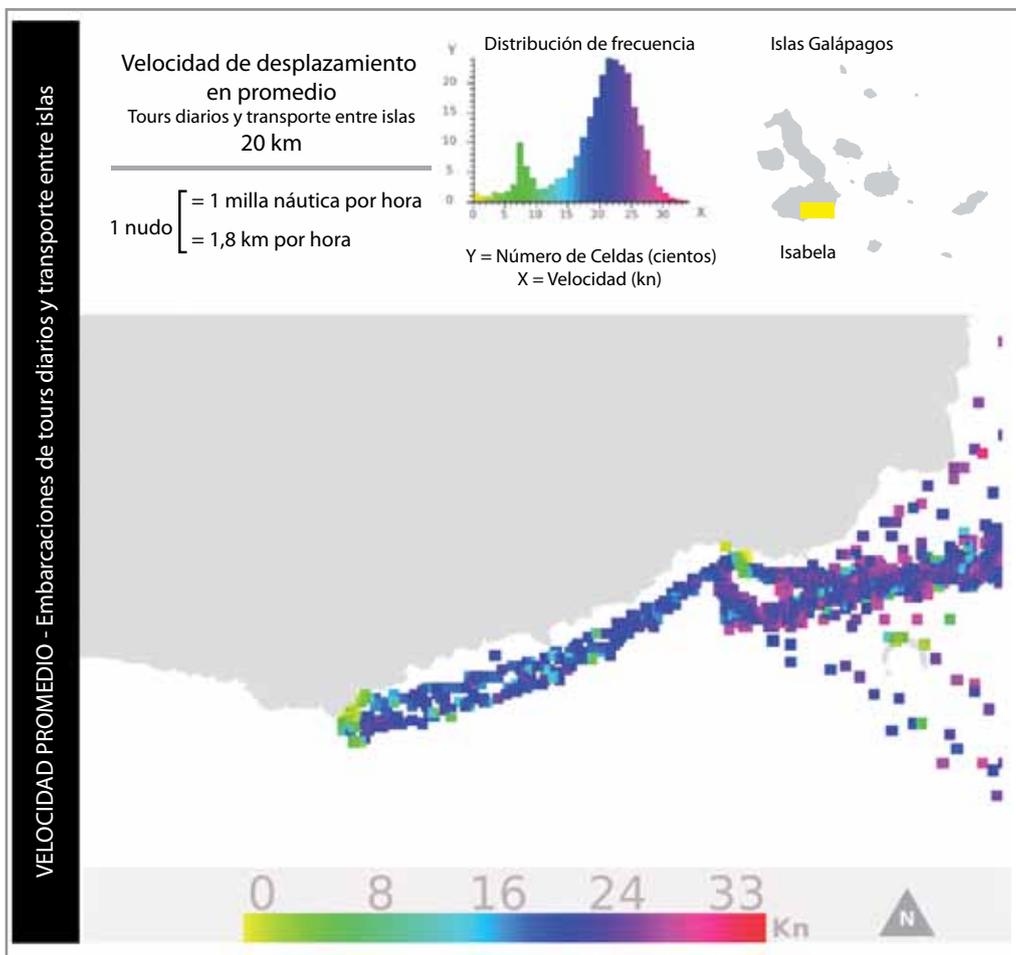
**Monitoreo de embarcaciones**

En total se analizaron 160 días de registros de visitas a sitios de turismo marino, de noviembre de 2012 a junio de 2013. La información correspondía a las salidas de fibras hacia los sitios de turismo de pesca vivencial: Los Túneles y El Finado.

Se identificaron un total de 18 embarcaciones que realizaron visitas a los destinos antes mencionados, con un promedio diario de al menos tres embarcaciones realizando el recorrido. Se contabilizó un total de 605 viajes donde se pudo determinar que el destino más frecuentado fue Los Túneles y El Finado con el 74%

(n=447) de los viajes. El restante 26% (n=158) de los viajes correspondió a otros destinos como Cuatro Hermanos (1%, n=8), islote Tortuga (8%, n=51) y zarpe con destino no especificado (16%, n=99).

En cuanto a la distribución de las embarcaciones, el patrón de movimiento fue similar para todas, las cuales iniciaban el recorrido desde Puerto Villamil alrededor de las 08h00. La navegación se realizaba bordeando la costa hasta Roca Unión, deteniéndose brevemente para continuar hasta Los Túneles, donde se realiza una parada para caminata y snorkeling, para luego continuar hacia El Finado para la actividad de snorkeling y posterior retorno a Puerto Villamil alrededor de las 14h00. La velocidad de desplazamiento en promedio correspondió a 22 nudos aproximadamente (Figura 3).

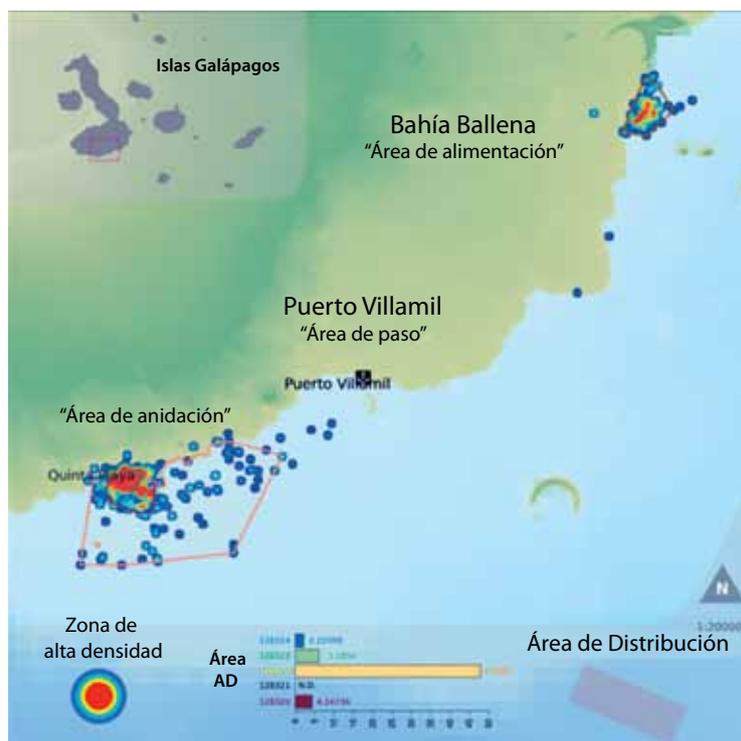


**Figura 3.** Velocidad de las embarcaciones de tour diario que se desplazan entre Puerto Villamil y Los Túneles y El Finado.

**Uso de hábitat de las hembras anidadoras**

Los datos telemétricos de cinco hembras mostraron que se desplazaron dentro de un rango de 10 km de distancia paralelo a la costa, con un sesgo de distribución hacia el este de Quinta Playa. También se observó que la mayor actividad de las tortugas se encontró en las zonas más cercanas a la costa, con una mayor actividad dentro de

las primeras tres millas, disminuyendo paulatinamente conforme aumenta la distancia a la costa (Figura 4). Los datos telemétricos fueron emitidos con mayor frecuencia durante dos periodos del día: alrededor de las 09h00 y 10h00, y entre las 14h00 y 16h00, evidenciando mayor actividad de las tortugas en superficie, ya sea para salir a respirar, para descansar o debido a actividades de termorregulación.



**Figura 4.** Distribución de las tortugas rastreadas satelitalmente. Se indica el punto de agregación frente a la zona de anidación; la gráfica y los polígonos en cada punto de agregación muestran el rango de distribución estimado para cada tortuga.

### Determinación de la incidencia de impacto de embarcaciones en tortugas verdes

La evaluación de daños a las tortugas en el sitio de anidación se llevó a cabo entre el 15 de diciembre de 2012 hasta el 30 de mayo de 2013, período en el cual se

consiguió revisar un total de 1 458 hembras anidadoras. De las 1 458 tortugas revisadas, el 25% (n=366) presentó daños corporales, principalmente en el carapacho, de los cuales el 12% (n=170) fueron identificados como signos de interacción con embarcaciones, siendo la presencia de huecos (29%, n=49) y cortes (28%, n=47) las lesiones más frecuentes (Tabla 1).

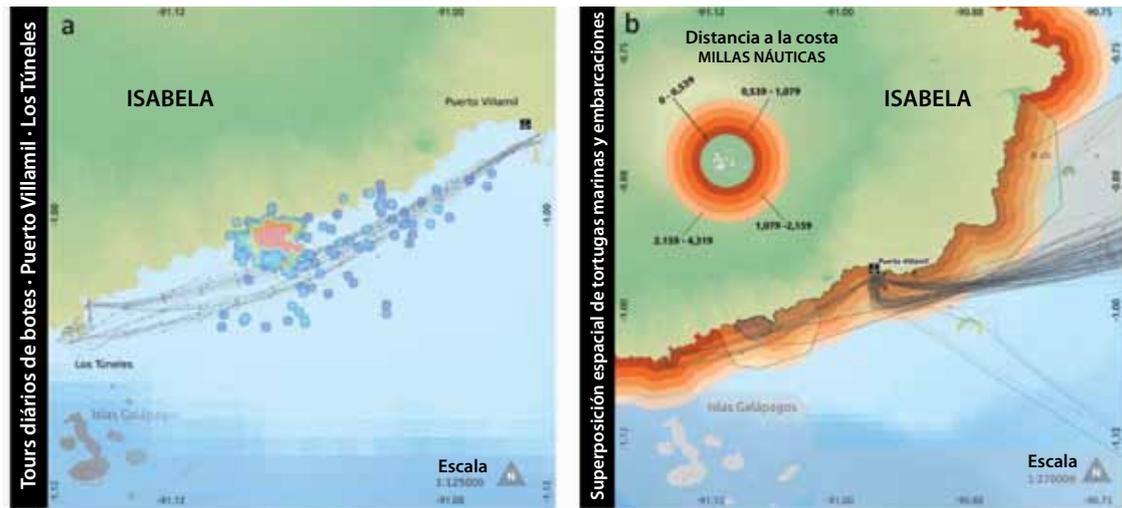
**Tabla 1.** Incidencia de los diferentes tipos de daños agrupados en categorías de daños causados por la interacción con una embarcación.

Tipo de daño	Número de casos	%
Corte	47	28
Corte y fractura	10	6
Corte y hueco	9	5
Corte y malformación	4	2
Corte y mutilación	4	2
Corte, hueco y malformación	2	1
Falta trozo de carapacho	4	2
Falta trozo de carapacho y mutilación	2	1
Fractura	21	12
Fractura y hueco	5	3
Hueco	49	29
Hueco y malformación	3	2
Hueco y mutilación	1	1
Malformación	8	5
Mutilación	1	1
<b>Total general</b>	<b>170</b>	<b>100</b>

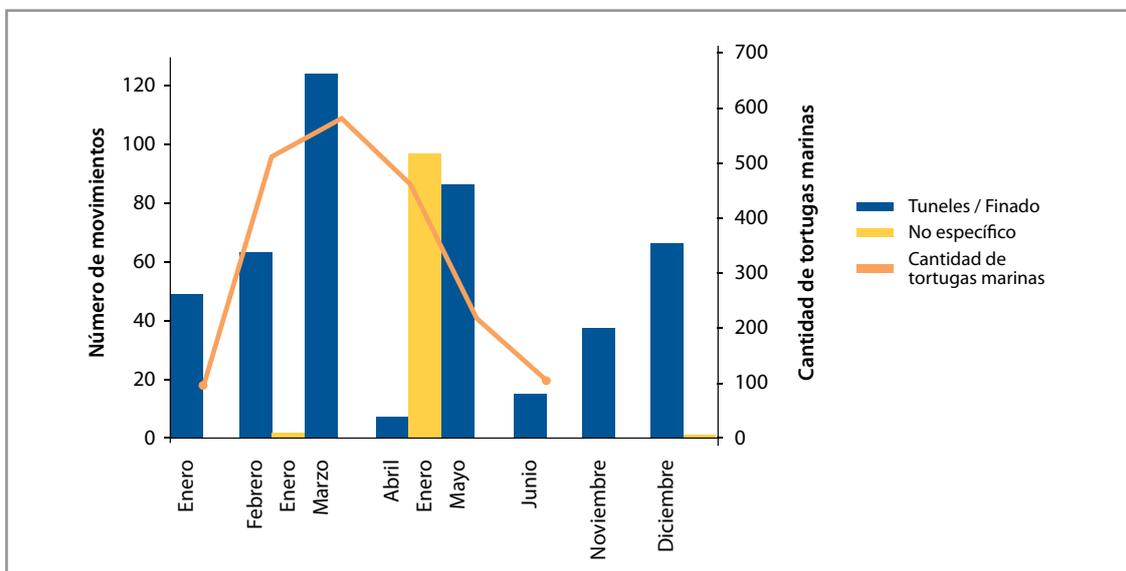
**Evaluación de riesgo de impacto de embarcaciones**

El mapeo de los movimientos y distribución de las tortugas rastreadas, así como el movimiento y distribución de las fibras rápidas, mostraron zonas de sobreposición (Figura 5). En cuanto a la relación entre abundancia de tortugas y frecuencia de viajes de las embarcaciones (Parra *et al.*, 2013), existe una mayor abundancia de tortugas en las zonas de reproducción o cercanas a las mismas durante

los meses de noviembre a mayo, lo que combinado con una mayor actividad de embarcaciones moviéndose hacia sitios de turismo, aumenta la probabilidad de accidentes con tortugas. Los datos de la DPNG muestran que el mes con mayor frecuencia de viajes en la ruta Puerto Villamil – Los Túneles y El Finado corresponde a marzo, lo cual coincide con la época de mayor abundancia de hembras anidadoras en el sitio de reproducción (Quinta Playa) (Figura 6).



**Figura 5.** Distribución de las tortugas rastreadas satelitalmente. Se indica el punto de agregación frente a la zona de anidación; la gráfica y los polígonos en cada punto de agregación muestran el rango de distribución estimado para cada tortuga.



**Figura 6.** Movimiento de embarcaciones y abundancia de tortugas marinas durante la época reproductiva. Las barras representan el número de viajes mensuales desde Puerto Villamil (isla Isabela) hacia los sitios de turismo Los Túneles y El Finado; la barra amarilla representa los movimientos en el cual no existía especificación del sitio de destino de las embarcaciones registradas, aunque según fuentes extraoficiales, estos viajes tuvieron como destino Los Túneles y El Finado. La línea representa la abundancia de tortugas realizando actividades de anidación en Quinta Playa.



Foto: © George Cathcart

Los horarios de mayor actividad en superficie de las tortugas, determinados satelitalmente, coincide con los horarios de recorrido de las embarcaciones entre Puerto Villamil y Los Túneles, que realizan su itinerario entre 09h00 y 14h00.

### Recomendaciones

El presente estudio demuestra que existen zonas de interacción entre los hábitats de las tortugas marinas y las rutas utilizadas para la navegación turística (tour diario) dentro de la RMG y que las tortugas se distribuyen mayoritariamente en zonas costeras (dentro de las primeras cuatro millas).

Los valores de incidencia de impacto de embarcaciones registrados en las hembras anidadoras de Quinta Playa (12%) está dentro de los rangos de incidencia de impacto de embarcaciones encontrados en diferentes estudios sobre otras poblaciones de tortugas marinas del mundo, que van desde un 1,9 a un 60% (Norem, 2005; Chaloupka *et al.*, 2008; NMFS/USFWS, 2008). Así mismo, un estudio previo realizado en la RMG en una zona de alimentación de la isla San Cristóbal, demostró que el 19,4% de los individuos examinados presentó lesiones atribuibles a la interacción con embarcaciones (Denkinger *et al.*, 2013), lo que es comparable con la incidencia encontrada en el sitio de anidación del presente estudio. Ante esto se recomienda:

1. Generar medidas de manejo para regularizar el

tránsito marino dentro de la RMG, que deberán acompañarse del monitoreo y evaluación de daños a largo plazo para comprobar la efectividad de la medida de manejo tomada.

2. Generar una medida de manejo que implique el desplazamiento del tránsito marino por fuera de las primeras cuatro millas de distancia desde la costa, para minimizar el tránsito de embarcaciones en zonas de agregación de tortugas marinas.
3. Incrementar las medidas de manejo durante el período de anidación, entre noviembre y mayo.
4. Implementar zonas de tránsito marino para diferentes tipos de embarcaciones, así como una velocidad máxima de navegación de 10 nudos en zonas más susceptibles a la interacción entre fauna silvestre y embarcaciones (ver planes de manejo de otros sitios, como el Parque Marino Bahía Moreton, Australia).
5. Realizar un estudio sobre el uso de protectores de hélice de motor para determinar si es un método suficiente para minimizar daños a las tortugas; cabe mencionar que los daños causados a las tortugas por una embarcación no son únicamente provocados por la hélice del motor, sino que existen otras lesiones, como golpes, contusiones, fracturas del carapacho, que se generan por el golpe contra el casco o espejo de la embarcación.

## Agradecimientos

Agradecemos especialmente a todos los voluntarios y asistentes de campo que colaboraron durante la temporada 2012/13, especialmente a: Marina Andrés, Diana Flores, Dean Wills, Jenifer Montoya, Marina Torres y David Reyes. Este proyecto fue ejecutado por la Fundación Charles Darwin para las Islas Galápagos, y financiado por

WWF, Servicio de Pesca y Vida Silvestre de Estados Unidos, FOGO Suiza, DPNG, Lindblad Expeditions, Darwin Initiative y Expo Korea, con un importante apoyo de las Capitanías de Puerto (de Puerto Ayora y Puerto Villamil), la Dirección Nacional de Asuntos Acuáticos (DIRNEA), los guías naturalistas de Galápagos, guardaparques, operadores turísticos, capitanes y tripulación de embarcaciones locales, y pescadores.

## Referencias

Chaloupka M, KA Bjorndal, GH Balazs, AB Bolten & LM Ehrhart. 2008. Encouraging outlook for recovery of a once severely exploited marine megaherbivore. *Global Ecology and Biogeography* 17(2):297-304.

Denkinger J, M Parra, JP Muñoz, C Carrasco, JC Murillo, E Espinoza, F Rubianes & V Koch. 2013. Are boat strikes a threat to sea turtles in the Galapagos Marine Reserve? *Ocean and Coastal Management* 80:29-35.

Heinrich G, T Walsh, D Jackson & B Atkinson. 2012. Boat strikes: A threat to the Suwannee Cooter (*Pseudemys concinna suwanniensis*). *Herpetological Conservation and Biology* 7(3):349-357.

NMFS (National Marine Fisheries Service) & USFWS (US Fish and Wildlife Service). 1998. Recovery Plan for US Pacific Populations of the East Pacific Green Turtle (*Chelonia mydas*). National Marine Fisheries Service, Silver Spring, MD.

NMFS (National Marine Fisheries Service) & USFWS (US Fish and Wildlife Service). 2008. Recovery Plan for the Northwest Atlantic Population of Loggerhead Sea Turtle (*Caretta caretta*), Second Revision. National Marine Fisheries Service, Silver Spring, MD.

Norem AD. 2005. Injury assessment of sea turtles utilizing the neritic zone of the southeastern United States. Thesis presented to the Graduate School of the University of Florida in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science.

Norton T, M Kaylor, A Hupp, R Thomas, E Kemler & S Nelsen. 2013. Web presentation. Medical and surgical management of automobile and boat strike trauma in diamondback terrapins and marine turtles. The Georgia Sea Turtle Center. Jekyll Island, Georgia, US. [www.georgiaseaturtlecenter.org](http://www.georgiaseaturtlecenter.org).

Parra M, S Deem & E Espinoza. 2011. Green turtle mortality in the Galápagos Islands during the 2009-2010 nesting season. *Marine Turtle Newsletter*. Issue Number 130.

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. Informe Técnico. Fundación Charles Darwin. Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador.

Phelan SM & KL Eckert. 2006. Marine Turtle Trauma Response Procedures: a Field Guide. Technical Report No. 4. Wider Caribbean Sea Turtle Conservation Network (WIDECAST), Beaufort, North Carolina. 71 pp.

Sapp A. 2010. Influence of small vessel operation and propulsion system on loggerhead sea turtle injuries. M.S. thesis, School of Civil and Environmental Engineering, Georgia Institute of Technology. 112 pp.

Seminoff JA. 2004. Global status assessment: green turtle (*Chelonia mydas*). *Marine Turtle Specialist Group review*. 71 pp.

Seminoff JA, P Zárate, M Coyne, D Foley, D Parker, B Lyon & P Dutton. 2007. Post-nesting migrations of Galapagos green sea turtles, *Chelonia mydas*, in relation to oceanographic conditions of the Eastern Tropical Pacific Ocean: integrating satellite telemetry with remotely-sensed ocean data. *Endangered Species Research* 4:57-72.

Zárate P. 2009. Amenazas para las tortugas marinas que habitan el archipiélago de Galápagos. Presentado al Parque Nacional Galápagos. Ecuador, 50 pp.

Zárate P & J Carrión. 2007. Evaluación de las áreas de alimentación de las tortugas marinas en las Islas Galápagos: 2000–2006. Informe técnico presentado a la Dirección del Parque Nacional Galápagos, Santa Cruz, Galápagos, Ecuador. 47 pp.



Foto: © Yasmania Llerena

## Áreas de crianza de tiburones punta negra (*Carcharhinus limbatus*) en zonas de manglar en la parte central del archipiélago de Galápagos

Yasmania Llerena<sup>1</sup>, César Peñaherrera<sup>2,3</sup>, Eduardo Espinoza<sup>4</sup>, Maximilian Hirschfeld<sup>1</sup>, Matthias Wolff<sup>5</sup> y Luis Vinuesa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad San Francisco de Quito - Galapagos Institute for the Arts and Sciences (GAIAS)

<sup>2</sup>Universidad de Tasmania – Instituto para las Ciencias Marinas y Antárticas <sup>3</sup>CSIRO - Investigaciones Marinas y Atmosféricas <sup>4</sup>Dirección del Parque Nacional Galápagos

<sup>5</sup>Universidad de Bremen – Leibniz Centro de Ecología Marina Tropical

Los manglares son áreas de gran valor ecológico y brindan un alto número de servicios ecosistémicos a la sociedad (Bennet & Reynolds, 1993; Clough, 1993). Estos sitios se caracterizan por tener una alta productividad primaria y secundaria, así como por la presencia de un gran número de micro-hábitats que juegan un rol preponderante en el ciclo biológico de numerosas especies acuáticas (Beck *et al.*, 2001). A nivel mundial se ha demostrado que los manglares sirven como criaderos de un gran número de peces óseos y tiburones, los cuales proporcionan una fuente rica de alimento y protección contra la depredación (ej., Robertson y Duke, 1987; Simpfendorfer & Milward, 1993; Ashton *et al.*, 2003; Knip *et al.*, 2010). En el actual esquema de zonificación de la Reserva Marina de Galápagos (RMG) la mayoría de las bahías con manglares están catalogados como subzonas de uso extractivo o pesca (2.3). Esto permite que sean visitadas frecuentemente por pescadores artesanales para capturar lisas (mugílidos) y carnada para la pesca de altura (Andrade & Murillo, 2002; Murillo *et al.*, 2004; Peñaherrera-Palma, 2007). A pesar de que los tiburones gozan de protección total en la RMG (Subsecretaría de Recursos Pesqueros, 1989), su amplia distribución a lo largo del archipiélago los vuelve susceptibles incluso a las actividades pesqueras permitidas. Los tiburones son depredadores tope en la cadena trófica y poseen un rol crítico en el mantenimiento de la salud de los ecosistemas marinos (Myers *et al.*, 2007). También tienen un elevado valor económico para la sociedad por ser uno de los atractivos del buceo turístico más importantes de la RMG (Espinoza & Figueroa, 2001; Peñaherrera *et al.*, 2013).

Debido a la necesidad de proveer información clave para asegurar el manejo adecuado de las pesquerías y la protección de los tiburones, la Dirección del Parque Nacional Galápagos (DPNG) inició un proceso de identificación y monitoreo de hábitats esenciales para los tiburones dentro de la RMG. Tomando en cuenta los avistamientos de pescadores, se investigaron cuatro bahías de manglar de la isla San Cristóbal donde se reportó una sorprendente abundancia de individuos juveniles de tiburones punta negra (*Carcharhinus limbatus*) (Llerena, 2009). Sus resultados mostraron la existencia de potenciales zonas de crianza de dicha especie, por lo que la DPNG estableció un monitoreo permanente en el sureste de la isla Santa Cruz, con el objetivo de determinar otras potenciales áreas de crianza de tiburones en zonas de manglar. Además, la DPNG colaboró en otros proyectos satélite alrededor de la zona central del archipiélago (Jaenig, 2010; Hirschfeld, 2013).

El presente artículo resume los resultados más importantes del proyecto sobre

las áreas de crianza de los tiburones punta negra en la RMG, los compara con estudios similares y revisa las implicaciones de manejo en términos del esquema de la zonificación costera actual.

**Metodología**

De acuerdo a Heupel *et al.* (2007) se necesita cumplir tres criterios para identificar un área como criadero de

tiburones: i) los tiburones se encuentran con más frecuencia en esta área que en otras; ii) los tiburones tienen tendencia a permanecer en el área o retornar por largos periodos; y iii) el área o hábitat se usa de manera repetida por los tiburones a través de los años. Para responder a estas preguntas y entender cómo los tiburones de punta negra juveniles utilizan las zonas de manglar, se empleó distintos tipos de monitoreo usando tanto pesca experimental como telemetría acústica (Tabla 1).

**Tabla 1.** Clasificación usada para agrupar a las distintas fuentes de información analizadas.

Tipo de monitoreo	Fuente	Ubicación	Sitios de estudio	Tiempo de estudio
<i>Pesca experimental</i>				
Monitoreo sistemático	DPNG	Santa Cruz sureste	Garrapatero, Saca Calzón, Punta Rocafuerte y Tortuga Bay	Enero 2010 - diciembre 2012
Monitoreo temporal	Llerena (2009)	San Cristóbal centro-noroeste	Cerro Brujo, Manglecito, Puerto Grande, Rosa Blanca y Tortuga	Enero - abril 2009
	Jaenig (2010)	Santa Cruz noroeste	Bahía Borrero, Caleta Tortuga Negra, El Edén y Venecia	Noviembre 2009 - marzo 2010
Monitoreo aleatorio		Baltra sur	Canal Itabaca	Muestreos aleatorios durante abril 2012 y marzo, abril, mayo, junio, julio 2013
		Fernandina este	Puerto Copiano y Punta Mangle	
		Isabela	Bahía Elizabeth, Caleta Negra, Cartago Chico 1, 2, 3, 4, 5, Cartago Grande 1, 2, Piedras Blancas, Poza de los Tiburones, Puerto Las Tablas y Punta Albermarle	
		San Cristóbal	Puerto Grande	
		Santiago	La Bomba, Poza de las Azules y Santiago noreste	
<i>Telemetría acústica</i>				
Seguimiento continuo	Hirschfeld (2013)	San Cristóbal	Puerto Grande	Abril - agosto 2012 y noviembre 2012 - febrero 2013

La técnica de monitoreo con pesca experimental (sistemático, temporal y aleatorio) fue estandarizada por Llerena (2009). Esta se basa en calar una red de enmalle, similar a las usadas por los pescadores artesanales, durante una hora en las partes internas de las bahías (detalles específicos en Llerena *et al.*, 2011). Los resultados de la pesca se expresan como CPUE (captura por unidad de esfuerzo). Este valor representa el número de individuos capturados por cada hora de muestreo por cada red calada (ind/h\*r) que constituye una medida de la abundancia relativa de una especie y permite la comparación rápida entre estudios. La diferencia más importante entre estos tres tipos de monitoreo radica en el tiempo de ejecución, siendo el monitoreo sistemático el de mayor duración y rigor científico (muestreos mensuales a cada sitio durante tres años consecutivos); los monitoreos temporales fueron ejecutados en una o dos temporadas contiguas; mientras que los aleatorios son muestreos al azar realizados en una o dos ocasiones alrededor de las islas de la zona centro, sur y oeste del archipiélago (Tabla 1). La telemetría acústica se

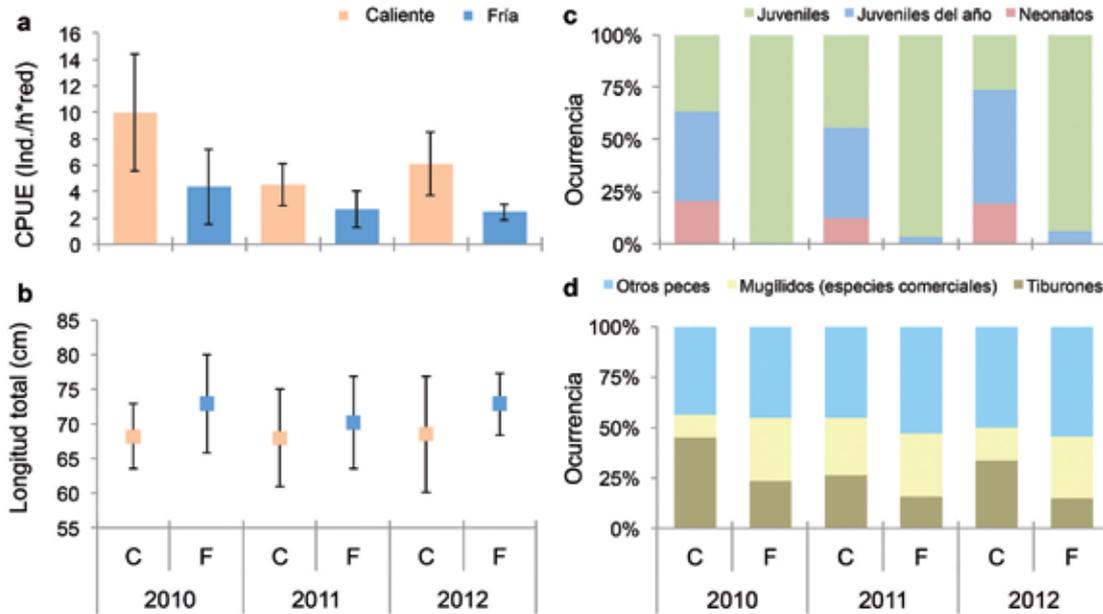
usó para evaluar el comportamiento diario y la fidelidad de sitio de ocho tiburones punta negra capturados en Puerto Grande, San Cristóbal. Este estudio realizó seguimientos continuos a cada tiburón de hasta 45 horas, usando una embarcación menor y equipos especiales para el efecto (Hirschfeld, 2013).

**Resultados**

Mediante el monitoreo sistemático ejecutado en el sureste de Santa Cruz se capturaron y liberaron con vida un total de 972 tiburones punta negra juveniles en 179 muestreos, a una tasa de 312 individuos por año y con un promedio de captura de 5,6 ind/h\*r. La cantidad de los tiburones registrada por sitio fue muy variable, con capturas de 0 hasta 39 ind/h\*r, pero su presencia constante a lo largo de todo el estudio constituye una evidencia de que las cuatro zonas son áreas preferidas por esta especie. La abundancia relativa de los tiburones fue significativamente mayor durante la estación caliente que

en la estación fría (Figura 1a). Las diferencias observadas en la estructura de tallas de tiburones capturados son evidencia del nacimiento de nuevos individuos en las zonas muestreadas, situación que se aprecia claramente al analizar la longitud total (cm) y la presencia de la cicatriz umbilical (Figura 1b y c). Durante las temporadas calientes, la longitud total promedio de los tiburones fue de ~68 cm, debido a una mayor presencia en las capturas

de individuos neonatos (o recién nacidos, con cicatriz umbilical aún abierta) y juveniles del año (cicatriz semi-cerrada). Situación contraria se observó en las capturas registradas en las temporadas frías, donde la longitud total promedio de captura fue significativamente más grande (~72.4 cm) debido a la dominancia de individuos juveniles en los monitoreos (sin cicatriz umbilical).



**Figura 1.** Diferencias registradas entre las temporadas caliente (C) y fría (F) para los cuatros sitios muestreados en relación a: a) abundancia relativa promedio medida usando CPUE (captura por unidad de esfuerzo); b) longitud total promedio; y c) porcentaje de ocurrencia de tiburones neonatos (cicatriz umbilical abierta), juveniles del año (cicatriz semi-abierta) y juveniles (cicatriz cerrada), y d) porcentaje de ocurrencia de tiburones punta negra, mugilidos (lisas rabo negro y amarillo), y otros peces óseos sin o con reducido valor comercial.

Lo observado en este estudio se asemeja a lo observado en otros estudios realizados en Hawai y Florida, donde se sugiere que los cambios en la abundancia y las tallas puedan ser producto de nuevos nacimientos en las temporadas cálidas y acto seguido una elevada mortalidad de los tiburones recién nacidos en sus primeras semanas de vida por la depredación, desnutrición o pesca (Heupel & Hueter, 2002; Heupel & Simpfendorfer, 2002; Carlson *et al.*, 2004); y/o de la migración de los individuos hacia otras zonas de la isla siguiendo las masas de agua caliente con el cambio de estación (Heupel, 2007).

En el caso de la variación interanual se desconocen las causas que provocaron las diferencias observadas en la abundancia relativa de esta especie. Estas fluctuaciones de la abundancia pueden ser parte de procesos cíclicos normales de reproducción (ej., Lucifora *et al.*, 2002; Meyer *et al.*, 2009), disponibilidad de alimento (ej., Ramirez-Macias *et al.*, 2012) o incluso en respuesta a cambios en las condiciones oceanográficas (ej., Froeschke *et al.*, 2010).

Los juveniles de tiburones punta negra pueden ser muy representativos en las capturas que se logran con el arte de red de enmalle. Los resultados de este estudio reportan

para las lisas rabo amarillo y negro (especies de mayor valor comercial) una variación entre 10-38% de aporte en las capturas. Sin embargo, los tiburones punta negra pueden variar entre 15-45% en las capturas, lo cual indica una mayor incidencia de la especie protegida sobre las especies objeto de captura y de valor comercial.

Los resultados de los monitoreos sistemáticos indican patrones y tendencias de la presencia y abundancia de tiburones juveniles que pueden ser comparados con otros estudios (Tabla 2). A pesar de que los datos del estudio de Llerena (2009) se restringen a la época caliente, el patrón de capturas para Puerto Grande, Manglecito y Tortuga se asemeja al patrón observado en los sitios de monitoreo sistemático. Situación similar fue reportada para Caleta Tortuga Negra, Venecia y El Edén en el noroeste de Santa Cruz, donde se registró la mayor abundancia relativa de tiburones de longitud menor al promedio, además de la presencia de neonatos en la estación caliente frente a la fría (Jaenig, 2010). Estos resultados comparativos entre ambos monitoreos (temporal y sistemático) muestra que existe un patrón estacional del uso de estas zonas el cual ocurre repetidamente cada año.

**Tabla 2.** Comparación de los promedios de abundancia, longitud total y composición (N = neonatos; JA = juveniles del año y J = juveniles) entre el monitoreo sistemático y los monitoreos temporales en las temporadas cálida (C) y fría (F).

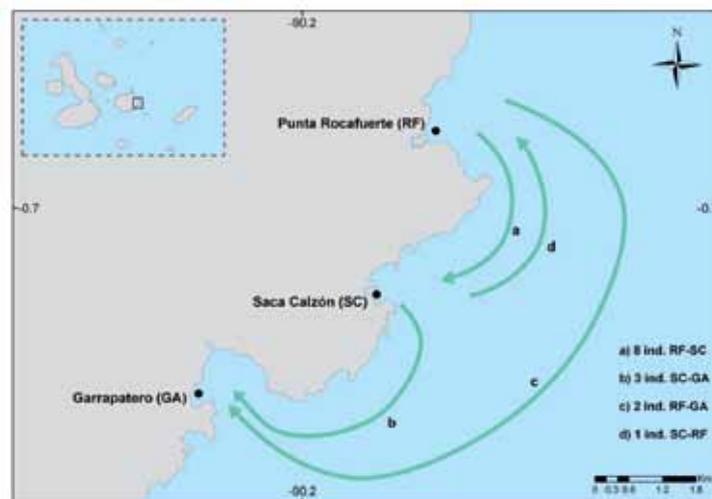
Ubicación	Abundancia (ind/h*r)		Longitud total (cm)		Composición (%)						Fuente	
	C	F	C	F	C			F				
					N	JA	J	N	JA	J		
Monitoreo sistemático												
Santa Cruz sureste	5.6	3.0	68.3	72.4	32	35	33	0	2	98	Este estudio	
Monitoreo temporal												
San Cristóbal centro - noroeste	3.3	---	69.5	---	39	0	62	---	---	---	Llerena 2009	
Santa Cruz noroeste	8.1	6.1	69.7	84.0	42	47	11	0	0	100	Jaenig 2010	

**¿Cuánto tiempo los tiburones permanecen ahí?  
¿Usan las mismas áreas siempre?**

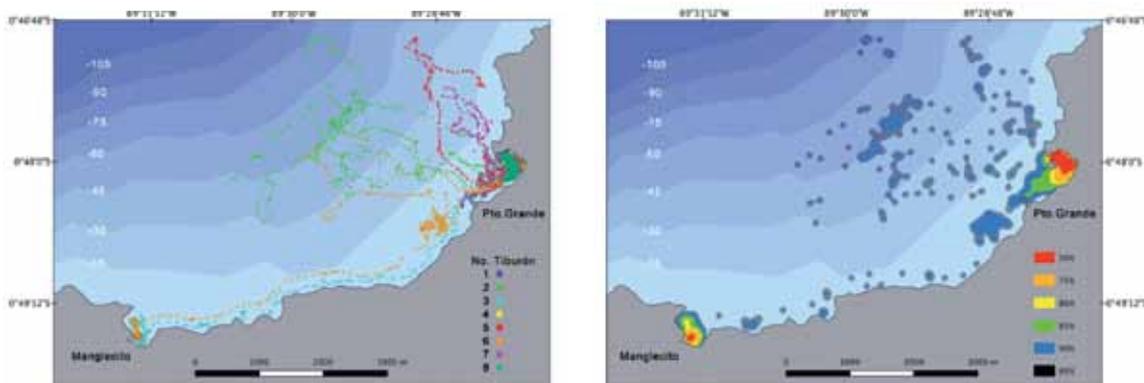
Mediante el marcaje convencional realizado por el monitoreo sistemático en Santa Cruz y el seguimiento continuo realizado en San Cristóbal se pudo observar que el uso de los sitios son preferenciales a otros incluso adyacentes (ver Sitios de Estudio en Tabla 1). Dentro del monitoreo sistemático, un número importante de los tiburones marcados fueron re-capturados en el mismo sitio, y otros en bahías cercanas o adyacentes al lugar inicial de captura (Figura 2), similar a lo reportado por

Jaenig (2010). Este comportamiento fue observado con mayor detalle mediante el monitoreo con telemetría acústica ejecutado por Hirschfeld (2013).

Su trabajo mostró que los movimientos de los juveniles de esta especie se concentran en las zonas internas de las bahías de manglar, en especial por parte de los neonatos quienes no realizaron excursiones fuera de las bahías someras (Figura 3, Tabla 3). Se mostró también que el área de uso es considerablemente mayor al tamaño de las bahías, pero que las excursiones se realizan preferentemente en la noche.



**Figura 2.** Mapa de conectividad obtenido del marcaje convencional de tiburones punta negra juveniles en el monitoreo sistemático realizado en la zona sureste de Santa Cruz.



**Figura 3.** a) Patrones de distribución de ocho tiburones punta negra juveniles rastreados continuamente en Puerto Grande, San Cristóbal. b) Área de uso calculada a partir de la concentración de puntos de los recorridos. En rojo se muestran las localidades donde se concentró la mayor cantidad de detecciones de los tiburones registrados.

**Tabla 3.** Morfología y patrones de movimiento de los ocho tiburones seguidos mediante la telemetría acústica en Puerto Grande, San Cristóbal, durante meses de 2012 y 2013 (N = neonato, JA = juvenil del año).

No. tiburón	Género	Clase de edad	Tiempo del seguimiento (h)	Distancia total (km)
1	Macho	JA	45	38,3
2	Hembra	JA	35	46,8
3	Hembra	JA	27	13,6
4	Hembra	N	42	27,1
5	Hembra	JA	45	27,1
6	Hembra	JA	42	27,8
7	Macho	JA	40	23,6
8	Macho	N	34	20,8

Los resultados de esta publicación muestran con claridad que los sitios estudiados son hábitats esenciales para las etapas tempranas de vida de los tiburones punta negra. Sin embargo, estas áreas solo corresponden a una pequeña fracción del total de bahías de manglar que existen en la RMG. Por este motivo, los monitoreos aleatorios fueron ejecutados en distintos sitios del archipiélago de manera prospectiva para identificar potenciales áreas de crianza (Tabla 4 y Figura 4). En el 50% de los 20 sitios monitoreados aleatoriamente se registró al menos un tiburón capturado, por lo que estos sitios han sido categorizados como potenciales áreas de crianza. Sin embargo, el resto de sitios se han clasificado como lugares que deben ser incluidos en nuevos monitoreos, a fin de poder comprobar si la ausencia de capturas fue producto de la variabilidad natural.

### Conclusiones y recomendaciones

Durante tres años y ocho meses se monitorearon 34 sitios costeros en la RMG. De éstos, el 79% se ubicaron en subzonas de Uso Extractivo o Pesca (2.3), 12% en subzonas de Protección (2.1) y 9% en la subzona de Uso No Extractivo o Turismo (2.2). Acorde a los criterios de Heupel *et al.*, (2007), los monitoreos constataron la existencia de nueve áreas de crianza y 11 potenciales áreas de crianza de tiburones punta negra. De éstas, tan solo el 25% se encuentran en subzonas de Protección o Uso No Extractivo, todas ubicadas en la isla Santa Cruz.

Sin embargo, este y los otros estudios analizados aquí solo han monitoreado menos de la mitad de los sitios de manglar disponibles en la RMG. Existe un gran número de zonas costeras con las mismas características, como el sureste de la isla Isabela donde existen grandes extensiones de manglares que fueron identificadas como potenciales áreas de crianza, pero no fueron estudiadas a mediano plazo por falta de recursos. Se recomienda extender los estudios en dichos sitios con el objetivo de conocer el estado real de todas las áreas de crianza presentes en Galápagos.

Los resultados de este estudio muestran la importancia que exhiben las áreas de crianza para el nacimiento de individuos de esta especie en la temporada caliente, y su posterior crecimiento dentro de la bahía durante la temporada fría. Los datos de movimiento de esta especie dentro, fuera y entre bahías permiten entender la amplitud del área de uso de los juveniles de punta negra en las bahías y la importancia de mantener una conectividad entre bahías adyacentes.

Las áreas costeras rodeadas de manglar tienen gran importancia biológica no solo para los tiburones sino para muchas especies de interés comercial para la comunidad (Beck *et al.*, 2001). Varios de los lugares monitoreados son utilizados por pescadores artesanales quienes emplean el arte de pesca red de enmalle para capturar especies objetivas como mugílidos. Los resultados muestran que existe una probabilidad elevada de que alrededor de un cuarto de las capturas (~25%) estén compuestas por tiburones juveniles punta negra, especialmente si la pesca se ejerciera durante la temporada caliente, lo que pudiera afectar a largo plazo a las poblaciones de esta especie.

Se recomienda que dentro de la re-evaluación de la zonificación costera actual de la RMG se incorporen los resultados de este estudio sobre áreas de crianza detectadas de los tiburones juveniles, mediante la categoría de Uso No Extractivo o Protección. La protección de estas zonas no solo asegurará que las poblaciones de tiburones se mantengan estables, sino que ayudará a que el ecosistema marino en general sea saludable, y eso beneficie al desarrollo de las demás especies marinas de incluso de elevado valor comercial (ej., mugílidos).

### Agradecimientos

Se agradece a Conservación Internacional y Fundación Charles Darwin por el apoyo con financiamiento parcial a este estudio, a un donante anónimo que facilitó el acceso a cursos especializados de análisis de datos de la primera autora y a todos los voluntarios por ese gran

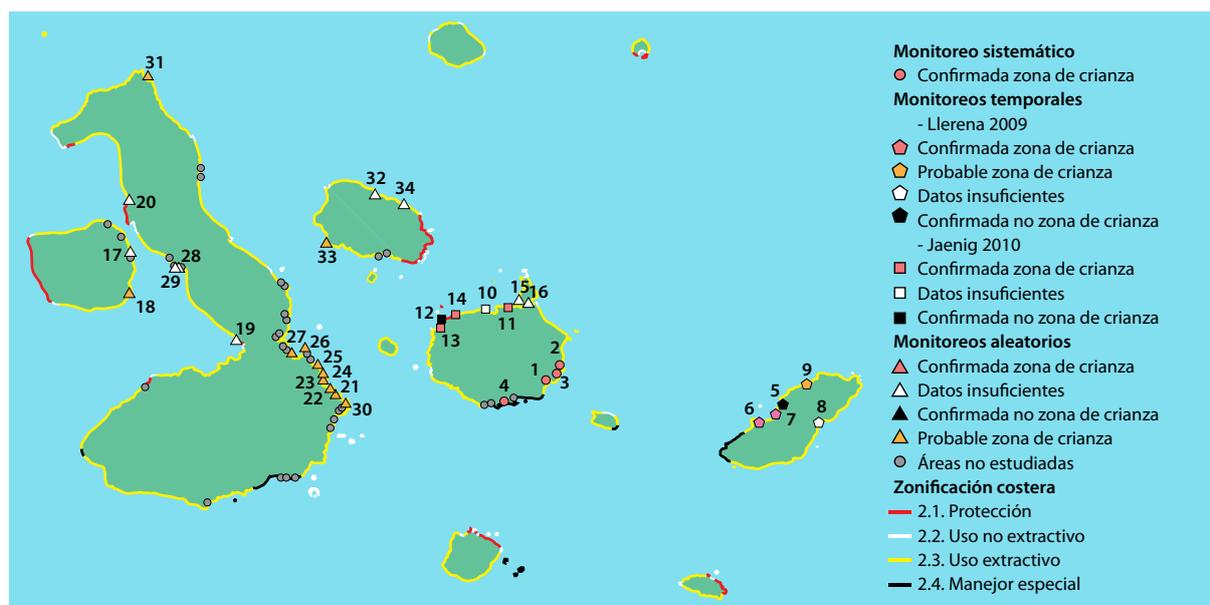
aporte brindado en las diferentes fases de las actividades de monitoreo de tiburones juveniles.

Además el proyecto de telemetría acústica agradece a la Dirección del Parque Nacional Galápagos por el apoyo a esta investigación. Se agradece a la Fundación

Rufford Small Grants y a la Fundación Project Aware por el financiamiento, y a Galapagos Science Center por la colaboración con la logística y equipos. A todas las personas que aportaron, principalmente a los guardaparques Jorge Torres y Juan García, y a los voluntarios Jens Mayorga, Ivette Yagual, Jacob Guachisaca y demás.

**Tabla 4.** Variación en el CPUE (captura por unidad de esfuerzo) por temporada caliente (C) y fría (F) registrado para cada sitio monitoreado con redes de enmalle, y la categoría asignada como área de crianza (AC), posible área de crianza (PAC), áreas con datos insuficientes (DI) y áreas no identificadas como de crianza (NO). Además las categorías de cada sitio muestreado mediante el esquema de la zonificación costera actual como Subzona de Protección (2.1), Subzona de Uso No Extractivo o Turismo (2.2) y Subzona de Uso Extractivo o Pesca (2.3).

Isla	Sitio de estudio	Total de muestreos	CPUE		Calificación	Subzona	Código Fig. 4
			C	F			
<i>Monitoreo sistemático</i>							
Santa Cruz	Garrapatero	51	4,7	3,3	AC	2.2	1
	Punta Rocafuerte	50	7,6	3,2	AC	2.3	2
	Saca Calzón	52	6,0	4,0	AC	2.3	3
	Tortuga Bay	26	4,2	1,5	AC	2.2	4
<i>Monitoreo temporal</i>							
San Cristóbal	Cerro Brujo	2	0,0	---	NO	2.3	5
	Manglecito	4	3,9	---	AC	2.3	6
	Puerto Grande	5	4,1	---	AC	2.3	7
	Rosa Blanca	1	0,0	---	DI	2.3	8
	Tortuga	4	2,0	---	PAC	2.3	9
Santa Cruz	Bahía Borrero	1	---	0,0	DI	2.3	10
	Caleta Tortuga Negra	20	4,7	9,5	AC	2.2	11
	Canal (Cerro Dragón)	7	0,0	0,0	NO	2.1	12
	El Edén	14	9,3	2,7	AC	2.1	13
	Venecia	19	10,2	---	AC	2.1	14
<i>Monitoreo aleatorio</i>							
Baltra	Canal Itabaca	1	0,0	---	DI	2.3	15
	Canal Itabaca norte	1	0,0	---	DI	2.3	16
Fernandina	Puerto Copiano	1	0,8	---	PAC	2.3	17
	Punta Mangle	1	0,0	---	DI	2.3	18
Isabela	Bahía Elizabeth	1	---	---	DI	2.1	19
	Caleta Negra	1	0,0	---	DI	2.3	20
	Cartago Chico 1	1	32,0	---	PAC	2.3	21
	Cartago Chico 2	1	30,0	---	PAC	2.3	22
	Cartago Chico 3	1	1,9	---	PAC	2.3	23
	Cartago Chico 4	1	0,0	---	DI	2.3	24
	Cartago Chico 5	1	9,4	---	PAC	2.3	25
	Cartago Grande 1	1	---	3,4	PAC	2.3	26
	Cartago Grande 2	1	---	0,0	DI	2.3	27
	Piedra Blanca	1	0,0	---	DI	2.3	28
	Poza de los Tiburones	1	0,0	---	DI	2.3	29
	Puerto Las Tablas	1	22,3	---	PAC	2.3	30
	Punta Albermarle	2	0,7	---	PAC	2.3	31
San Cristóbal	Puerto Grande	2	3,8	3,3	PAC	2.3	7
Santiago	La Bomba	1	0,0	---	DI	2.3	32
	Poza de las Azules	1	1,5	---	PAC	2.3	33
	Santiago noreste	1	0	---	DI	2.3	34



**Figura 4.** Distribución espacial de las áreas de manglar presentes en la RMG evaluadas por este estudio, superpuestas sobre la zonificación costera consensuada. La categoría asignada como "confirmada área de crianza" se muestra en color rojo, "probable área de crianza" en color anaranjado, "áreas con datos insuficientes" en color blanco y "áreas confirmadas como no zonas de crianza" en color negro. Además en color plomo, las áreas de manglar no estudiadas.

## Referencias

- Andrade R & JC Murillo. 2002. Lisas. Reserva Marina de Galápagos. Línea Base de la Biodiversidad. Pp. 119-145, en Danulat E & GJ Edgar. Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador.
- Ashton EC, DJ Macintosh & PJ Hogarth PJ. 2003. A baseline study of the diversity and community ecology of crab and molluscan macrofauna in the Sematan mangrove forest, Sarawak, Malaysia. *Journal of Tropical Ecology* 19 (02):127-142.
- Beck MW, KL Heck, KW Able, DL Childers, DB Eggleston, BM Gillanders, B Halpern, CG Hays, K Hoshino, TJ Minello, RJ Orth, PF Sheridan & MP Weinstein. 2001. The identification, conservation, and management of estuarine and marine nurseries for fish and invertebrates. *BioScience* 51 (8):633-641.
- Bennet E & C Reynolds. 1993. The value of a mangrove area in Sarawak. *Biodiversity and Conservation* 2:359-375.
- Carlson JK, KJ Goldman & CG Lowe. 2004. Metabolism, energetic demand, and endothermy. The biology of sharks and their relatives. Pp. 203-224, en: Carrier J, J Musick & MR Heithaus. Boca Raton, FL, USA.
- Clough BF. 1993. The economic and environmental values of mangrove forests and their present state of conservation in the South-East Asia/Pacific Region. *Mangrove Ecosystems Technical Reports*. International Society for Mangrove Ecosystems. Okinawa, Japan.
- Espinoza E & D Figueroa. 2001. The role of sharks in the Galápagos Islands' tourism industry. Informe Técnico. Fundación Charles Darwin. Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador.
- Froeschke J, G Stunz & M Wildhaber. 2010. Environmental influences on the occurrence of coastal sharks in estuarine waters. *Marine Ecology Progress Series* 407:279-292.
- Heupel M, J Carlson & C Simpfendorfer. 2007. Shark nursery areas: concepts, definitions, characterization and assumptions. *Marine Ecology Progress Series* 337:287-297.
- Heupel M & R Hueter R. 2002. Importance of prey density in relation to the movement patterns of juvenile blacktip sharks (*Carcharhinus limbatus*) within a coastal nursery area. *Marine Freshwater Research* 53:543-550.
- Heupel MR. 2007. Exiting Terra Ceia Bay: examination of cues stimulating migration from a summer nursery area. *American Fisheries Society Symposium*. Bethesda, MD.
- Heupel MR & CA Simpfendorfer. 2002. Estimation of mortality of juvenile blacktip sharks, *Carcharhinus limbatus*, within a nursery area using telemetry data. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 59(4):624-632.
- Hirschfeld M. 2013. Habitat use and movement patterns of juvenile and neonate blacktip sharks, *Carcharhinus limbatus*, in nursery areas on San Cristóbal Island, Galapagos. Master in tropical ecology and natural resources. University San Francisco de Quito. Quito, Ecuador.



Foto: © Yasmania Llerena

Jaenig M. 2010. Sharks (*Selachii*) in mangrove-fringed habitats of the Galápagos Marine Reserve (GMR) with implications for management and conservation. Master in Science. University of Bremen. Bremen, Germany.

Knip D, M Heupel & C Simpfendorfer. 2010. Sharks in nearshore environments: models, importance, and consequences. *Marine Ecology Progress Series* 402:1-11.

Llerena Y. 2009. Identificación de tiburones juveniles y caracterización de sus hábitats en las zonas costeras de pesca de la isla San Cristóbal - Reserva Marina de Galápagos. Tesis de grado, Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador.

Llerena Y, E Espinoza & C Peñaherrera. 2011. Manual para el monitoreo y marcaje en tiburones juveniles de las zonas de manglar de la Reserva Marina de Galápagos. Dirección del Parque Nacional Galápagos y Fundación Charles Darwin. Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador.

Lucifora L, R Menni & A Escalante. 2002. Reproductive ecology and abundance of the sand tiger shark, *Carcharias taurus*, from the southwestern Atlantic. *ICES Journal of Marine Science* 59:553-561.

Meyer CG, JJ Dale, YP Papastamatiou, NM Whitney & KN Holland. 2009. Seasonal cycles and long-term trends in abundance and species composition of sharks associated with cage diving ecotourism activities in Hawaii. *Environmental Conservation* 36(02):104-111.

Murillo J, H Reyes, P Zárate, S Banks & E Danulat. 2004. Evaluación de la captura incidental durante el Plan Piloto de Pesca de Altura con Palangre en la Reserva Marina de Galápagos. Fundación Charles Darwin y Parque Nacional Galápagos. Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador.

Myers R, J Baum, T Shepherd, S Powers & C Peterson. 2007. Cascading effects of the loss of apex predatory sharks from a coastal ocean. *Science* 315:1846-1850.

Peñaherrera C, Y Llerena & I Keith. 2013. Perceptions of the economic value of sharks for single-day dive tourism and commerce in Santa Cruz Island. *Galapagos Report 2011-2012*. Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador.

Peñaherrera-Palma C. 2007. Variaciones espacio-temporales de los ensambles de peces de la Reserva Marina de Galápagos basados en registros pesqueros. Tesis de grado. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador.

Ramírez-Macías D, M Meekan, R De La Parra-Venegas, F Remolina-Suárez, M Trigo-Mendoza & R Vázquez-Juárez. 2012. Patterns in composition, abundance and scarring of whale sharks *Rhincodon typus* near Holbox Island, Mexico. *Journal of Fish Biology* 80(5):1401-16.

Robertson AI & NC Duke. 1987. Mangroves as nursery sites: comparisons of the abundance and species composition of fish and crustaceans in mangroves and other nearshore habitats in tropical Australia. *Marine Biology* 96:193-205.

Simpfendorfer CA & NE Milward. 1993. Utilization of a tropical bay as nursery area by sharks of the families Carcharhinidae and Sphyrnidae. *Environmental Biology of Fishes* 1993(37):337-345.

Subsecretaría de Recursos Pesqueros. 1989. Acuerdo Ministerial No. 151. Ministerio de Industrias, Ganadería y Pesca. Guayaquil, Ecuador. 3.



Foto: © Cesar Peñaherrera

## Análisis de la percepción sobre las tendencias poblaciones de seis especies de tiburones en la Reserva Marina de Galápagos

César Peñaherrera-Palma<sup>1,2,3</sup>, Yasmania Llerena<sup>4</sup>, Eduardo Espinoza<sup>3</sup> y Jayson Semmens<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Tasmania – Instituto para las Ciencias Marinas y Antárticas, <sup>2</sup>CSIRO Investigaciones Marinas y Atmosféricas, <sup>3</sup>Dirección del Parque Nacional Galápagos <sup>4</sup>Universidad San Francisco de Quito - Galápagos Institute for the Arts and Sciences (GAIAS)

La Reserva Marina de Galápagos (RMG) tiene el potencial de ser una pieza clave en la conservación de la fauna marina, en especial de los depredadores tope como los tiburones. La RMG es el área marina protegida más grande del océano Pacífico Tropical Oriental, y su marco de manejo ha brindado protección a los tiburones desde finales de la década de 1980 mediante la prohibición total de sus capturas (SRP, 1989), regulación de artes de pesca (DPNG, 1998; Murillo *et al.*, 2004), y la implementación de tecnologías de punta para controlar y erradicar la pesca ilegal (DPNG, 2009). Se esperaría que el marco de manejo de la RMG provea de la protección necesaria para influenciar positivamente las poblaciones de este grupo de peces. Lastimosamente, antes de la instauración de la Reserva, no se estableció un sistema de monitoreo continuo que permita evaluar el estado y tendencias poblacionales de los tiburones. Esta ausencia de información empírica ha impedido obtener información crítica de manejo que permita conocer el efecto protector de la reserva.

En situaciones como ésta, el conocimiento y experiencias de usuarios de un recurso se ha vuelto una fuente válida y útil de información para entender la dinámica del recurso y optimizar su manejo en ausencia de otros tipos de información empírica (Murray *et al.*, 2006). El conocimiento ecológico local, como se lo conoce científicamente, parte de la experiencia acumulada de los usuarios al estar relacionados constantemente con el medio natural (Drew, 2005). En Galápagos, los guías de buceo viajan constantemente a las zonas de buceo, y sus interacciones constantes con el medio marino representan una potencial fuente de información sobre el estado de los recursos. Más aun, las actividades de turismo de buceo iniciaron a mediados de la década de 1980, lo que analizado correctamente brinda una escala de tiempo mayor a cualquier monitoreo continuo establecido en la Reserva.

De esta manera, el presente estudio analizó la percepción de los guías de buceo sobre las tendencias poblacionales de los tiburones desde que inició el buceo turístico en Galápagos. Las especies evaluadas fueron: el tiburón ballena (*Rhincodon typus*), martillo (*Sphyrna lewini*), punta negra (*Carcharhinus limbatus*), sedoso (*C. falciformis*), Galápagos (*C. galapagensis*) y punta blanca de arrecife o tintorera (*Triaenodon obesus*). Se espera que los resultados de este estudio provean de información clave que permita entender los cambios históricos en la abundancia de las especies estudiadas y así aportar al manejo de la RMG.

### Metodología

Este proyecto se ejecutó durante los cursos de actualización de conocimientos

para los guías realizado por la Dirección del Parque Nacional Galápagos en el segundo semestre de 2013.

A los guías de buceo que asistieron se repartió un formato de encuesta auto-guiada diseñada para evaluar: i) la experiencia de buceo; ii) percepción cualitativa de las tendencias poblacionales de los tiburones por década y por región; y, iii) las razones de los cambios observados de ser el caso. En orden de facilitar la comprensión de las preguntas y obtener respuestas estandarizadas se tomaron las siguientes consideraciones:

1. La escala de tiempo usada se limitó a respuestas que definieran el estado de cambio dentro de cada década en la que los guías bucearon. Para esto, se determinaron tres décadas iniciales (1980, 1990, 2000), más lo observado en los años transcurridos en la década de 2010.
2. La escala espacial se definió en cuatro regiones del archipiélago: norte (Darwin, Wolf y Roca Redonda), sur (Floreana, Española, bajos e islotes en los alrededores), oeste (Fernandina y oeste de Isabela) y central (Santa Cruz, San Cristóbal, noreste y sureste de Isabela, bajos e islotes de los alrededores).
3. Los cambio de abundancia se limitaron a cinco categorías: disminución mayor (DM); disminución (D); estable (E); aumento (A), y aumento mayor (AM).
4. Se requirió que cada encuestado estipule el significado de cada categoría de cambio en términos del porcentaje de variación del tamaño poblacional (p.ej., DM igual a 50% de reducción del tamaño poblacional, D al 25% de reducción, etc.).

Las respuestas obtenidas fueron analizadas bajo rutinas de estadística simple y mediante un análisis semi-cuantitativo de cambio poblacional virtual (CPV) desarrollado para el caso de Galápagos tomando como base los trabajos de

Burfield *et al.* (2004), Gregory *et al.* (2004) y Moller *et al.* (2004). Debido a que se desconocen los valores reales del tamaño poblacional de cada especie analizada, se asignó como tamaño poblacional virtual (TPV) inicial el valor de 100%. Para cada década siguiente, el modelo estima el porcentaje de población remanente en base a las categorías y porcentajes de cambio indicados por cada guía. El modelo es ajustado usando los valores de la década anterior y el grado de experiencia de los guías para evitar el efecto de línea base cambiante (Saenz-Arroyo *et al.*, 2005; Bunce *et al.*, 2008)

### Experiencia de los entrevistados

Se lograron entrevistar a 27 guías de buceo, de los cuales solo dos no proporcionaron respuestas útiles. Se estima que las encuestas pudieron cubrir un 70% de los guías que poseen amplia experiencia buceando en Galápagos. Este porcentaje se estimó en base a las respuestas dadas por los encuestados cuando se les pidió enumerar otros buzos que posean experiencia guiando. En muchas ocasiones las respuestas enunciaron repetidamente a las mismas personas, a pocos de quienes no se logró contactar.

Todos los entrevistados tenían entre 30 y 60 años, y su experiencia buceando en Galápagos osciló desde los cinco hasta los 30 años. Tres grupos de edad fueron determinados: i) 30-39 años; ii) 40-49 años; y iii) 50-60 años. De estos grupos, el segundo y tercero (72% del total) reportaron tener una larga experiencia buceando en la RMG (promedio de 19 y 17 años, respectivamente; Tabla 1). En lo que respecta a la experiencia temporal, todos los buzos entrevistados bucearon en las dos últimas décadas. La presencia de los buzos durante las décadas de 1980 y 1990 fue, en contraste, variable y mostró una disminución esperada hacia la década más antigua. Finalmente, la experiencia reportada por región mostró que 85-100% de los guías bucearon en las zonas norte, sur y central. Pocos guías reportaron experiencia en la región oeste del archipiélago.

**Tabla 1.** Descripción de la experiencia de buceo de los grupos de guías entrevistados acorde a su edad.

Grupo de edad	N	Años de experiencia buceando			Porcentaje de guías presentes por década				Porcentaje de guías presentes por región			
		Prom.	Máx.	Mín.	1980	1990	2000	2010	Norte	Sur	Oeste	Central
30 - 39	7	10	13	5	--	--	100	100	100	100	43	100
40 - 49	11	19	30	8	18	91	100	100	100	91	73	91
50 - 60	7	17	25	5	29	57	100	100	86	100	71	86

### Percepción de tendencias temporales y espaciales

El 82% de los guías encuestados estuvo de acuerdo sobre la existencia de cambios en el tamaño poblacional de los tiburones; el 7% indicó que no han observado cambios y el 11% restante se abstuvo de responder. De los guías

que respondieron que existen cambios, el 64% estuvo de acuerdo en haber observado cambios negativos en el tamaño poblacional de los tiburones, el 27% acordó en tendencias positivas y el restante 9% respondió que los cambios variaron entre especies (algunas positivas y otras negativas). Los guías señalaron a la pesca como

factor principal influenciando la disminución poblacional de los tiburones (70% respuestas). No se logró discernir si se referían a la pesca artesanal, industrial o ilegal, aunque esta última fue enunciada en múltiples ocasiones. El cambio climático, junto con eventos ambientales fuertes como El Niño, ocuparon el segundo puesto como factor influenciando la disminución observada (26% de respuestas). El marcado acuerdo en tendencias negativas en las poblaciones de tiburones observado en este estudio es congruente con lo publicado por Hearn *et al.* (2008), quienes reportaron que los guías expresaban preocupación por la reducción en la abundancia de tiburones en los sitios de buceo. Sin embargo, esta percepción generalizada no es congruente con la percepción por especie como se desglosa a continuación (Figura 1):

**Tiburón ballena:** en la mayoría de las respuestas los guías señalaron que su población se han mantenido estable (E). En lo que respecta a las regiones del archipiélago, existió un ligero consenso sobre disminución (D) en la región norte, estables en el sur y centro, e interesantemente un aumento (A) en la población en el oeste del archipiélago.

**Tiburón martillo:** fue la única especie en la que la mayoría de los guías coincidieron consistentemente en la disminución de su población tanto por década como por región. De acuerdo a sus respuestas, las categorías de disminución (D y DM en conjunto) dominaron las respuestas de las cuatro décadas y regiones estudiadas. La década con la reducción más fuerte fue 1990, mientras que las regiones con disminución más marcada fueron la sur y la central.

**Tiburón punta negra:** para la década de 1990, los guías categorizaron en su mayoría a la población de esta especie como estable (E). Sin embargo, para las siguientes décadas del 2000 y 2010, los guías reportaron el aumento (A y AM) en su población, en especial en las zonas norte (45%) y central del archipiélago (56%).

**Tiburón Galápagos:** las respuestas fueron variables mostrando un aumento en las categorías estable (E) y aumento (A) hacia las dos últimas décadas. En lo que respecta a las regiones, los guías también coincidieron en tendencias negativas en las regiones sur (62%), central (67%) y norte (40%), mientras que la región oeste fue categorizada en su mayoría como estable (50%).

**Tintorera:** los guías denotaron un consenso mayor sobre la reducción poblacional desde la década del 2000 y 2010. Para el caso por regiones, existió mayor consenso sobre la estabilidad de las poblaciones en todas menos la central, donde las categorías de disminución (D y DM) dominaron las respuestas.

**Tiburón sedoso:** el 60% de guías reportó tendencias

negativas en la década de 1980, mientras que hubo un 70% de consenso de estabilidad poblacional en la década de 1990. Para la década del 2000, el 50% respondió que se mantuvo estable y el 50% que hubo disminución (D y DM). La percepción de tendencias poblacionales por región se vio dominada por la categoría estable para todas las regiones (entre el 50 y 75%).

## Modelo cambio poblacional virtual

A diferencia del análisis previo, los resultados de este modelo permiten discernir con mayor claridad las tendencias poblacionales de los tiburones en las últimas cuatro décadas, mostrando en algunas un interesante patrón hacia las últimas dos (Figura 2).

**Tiburón ballena:** ésta es la única especie en este estudio en mostrar condiciones estables durante las cuatro décadas. El modelo muestra que la variación del tamaño poblacional virtual (TPV) osciló entre el 95 y 102% con respecto al tamaño poblacional inicial.

**Tiburón martillo:** acorde a la percepción de los guías, esta especie sufrió el mayor detrimento poblacional, con reducción poblacional sostenida que alcanzó hasta un TPV del 50% en esta década. Esto sugiere que la población que se observa ahora sería casi la mitad del tamaño observable previo a 1980.

**Tiburón punta negra:** el modelo sugiere que ésta es la única especie de la que se ha percibido una recuperación poblacional. Durante las décadas 1980 y 1990, la especie redujo su TPV hasta un 65%, y luego repuntó hasta alcanzar 80% en el 2010.

**Tiburón Galápagos:** para esta especie la percepción también sugiere una tendencia negativa. Acorde al modelo, su población alcanzó un TPV promedio de 60% en las tres últimas décadas con respecto al tamaño inicial.

**Tintorera:** en las primeras décadas esta especie se mantuvo en relativa estabilidad, sin embargo la percepción de los guías sugiere una reducción en las últimas dos décadas (2000 y 2010) hasta alcanzar un TPV de 70% en relación al tamaño inicial.

**Tiburón sedoso:** mostró una tendencia negativa similar a la obtenida para el tiburón Galápagos, pero su curva de tendencia se redujo solo hasta un TPV de 75%.

El modelo sugiere además que al menos para tres especies, las poblaciones se han mantenido estables en las dos últimas décadas. Los tiburones martillo, Galápagos y sedoso mantuvieron valores del TPV muy similares durante la década del 2000 y lo que va de 2010. Además, para los tiburones punta negra se ha percibido

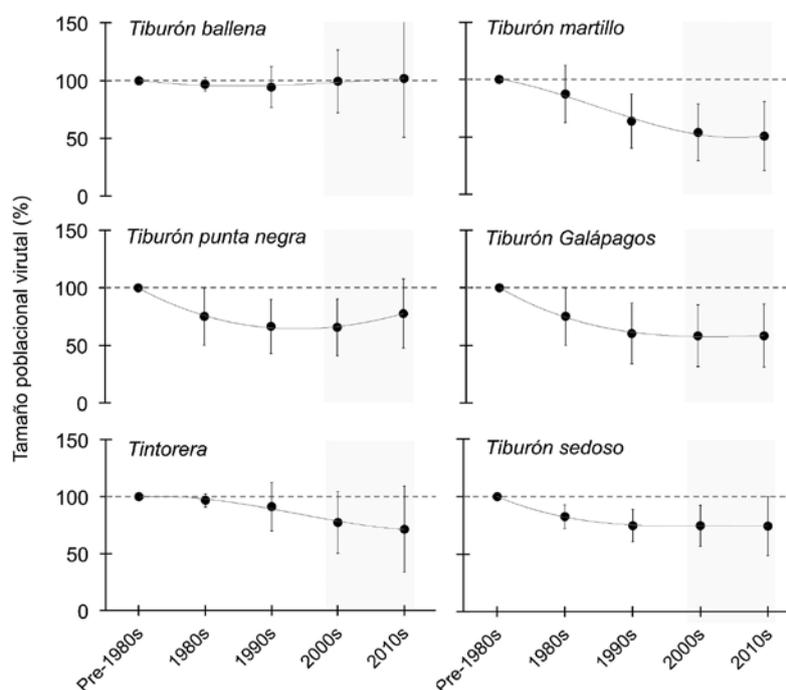


**Figura 1.** Resumen porcentual de los cambios poblacionales por décadas (columna de la izquierda) y bioregiones (derecha) para cada especie expresados por los guías de buceo. Escalas de cambio: IM = incremento mayor; I = incremento; E = estable; D = declive; DM = declive mayor.

un aumento importante en sus poblaciones, mientras que para las tintoreras una reducción importante en la última década.

Como se había indicado, no existe información empírica en Galápagos que permita validar estos resultados según al escala de tiempo estudiada. Sin embargo, las tendencias poblaciones de varias especies de tiburones en las últimas dos décadas reportadas en las islas de Cocos y Malpelo permiten corroborar lo expresado por los guías en Galápagos. Friedlander *et al.* (2012) y Soler *et al.* (2013) reportaron que la abundancia de tiburones martillo y tintoreras decreció considerablemente en la década de 1990 y el 2000 tanto en Cocos como en Malpelo. Además, Sibaja-Cordero (2008) reportó para la isla del Coco un declive en la ocurrencia de los tiburones sedosos hacia finales de la década de 1990, y un aumento en la ocurrencia de tiburones punta negra en la década del 2000. Esto último es un resultado importante obtenido en este estudio, y que a su vez había sido constantemente expresado informalmente por pescadores y guías en general. El aumento poblacional de los punta negra en Galápagos podría ser una respuesta a la existencia de condiciones favorables para la reproducción de esta especie en el archipiélago (Llerena *et al.*, 2014).

Un análisis teórico basado en redes tróficas sobre el ecosistema pelágico de la RMG sugiere cierto grado de congruencia con lo obtenido en este estudio. Wolff *et al.* (2012) propuso que las poblaciones de tiburones martillo y bento-pelágicos (tiburones punta negra, Galápagos, sedosos, entre otros) experimentaron un aumento considerable en la biomasa de sus poblaciones en la década del 2000, mientras que otras como los tiburones de tallas pequeñas (como las tintoreras), sufrieron reducción poblacional. La percepción de los guías en el caso de los tiburones martillo, Galápagos y sedoso, así como los estudios en Cocos y Malpelo, sugiere que las poblaciones no cambiaron si no que se estabilizaron luego del 2000. Estas diferencias podrían ser producto de ciertos procesos biológicos y fisiológicos que pudieran no estar siendo analizados con mayor detalle en el estudio Wolff *et al.*; ya sea debido a la naturaleza del estudio trófico y/o al agrupamiento de especies en grupos funcionales. Sin embargo, el estudio de Wolff *et al.* y este trabajo sugieren un cambio de las tendencias negativas de todos los tiburones, un declive de las tintoreras y un aumento interesante de los tiburones punta negra, todo luego de la instauración de la RMG.



**Figura 2.** Variación en el tamaño poblacional virtual (TPV) de las seis especies de tiburón evaluadas. Las barras verticales muestran la desviación estándar como medida de variabilidad en las respuestas y el área gris las décadas que siguen a la instauración de la RMG.

## Discusión y conclusiones

A pesar de que en general la mayoría de los guías opinan que todos los tiburones tienen tendencias poblacionales negativas, este estudio muestra que la percepción varía

según la especie, y que se observa un aparente cambio en las tendencias luego de la década del 2000. En lo que respecta al análisis espacial, las regiones central y sur del archipiélago fueron categorizadas como de haber sufrido disminución importante en las poblaciones de los



Foto: © Andrés Tapia.

tiburones estudiados. La pesca fue categorizada como la principal causa de la disminución poblacional de los tiburones en la RMG.

Cabe destacar que este estudio, así como cualquier estudio de percepciones y opiniones, mantiene cierto grado de incertidumbre generado por el conocimiento y creencias propias de cada persona (Poizat & Baran, 1997). Sin embargo, la validez de estos estudios es clave cuando la experiencia de los usuarios permite detectar patrones coherentes sobre el conocimiento y estado de los recursos, en especial en casos cuando la información empírica es escasa o nula (Berkes *et al.*, 2000; Davis & Wagner, 2003).

El análisis de la memoria y experiencia colectiva de los guías examinada a través de este estudio muestra información inédita sobre las posibles tendencias

poblacionales de seis especies de tiburones en la RMG. Los tres escenarios (estabilización, declive e incremento) obtenidos del conocimiento ecológico de los guías muestran que su percepción ha recabado durante todos estos años importantes aspectos de las tendencias poblacionales de estos grupos, lo cual es respaldado por los estudios en las islas de Cocos y Malpelo, y que a su vez se corrobora parcialmente con lo publicado por Wolff *et al.* (2012). De esta manera, se recomienda investigar más a fondo, y sobre todo a nivel específico, los mecanismos que están influyendo en estos cambios y poder determinar como el efecto protector de la reserva marina y su marco de manejo están influyendo en la conservación de estas especies. Además, se espera que la metodología propuesta aquí se pueda volver una herramienta útil para los manejadores de la RMG en la evaluación de especies carismáticas que poseen poca o ninguna información recopilada sobre sus tendencias poblacionales.

## Referencias

- Berkes F, J Colding & C Folke. 2000. Rediscovery of traditional ecological knowledge as adaptive management. *Ecological Applications* 10(5):1251-1262.
- Bunce M, LD Rodwell, R Gibb & L Mee. 2008. Shifting baselines in fishers' perceptions of island reef fishery degradation. *Ocean & Coastal Management* 51(4):285-302.

Burfield IJ, RG Pople, EJM Hagemeyer & SP Nagy. 2004. Bird population trends and threats in Europe. Unpublished report by BirdLife International & European Bird Census Council to UNEP-WCMC & RIVM. Wageningen, The Netherlands.

Davis A & JR Wagner. 2003. Who knows? On the importance of identifying "experts" when researching local ecological knowledge. *Human Ecology* 31(3):463-489.

DPNG. 1998. Plan de manejo de la Reserva Marina de Galapagos. Dirección Parque Nacional Galápagos. Puerto Ayora, Galapagos, Ecuador.

DPNG. 2009. Se instaló el sistema para el monitoreo de embarcaciones en la DPNG. Dirección Parque Nacional Galápagos. Noticias. PR.C.P003.R002 - 2009-05-05 - No. 071.

Drew JA. 2005. Use of traditional ecological knowledge in marine conservation. *Conservation Biology* 19(4):1286-1293.

Friedlander AM, BJ Zgliczynski, E Ballesteros, O Aburto-Oropeza, A Bolaños & E Sala. 2012. The shallow-water fish assemblage of Isla del Coco National Park, Costa Rica: structure and patterns in an isolated, predator-dominated ecosystem. *Journal of Tropical Biology* 60(3):321-338.

Gregory RD, DG Noble & J Custance. 2004. The state of play of farmland birds: population trends and conservation status of lowland farmland birds in the United Kingdom. *Ibis* 146(2):1-13.

Hearn A, J Ketchum, G Shillinger, A Klimley & E Espinoza. 2008. Programa de Investigación y Conservación de Tiburones en la Reserva Marina de Galápagos. Reporte Anual 2006-7.

Llerena Y, C Penaherrera, E Espinoza, M Hirschfeld, M Wolff & L Vinuesa. 2015. Áreas de crianza de tiburones punta negra (*Carcharhinus limbatus*) en zonas de manglar en la parte central del archipiélago de Galápagos. Informe Galápagos 2013-2014. Puerto Ayora, Galapagos, Ecuador.

Moller H, F Berkes, PO Lyver & M Kislalioglu. 2004. Combining science and traditional ecological knowledge: monitoring populations for co-management. *Ecology and Society* 9(3):2.

Murillo J, H Reyes, P Zarate, S Banks & E Danulat. 2004. Evaluación de la captura incidental durante el Plan Piloto de Pesca de Altura con Palangre en la Reserva Marina de Galápagos. Fundación Charles Darwin y Parque Nacional Galápagos. Puerto Ayora, Galapagos, Ecuador.

Murray G, B Neis & JP Johnsen. 2006. Lessons learned from reconstructing interactions between local ecological knowledge, fisheries science and fisheries management in the commercial fisheries of Newfoundland and Labrador, Canada. *Human Ecology* 34(4):549-571.

Poizat G & E Baran. 1997. Fishermen knowledge in fish ecology quantitative analysis. *Environmental Biology of Fishes* 50:435-449.

Saenz-Arroyo A, CM Roberts, J Torre, M Carino-Olvera & RR Enriquez-Andrade. 2005. Rapidly shifting environmental baselines among fishers of the Gulf of California. *Proc Biol Sci.* 272 (1575):1957-62.

Sibaja-Cordero JA. 2008. Spatial-temporal tendencies of marine faunal observations in touristic dives (Isla del Coco, Costa Rica). *Journal of Tropical Biology* 56(2): 19.

Soler GA, S Bessudo & A Guzmán. 2013. Long term monitoring of pelagic fishes at Malpelo Island, Colombia. *Latin American Journal of Conservation* 3(2): 28-37.

SRP. 1989. Acuerdo Ministerial No. 151. Subsecretaría de Recursos Pesqueros (SRP). Ministerio de Industrias, Ganadería y Pesca. Guayaquil, Ecuador. 3.

Wolff M, C Peñaherrera-Palma & A Krutwa. 2012. Food web structure of the Galapagos Marine Reserve after a decade of protection: insights from trophic modeling. The role of science for conservation. Wolff M & M Gardener. UK.



Foto: © Jonathan Green

## Evaluación de la pesquería de altura en la Reserva Marina de Galápagos

Jorge Ramírez<sup>1</sup> y Harry Reyes<sup>2</sup>

<sup>1</sup>WWF Ecuador, <sup>2</sup> Dirección del Parque Nacional Galápagos

En la Reserva Marina de Galápagos (RMG) existe una pesquería artesanal de peces pelágicos, también llamada pesca de altura. Esta pesquería comprende las especies de atún aleta amarilla o albacora (*Thunnus albacares*), pez espada (*Xiphias gladius*), guajo (*Acanthocybium solandri*), miramelindo (*Lepidocybium flavobrunneum*), picudo azul (*Makaira mazara*) y dorado (*Coryphaena hippurus*).

La pesca de altura comenzó en la década de 1930 con embarcaciones industriales extranjeras que empleaban palangres y redes de cerco para la captura. Posteriormente se fueron integrando también barcos industriales ecuatorianos (Reck, 1983). Con la creación de la RMG en 1998, la pesca en Galápagos es permitida exclusivamente a pescadores artesanales locales, prohibiéndose la pesca industrial dentro de la RMG (Castrejón, 2011).

Actualmente la normativa de Galápagos permite dos tipos de embarcación para la captura de peces pelágicos: 1) embarcación mayor o bote pesquero artesanal de hasta 18 m de eslora y 50 toneladas de registro bruto; y 2) embarcación menor de hasta 12,5 m de eslora. Las artes de pesca permitidas son: línea de arrastre con señuelo o carnada también llamada troleo; caña con o sin carrete, y empate o línea de mano. Además de estas disposiciones, la pesca de altura no cuenta con otras medidas de manejo tales como captura total permitida, tallas mínimas o máximas de captura, o veda espacial o temporal.

La mayoría de los estudios sobre la pesca de peces pelágicos son evaluaciones de métodos de pesca. El palangre, como arte de pesca en la RMG, fue evaluado en 2001 (Revelo *et al.*, 2005) y 2003 (Murillo *et al.*, 2004). También se hizo una evaluación del empate oceánico en 2006 (Tejada, 2006) y de dispositivos agregadores de peces (DAP) o plantados en 2009 (Castrejón, 2009). Más recientemente, en 2013, se evaluó el arte de pesca denominado empate oceánico modificado cuyas características son iguales a los de un palangre de media agua (Reyes *et al.*, 2014). Peñaherrera (2007) realizó análisis espacio-temporales de ensambles de peces en la RMG, donde incluyó a la albacora y guajo. Castrejón (2011) compiló información de las capturas de albacora en la RMG desde 1997 hasta 2003.

La presente evaluación de la pesquería de altura pretende ser el inicio de evaluaciones periódicas con indicadores de desempeño establecidos en el Capítulo de Pesca del Plan de Manejo de las Áreas Protegidas de Galápagos para el Buen Vivir (DPNG, 2014).

## Métodos

Se evaluaron los siguientes indicadores de la pesquería de altura durante 2012 y 2013: esfuerzo pesquero, captura, captura por unidad de esfuerzo (CPUE) y valor de la pesquería. El esfuerzo pesquero activo fue medido en base al número de pescadores y embarcaciones activos en cada año. Dado que el sistema de información de la Dirección del Parque Nacional Galápagos (DPNG) arroja solo un pescador por Certificado de Monitoreo o viaje de pesca, se asumió por observación directa que participan dos pescadores por viaje de pesca. El esfuerzo pesquero pasivo se obtuvo como porcentaje de pescadores y embarcaciones enlistados en el Registro Pesquero de la DPNG pero que no tuvieron actividad en la pesquería de altura por cada año.

La captura fue calculada en kilogramos por especie, mes y año. La CPUE se definió como la captura en kilogramos por cada día de viaje y fue calculada por especie, mes y año. Se elaboraron regresiones lineales para determinar tendencias positivas o negativas en la CPUE mensual. Con los precios y volúmenes de captura se estimó el valor de las especies y de la pesquería de altura. También se hicieron pruebas estadísticas de Kruskal-Wallis para determinar diferencias en los precios de 2012 y 2013.

## Resultados

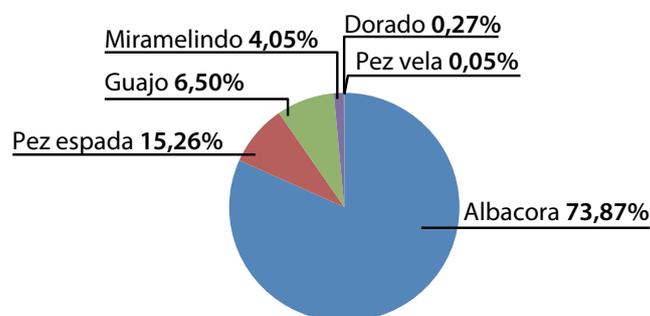
En total se revisaron 1 382 Certificados de Monitoreo, 717 del año 2012 y 665 de 2013, los cuales indicaron que en la pesca de altura durante el 2012 participaron más pescadores y embarcaciones que en 2013 (Tabla 1).

**Tabla 1.** Esfuerzo pesquero activo y registrado para pesca de altura en la RMG en 2012 y 2013.

Año	Pescadores activos	Embarcaciones activas	Pescadores registrados	Embarcaciones registradas	Pescadores activos	Embarcaciones activas
2012	388	124	1084	416	35,8%	29,8%
2013	308	94	1124	416	27,4%	22,6%

En cuanto a la composición de la captura, la principal especie de la pesquería de altura fue la albacora (73,8%), seguida del pez espada (15,3%), guajo (6,5%), miramelindo (4,1%) y esporádicamente se capturaron dorado (0,27%) y pez vela (0,05%) (Figura 1). Este orden

de importancia prácticamente se mantuvo en 2012 y 2013, excepto que en el primer año se capturó más miramelindo que guajo, no así en 2013. La captura en 2012 fue de 244 TM y en 2013 de 276 TM, dando un total de 520 TM (Tabla 2).



**Figura 1.** Composición de captura de la pesquería de altura en la RMG en 2012 y 2013.

**Tabla 2.** Volumen de captura en TM de las especies de pesca de altura en la RMG en 2012 y 2013.

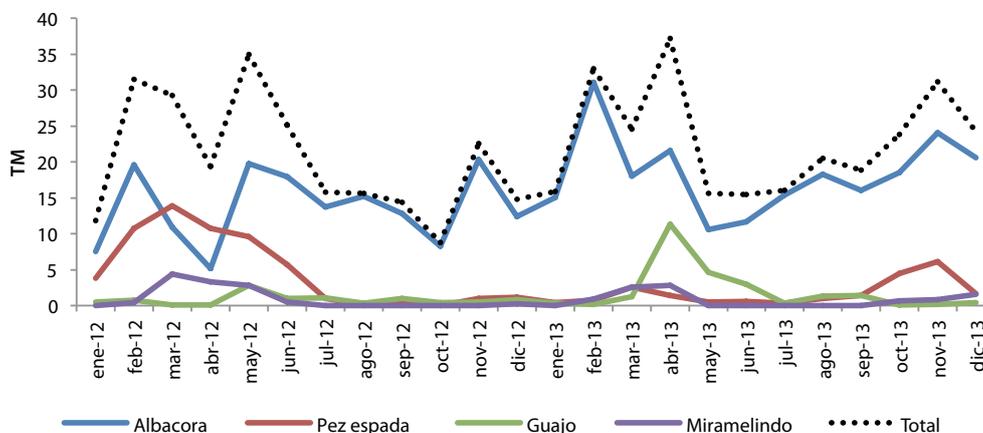
Especie	2012	2013	Total
Albacora	163,7	220,7	384,4
Pez espada	5,3	21,1	79,4
Guajo	9,4	24,5	33,8
Miramelindo	11,7	9,4	21,1
Dorado	0,9	0,5	1,4
Pez vela	0,0	0,2	0,2
<b>Total</b>	<b>243,9</b>	<b>276,4</b>	<b>520,3</b>

En general hubo mayor captura promedio mensual en 2013 que en 2012, siendo el promedio mensual para ambos años de 21,7 TM (Tabla 3). El pez vela solo se capturó en una ocasión en junio de 2013 (250 kg). Los picos de captura de albacora se observaron en febrero,

mayo y noviembre de 2012, así como en febrero, abril y noviembre de 2013 (Figura 2). Las mayores capturas de pez espada fueron de febrero a mayo de 2012, de guajo en abril de 2013 y de miramelindo en marzo 2012.

**Tabla 2.** Volumen de captura en TM de las especies de pesca de altura en la RMG en 2012 y 2013.

Especie	Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar
<b>2012</b>				
Albacora	13,6	20,3	5,2	5,1
Pez espada	4,9	13,9	0,02	5,1
Guajo	0,78	2,8	0,09	0,73
Miramelindo	1,0	4,4	0,0	1,6
Dorado	0,07	0,74	0,0	0,21
<b>Total</b>	<b>20,3</b>	<b>35,0</b>	<b>8,7</b>	<b>8,3</b>
<b>2013</b>				
Albacora	18,4	31,1	10,6	5,6
Pez espada	1,8	6,1	0,30	1,8
Guajo	2,0	11,3	0,09	3,2
Miramelindo	0,78	2,8	0,0	1,0
Dorado	0,04	0,11	0,0	0,04
<b>Total</b>	<b>23,0</b>	<b>37,2</b>	<b>15,5</b>	<b>7,4</b>
<b>2012-2013</b>				
Albacora	16,0	31,1	5,2	5,8
Pez espada	3,3	13,9	0,02	4,0
Guajo	1,4	11,3	0,09	2,4
Miramelindo	0,88	4,4	0,0	1,3
Dorado	0,06	0,74	0,0	0,15
<b>Total</b>	<b>21,7</b>	<b>37,2</b>	<b>8,7</b>	<b>7,8</b>



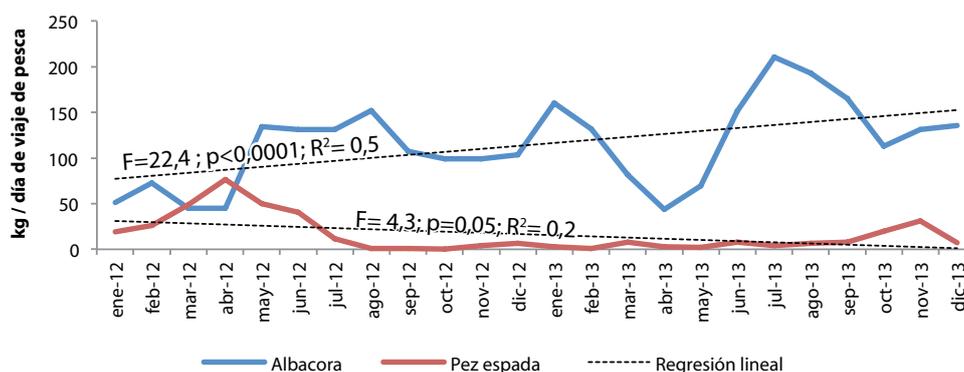
**Figura 2.** Captura mensual en TM de las principales especies de pesca de altura en la RMG en 2012 y 2013..

En total se registraron 1 382 días de viaje de pesca, 717 en 2012 y 665 en 2013. En cuanto a la CPUE promedio mensual por especie, el orden de importancia fue igual al de la composición de captura. La CPUE promedio total fue de 170,5 kg por día de viaje de pesca (Tabla 4). Las regresiones lineales se ajustaron estadísticamente solo para albacora y pez espada, las cuales indicaron una tendencia de CPUE mensual positiva para albacora y una

negativa para pez espada (Figura 3). Para el análisis de la CPUE, cabe mencionar que no se tomaron en cuenta 44 Certificados de Monitoreo para albacora, pez espada y dorado, y un Certificado de Monitoreo para guajo y miramelindo, debido a que no contaban con fechas de zarpe y arribo. El pez vela no se consideró para el análisis por especie dado que solo hubo una captura.

**Tabla 4.** CPUE (kg/día de viaje de pesca) de las especies de pesca de altura en la RMG en 2012 y 2013.

Especie	2012	2013	Promedio 2012-13
Albacora	3,9	4,4	4,1
Pez espada	4,0	4,9	4,6
Guajo	4,5	3,9	4,3
Miramelindo			1,8
Dorado			0,9
Pez vela			1,1



**Figura 3.** CPUE (kg/día de viaje de pesca) y tendencia mensual de albacora y pez espada en 2012 y 2013. Se muestran los resultados estadísticos de cada regresión.

En promedio general, el pez espada obtuvo el mejor precio, seguido del guajo, albacora, miramelindo, dorado y pez vela (Tabla 5), aunque hubo fluctuaciones en los precios de las principales especies (Figura 4). No se

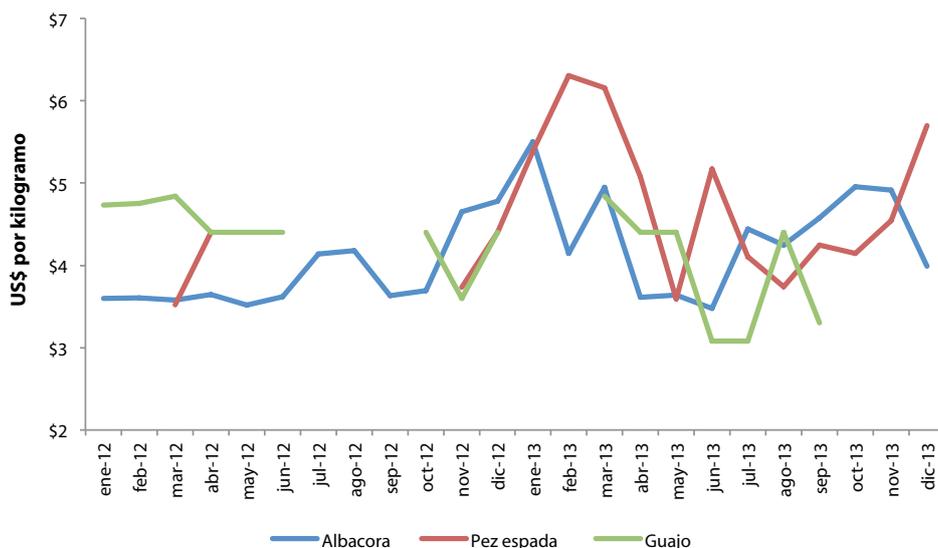
encontraron diferencias estadísticas entre los precios promedio de 2012 y 2013 para albacora, pez espada y guajo.

**Tabla 5.** Precios promedio en US\$/kg de las especies de pesca de altura en la RMG en 2012 y 2013.

Especie	2012	2013	Promedio 2012-13
Albacora*	\$ 3,9	\$ 4,4	\$ 4,1
Pez espada*	\$ 4,0	\$ 4,9	\$ 4,6
Guajo*	\$ 4,5	\$ 3,9	\$ 4,3
Miramelindo*			\$ 1,8
Dorado**			\$ 0,9
Pez vela**			\$ 1,1

\*Precios promedio en COPROPAG (Cooperativa de Producción Pesquera Artesanal de Galápagos). El miramelindo tuvo muy pocos datos por año y solo se muestra el precio promedio total.

\*\*Precios referenciales en el muelle de Puerto Ayora durante 2013.



**Figura 4.** Precios promedio mensuales de las principales especies de pesca de altura en la RMG en 2012 y 2013..

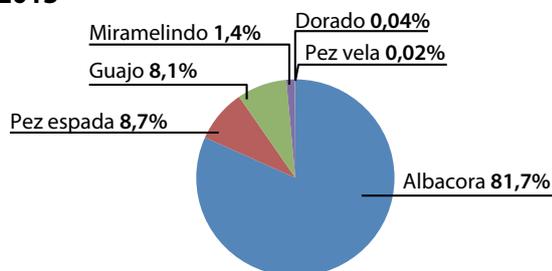
Se estimó un ingreso bruto de la pesquería de altura en US\$958 419 para 2012 y US\$1 180 320 para 2013 (Tabla 6). En 2013, la albacora y el pez espada aumentaron su

participación en el ingreso de la pesquería de altura en la RMG con respecto a 2012 (Figura 5).

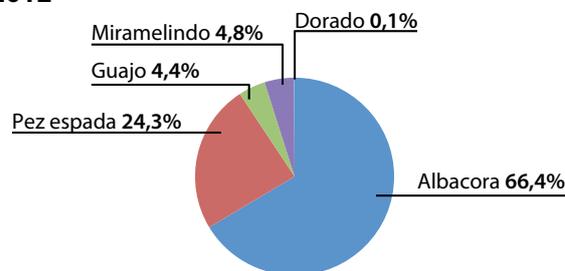
**Tabla 6.** Estimación del ingreso bruto (US\$) de la pesca de altura en la RMG en 2012 y 2013.

Especie	2012	2013	Total
Albacora	636 375,1	964 483,8	1 600 858,9
Pez espada	233 231,8	102 421,7	335 653,5
Guajo	42 130,3	96 123,2	138 253,5
Miramelindo	45 876,8	16 543,2	62 420,0
Dorado	804,9	462,8	1 267,7
Pez vela	0,0	285,0	285,0
<b>Total</b>	<b>958 418,8</b>	<b>1 180 319,7</b>	<b>2 138 738,5</b>

**2013**



**2012**



**Figura 5.** Distribución del ingreso bruto por especie en la pesca de altura en la RMG en 2012 y 2013.

**Discusión**

Esta es la primera evaluación a largo plazo que abarca a todas las especies de importancia comercial para la

pesca de altura en la RMG y contempla indicadores de desempeño establecidos en el Capítulo de Pesca. Se obtuvo indicadores de esfuerzo pesquero, captura, CPUE, precios y valoración económica. Sin embargo, hace

falta más información para tener todos los indicadores importantes como son: tallas promedio, composición por sexo y distribución del ingreso bruto. Contar con todos estos indicadores permite conocer de manera clara si los cambios en la producción de esta pesquería se deben a cambios poblacionales, pesqueros y/o ambientales.

El porcentaje de esfuerzo activo con relación al registrado en la pesquería de altura en la RMG es muy bajo. Sucede lo mismo que en la pesquería de langosta, en donde el porcentaje de esfuerzo activo es del 40% aproximadamente (Ramírez *et al.*, 2013). Este indicador refuerza la recomendación hecha en varias ocasiones de actualizar el Registro Pesquero de la DPNG con el objetivo de que en éste se encuentran solo personas que si son pescadores (Ramírez *et al.*, 2013; Castrejón, 2011).

El volumen y valor de captura es probable que estén subestimados. Hay una cantidad de volumen desembarcado que no es monitoreado por la DPNG; sobre todo la que se comercializa localmente en muelles, establecimientos o ferias. Este volumen no registrado aún se desconoce para los tres puertos de desembarque.

Los resultados indican que la albacora cada vez tiene mayor importancia para la pesca en la RMG. De 1997 a 2003 la producción máxima de albacora fue de poco más de 40TM (Castrejón, 2011). Esto significa que actualmente se captura cinco veces más que en aquellos años. También Peñaherrera (2007) indica que en las capturas de 1998 a 2006, el guajo fue igual o más importante que la albacora. Actualmente las capturas de albacora rebasan por mucho a las del guajo.

Lo anterior demuestra un cambio en la dinámica de la pesca de altura en la RMG. En 2010 se documentó una nueva técnica para capturar peces pelágicos denominado empate oceánico modificado (EOM). El EOM nace de la unión de varios empates oceánicos dando lugar a un arte de pesca con características de un palangre de media agua (Reyes *et al.*, 2014). Desafortunadamente no se sabe para esta evaluación qué arte de pesca utilizaron los pescadores ya que, por observaciones, es común que al momento de llenar el Certificado de Monitoreo digan que se capturó con un arte de pesca, cuando en realidad usaron otro. Sin embargo, es muy probable que el uso de EOM sea motivo del cambio en la composición de captura en la pesca de altura en la RMG. El EOM está siendo evaluado a través de un plan piloto en conjunto entre la Cooperativa de Producción Pesquera Artesanal de Galápagos (COPROPAG) y la DPNG. La decisión final de los resultados del plan piloto será tomada en la Junta de Manejo Participativo (JMP).

De acuerdo a la CIAT (2013), la albacora se encuentra plenamente explotada y el pez espada subexplotado en el Pacífico oriental. Esto hace suponer que las tendencias en la CPUE mensual de albacora y pez espada se deben al arte de pesca, más que a la abundancia del recurso.

Datos del plan piloto usando EOM muestran también una tendencia positiva en CPUE de albacora. Para el pez espada la tendencia no fue clara ya que hubo pocos registros (datos DPNG). Sin embargo hay que considerar el impacto del EOM en el ecosistema, sobretodo sabiendo que es un palangre y éste ha demostrado tener un impacto negativo en las especies cada vez más protegidas a nivel global como tiburones, tortugas marinas y lobos marinos (Reyes *et al.*, 2014).

A pesar de no haber mostrado diferencias estadísticas en los precios de las principales especies de pesca de altura entre 2012 y 2013, es de notar que a partir de noviembre de 2012 los precios aumentaron.

Esto se debió a que a partir de esa fecha, COPROPAG tomó el control de la comercialización de estos recursos hacia Ecuador continental. Los precios fluctuaron debido a la calidad y talla (para albacora y pez espada), cambio de clientes de COPROPAG y cambios en el precio internacional (com. pers., Kléber López, gerente de COPROPAG).

El valor económico de la pesca de altura en 2012 es ligeramente inferior al de la langosta espinosa estimada para ese mismo año en US\$1 086 408 (datos DPNG). De continuar la tendencia de aumento en la captura y precio de peces pelágicos, en pocos años la pesquería de altura será la de mayor importancia en la RMG.

## Recomendaciones

De acuerdo a los resultados de esta evaluación de la pesquería de altura en la RMG, es necesario recolectar más información y mejorar la existente; así como mejorar el manejo en términos de esfuerzo pesquero y comercialización. Para ello se recomiendan las siguientes acciones:

- Evaluar todos los indicadores de desempeño de la pesquería de altura que establece el Capítulo de Pesca. Para ello se sugiere:
  - Actualizar el sistema de información pesquera de la DPNG para proporcionar de manera ágil mayor información, tal como movilización de producto pesquero, artes de pesca, costos, etc.
  - Obtener información biológica a bordo o en los muelles de las especies capturadas.
- Actualizar el Registro Pesquero de la DPNG en función al esfuerzo pesquero activo y al estado de explotación de cada recurso.
- Monitorear el 100% de los desembarques, o en su defecto, estimar el volumen de pesca que no es registrado por la DPNG.

- Continuar fomentando la comercialización de productos de calidad a través de cooperativas de pesca. Se ha observado que esto aumenta el precio de los productos y se asume una distribución más equitativa de los ingresos.
- Elaborar periódicamente evaluaciones de la pesquería de altura, tal como se hace con pepino de mar y langosta espinosa.

## Agradecimientos

A todos los participantes de monitoreo pesquero de la Dirección del Parque Nacional Galápagos (DPNG). A Jerson Moreno y COPROPAG por la información de precios. A Kléber López Palma por sus contribuciones. A Verónica Toral por la revisión.

## Referencias

Castrejón M. 2011. Co-manejo pesquero en la Reserva Marina de Galápagos: tendencias, retos y perspectivas de cambio. Fundación Charles Darwin, Fundación Tinker y Kanankil/Plaza y Valdés. México. 416 pp.

Castrejón M. 2009. Evaluación del uso experimental de dispositivos agregadores de peces (DAP) en la Reserva Marina de Galápagos. Informe Técnico. WWF. 52 pp.

CIAT. 2013. Los atunes y peces picudos en el océano Pacífico oriental en 2012. Informe de la situación de la pesquería No. 11. CIAT. California, EEUU. 171 pp.

DPNG. 2014. Plan de Manejo de las Áreas Protegidas de Galápagos para el Buen Vivir. Puerto Ayora, Isla Santa Cruz-Galápagos.

Murillo JC, H Reyes, P Zárate, S Banks & E Danulat. 2004. Evaluación de la captura incidental durante el plan piloto de pesca de altura con palangre en la Reserva Marina de Galápagos. Informe técnico. DPNG-FCD. Galápagos, Ecuador. 69 pp.

Peñaherrera CR. 2007. Variaciones espacio-temporales de los ensambles de peces de la Reserva Marina de Galápagos basados en registros pesqueros. Tesis de licenciatura. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador. 68 pp.

Ramírez J, H Reyes & A Schuhbauer. 2013. Evaluación de la pesquería de langosta espinosa en la Reserva Marina de Galápagos. Pp. 150-156, en: Informe Galápagos 2011-2012. DPNG, GCREG, FCD y GC. Galápagos, Ecuador.

Reck G. 1983. The coastal fisheries in the Galapagos Islands, Ecuador. Description and consequences for management in the context of marine environmental protection and regional development. Tesis de doctorado. Universidad Christian Albrecht, Kiel, Alemania. 231 pp.

Revelo W, X Velázquez & R García-Sáenz. 2005. Investigación de pesca exploratoria de peces pelágicos grandes en las islas Galápagos. Presentación dada en la septuagésima cuarta reunión ordinaria de la Junta de Manejo Participativo de la Reserva Marina de Galápagos, 27 de abril 2005.

Reyes H, J Ramírez, P Salinas, G Banda, W Tite, G Sevilla & W Revelo. 2014. Plan piloto de pesca de altura con arte de pesca "empate oceánico modificado" en la Reserva Marina de Galápagos. Informe Técnico. Dirección del Parque Nacional Galápagos. Galápagos, Ecuador. 36 pp.

Tejada P. 2006. Estudio del empate oceánico como alternativa de pesca para el sector pesquero de las islas Galápagos. Informe técnico. Fundación Charles Darwin. Galápagos, Ecuador. 55 pp.



Foto: © Alex Hearn

# Hábitat de asentamiento y abundancia relativa temporal de las larvas de langosta espinosa *Panulirus sp.* y su fauna acompañante en la Reserva Marina de Galápagos

Eduardo Espinoza<sup>1</sup>, Sandra Masaquiza<sup>2</sup> y Jerson Moreno<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Dirección del Parque Nacional Galápagos, <sup>2</sup>Agencia de Bioseguridad Galápagos, <sup>3</sup>Conservación Internacional Galápagos

## Introducción

Las pesquerías de langosta espinosa y de pepino de mar son las de mayor importancia económica para el sector pesquero artesanal del archipiélago de Galápagos. En las islas se explotan comercialmente dos especies de langostas pertenecientes a la familia Palinuridae: la langosta roja (*Panulirus penicillatus*) y la verde o azul (*Panulirus gracilis*). Hasta el año 2006, indicadores pesqueros y poblacionales coincidían que el recurso langosta había disminuido (Hearn *et al.*, 2006), sin embargo a partir de esa fecha dichos indicadores pesqueros (CPUE y capturas totales) mostraron una recuperación del recurso (DPNG, 2014).

La dispersión larval y el índice de reclutamiento son factores determinantes en el ciclo de vida y la relación entre larvas, juveniles y adultos de la langosta, lo que hasta hace algunos años era aún desconocido en la Reserva Marina de Galápagos (RMG) (Hearn *et al.*, 2005). Este desconocimiento aumenta la incertidumbre en la implementación de estrategias adecuadas para el manejo (Cruz, 1999).

Entender cuál es el aporte natural de los ecosistemas a las poblaciones de langosta, es un factor que ayudará a establecer la abundancia poblacional de esta especie. El presente estudio pretende obtener información acerca de la distribución de los estadios larvales de langostas, ayudando a determinar: el ciclo de vida de esta especie en Galápagos y el índice de reclutamiento en relación al tamaño de la población.

Los resultados están basados en el programa de Monitoreo de Larvas que se inició en el año 2006, bajo el marco del proyecto para la conservación de la Reserva Marina de la Agencia de Cooperación Japonesa (JICA) y que luego la DPNG continuó realizando hasta la fecha.

## Metodología

Durante la fase inicial del monitoreo se experimentó con diferentes tipos de colectores usados en varias partes del mundo. Esta fase culminó con la creación de un colector diseñado especialmente para Galápagos, el cual se asemeja a una masa de algas artificiales. Este colector fue elaborado en base de material sintético como: paja plástica, correas y mallas plásticas, formando una esfera de 80 cm de diámetro aproximadamente, atada a un bloque de concreto de 70 kg (muerto) que le ayuda a fondearlo (Figura 1). Se colocaron boyas al interior de cada colector para mantenerlo suspendido.



**Figura 1.** Distribución del ingreso bruto por especie en la pesca de altura en la RMG en 2012 y 2013.

Inicialmente un total de 18 colectores fueron distribuidos en nueve sitios (Tabla 1). Sin embargo no se pudo monitorear con regularidad todos los sitios y solo se encontró larvas en lugares con características similares (bahías con poca profundidad y rodeadas de manglar);

entonces el estudio fue enfocado principalmente en la isla Santa Cruz (Canal Itabaca y Tortuga Bay). En cada revisión, los colectores eran subidos y sacudidos 30 veces para posteriormente ser reinstalados.

**Tabla 1.** Distribución por sitio del número de colectores y su posición geográfica. Las categorías de monitoreo fueron: a) colectores monitoreados al menos una vez, pero sin encontrar larvas de langosta; b) colectores con monitoreo constante y donde se encontraron larvas de langosta continuamente; y c) colectores monitoreados al menos una vez con asentamiento de larvas de langosta.

Isla	Sitio	Número de colectores instalados	Categoría de monitoreo	Latitud	Longitud
Isabela	El Finado	1	a	01°02'490"S	91°09'350"W
	Barahona	1	a	00°58'638"S	91°00'201"W
	Canal Bolívar	1	a	00°18'300"S	91°21'215"W
	Bahía Cartago	2	a	00°43'148"S	90°48'340"W
Santa Cruz	Canal Itabaca	5	b	00°29'198"S	90°16'211"W
	Punta Estrada	1	b	00°45'664"S	90°18'218"W
	Tortuga Bay	4	b	00°46'072"S	90°21'091"W
	Las Palmitas	2	c	00°40'310"S	90°32'227"W
Fernandina	Frente Caseta Bolívar	1	a	00°18'253"S	91°23'587"W

Los especímenes encontrados se diferenciaron en cuatro estadios: *philosoma*, *puerulus*, *post puerulus* y juveniles (Figura 2). Basado en la bibliografía utilizada para la categorización de *Panulirus argus* en Cruz et al. (1991) y Cruz (1999) se describe los estadios larvales como:

1. **Philosoma:** fase pelágica con cutícula transparente, de cuerpo deprimido;
2. **Puerulus:** estadio ya con capacidad natatoria que tiene desarrollado los pleopodos, migra hacia la costa y ocurre entre las tallas de 4 a 6 mm;

3. **Post-puerulus:** fase algal con intervalo de talla entre los 6 y 15 mm que ocurre después de la metamorfosis tras el asentamiento;
4. **Juvenil:** estadio con diferenciación de sexos una vez que alcanzan entre los 16 y 20 mm.

Para la captura de las larvas en estadio de *philosoma* se realizaron muestreos nocturnos en cruceros oceanográficos lejanos a la costa, a una velocidad fluctuante entre 2 y 5 nudos. La prueba se efectuó mediante muestreos de meso y macro zooplancton. En el primero se efectuaron arrastres

oblicuos desde 100 m de profundidad a la superficie con una red cónica de 335 micras ( $\mu$ ) con aproximadamente 15 minutos de arrastre. El segundo se realizó con una red cónica de 0,5 mm de poro de malla mediante arrastres

superficiales, con aproximadamente una hora de arrastre. Para la preservación de los *post-puerulus*, *philosoma* y fauna acompañantes, se utilizó alcohol al 75%.

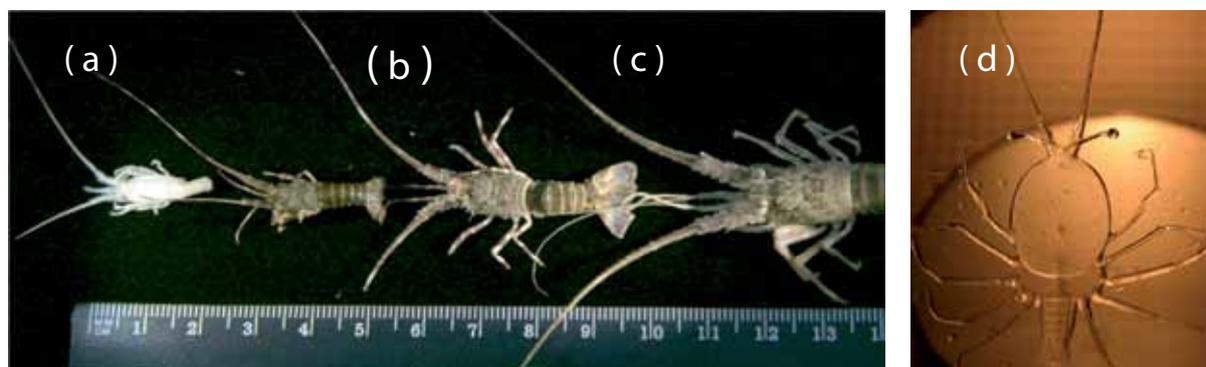


Figura 2. Diferentes estadios larvales de la langosta espinosa: a) *Puerulus*, b) *Post-puerulus*, c) Juvenil, d) *Philosoma*.

### Resultados

Durante la fase experimental del proyecto se pudo determinar por primera vez para la RMG el diseño de un modelo de colector que funciona para capturar larvas de langosta en Galápagos. Se han logrado capturar larvas de langosta de forma sistemática principalmente de los colectores instalados en tres sitios en la isla Santa Cruz (Canal Itabaca, Tortuga Bay y Las Palmitas). Debido a aspectos logísticos y los resultados preliminares, a partir del 2008, el monitoreo se concentró en dos sitios (Canal Itabaca y Tortuga Bay).

En ambos años (2006 y 2007) se capturaron seis larvas de langosta en Canal Itabaca (Tabla 2). En 2008 el número capturado subió a 29. Los asentamientos de larvas en este sitio representan el 67,2% del total de la captura en los tres años para todos los sitios.

Por otro lado, Tortuga Bay que solo presenta captura para el 2007 y 2008, representa el 29,5% y Las Palmitas, 3,3%, con solo dos larvas de langosta para el 2007. Durante este estudio de los tres estadios capturados, la fase de *post puerulus* fue la más predominante.

Tabla 2. Número de larvas de langostas (*Panulirus sp.*) capturado por año y por sitio de muestreo.

Sitio	Año			Porcentaje de captura
	2006	2007	2008	
Canal Itabaca	6	6	29	67,2
Las Palmitas	0	2	0	3,3
Tortuga Bay	0	8*	10	29,5
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>16</b>	<b>39</b>	<b>100</b>

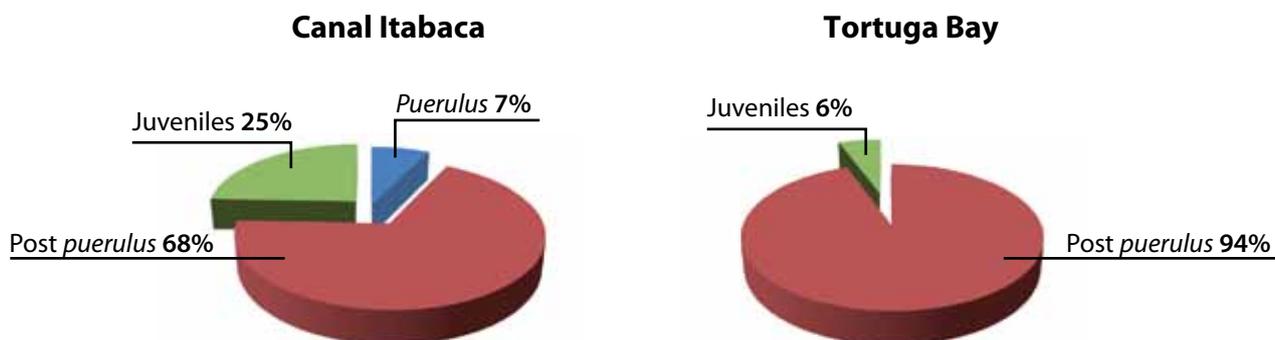


Figura 3. Distribución porcentual de los estadios larvales encontrados en Canal Itabaca y Tortuga Bay.

Se observaron variaciones en la presencia de larvas en el Canal Itabaca presentando dos picos en marzo y mayo de 2008 (Figura 4). En Tortuga Bay se presentaron dos picos entre febrero y marzo de 2007. En el Canal Itabaca

se presentaron asentamientos menores en los meses de enero, mayo, abril, julio, octubre y noviembre con dos individuos por mes, y en Tortuga Bay en enero, abril, mayo, junio y agosto con un asentamiento.

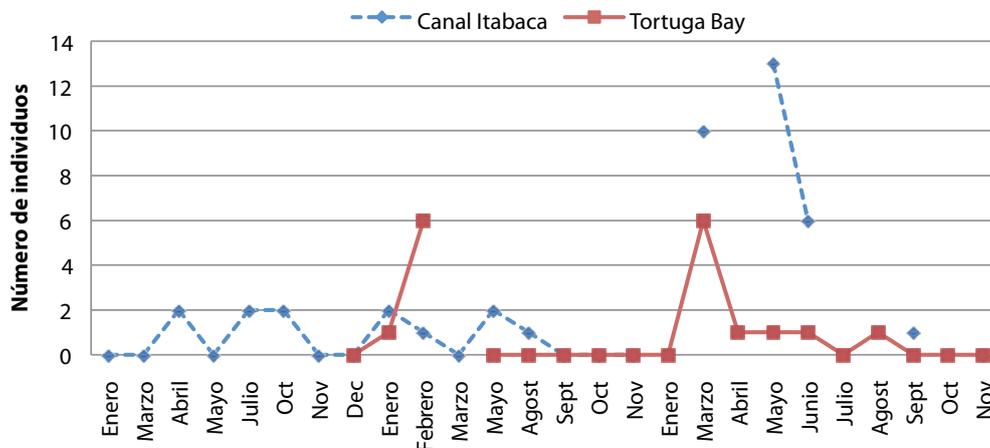


Figura 4. Número de larvas de langosta (*Panulirus sp.*) capturadas durante el monitoreo mensual.

Por otro lado la captura de los *philosomas* del género *Panulirus* se la realizó en tres cruceros entre 2006 y 2007, con un total de 18 individuos colectados.

**Conclusión y discusión**

Durante este estudio se ha podido establecer que existen sitios de reclutamiento en zonas geográficas con características similares, como las bahías de manglares y remansos de corrientes, con un sistema de circulación continua.

El haber diseñado un colector diferente a los conocidos en otros lugares utilizados con el mismo propósito, sugiere que la ecología del asentamiento de la langosta espinosa en Galápagos y sus características geográficas y ecológicas, sean distintivas.

Entre el sitio Tortuga Bay y el Canal Itabaca en la Isla Santa Cruz, la mayor presencia de larvas de langosta se encontró en los colectores ubicados en el Canal Itabaca, posiblemente debido a las condiciones oceanográficas como el sistema de corrientes que confluyen en el área, generando alta productividad, mientras que Tortuga Bay es una bahía con aguas un poco más confinadas en relación a las aguas del Canal Itabaca y están expuestas a un oleaje continuo.

Los asentamientos de *puerulus*, *post puerulus* y juveniles en los meses cálidos (diciembre-mayo), coinciden con los picos reproductivos para la langosta roja y azul descritos por Reck (1983).

Cabe mencionar que en el monitoreo del año 2008 se colectaron 23 individuos de larvas de langostas más que el año 2007, probablemente causado por un incremento en

los niveles de reproducción, o la acción de las corrientes y condiciones climáticas que favorecieron la presencia de un mayor número de reclutas. Esto sugiere que este indicador estaría directamente relacionado con los indicadores pesqueros para el año 2012-2013, donde se observó un incremento en los volúmenes de captura y CPUE de la langosta espinosa.

Hasta el momento se ha notado la presencia de juveniles en los colectores pertenecientes a la langosta verde. Este dato tiene que confirmarse con otros estudios paralelos (análisis genéticos) ya que la de mayor abundancia y distribución es la langosta roja.

A pesar que durante el tiempo de monitoreo no se ha reportado un reclutamiento a gran escala, los resultados evidencian que los niveles de reclutamiento tienen cierta estacionalidad y patrones relacionados a varios factores oceanográficos, como la temperatura del mar y otros que necesitan ser estudiados aun.

Siendo las langostas espinosas uno de los principales recursos pesqueros del archipiélago, se sugiere continuar y fortalecer este estudio con monitoreos paralelos de las variaciones oceanográficas importantes, como las corrientes y sistema de circulación, así como de la relación con los otros organismos que colonizan los refugios. Finalmente, los mecanismos que relacionan los eventos ambientales son desconocidos en los crustáceos y requieren ser investigados (Booth & Phillips, 1994).

## Referencias

- Booth JD & BP Philips. 1994. Early life history of spiny lobster. Proceedings of the Fourth International Workshop on Lobster Biology and Management, 1993. Crustaceana 66(3):271-294.
- Cruz R. 1999. Variabilidad del reclutamiento y pronóstico de la pesquería de langosta (*Panulirus argus*, Latreille 1804) en Cuba. Tesis Doctoral, Universidad de La Habana. 150 pp.
- Cruz R, ME De León, E Díaz-Iglesias, R Brito & R Puga. 1991. Reclutamiento de puérulos de langosta (*Panulirus argus*) a la plataforma cubana. Revista Investigaciones Marinas, Cuba 12(1-3):66-75.
- Dirección del Parque Nacional Galápagos. 2014. Evaluación de la Pesquería de langosta espinosa (*Panulirus penicillatus* y *P. gracilis*) en la Reserva Marina de Galápagos, temporada 2013. Informe técnico, revisado por la Comisión Técnica Pesquera.
- Hearn A, JC Murillo, F Nicolaidis, J Moreno & H Reyes. 2006. Evaluación de la pesquería de langosta espinosa (*Panulirus penicillatus* y *P. gracilis*) en la Reserva Marina de Galápagos 2005. En: (A Hearn, ed.) Evaluación de las pesquerías en la Reserva Marina de Galápagos, Informe Compendio 2005. Fundación Charles Darwin, Santa Cruz, Galápagos, Ecuador. pp 46-116.
- Hearn A, M Castrejón, F Nicolaidis & J Moreno. 2005. Evaluación poblacional de la langosta roja en la Reserva Marina de Galápagos, pre-pesquería 2005. Fundación Charles Darwin, Santa Cruz, Galápagos, Ecuador. 20 pp.
- Reck G. 1983. The coastal fisheries in the Galapagos Islands, Ecuador: Description and consequences for management in the context of marine environmental protection and regional development. Doctoral Thesis. Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät, Christian-Albrechts-Univ., Kiel, Alemania.



A close-up photograph of a large tortoise, likely a Galapagos tortoise, with its mouth wide open. The tortoise's head and front legs are visible, and its mouth is filled with a pinkish tongue and sharp, white teeth. The tortoise is resting on a light-colored, textured surface, possibly a piece of wood or a log. The background is a soft, out-of-focus green, suggesting a natural habitat. A white rectangular text box is overlaid on the upper part of the tortoise's shell, containing the text "BIODIVERSIDAD Y RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS" in bold, black, uppercase letters.

**BIODIVERSIDAD Y  
RESTAURACIÓN DE  
ECOSISTEMAS**





Foto: © Galápagos Verde 2050

## Galápagos Verde 2050: Una oportunidad para la restauración de ecosistemas degradados y el fomento de una agricultura sostenible en el archipiélago

Patricia Jaramillo<sup>1</sup>, Swen Lorenz<sup>1</sup>, Gabriela Ortiz<sup>1</sup>, Pablo Cueva<sup>1</sup>, Estalín Jiménez<sup>1</sup>, Jaime Ortiz<sup>1</sup>, Danny Rueda<sup>2</sup>, Max Freire<sup>3</sup>, James Gibbs<sup>4</sup> y Washington Tapia<sup>5</sup>

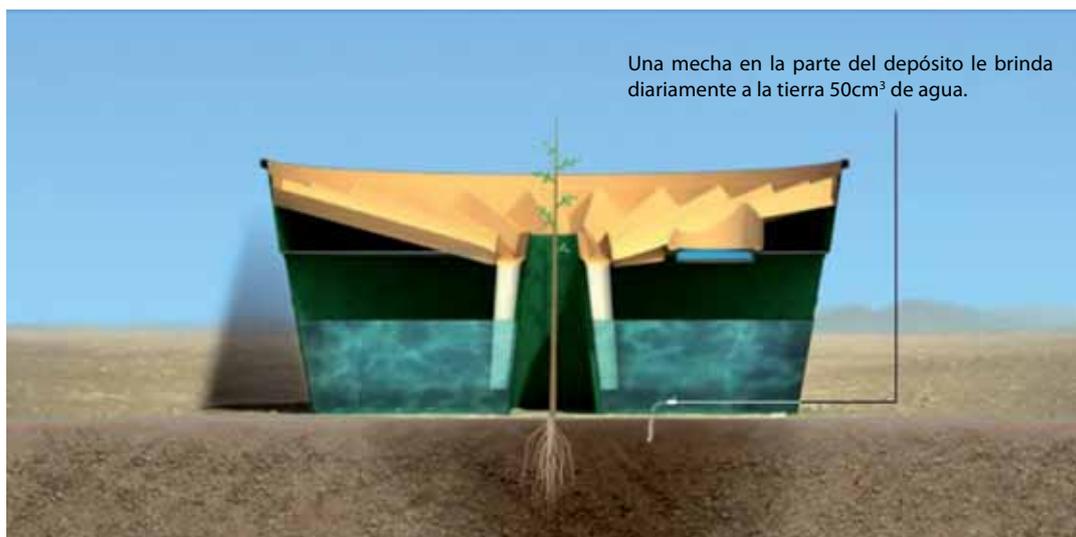
<sup>1</sup>Fundación Charles Darwin, <sup>2</sup>Dirección del Parque Nacional Galápagos, <sup>3</sup>Gobierno Autónomo Decentralizado Parroquial de Floreana, <sup>4</sup>SUNY-ESF, <sup>5</sup>Galapagos Conservancy

En Galápagos, las especies invasoras constituyen la mayor amenaza para la biodiversidad terrestre (Gardener *et al.*, 2010a y 2010b). Actualmente, hay alrededor de 900 especies de plantas introducidas de las cuales al menos 131 ya están invadiendo los espacios naturales del archipiélago (Guézou & Trueman, 2009; Jaramillo *et al.*, 2013). Las zonas húmedas de las islas habitadas son los ecosistemas más degradados en el archipiélago, en gran medida por las especies invasoras y la agricultura (Gardener *et al.*, 2010a; Rentería & Buddenhagen, 2006).

La conservación y/o restauración de la integridad y resiliencia ecológica de los ecosistemas de Galápagos es una de las estrategias más seguras para mantener su capacidad de generar servicios ambientales a la sociedad (DPNG, 2014). Con estos principios conceptuales en mente se ha diseñado el proyecto “Galápagos Verde 2050”, como un modelo de ciencia aplicada para conducirnos de un sistema socio-ecológico alterado hacia un sistema saludable (funcional) y a una escala regional.

“Galápagos Verde 2050” es una iniciativa multi-institucional e interdisciplinaria que por un lado busca contribuir a la sostenibilidad del archipiélago a través de acciones de restauración ecológica y agricultura sostenible, y por otro, convertirse en un ejemplo para el mundo al demostrar que es posible lograr el desarrollo sustentable (Jaramillo *et al.*, 2014). Los objetivos del proyecto son:

1. Contribuir a la restauración de ecosistemas degradados con el propósito de recuperar y/o mantener su capacidad de generar servicios para el ser humano;
2. Controlar y/o erradicar especies introducidas invasoras en áreas de alto valor ecológico;
3. Acelerar el proceso de recuperación de especies de flora nativa y endémica del archipiélago de crecimiento natural muy lento;
4. Disminuir el riesgo de ingreso de especies exóticas a través de la producción agrícola sostenible, al contribuir al autoabastecimiento local;
5. Contribuir a dinamizar la economía a través de la producción agrícola sostenible y durante cualquier época del año.



**Figura 1.** Estructura y modelo de la Tecnología Groasis en un corte vertical (tomado de [www.groasis.com/es](http://www.groasis.com/es)).

Todo lo anterior implica contribuir al bienestar de la población humana de Galápagos y de su entorno natural, lo cual se alinea con el Plan de Manejo de las Áreas Protegidas de Galápagos (DPNG, 2014) y el Plan Nacional del Buen Vivir (SENPLADES, 2013); así como con los Objetivos de Desarrollo del Milenio de las Naciones Unidas, constituyéndose en una forma inteligente de asegurar la sostenibilidad del archipiélago.

### **Una nueva tecnología para ahorrar agua y adelantar el crecimiento de las plantas**

La Tecnología Groasis (TG) es una herramienta innovadora que optimiza el uso de agua para la propagación y cultivo de plantas, permitiendo la reducción en su consumo normal hasta en un 90%, en comparación con otras técnicas como el riego en goteo. Esta tecnología, diseñada por Groasis e inventada por el Sr. Pieter Hoff en Holanda, ayuda al crecimiento de cualquier especie de planta, ahorrando agua al máximo posible (Figura 1). Ha sido exitosamente utilizada en más de 30 países alrededor del mundo, principalmente en zonas áridas y desérticas como el desierto del Sahara (Hoff, 2013), logrando la supervivencia de plántulas en una variedad de entornos, incluyendo terrenos altamente erosionados.

Este éxito se debe a que la caja de agua de la Tecnología Groasis está diseñada para a través de una mecha, proveer agua permanentemente a las raíces de las plantas, permitiendo que estas crezcan más profunda y verticalmente, de forma que garantice la vitalidad de las plantas, aún cuando la caja sea retirada.

En Galápagos, a través de la utilización de la TG, se busca contribuir a la restauración de ecosistemas mediante de la recuperación de especies emblemáticas de flora nativa y endémica del archipiélago, así como promover una agricultura sustentable y con producción permanente.

En el presente artículo se describen los resultados del proyecto piloto desarrollado para probar la funcionalidad de TG en Galápagos. Sobre la base de estos resultados se construyó el proyecto “Galápagos Verde 2050” con el cual se pretende, entre el 2014 y el 2050, contribuir a la conservación de los ecosistemas más vulnerables, principalmente de las zonas húmedas (DPNG, 2014; Jäger *et al.*, 2007; Renteria *et al.*, 2006; Trusty *et al.*, 2012; Tye *et al.*, 2001; Jaramillo *et al.*, 2014) y al desarrollo de una agricultura sostenible. Como mecanismo, la agricultura sostenible favorece la reducción de la importación de productos vegetales desde el Ecuador continental, disminuyendo de esta manera el constante peligro de invasión de especies exógenas (FEIG, 2007; Martínez & Causton, 2007; Trueman *et al.*, 2010; Trueman & d’Ozouville, 2010). La agricultura sostenible, además, aporta a la seguridad alimentaria de la población de Galápagos, tal como lo establece el Plan Nacional del Buen Vivir (SENPLADES, 2013).

### **Metodología**

El proyecto piloto para probar la funcionalidad de la Tecnología Groasis como herramienta tanto para la restauración ecológica como para la agricultura estuvo basado en un convenio entre la Fundación Fuente de Vida (FFV) del Ecuador como representante de la organización Holandesa Groasis y la Fundación Charles Darwin (FCD), en estrecha colaboración con la Dirección del Parque Nacional Galápagos (DPNG). Además, se coordinaron los trabajos con el Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Floreana, la Dirección Técnica Provincial de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca (MAGAP) en Galápagos, el Aeropuerto Ecológico de Galápagos (ECOGAL S.A.) y la Capitanía de Puerto Ayora.

### **Restauración ecológica**

Se realizaron trabajos de restauración usando la TG en Floreana, Baltra y Santa Cruz. En Floreana se utilizaron

300 cajas de agua en una finca modelo ubicada en la zona húmeda. En Baltra se emplearon 19 cajas con seis especies nativas y endémicas propias de la isla; se escogió un área altamente degradada ubicada en el lugar donde anteriormente funcionó un botadero de basura. En Santa Cruz se trabajó en una pequeña área en el sitio de visita Los Gemelos donde se colocaron cinco cajas con tres especies endémicas. Además, con el objetivo de promover el uso de plantas nativas y endémicas para el ornato de áreas urbanas, gracias a la apertura de la Capitanía de Puerto Ayora, se inició la erradicación de las plantas introducidas invasoras dentro de sus instalaciones y se las reemplazó por especies endémicas usando la TG. Adicionalmente, como una forma de demostrar el uso de la tecnología, se colocaron varias cajas con plantas endémicas dentro de las instalaciones de la DPNG y la FCD.

**Agricultura sostenible**

En Floreana y Santa Cruz, se realizaron las actividades experimentales relacionadas con agricultura sostenible,

donde con el apoyo de la comunidad, se trabajó en 21 huertos familiares (18 en Floreana y 3 en Santa Cruz) ubicados tanto en la zona árida como en la húmeda. En Santa Cruz, en el sitio denominado Safari Camp, también se desarrolló una prueba de esta tecnología con plantas de cacao, tomate y pepino.

**Especies de plantas usadas**

Se trabajó con 52 especies entre nativas, endémicas e introducidas (cultivadas), de las cuales el 60% estuvieron destinadas para restauración ecológica y el 40% para agricultura sostenible en huertos familiares y fincas (Tabla 1). La selección de especies para la restauración ecológica se realizó de acuerdo a la Lista Roja de la UICN (Jaramillo *et al.*, 2013), principalmente usando especies emblemáticas y amenazadas por cada isla. Para el caso de agricultura sostenible, en su mayoría se usó frutales y en pocos casos, a pedido de la comunidad de Floreana, se probó con varias especies nativas y endémicas ornamentales.

**Tabla 1.** Clasificación de las especies utilizadas en el proyecto piloto en las tres islas.

Isla	Objetivo	Familia	Especie	Nombre común	Origen*
Baltra	Restauración ecológica	Mimosaceae	<i>Acacia macracantha</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	acacia	N
		Burseraceae	<i>Bursera malacophylla</i> B.L. Rob.	palo santo	E
		Simaroubaceae	<i>Castela galapageia</i> Hook. f.	amargo	E
		Cactaceae	<i>Opuntia echios</i> var. <i>echios</i> Howell	cactus gigante	E
		Caesalpinaceae	<i>Parkinsonia aculeata</i> L.	palito verde	N
		Asteraceae	<i>Scalesia crockeri</i> Howell	lechoso	E
Santa Cruz	Restauración ecológica	Amaranthaceae	<i>Alternanthera echinocephala</i> (Hook. f.) Christoph.	alternantera blanca	N
		Amaranthaceae	<i>Alternanthera filifolia</i> (Hook. f.) Howell	alternantera hilo	N
		Verbenaceae	<i>Clerodendrum molle</i> Kunth	rodilla de caballo	N
		Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i> L.	mangle botón	N
		Malvaceae	<i>Gossypium darwinii</i> G. Watt	algodón de Darwin	E
		Convolvulaceae	<i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) R. Br.	flor de mañana	N
		Celastraceae	<i>Maytenus octogona</i> (L'Hér.) DC.	arrayancillo	N
		Melastomataceae	<i>Miconia robinsoniana</i> Cogn.	miconia	E
		Cactaceae	<i>Opuntia echios</i> var. <i>gigantea</i> Howell	cactus gigante	E
		Fabaceae	<i>Piscidia carthagenensis</i> Jacq.	matazarno	N
		Rubiaceae	<i>Psychotria rufipes</i> Hook. f.	cafetillo de Galápagos	N
		Asteraceae	<i>Scalesia affinis</i> Hook. f.	lechoso	E
		Asteraceae	<i>Scalesia helleri</i> ssp. <i>santacruziana</i> Harling	bonsai de Galápagos	E
	Asteraceae	<i>Scalesia pedunculata</i> Hook. f.	lechoso arbóreo	E	
	Agricultura sostenible	Cucurbitaceae	<i>Cucumis sativus</i> L.	pepino	C
		Solanaceae	<i>Solanum lycopersicum</i> L.	tomate riñón	C
Sterculiaceae		<i>Theobroma cacao</i> L.	cacao	C	

Floreana	Restauración ecológica	Amaranthaceae	<i>Alternanthera filifolia</i> (Hook. f.) Howell	alternantera hilo	N
		Burseraceae	<i>Bursera graveolens</i> (Kunth) Triana & Planch.	palo santo	E
		Verbenaceae	<i>Clerodendrum molle</i> Kunth	rodilla de caballo	N
		Boraginaceae	<i>Cordia lutea</i> Lam.	muyuyo	N
		Asteraceae	<i>Darwiniothamnus tenuifolius</i> (Hook. f.) Harling	margarita de Darwin	E
		Asteraceae	<i>Lecocarpus pinnatifidus</i> Decne	margarita pequeña	E
		Verbenaceae	<i>Lippia salicifolia</i> Andersson	lippia	E
		Plumbaginaceae	<i>Plumbago zeylanica</i> L.	jazmín del cabo	N
		Rubiaceae	<i>Psychotria angustata</i> Andersson	cafetillo de Floreana	N
		Asteraceae	<i>Scalesia affinis</i> Hook. f.	lechoso	E
		Asteraceae	<i>Scalesia pedunculata</i> Hook. f.	lechoso arbóreo	E
		Aizoaceae	<i>Sesuvium portulacastrum</i> (L.) L.	sesuvium	N
		Solanaceae	<i>Solanum quitoense</i> Lam.	naranjilla	I
		Sterculiaceae	<i>Waltheria ovata</i> Cav.	walteria	N
		Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.	uña de gato	E
	Agricultura sostenible	Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> L.	mango	
		Apocynaceae	<i>Nerium oleander</i> L.	laurel de jardín	
		Lamiaceae	<i>Ocimum campechianum</i> Mill.	albahaca	
		Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill.	aguacate	
		Alliaceae	<i>Allium fistulosum</i> L.	cebolla blanca	
		Annonaceae	<i>Annona cherimola</i> Mill.	chirimoya	
		Cannaceae	<i>Canna indica</i> L.	achira	
		Solanaceae	<i>Capsicum annuum</i> L.	pimiento	
		Caricaceae	<i>Carica papaya</i> L.	papaya	
		Cucurbitaceae	<i>Citrullus lanatus</i> (Thunb.) Matsun. & Nakai	sandía	
		Rutaceae	<i>Citrus reticulata</i> Blanco	mandarina	C
		Rutaceae	<i>Citrus x limetta</i> Risso	limón dulce	C
		Rutaceae	<i>Citrus x limon</i> (L.) Osbeck	limón	C
		Rutaceae	<i>Citrus x sinensis</i> (L.) Osbeck	naranja dulce	C
		Solanaceae	<i>Solanum lycopersicum</i> L.	tomate riñón	C
Euphorbiaceae	<i>Jatropha curcas</i> L.	piñón	C		
Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i> L.	coco	C		
Cucurbitaceae	<i>Cucumis melo</i> L.	melón	C		
Fabaceae	<i>Phaseolus lunatus</i> L.	habichuela, fréjol de mata	C		

\* N = nativa; E = endémica; I = introducida; C = cultivada

Tanto para restauración ecológica como para agricultura sostenible, las especies seleccionadas fueron distribuidas en ocho diferentes tipos de sustrato y cuatro zonas de vegetación (Tabla 2). Adicionalmente, para cada especie

se estableció dos controles (sin la TG). Debido a la escasez extrema de agua en los casos de Floreana y Baltra, se redujo al 70% y 50% del volumen normal de agua requerido para el funcionamiento de las cajas.

**Tabla 2.** Las zonas de vegetación, los tipos de sustrato y el origen de las especies utilizados en la fase piloto en Baltra, Santa Cruz y Floreana (N = nativa, E = endémica, C = cultivada).

Isla	Proyecto	Zona	Sustrato	Origen de las especies			Total especies
				N	E	C	
Baltra	Restauración ecológica	Árida	Arcilloso	2	4	0	6
		Litoral	Arcilloso	0	1	0	1
Floreana	Agricultura sostenible	Árida	Arcilloso	0	0	13	13
			Humífero	0	0	6	6
			Humífero-arcilloso	0	0	15	15
			Humífero-rocoso	0	0	8	8
			Rocoso	0	0	3	3
			Rocoso-arcilloso	0	0	6	6
		Húmeda	Arcilloso	0	0	1	1
			Humífero	0	0	6	6
	Restauración ecológica	Árida	Arcilloso	5	4	0	9
			Humífero	0	1	0	1
		Húmeda	Humífero-arcilloso	1	1	0	2
			Humífero-rocoso	2	4	0	6
			Rocoso-arcilloso	0	1	0	1
			Humífero	3	5	0	8
Humífero-rocoso			2	4	0	6	
Litoral			Arcilloso	2	1	0	3
	Rocoso-arcilloso	2	2	0	4		
Santa Cruz	Agricultura sostenible	Transición	Arcilloso	0	0	2	2
			Humífero	0	0	1	1
			Humífero-rocoso	0	0	1	1
	Restauración ecológica	Húmeda	Humífero	0	4	0	4
		Litoral	Arcilloso	3	0	0	3
			Arenoso	3	4	0	7
			Humífero	2	1	0	3
			Rocoso	2	1	0	3
			Rocoso-arenoso	2	1	0	3

## Resultados

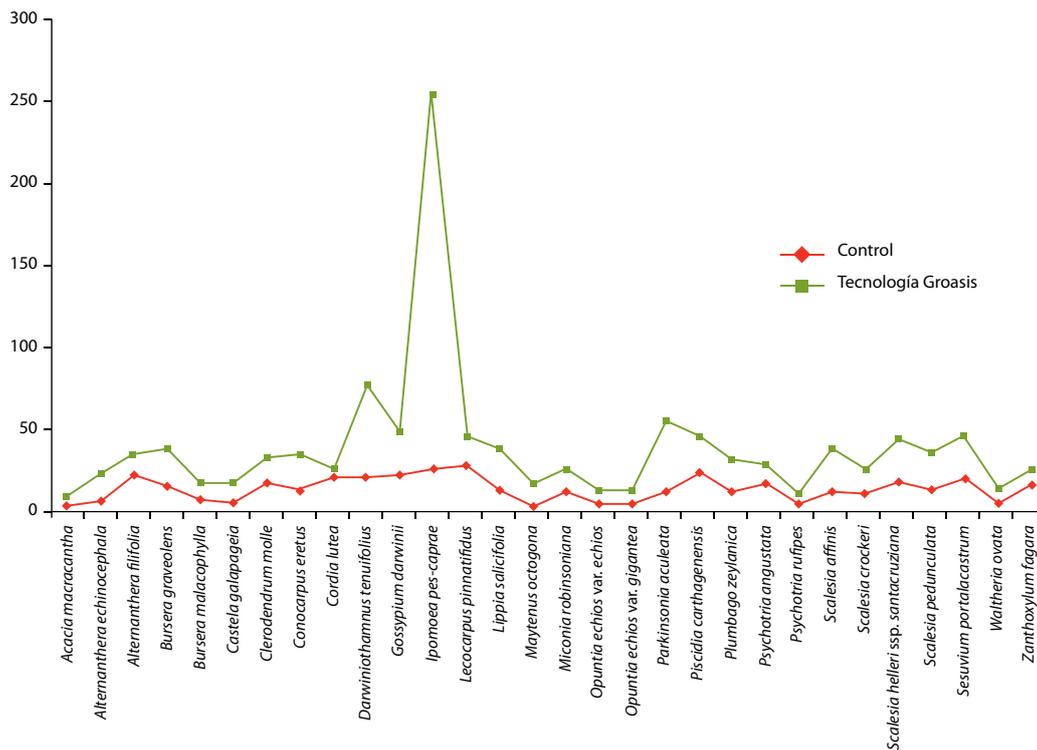
### Restauración ecológica

Los resultados preliminares para la zona árida en Baltra indicaron que la tasa de crecimiento de aquellas plántulas sembradas utilizando la TG fue significativa con respecto a las plantas sembradas sin TG, pudiéndose incluso observar un crecimiento muy acelerado de varios individuos especialmente de *Opuntia echios* var. *echios*; lo mismo ocurrió con las especies utilizadas en las islas Floreana y Santa Cruz (Figura 2).

Normalmente, las especies de *Opuntia* crecen en promedio 2 cm anuales (Coronel, 2002; Hicks & Mauchamp, 2000; Estupiñán & Mauchamp, 1995), lo cual contrasta con el

crecimiento mensual registrado de 1,5 cm con esta nueva tecnología, sugiriendo que si se mantiene esa tasa de crecimiento, podrían llegar a crecer por sobre los 10 cm anuales (Figura 3).

Por otro lado, en Baltra se pudo evidenciar que la supervivencia y el crecimiento de las plántulas se vieron afectados debido a las características físicas del suelo (el cual es muy arcilloso), al estrés que sufrieron las plántulas usadas como control y a la compactación del suelo producida por procesos antropológicos en su uso (aeropuerto, tránsito de equipo pesado, etc.). Se observó también señales de herbivoría por iguanas terrestres, pues algunas especies dentro del proyecto son parte de su dieta natural. Esto último, más que un impacto negativo, nos indica la importancia del proyecto para restaurar la dinámica natural de los ecosistemas degradados.



**Figura 2.** Tasa promedio de crecimiento de las 30 especies utilizadas en el proyecto piloto para restauración ecológica (usando TG y control sin TG) en las islas: Baltra, Floreana y Santa Cruz.



**Figura 3.** *Opuntia echios* var. *echios*, el 29 de julio 2013 y b) *O. echios* var. *echios* después de casi cuatro meses de monitoreo, el 17 de noviembre 2013, c) estado de la misma planta cerca al aeropuerto de Baltra ya sin caja después de 6 meses, el 27 de enero de 2014.

En Floreana se trabajó en tres zonas de vegetación (litoral, árida y húmeda) y se utilizaron 14 especies nativas y endémicas, logrando al igual que en el caso de Baltra resultados positivos especialmente en la zona húmeda.

En Santa Cruz también se seleccionó 14 especies nativas y endémicas, y se evidenció un crecimiento sostenido de la mayoría de individuos de las especies endémicas. Cabe indicar que un caso esperanzador fue el de *Scallesia pedunculata*, tanto en Floreana como en Santa Cruz (Los Gemelos), pues al igual que *Opuntia echios* var. *echios*

en Baltra, tuvo una tasa de crecimiento muy acelerado (Figura 4).

### Agricultura sostenible

Los resultados preliminares en la agricultura sostenible, tanto en Floreana como en Santa Cruz, fueron positivos para las 22 especies cultivadas incluidas en el experimento. Sin embargo, en los casos del tomate (*Solanum lycopersicum*) y la sandía (*Citrulus lanatus*), la tasa de crecimiento fue más acelerada que las otras especies (Figura 5).



Figura 4. *Scalesia pedunculata* en la isla Floreana lista para crecer en forma natural. Se indica cómo se extrae la caja sin causar daños a la planta. Aníbal Altamirano, guardaparque del PNG, y Adrián Cueva, asistente de campo FCD.

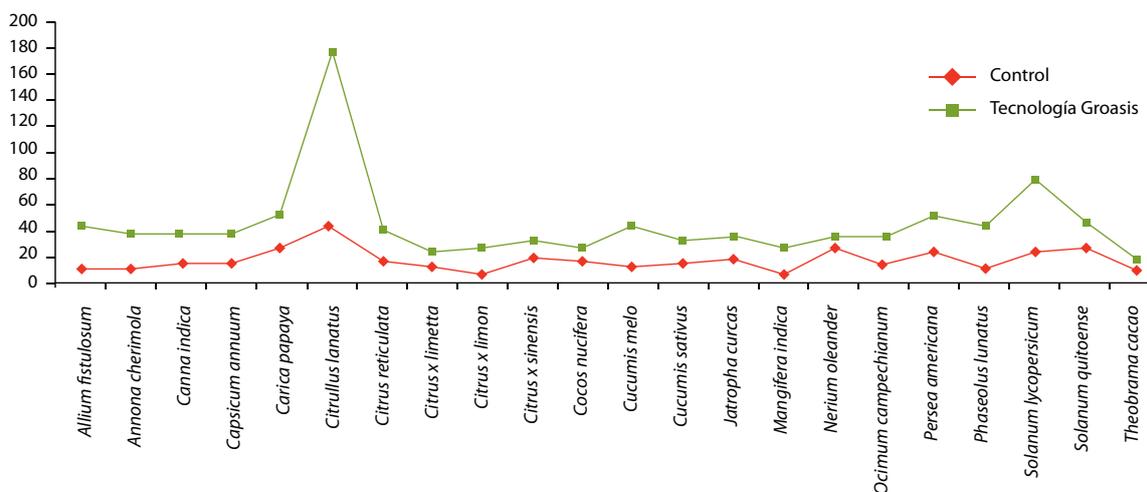


Figura 5. Tasa promedio de crecimiento de las 22 especies utilizadas para agricultura sostenible (con TG y control sin TG) en las islas Floreana y Santa Cruz.

### Galápagos Verde 2050: Pasos hacia el futuro

Los resultados del proyecto piloto tanto en lo referente a restauración como a agricultura sostenible, indican que la TG funciona en las diferentes condiciones ecológicas y climáticas de Galápagos. En base de estos resultados, se lanzó el Proyecto Galápagos Verde 2050, el que se desarrollará en tres fases, empezando en enero de 2014 y terminando en el año 2050.

**Fase 1** (enero 2014 a diciembre 2016). Incluye

acciones de restauración ecológica en las islas Baltra, Santa Cruz, Plaza Sur y Floreana. En Baltra se enfocará en las zonas de anidación de iguanas terrestres. En Santa Cruz, se restaurarán dos pequeñas (1 ha) poblaciones de *Scalesia affinis*, especie en peligro de extinción, en las zonas El Mirador y El Garrapatero (Figura 7). En Plaza Sur se prevé recuperar la población de *Opuntia echios* var. *echios* en toda la isla (13 ha) y en Floreana se trabajará en la restauración de un área degradada en la mina Granillo Negro. En cuanto a las acciones de agricultura sostenible, se apoyará



**Figura 6.** Cercados en El Mirador y El Garrapatero para proteger a los últimos remanentes de *Scalesia affinis*, especie en peligro crítico en la isla Santa Cruz.

al MAGAP para alcanzar una cobertura de hasta un 25% de las fincas de Floreana, en las cuales se espera destinen algunas áreas a la producción agroecológica de acuerdo a la zonificación establecida por esta institución gubernamental, y en el marco del Plan de Bioagricultura para Galápagos que promueve sistemas integrados de producción bajo el enfoque agroecológico (Elisens, 1992).

**Fase 2** (enero 2017 a diciembre 2018). Durante este período se prevé implementar acciones de restauración ecológica en ecosistemas degradados de Floreana y definidos como prioritarios por la DPNG. Se iniciarán trabajos en la isla Española con el objetivo de lograr la repoblación de por lo menos un 20% de la superficie de la isla donde históricamente existió *Opuntia megasperma* var. *orientalis*.

En cuanto al componente de agricultura sostenible, en Floreana se propone lograr que el 100% de las fincas incursionen en producción agroecológica, en base al plan de intervención que el MAGAP defina para esta isla.

**Fase 3** (enero de 2019 a diciembre de 2050). Durante este extenso período se prevé proyectar los beneficios del uso de la TG, para restaurar los ecosistemas y las especies definidas por la DPNG a través del Plan de Manejo de las Áreas Protegidas de Galápagos como prioritarias, tanto en las islas pobladas como en Santiago, debido a que en todas existe invasión

de especies introducidas de flora como de fauna. Adicionalmente, en la isla Española, basado en la información disponible sobre su distribución, se plantea la total recuperación de la población de *O. megasperma* var. *orientalis*.

Mientras que en lo referente al componente de agricultura sostenible se proyecta coadyuvar a la consecución de las metas planteadas por el MAGAP en cuanto a la implementación del nuevo modelo de producción agrícola en las islas.

Durante todas las fases se planificará el cumplimiento de metas propuestas para cada isla o especie a través del tiempo, como para *Scalesia affinis* en la isla Santa Cruz (Figura 8).

### Conclusiones y recomendaciones

Basado en los resultados del proyecto piloto usando la Tecnología Groasis (TG), se llegó a las siguientes conclusiones:

- El uso de la TG es viable en Galápagos tanto para acciones de restauración ecológica a gran escala como de agricultura sostenible.
- Algunas especies trasplantadas como control (sin TG) no sobrevivieron al estrés causado por la translocación, mientras que aquellas en las que se usó la TG no solo que sobrevivieron sino que su crecimiento fue





Foto: © Galápagos Verde 2050, FCD

## Referencias

Coronel V. 2002. Distribución y re-establecimiento de *Opuntia megasperma* var. *orientalis* Howell (Cactaceae) en Punta Cevallos, isla Española, Galápagos. En *Escuela de Biología del Medio Ambiente* 78: Universidad del Azuay, Facultad de Ciencia y Tecnología.

DPNG. 2014. Plan de Manejo de las Áreas Protegidas de Galápagos para el Buen Vivir. Puerto Ayora, Isla Santa Cruz-Galápagos: Dirección del Parque Nacional Galápagos, Puerto Ayora-Galápagos.

Elisens WJ. 1992. Genetic divergence in Galvezia: evolutionary and biogeographic relationships among South American and Galapagos species. *American Journal of Botany* 79:198–206

Estupiñán S & A Mauchamp. 1995. Interacción planta animal en la dispersión de *Opuntia* en Galápagos. En *Informes de mini proyectos realizados por voluntarios del Departamento de Botánica 1993-2003*. Puerto Ayora, Galápagos: FCD.

FEIG. 2007. Plan de Control Total de Especies. Puerto Ayora, Galápagos - Ecuador: FEIG: Fondo para el Control de las Especies Invasoras de Galápagos.

Gardener MR, R Atkinson, D Rueda, & R Hobbs. 2010a. Optimizing restoration of the degraded highlands of Galapagos: a conceptual framework. *Informe Galápagos 2009-2010*:168-173.

Gardener MR, R Atkinson & JL Rentería. 2010b. Eradications and people: lessons from the plant eradication program in the Galapagos. *Restoration Ecology* 18(1):20-29.

Guézou A & M Trueman. 2009. The alien flora of Galapagos inhabited areas: practical solution to reduce the risk of invasion into the National Park. En *Proceeding of the Galapagos Science Symposium*, 179-182 (Eds M. Wolff and M. Gardener).

Hicks DJ & A Mauchamp. 2000. Population structure and growth patterns of *Opuntia echios* var. *gigantea* along an elevational gradient in the Galápagos Islands. *Biotropica* 32(2):235-243.

Hoff P. 2013. Waterboxx instrucciones de plantación. *En*: Groasis Waterboxx ([www.groasis.com/es](http://www.groasis.com/es)).

Jäger H, A Tye & I Kowarik. 2007. Tree invasion in naturally treeless environments: Impacts of quinine (*Cinchona pubescens*) trees on native vegetation in Galapagos. *Biological Conservation* 140:297-307.

Jaramillo P, P Cueva, E Jiménez & J Ortiz. 2014. Galápagos Verde 2050. <http://www.darwinfoundation.org/en/science-research/galapagos-verde-2050/>. Puerto Ayora, Isla Santa Cruz: Fundación Charles Darwin.

Jaramillo P, A Guézou, A Mauchamp & A Tye. 2013. CDF Checklist of Galapagos Flowering Plants - FCD Lista de Especies de Plantas con Flores de Galápagos. *En*: Bungartz F, H Herrera, P Jaramillo, N Tirado, G Jimenez-Uzcatogui, D Ruiz, A Guezou & F Ziemmeck (eds.). Charles Darwin Foundation Galapagos Species Checklist/ Fundación Charles Darwin, Puerto Ayora, Galapagos: <http://www.darwinfoundation.org/datazone/checklists/vascular-plants/magnoliophyta/> Última actualización: 22 jul 2014.

Martínez JD & C Causton. 2007. Análisis del Riesgo Asociado al Movimiento Marítimo hacia y en el Archipiélago de Galápagos. Puerto Ayora, isla Santa Cruz-Galápagos: Fundación Charles Darwin.

Rentería J, R Atkinson, M Guerrero, J Mader, M Soria & U Taylor. 2006. Manual de Identificación y Manejo de Malezas en las Islas Galápagos. Puerto Ayora, Galápagos - Ecuador.

Rentería JL & CE Buddenhagen. 2006. Invasive plants in the *Scalesia pedunculata* forest at Los Gemelos, Santa Cruz, Galápagos. *Noticias de Galápagos* 64:31-35.

SENPLADES. 2013. Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017. Quito. SENPLADES.

Trueman M, R Atkinson, AP Guézou & P Wurm. 2010. Residence time and human-induced propagule pressure at work in the alien flora of Galapagos. *Biological Invasions* 12:3949-3960.

Trueman M & N d'Ozouville. 2010. Characterizing the Galapagos terrestrial climate in the face of global climate change. *Galapagos Research* 67:26-37.

Trusty JL, A Tye, TM Collins, F Michelangeli, P Madriz & J Francisco-Ortega. 2012. Galápagos and Cocos Islands: Geographically close, botanically distant. *International Journal of Plant Sciences* 173(1):36-53.

Tye A, M Soria & M Gardener. 2001. A strategy for Galápagos weeds. *En* Turning the tide. The eradication of invasive species, 336-341 (Eds D Veitch and M N Clout). Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN, Species Survival Commission, Invasive Species Specialist Group.



Foto: © Linda Cayot

## La migración de las tortugas gigantes de Galápagos requiere de esfuerzos de conservación a escala de paisaje

Stephen Blake<sup>1,2,3,4,5,6</sup>, Charles B. Yackulic<sup>7</sup>, Martin Wikelski<sup>1</sup>, Washington Tapia<sup>8</sup>, James P. Gibbs<sup>4,5</sup>, Sharon Deem<sup>6</sup>, Fredy Villamar<sup>5</sup> y Fredy Cabrera<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Instituto Max Planck para la Ornitología, <sup>2</sup>Centro Ecológico Mundial Whitney Harris, Universidad de Missouri en St. Louis, <sup>3</sup>Departamento de Biología, Universidad de Washington, <sup>4</sup>Universidad Estatal de Nueva York, Colegio de Ciencias Ambientales y Forestales, <sup>5</sup>Fundación Charles Darwin, <sup>6</sup>Instituto de Medicina para la Conservación, <sup>7</sup>Centro de Monitoreo e Investigación Grand, <sup>8</sup>Dirección del Parque Nacional Galápagos

Las tortugas de Galápagos (*Chelonoidis spp.*) están entre los animales más icónicos de la Tierra, inspirando asombro ante el mundo natural en todas partes del planeta. Ecológicamente, ellas juegan un rol importante en el ecosistema a través de la dispersión de semillas, herbivoría, en el pisoteo de la vegetación y construcción de caminos (Blake *et al.*, 2013; Gibbs *et al.*, 2008; Gibbs *et al.*, 2010). También son uno de los atractivos principales para los turistas en las islas Galápagos, convirtiéndolas en un pilar para la economía local (Watkins & Oxford, 2009). Una conservación efectiva de estos animales es por ende, importante a muchos niveles para la sostenibilidad de Galápagos.

Las tortugas gigantes en la isla Santa Cruz llevan a cabo largas migraciones estacionales (Blake *et al.*, 2013), durante las cuales los individuos pueden viajar muchos kilómetros entre la zona costera y el área agrícola en la parte alta de la isla. Alrededor del mundo, las migraciones de larga distancia están desapareciendo rápidamente (Berger, 2004; Wilcove & Wikelski, 2008) debido a la excesiva cacería y pérdida de hábitat por la expansión agrícola, la colocación de cercas y otras barreras (Harris *et al.*, 2009). La perturbación de la migración puede ser catastrófica para las especies migratorias, que a menudo exhiben poca flexibilidad de comportamiento y ecológica con las cuales le hacen frente a las cambiantes dinámicas del paisaje (Holdo *et al.*, 2011a; Shuter *et al.*, 2012).

La conservación de especies migratorias frente al impacto humano es a menudo más difícil que para las especies sedentarias debido a la escala de sus requerimientos geográficos y su evidente falta de flexibilidad de comportamiento para adaptarse al cambio (Milner-Gulland *et al.*, 2011). La alteración de la migración puede tener consecuencias fatales para las especies migratorias y los ecosistemas (Holdo *et al.*, 2011b; Wilcove & Wikelski, 2008). La mayoría de las poblaciones de tortugas gigantes de Galápagos ya no están amenazadas por la cacería clandestina (Márquez *et al.*, 2007), pero la persistencia de las tortugas en las islas principales hace del mantenimiento de la conectividad para la migración un hecho de importancia a medida que avanza la intensificación del uso de la tierra en las islas pobladas. Aquí describimos brevemente los aspectos sobresalientes de la migración de las tortugas gigantes en la isla Santa Cruz y brindamos recomendaciones prácticas para su manejo que pudieran ser implementadas inmediatamente. Proponemos que el manejo y la ciencia deben evolucionar juntos de manera cercana en las próximas décadas para poder continuar recogiendo mejor información sobre

la geografía, ecología y extensión de la migración de las tortugas, y los correspondientes impactos de la actividad humana.

### Metodología

Para entender los patrones migratorios de las tortugas, pusimos marcadores de GPS (Figura 1) a 25 tortugas adultas de las dos poblaciones de la isla Santa Cruz (*Chelonoidis porteri*). La población más grande ocurre en La Reserva, al sur-oeste, mientras que la segunda, más pequeña y que de acuerdo a un estudio genético que está en proceso sería una especie diferente, se encuentra cerca de Cerro Fatal en el flanco occidental de la isla (Figura 2). Doce marcadores de GPS (fabricados por e-obs GmbH, Munich, Alemania) fueron utilizados en Cerro Fatal (siete

hembras y cinco machos) y 13 en La Reserva (seis hembras y siete machos). Los marcadores registran la ubicación de las tortugas cada hora. Los resultados presentados aquí corresponden a las tortugas con más de un año de datos.

Las tortugas de ambas poblaciones mostraron una migración estacional de larga distancia hacia arriba y hacia abajo de los flancos de la isla. En La Reserva, las tortugas migraron en un rango de altitud entre el nivel del mar y los 400 m, mientras que en Cerro Fatal estuvieron entre 63 y 429 msnm. Diecinueve tortugas marcadas (76%) completaron migraciones altitudinales de más de 150 msnm (Figura 2). Las migraciones en La Reserva fueron más largas, de hasta >10 km, y más lineales que aquellas de Cerro Fatal. Seis individuos (24%) se mantuvieron sedentarios, ocupando elevaciones consistentes durante todo el año, cinco en la parte baja y una en la parte alta.



**Figura 1.** Una tortuga gigante macho de la población de La Reserva en la isla Santa Cruz con un marcador de GPS fabricado por e-obs GmbH, Munich, Alemania.

El patrón de la migración está en gran modo influenciado por la calidad del forrajeo (Figura 3). Durante la época seca o de garúa, la parte alta permanece húmeda debido a los prolongados períodos de una fina llovizna (garúa), mientras que la parte baja seca se hace progresivamente más árida. Por ende, la productividad de la vegetación es de manera relativa consistente durante el año en la parte alta, comparado con la muy variable parte baja. Durante la estación de garúa, las tortugas ocurren predominantemente en la parte alta de donde toman ventaja de la abundante vegetación. A medida que incrementa la lluvia en enero, la parte baja “reverdece” [como lo registra un satélite de la NASA en forma del Índice Normalizado de Diferencia de Vegetación (NDVI, por sus siglas en inglés), una medida del verdor y una estimación de la productividad de la vegetación]. Las tortugas entonces emigran cuesta abajo en donde

la productividad de la parte baja llega a su pico y permanecen en la zona seca hasta que ésta declina a niveles bajos, luego emigran de regreso a la parte alta. Probablemente las tortugas son atraídas por la vegetación de la zona baja durante la temporada húmeda porque el crecimiento rápido de las plantas nuevas significa que la cantidad de alimento es más alta y más fácil de digerir que la vegetación más vieja de la parte alta.

Que tan solo la cantidad y la calidad de la comida dirigen la migración de las tortugas es ciertamente una simplificación de lo que está sucediendo y se necesita más investigación. Por ejemplo, la reproducción es crítica para las dinámicas poblacionales, y las hembras anidan solo en las zonas áridas bajas, lo cual ayudaría a explicar la época en que se dan las migraciones y su comportamiento sedentario.

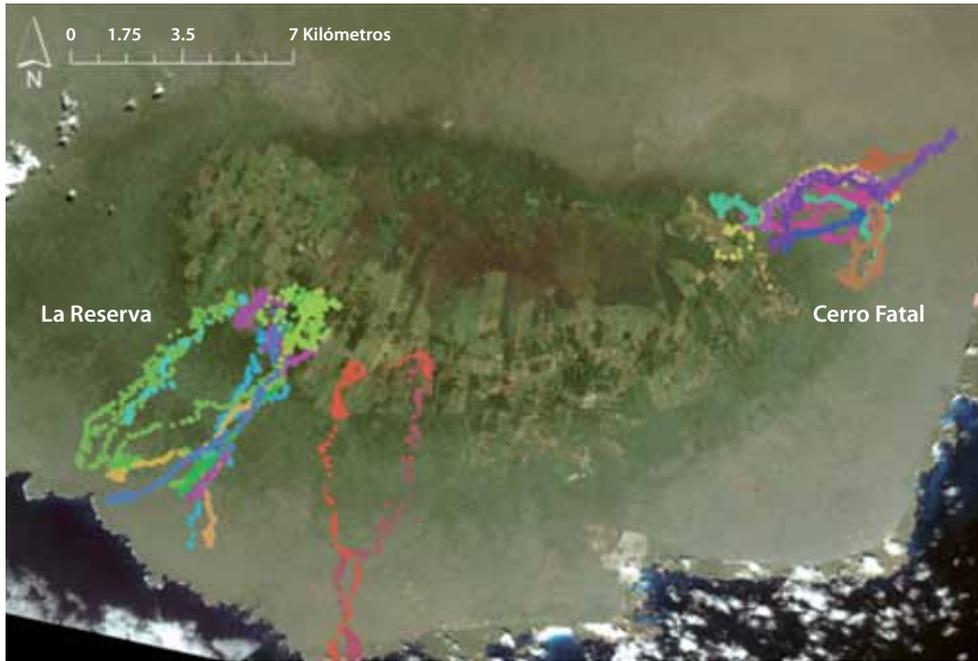


Figura 2. Rastros de movimiento de las tortugas gigantes en la isla Santa Cruz.

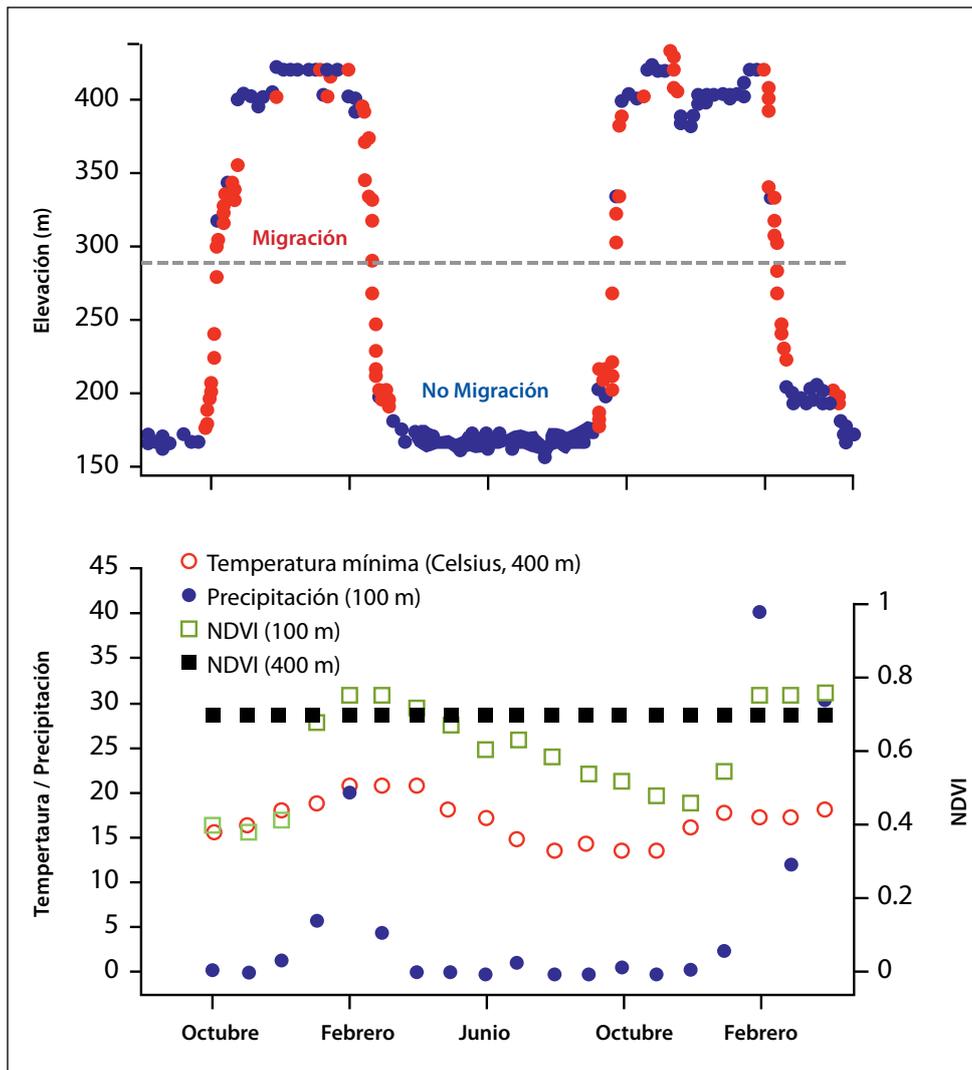
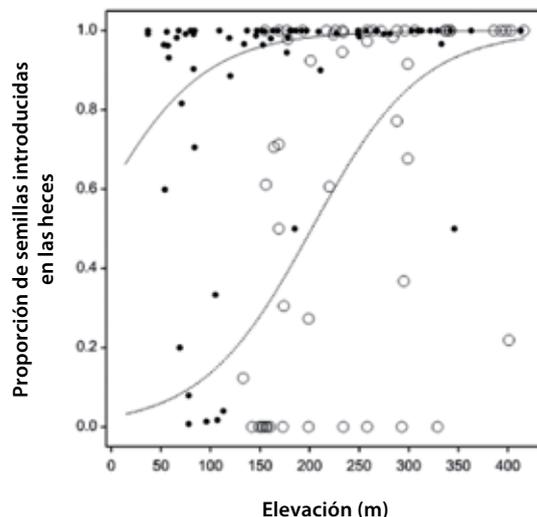
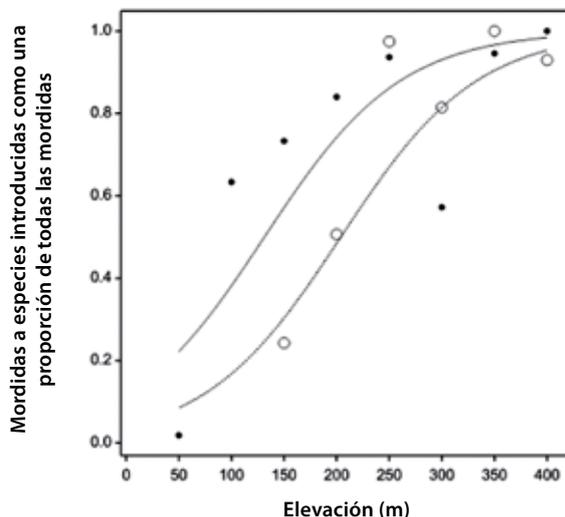


Figura 3. Un ejemplo de la migración (usando los rastros de la tortuga Helber) en relación a las variables ambientales, incluyendo elevación, precipitación, temperatura y productividad de la vegetación (NDVI, el Índice Normalizado de la Diferencia de Vegetación derivado de datos satelitales).

## Migración de las tortugas y manejo del paisaje

La migración de las tortugas vincula importantes hábitats estacionales para estos animales: áreas de alimentación/anidación en las partes bajas y áreas de forrajeo en la parte alta. Los patrones de migración de las tortugas evolucionaron durante milenios, antes de que los humanos llegaran a Galápagos y transformaran los hábitats naturales de la parte alta de las islas habitadas en tierra para sembrar, llenándola de especies introducidas e invasoras, atravesada por caminos y cercas, y salpicada con casas. Los patrones naturales de migración dan como resultado que muchas tortugas se muevan adentro en la zona agrícola de Santa Cruz. Las tortugas marcadas en La Reserva pasan 33% de su tiempo total en la zona agrícola, en donde se alimentan abundantemente de hojas y frutos de especies introducidas (Figura 4). Datos preliminares indican que a las tortugas les va bien con

esta dieta, de acuerdo a los índices de la condición del cuerpo calculados a finales de 2013, usando una fórmula modificada de Flint *et al.* (2009). El índice de condición se calculó como  $\text{peso} \div \text{largo}^{2,89}$ ; Flint *et al.* (2009) usaron un exponente de 3, mientras que nuestro exponente de 2,89 se basa en el logaritmo resultante de la curva de la relación entre el largo curvo del carapacho y la masa corporal, calculada a partir de una muestra de 100 tortugas adultas. Los conteos de los glóbulos rojos de la sangre y el contenido de proteína total fueron todos más altos para las tortugas de la parte alta que para las de la parte baja. Extensas áreas de la zona agrícola contienen especies que fueron introducidas específicamente por su alto valor nutritivo para el ganado, como el pasto *Paspalum conjugatum*, y para el consumo humano, como *Psidium guajava* y *Passiflora edulis*, cuyas frutas son atractivas para las tortugas.

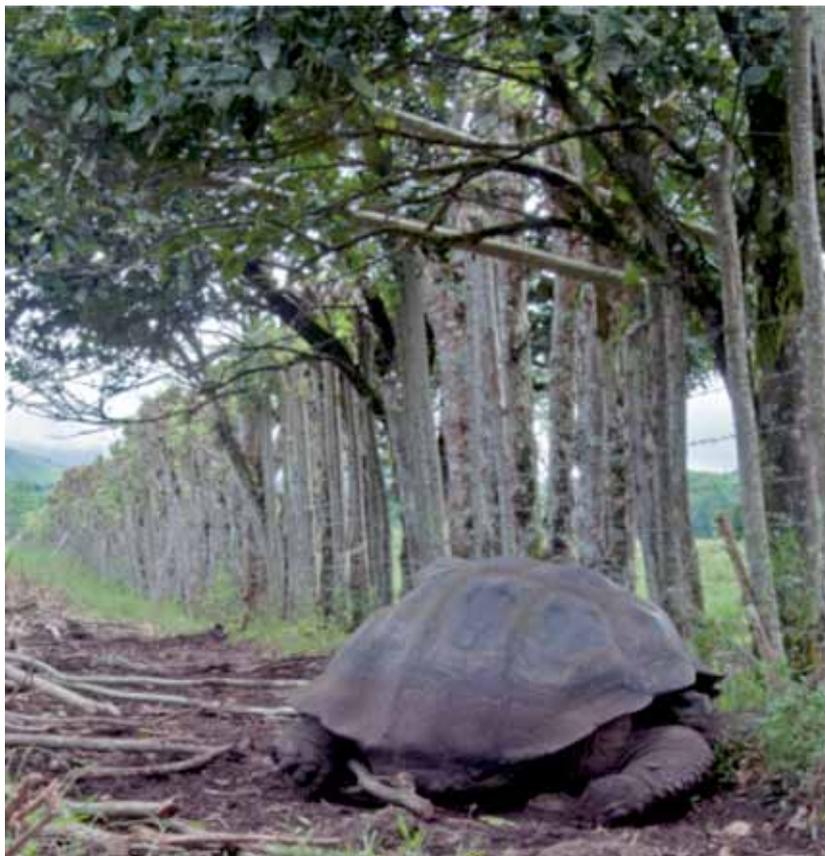


Un serio problema que enfrentan las tortugas de Santa Cruz yace en mantener el acceso y la calidad de sus hábitats estacionales críticos dada la creciente expansión de las especies invasoras y el desarrollo de infraestructura. Dos especies de plantas introducidas particularmente agresivas, *Rubus niveus* (mora) y *Pennisetum purpureum* (pasto elefante), crecen en extensos y densos matorrales que dejan fuera de competencia y eliminan a las especies nativas que sirven de alimento para las tortugas, inhiben sus movimientos y bloquean sus rutas migratorias.

En otros casos, los finqueros construyen cercas tupidas con árboles espaciados muy cercanamente uno del otro y atados con alambre de púa para mantener a las tortugas fuera de sus pastizales (Figura 5). Pequeñas áreas cercadas para proteger cultivos puede que no sean perjudiciales para las tortugas, pero si grandes áreas de la parte alta se bloquean con cercas, la habilidad de las tortugas para encontrar comida y mantener una buena condición

corporal durante la fase que pasan allá, puede verse comprometida. En 2011, una tortuga marcada con GPS y llamada Sebastián (Figura 5), que había migrado el año anterior, entró a una finca cercada, permaneció en la finca la mayor parte del año siguiente y no migró. No podemos estar seguros que Sebastián no haya sido capaz de hallar la forma de migrar como lo había hecho en el pasado, pero había muy pocas aberturas en la cerca, y nosotros sospechamos que él estuvo accidentalmente cautivo por la cerca hasta que logró encontrar la forma de salir de la finca para migrar.

De forma similar, existe muy poca duda de que el camino principal entre Puerto Ayora y Baltra sea una barrera formidable para el desplazamiento de las tortugas (Figura 6a). Por contraste, las tortugas usan frecuentemente senderos de tierra a pesar de que a menudo hay obstáculos a lo largo de la vía, que evitan que se muevan fuera del camino hacia la vegetación circundante (Figura 6b).



**Figura 5.** Una tortuga adulta llamada Sebastián, que aparentemente estuvo atrapada en una finca en la parte alta por un año debido a una cerca casi impenetrable, no fue capaz por ende de completar su migración estacional hacia la parte baja.



**Figura 6.** Impactos contrastantes que las vías ejercen sobre las tortugas; (a) el camino principal que divide a Santa Cruz es probablemente una barrera infranqueable para las tortugas, (b) senderos pequeños pueden ser conductos para su desplazamiento.

### Conclusiones y recomendaciones

El manejo efectivo de las poblaciones de tortugas requiere un mejor conocimiento sobre su distribución y abundancia estacionales, la identificación de corredores de migración, una valoración cuantitativa de la geografía y la severidad de las amenazas actuales, y un análisis de probables problemas y oportunidades futuras. Un importante paso hacia adelante en Santa Cruz sería efectuar un censo cuantitativo y un ejercicio de mapeo del área de vida de las tortugas para: (a) proveer estimaciones precisas de su

abundancia, las cuales al momento no están disponibles; (b) identificar la distribución estacional de las tortugas por tipo de hábitat, incluyendo las áreas naturales versus las agrícolas y la proximidad a infraestructuras humanas, y (c) hacer un mapa de las especies invasoras dañinas y valorar su efectividad como barreras. Adicionalmente, los investigadores y manejadores de tortugas deberían trabajar con los departamentos de planificación del uso del suelo para determinar posibles escenarios de desarrollo y sus impactos potenciales sobre las tortugas para preparar medidas de mitigación.

Con los resultados pendientes de tal evaluación y un análisis más detallado de los movimientos de las tortugas en Santa Cruz, Alcedo y Española, que están en ejecución, se recomienda las siguientes acciones:

1. **Remoción y/o reducción de barreras que afectan a la migración.** Los finqueros que intentan proteger sus fincas de las tortugas deberían ser motivados para que sus pastizales sean accesibles a las tortugas, las cuales han dependido de esas áreas por milenios. Esto se puede conseguir manteniendo múltiples entradas dentro de cercas de otra manera densas, a través de las cuales las tortugas puedan pasar, pero que sean lo suficientemente pequeñas para evitar el paso del ganado. No existen métodos exitosos para la erradicación de la mora o el pasto elefante, los que representan dos barreras significativas para el desplazamiento de las tortugas y que también son catastróficos para las especies nativas. En vez de una erradicación efectiva, se deberían abrir caminos a través de los extensos matorrales de estas especies en áreas que son conocidas como rutas migratorias de tortugas.
2. **Mitigación de los impactos causados por las carreteras.** No estamos al tanto de planes presentes para el desarrollo de vías en la parte alta de Santa Cruz, pero a medida que la economía continúa creciendo, es muy probable el desarrollo de infraestructura. Idealmente, se debería evitar construir más caminos debido a la infinidad de impactos ecológicos negativos (Trombulak & Frissell, 2000), no solo para las migraciones de las tortugas. Si se diera el desarrollo de vías, la planificación debería incluir medidas de mitigación para las tortugas que se enfoquen en: (a) orientación desde la parte alta a la parte baja; (b) asegurando que la vegetación que crece a lado del camino permita el tránsito de las tortugas; (c) desarrollo e implementación de reglas estrictas para un mínimo desarrollo urbanístico en áreas que son usadas por las tortugas; (d) controlando el tráfico y (e) considerando el establecimiento de pasadizos elevados o subterráneos para tortugas en intersecciones críticas en donde las vías principales crucen con sus rutas migratorias.
3. **Mantenimiento de un hábitat de alta calidad en ambos extremos de la migración.** Las tortugas pueden ser incompatibles con la producción de vegetales y frutos de tamaño pequeño, dado que en áreas donde hay un gran número de tortugas, éstas pueden ocasionar daño y pérdidas económicas que conduzcan al fracaso de las cosechas. Sin embargo, tales cosechas tienden a requerir áreas pequeñas que rinden en un alto grado por lo cual la construcción de una cerca no debería representar un costo adicional mayor. Los árboles frutales y de nueces son compatibles con las tortugas siempre y cuando se mantenga vegetación baja a nivel de suelo. Es

necesaria una investigación aplicada para explorar las opciones de producción que sean compatibles con la conservación de las tortugas, que potencialmente involucre una matriz de pasto y bosque nativo/semi-nativo abierto. Otras cosechas como el café, cuya producción se está expandiendo rápidamente en Santa Cruz, pueden necesitar protección en su fase de establecimiento, por lo que hay que considerar de modo cuidadoso cómo proteger áreas de cultivo grandes sin crear barreras de importancia para el desplazamiento de las tortugas.

En resumen, las tortugas gigantes de Santa Cruz constituyen un enorme beneficio ecológico, cultural y socioeconómico para el archipiélago. El hecho de que las tortugas migren, las hace vulnerables a la modificación del hábitat a una escala paisajística. Si no se mantienen los hábitats críticos y la conectividad para la migración, esto podría resultar en serias consecuencias negativas para ambas poblaciones de tortugas de Santa Cruz. La planificación meticulosa del uso de la tierra, el refinamiento de nuestras recomendaciones mediante conversaciones con finqueros, ciudadanos, profesionales, manejadores y científicos, y la implementación en el corto plazo de medidas simples y efectivas para ayudar a que las tortugas continúen haciendo lo que han hecho por milenios, son los primeros pasos sólidos, prácticos y sensibles.

### Agradecimientos

Agradecemos a la Dirección del Parque Nacional Galápagos y la Fundación Charles Darwin por su fuerte apoyo a nuestro trabajo. Estamos enormemente agradecidos por el financiamiento recibido de la Fundación Nacional de los Estados Unidos para la Ciencia, la Sociedad Nacional Geographic, Amigos de Galápagos de Suiza, el Zoológico de Zúrich, Galapagos Conservation Trust, e-obs GmbH, el Fondo Woodspring y el Zoológico de San Diego. Steve Devine y muchos otros propietarios de fincas locales en Galápagos que nos permitieron acceso gratuito lo cual lo reconocemos efusivamente. Sebastián Cruz y Linda Cayot brindaron comentarios valiosos en una primera versión de este artículo.

## Referencias

- Berger J. 2004. The last mile: How to sustain long-distance migration in mammals. *Conservation Biology* 18:320-331.
- Blake S, CB Yackulic, F Cabrera, W Tapia, JP Gibbs, F Kummeth & M Wikelski. 2013. Vegetation dynamics drive segregation by body size in Galapagos tortoises migrating across altitudinal gradients. *Journal of Animal Ecology* 82:310-321.
- Flint M, J Patterson-Kane, P Mills, CJ Limpus, TM Work, D Blair & PC Mills. 2009. Postmortem diagnostic investigation of disease in free-ranging marine turtle populations: A review of common pathologic findings and protocols. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation* 21:773-759.
- Gibbs JP, C Márquez & EJ Sterling. 2008. The role of endangered species reintroduction in ecosystem restoration: Tortoise-cactus interactions on Española island, Galapagos. *Restoration Ecology* 16:88-93.
- Gibbs JP, EJ Sterling & FJ Zabala. 2010. Giant tortoises as ecological engineers: A long-term quasi-experiment in the Galapagos Islands. *Biotropica* 42:208-214.
- Harris G, S Thirgood, J Grant, C Hopcraft, JPM Cromsigt & J Berger. 2009. Global decline in aggregated migrations of large terrestrial mammals. *Endangered Species Research* 7:55-76.
- Holdo RM, JM Fryxell, ARE Sinclair, A Dobson & RD Holt. 2011a. Predicted impact of barriers to migration on the Serengeti wildebeest population. *PLoS ONE* 6, e16370.
- Holdo RM, RD Holt, ARE Sinclair, BJ Godley & S Thirgood. 2011b. Migration impacts on communities and ecosystems: empirical evidence and theoretical insights. *Animal Migration: A Synthesis* (ed. by EJ Milner-Gulland, JM Fryxell & ARE Sinclair), pp. 131-143. Oxford University Press, Oxford, U.K.
- Márquez C, DA Wiedenfeld, S Landázuri & J Chávez. 2007. Human-caused and natural mortality of giant tortoises in the Galapagos Islands during 1995-2004. *Oryx* 41:337-342.
- Milner-Gulland EJ, JM Fryxell & ARE Sinclair. 2011. *Animal Migration: A Synthesis*. Oxford University Press, Oxford.
- Shuter JL, AC Broderick, D Agnew, J Jonzén, BJ Godley, EJ Milner-Guilland & S Thirgood. 2012. Conservation and management of migratory species. *Animal Migration: A Synthesis* (ed. by EJ Milner-Guilland, JM Fryxell & ARE Sinclair), pp. 172-206. Oxford University Press, New York.
- Trombulak SC & CA Frissell. 2000. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. *Conservation Biology* 14:18-30.
- Watkins G & P Oxford. 2009. *The two sides of the coin*. Parque Nacional Galápagos & Fundación Charles Darwin. Puerto Ayora, Galapagos, Ecuador.
- Wilcove DS & M Wikelski. 2008. Going, going, gone: Is animal migration disappearing? *Plos Biology* 6:1361-1364.



Foto: © Juan Carlos Ávila

## Conservando el críticamente amenazado pinzón de manglar: Crianza inicial para incrementar el tamaño de la población

Francesca Cunninghame<sup>1</sup>, Richard Switzer<sup>2</sup>, Beau Parks<sup>2</sup>, Glyn Young<sup>3</sup>, Ana Carrión<sup>1</sup>, Paul Medranda<sup>1</sup> y Christian Sevilla<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Fundación Charles Darwin, <sup>2</sup>San Diego Zoo Global, <sup>3</sup>Fondo de Conservación Durrell para la Vida Silvestre, <sup>4</sup>Dirección del Parque Nacional Galápagos

El críticamente amenazado pinzón de manglar (*Camarhynchus heliobates*; BirdLife International, 2013) es una de las aves con el rango de distribución más restringido en el mundo (Dvorak *et al.*, 2004; Fessl *et al.*, 2010a,b). Un estimado de 80 individuos (F Cunninghame, obs. pers., 2013) que consiste en menos de 20 parejas reproductivas, se encuentra en 30 ha de manglar en Playa Tortuga Negra (PTN) y Caleta Black (CB) en la costa noroccidental de la isla Isabela en el archipiélago de Galápagos (Fessl *et al.*, 2010a,b). Investigaciones pasadas han identificado a las introducidas rata negra (*Rattus rattus*) y la mosca parásita *Philornis downsi* como las principales amenazas que enfrenta esta especie (Fessl *et al.*, 2010a,b; Cunninghame *et al.*, 2011; Young *et al.*, 2013). Las acciones para su conservación han incluido un exitoso control de ratas y una prueba de traslocación en un intento para incrementar el rango de la especie (Fessl *et al.*, 2010a,b; Cunninghame *et al.*, 2011). Estas medidas produjeron resultados alentadores, pero no han contribuido al aumento del tamaño y rango de distribución de la población del pinzón de manglar de manera significativa (Young *et al.*, 2013). El parasitismo de *P. downsi*, para el cual no existe aún un método de control para la protección de los pinzones de manglar (Causton *et al.*, 2013), junto con una tendencia de las aves traslocadas a regresar a la población fuente (Cunninghame *et al.*, 2011), requerían un acercamiento más intensivo a la gestión de la conservación, usando un método llamado crianza inicial.

### Crianza inicial para incrementar el tamaño de la población

La crianza inicial aplica técnicas artificiales de propagación para promover el reclutamiento de juveniles en poblaciones silvestres. Esta estrategia ha sido usada para aumentar poblaciones de aves críticamente amenazadas en todo el mundo (e.g., Cristinacce *et al.*, 2008). El proceso involucra la recolección de huevos o polluelos silvestres, seguido de la incubación artificial y crianza manual, terminando con la liberación de los juveniles a su lugar de origen. Algunas aves anidarán de nuevo si su nidada es removida, incrementándose así su fecundidad, mejorando aún más la habilidad de los programas de conservación de maximizar el reclutamiento de juveniles (Colbourne *et al.*, 2005; Jones & Merton, 2012). Para optimizar la supervivencia y las oportunidades de establecimiento de individuos reintroducidos a partir del método de crianza inicial, la técnica de liberación blanda consistente en la colocación de alimento suplementario posterior a la liberación, ha sido utilizada internacionalmente en varios programas de reintroducción de especies amenazadas (Clarke & Schedvin, 1997; Armstrong *et al.*, 2002; Wanless *et al.*, 2002).

El trabajo de campo con el pinzón de manglar ha demostrado que el éxito reproductivo al inicio de la temporada es excepcionalmente bajo (5% entre diciembre y mediados de abril en 2013) debido al abandono de los huevos y al parasitismo de *P. downsi*, conduciendo a una pérdida total de la nidada (Fessl *et al.*, 2010b; Cunninghame *et al.*, 2013; Young *et al.*, 2013). Los nidos tardíos tienen una ventaja más alta como se evidenció en 2013 cuando el 70% produjo polluelos provenientes de huevos puestos después de mediados de abril (F. Cunninghame, per. obs). Tras el fracaso en la anidación, los pinzones de manglar inmediatamente volvieron a anidar; las hembras pueden poner hasta cinco nidadas de un tamaño promedio de 2,1 por nido (Fessl *et al.*, 2010b).

La disponibilidad de huevos de nidos tempranos que tienen poca oportunidad para sobrevivir combinada con la probabilidad de múltiples ciclos de anidación, hizo de la crianza inicial una opción prometedora como estrategia de conservación para el pinzón de manglar. Esto involucraría la recolección de huevos de nidadas tempranas dejando que las parejas silvestres criaran a sus propios polluelos de nidadas posteriores con niveles esperados de supervivencia más altos. Sin embargo, la crianza inicial no había sido anteriormente realizada con ninguna especie de ave en Galápagos; más aún, han habido pocos intentos de criar artificialmente a alguna especie de pinzón de Darwin (Good *et al.*, 2009) y ninguno con el pinzón de manglar. Consecuentemente, este primer ensayo se condujo como una prueba, recogiendo huevos de un pequeño número de nidos (10) para determinar si es que se convertiría en una técnica de manejo viable para incrementar el tamaño de la población.

### Crianza inicial del pinzón de manglar

La planificación del proyecto, con la participación de nuestros socios del proyecto Pinzón de Manglar, Fundación Charles Darwin (FCD), Dirección del Parque Nacional Galápagos (DPNG) y San Diego Zoo Global (SDGZ) como las organizaciones principales, empezó en septiembre de 2013. La remota ubicación y limitada infraestructura del

noroeste de Isabela implicaba que la incubación artificial y la crianza inicial deberían hacerse en Puerto Ayora, Santa Cruz. Se montó en la Estación Científica Charles Darwin (ECCD) un cuarto de crianza hermético a prueba de insectos y con un sistema de puertas dobles para prevenir la exposición a enfermedades, principalmente la producida por el mosquito vector de la viruela aviar que existe en Puerto Ayora pero que hasta la fecha no se encuentra en PTN. Se construyeron aviarios para usarlos antes de la liberación, los que se instalaron en el manglar de PTN en diciembre de 2013, siguiendo estrictos procedimientos de cuarentena.

### Recolección de nidos

La recolección de nidos del pinzón de manglar en PTN transcurrió durante cuatro semanas empezando a finales de enero de 2014. Se monitoreó el comportamiento reproductivo de parejas silvestres para identificar en qué momento estarían los nidos adecuados para su recolección. Trepadores de árboles recogieron los nidos a mano, los pusieron en fundas revestidas y luego los bajaron con una cuerda hacia los miembros del equipo abajo en tierra. Para evitar que se dañara o muriera el embrión por enfriamiento, los huevos fueron inmediatamente colocados en tazas con algodón dentro de termos calientes. Dos personas llevaron los termos fuera del manglar hasta el campamento donde los huevos se transfirieron a una incubadora portátil (Figura 1). Algunos nidos también tuvieron polluelos, los cuales fueron transportados en termos abiertos y cuando ya estuvieron dentro de la incubadora portátil, fueron alimentados con el contenido del abdomen de mariposas nocturnas cada 60 minutos. La recolección de nidos se llevó a cabo en tres ocasiones diferentes. Los huevos y los polluelos fueron trasladados a Santa Cruz dentro de incubadoras portátiles en helicóptero o a bordo de la embarcación de la DPNG, Guadalupe River, tomando 8-16 horas hasta llegar a la ECCD. En total, se recolectaron 10 nidos de ocho parejas silvestres, incluyendo 21 huevos y tres polluelos recién eclosionados, los que fueron transferidos a la instalación de crianza en cautiverio.

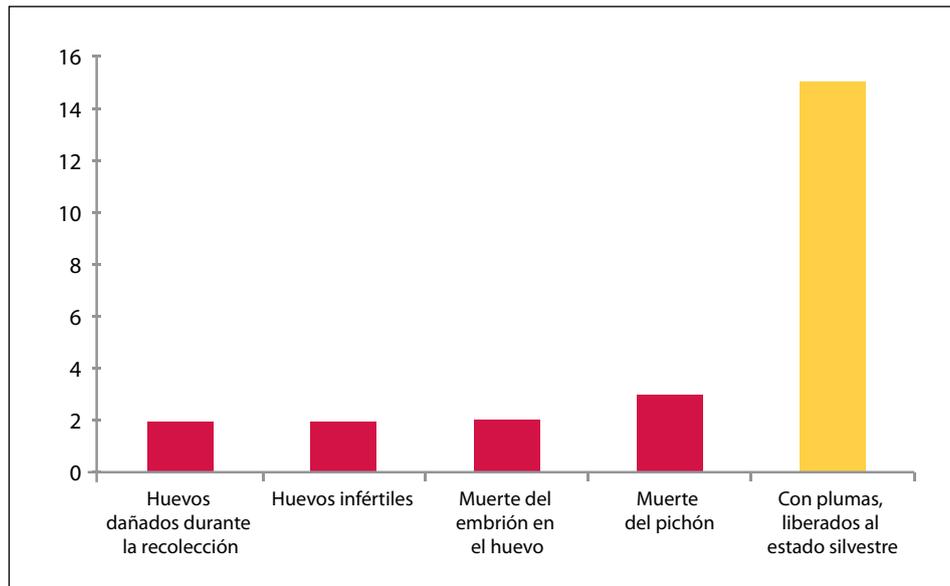


**Figura 1.** Huevos de pinzón de manglar en tazas de anidación con algodón dentro de la incubadora portátil en Playa Tortuga Negra, listos para ser transferidos a la ECCD. Foto: ©Beate Wedelin.

### Incubación artificial y crianza manual

Una vez llegados, los huevos fueron instalados en incubadoras tipo cuna (Octágono Brinsea) a 37,8°C, con mecanismos de volteo automáticos y tres viradas manuales de 180° adicionales por día. Los huevos fueron pesados diariamente y la humedad se alteró apropiadamente para controlar la correcta pérdida de

agua de cada huevo durante el período de incubación. Los huevos fueron revisados a diario para evaluar fertilidad y desarrollo embriológico. De los 21 huevos recolectados, 19 fueron viables para incubación (viabilidad de 90,5%). Diecisiete huevos fueron fértiles (fertilidad de 89,5%) y 15 eclosionaron (eclosión de 88,2%); esto equivale a la cantidad de pichones producidos por ocho parejas en estado silvestre (Figura 2).



**Figura 2.** Resultados de 24 pinzones de manglar recolectados como huevos (21) o pichones (3) para la crianza inicial, 2 de febrero – 6 mayo 2014.

Los tres polluelos que eclosionaron en estado silvestre estaban infestados con larvas de *P. downsi* en las cavidades nasales y/o auditivas. Éstas fueron retiradas con una capa de vaselina que evita la respiración de las larvas. Uno de estos polluelos llegó severamente deshidratado y anémico debido a los parásitos y murió pocas horas después. Otros dos polluelos, que eclosionaron de huevos incubados artificialmente, murieron a los seis días con síntomas que sugerían onfalitis (infecciones en el saco de la yema) (Figura 2).

Los polluelos recién eclosionados se mantuvieron en tazas de anidación individuales en incubadoras para aves (Octágonos Brinsea inicialmente modificados, luego en Unidades de Cuidados Intensivos para Animales Lyon). Antes de emplumar, los polluelos estuvieron en tazas de anidación comunales para facilitar el desarrollo de una correcta identificación de especies. Una vez con plumas (a los 14-18 días), las aves fueron transferidas a cajas con alambre, aún dentro del cuarto de crianza manual bajo condiciones de cuarentena (Figuras 3a-3c).



**Figura 3a.** Pichones del pinzón de manglar dentro de la Incubadora Octagonal Brinsea modificada (Foto: © Juan C Ávila). **3b** Pichón de pinzón de manglar en taza de anidación individual (Foto: © Juan C Ávila). **3c** Pinzones de manglar con plumas dentro de la jaula en el cuarto de crianza en cautiverio en cuarentena antes de ser transferidos a Playa Tortuga Negra (Foto: © Francesca Cunninghame).

A los polluelos bajo medidas cuarentenarias de acuerdo a los protocolos establecidos por el San Diego Zoo Global, se los alimentó con una dieta apropiada para paseriformes insectívoros. Durante los primeros 14 días, los polluelos fueron alimentados cada hora 15 veces al día desde las 06h00 hasta las 20h00. Después de 15 días, se redujo la frecuencia de alimentación a cada dos horas y después de 19-20 días, a cada tres horas. Una vez que tuvieron entre 18 y 28 días de edad, para motivarlos a que coman solos, se pusieron en sus jaulas platos con comida preparada. Se crió exitosamente hasta su independencia un total de 15 polluelos (supervivencia de 83,3%) (Figura 2).

Todas las aves fueron anilladas con una combinación de colores única para permitir su identificación y se tomaron muestras de sangre para la determinación del sexo y análisis genético.

Se pusieron a diario grabaciones de cantos de pinzones de manglar silvestres en el cuarto de crianza manual para promover el desarrollo de vocalizaciones apropiadas. Las regulaciones cuarentenarias implicaban que no era posible utilizar sustratos naturales para promover el forrajeo, de manera que se ofrecieron tubos de cartulina y trozos de papel periódico. Una vez que los polluelos estuvieron comiendo de modo independiente por lo menos por siete días, éstos fueron transportados de regreso a PTN durante la noche en cajas a prueba de mosquitos a bordo del barco de la DPNG, *Guadalupe River*. El traslado se lo realizó en dos grupos: siete el 13 de marzo y ocho el 28 de marzo.

### Cuidado de los aviarios en Playa Tortuga Negra antes de la liberación

Se usaron principios blandos de liberación. Los polluelos fueron alojados de cuatro a seis semanas en aviarios especialmente contruidos para este efecto (7,2 x 3,6 x 2,4 m) situados en un claro dentro del manglar en PTN (Figura

4). Estos aviarios le permitieron a los pichones adaptarse a su hábitat natural antes de ser liberados. Se colocó en ellos material natural de forrajeo (Fessl *et al.*, 2011). A pesar de que se ofrecieron platos de comida preparada dos veces al día, se puso énfasis en motivar a que las aves forrajeen. Larvas de lepidópteros encontradas en semillas caídas de mangles negros (*Avicennia germinans*) en el manglar constituyen una importante fuente de alimento en ciertas épocas del año para los pinzones de manglar silvestres. Éstas fueron recogidas junto con mariposas nocturnas adultas y ofrecidas diariamente a las aves cautivas para que coman. Observaciones de comportamiento demostraron que los individuos pasaban un promedio de 45% de su tiempo forrajeando en los sustratos naturales (P Medranda & A Carrión, obs. pers.). Pinzones de manglar silvestres que se acercaban a los aviarios interactuaban de forma no agresiva con los polluelos cautivos y éstos mostraron interés solo en los pinzones de manglar.

### Monitoreo después de la liberación

La liberación de 15 polluelos se programó para que coincidiera con el final de la temporada reproductiva de pinzones de manglar silvestres para reducir la agresión territorial intra específica. Las liberaciones se realizaron el 20 y 25 de abril, y el 6 de mayo. Los aviarios se dejaron abiertos, y se colocó comida y agua dos veces al día dentro de ellos hasta el 10 de mayo. Cuatro días antes de cerrarlos, se repuso comida fresca solo una vez al día. Los aviarios se clausuraron la tarde del 14 de mayo, dos días antes que el equipo de campo dejara el sitio.

A las aves se les colocó transmisores de radio de 0,35-g (Hoholil, Canadá) dos días antes de la liberación (Figura 5). Una vez abiertos, los aviarios fueron examinados diariamente desde las 06h00 hasta las 18h00 para monitorear visitas suplementarias de alimentación para cada ave. Todas, menos dos aves, regresaron regularmente a comer.



Figura 4. Polluelos del pinzón de manglar en un posadero natural de mangle negro dentro de los aviarios previos a su liberación dentro del manglar en Playa Tortuga Negra. Foto: © Paul Medranda.



**Figura 5a.** Transmisor de VHF (0,35 g) colocado en el interior de la cola en un pinzón de manglar antes de su liberación (Foto: © Paul Medranda). **5b** Pinzón de manglar liberado mostrando la antena del transmisor de VHF (Foto: © Francesca Cunningham).

Se recogieron resultados adicionales de supervivencia y dispersión mediante monitoreo telemétrico. Las aves fueron seguidas con radio por un máximo de 19 días posteriores a la liberación, como lo determinó la vida útil de la batería del transmisor.

Sin embargo, 11 transmisores dejaron de funcionar prematuramente debido a que se aflojaron o a problemas técnicos. Mientras que polluelos liberados fueron encontrados predominantemente dentro de los manglares de PTN, cinco fueron también localizados fuera del manglar, hasta a 3 km de distancia. Se observó a las aves monitoreadas forrajeando en busca de invertebrados en seis especies de árboles y arbustos, y alimentándose de las frutas de *Bursera graveolens* y *Castela galapageia*. Dos individuos pasaban de manera regular las primeras horas de la mañana comiendo los frutos de *B. graveolens* en la zona árida, solos o acompañados de aves silvestres. Este es el primer registro de pinzones de manglar en la vegetación de la zona árida. Los polluelos que fueron criados en cautiverio fueron vistos siguiendo a machos adultos con los cuales no estaban emparentados, un comportamiento que ha sido observado en polluelos silvestres.

Dos individuos nunca regresaron por alimentación suplementaria. A uno se lo encontró en un pequeño parche de manglar a 1 km al norte de PTN donde se lo vio forrajeando todos los días. El otro no fue localizado y su transmisor se encontró 14 días más tarde, 2 km al sur adentro en la vegetación de la zona árida. El 15 de mayo, el último día que el equipo de campo hizo monitoreo, se conocían los paraderos de solo ocho polluelos, lo que sugiere que siete no estarían más en la cercanía de PTN o que sus transmisores cesaron de funcionar. No se confirmaron mortalidades.

### Éxito de los polluelos en la población silvestre

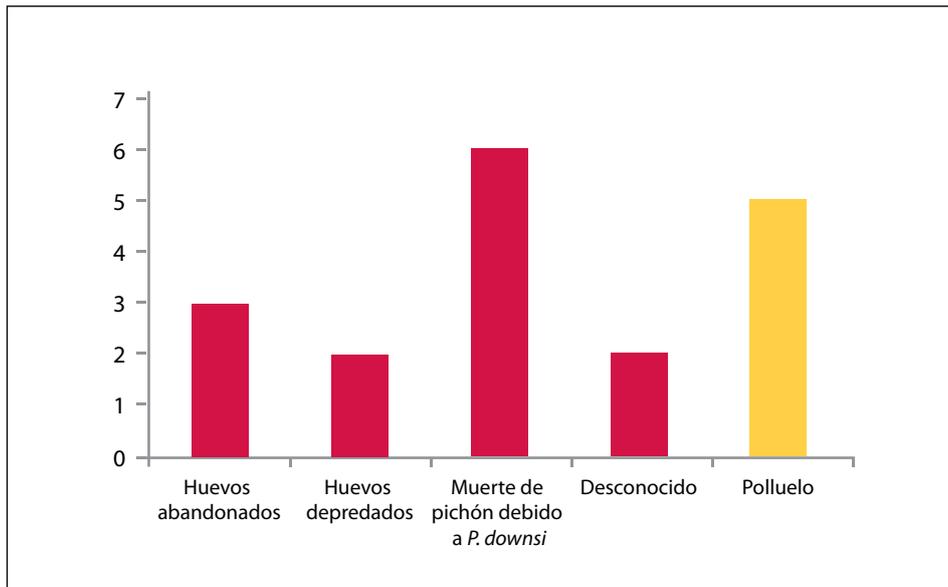
De los 18 nidos que no fueron recolectados para la crianza inicial y que fueron monitoreados en PTN (16) y CB (2), 27,7% fueron exitosos con solo cinco pares de pinzones de manglar en estado silvestre llegaron a criar un total de seis polluelos (Tabla 1, Figura 6). La anidación fracasó debido a: muerte de los pichones por parasitismo de *P. downsi* (33,3%), abandono de huevos (16,7%), depredación sobre los huevos (11,1%) y causas no determinadas (11,1%) (Figura 6).

**Tabla 1.** Número comparativo de pichones que llegaron a emplumar, y éxito de anidación de pinzones de manglar alcanzado con el método de crianza inicial y nidos silvestres durante la temporada reproductiva del 2014 (25 de enero – 6 de mayo de 2014). El total es el número de huevos o pichones confirmados encontrados en un estadio temprano de desarrollo. El total de los silvestres es más bajo del real debido a que no se incluyó a los nidos fracasados con contenidos desconocidos. Consecuentemente, el éxito de los polluelos y de anidación para los nidos en estado silvestre es casi ciertamente más bajo que el indicado.

	Total de huevos o pichones	Total de pichones emplumados	% del éxito de polluelos*	Total de nidos	Nidos con polluelos^	% de éxito de anidación
<b>Crianza inicial</b>	24	15	62,5	10	9	90
<b>Silvestres</b>	28	6	21,4	18	5	27,8

\* Incorpora valoraciones de fertilidad, éxito de eclosión y supervivencia de los pichones, ya que estos datos no están disponibles para nidos silvestres.

^ Nidos de los cuales salió por lo menos un pichón.



**Figura 6.** Resultados de 18 nidos silvestres de pinzones de manglar en Playa Tortuga Negra o Caleta Black (25 de enero – 03 de abril 2014). Nidos con por lo menos un pichón con plumas que se presenta como polluelo; solo aquellos nidos en los que toda la nidada se perdió por parasitismo de *P. downsi* aparecen en la columna “Fracaso – muerte de pichón debido a *P. downsi*”.

**Conclusión y recomendaciones**

La recolección, incubación artificial, crianza manual y liberación de 15 polluelos de pinzón de manglar de vuelta a su hábitat nativo representa un importante paso para la conservación de esta especie en peligro crítico de extinción (Figura 7).

Al menos un pichón de nueve de los 10 nidos recolectados (35,7% del total de los nidos de la temporada) se crió exitosamente. Basados en la presunción que los nidos recolectados para la crianza inicial estuvo destinado

a fracasar, este método incrementó tanto el éxito de anidación como el número de pichones que emplumaron en un 200% en una temporada. Dado que este primer año fue una prueba, el número producido de polluelos fue bajo. Sin embargo, existe un potencial para aumentar en el futuro la productividad de polluelos mediante la recolección de más nidos. La planificación del proyecto está en camino para determinar el mejor uso de la crianza inicial junto con un manejo continuado para el control de las amenazas en el estado silvestre, y para alcanzar los objetivos a largo plazo en la conservación del pinzón de manglar para incrementar el tamaño de la población y el rango de distribución de la especie.



**Figura 7.** Polluelo, resultado del método de crianza inicial, liberado forrajeando en el manglar de Playa Tortuga Negra. Foto: © Francesca Cunninghame.

Se necesita acciones de conservación continuas por varios años para mejorar el estado del pinzón de manglar, debido a su extremadamente pequeño tamaño poblacional y rango restringido. La crianza inicial, con un manejo complementario de la población silvestre, será necesaria y deberían considerarse las siguientes recomendaciones.

- Evaluar el progreso de este año consultando a los actores para mejorar la eficiencia y desarrollar un plan de manejo intensivo de la especie para los próximos cinco años.
- Usar la crianza inicial por un mínimo de tres o cuatro años para incrementar el tamaño de la población.
- Usar datos genéticos y llevar un libro de registro genealógico cuando se recolecten huevos para garantizar el mantenimiento de la variabilidad genética de la población.
- Usar polluelos criados en cautiverio para repoblar otros manglares dentro del rango de distribución histórico de la especie.
- Continuar con el control de ratas introducidas e incrementar el control de gatos en todas las áreas habitadas por pinzones de manglar.
- Llevar a cabo pruebas con trampas específicas para ratas, de mortalidad múltiple, (GoodNature NZ) en PTN con el fin de reemplazar las estaciones con carnada (y brodifacum) con controles no tóxicos.

- Probar métodos de control de *P. downsi* en nidos silvestres en colaboración con el proyecto *Philornis* (FCD).
- Continuar capacitando a las instituciones y la comunidad local mediante el entrenamiento del personal de la DPNG, personal local y nacional, y estudiantes y voluntarios en las técnicas de crianza en cautiverio y de campo (preparar árboles, monitorear aves y telemetría).
- Continuar con actividades para incrementar el conocimiento sobre el pinzón de manglar dentro de la comunidad local de Puerto Villamil en Isabela.

### Agradecimientos

Esta fase del proyecto bi institucional Pinzón de Manglar de la Fundación Charles Darwin y la Dirección del Parque Nacional Galápagos en colaboración con San Diego Zoo Global y auspiciado por el Fondo de Conservación Durrell para la Vida Silvestre fue hecho realidad gracias al financiamiento de Salve a Nuestras Especies (SOS, por sus siglas en inglés), el Fondo Caritativo Leona M y Harry B Helmsley a través de la Fundación Comunidad Internacional, y Galapagos Conservancy.

Ninguna parte del desafiante trabajo de campo pudo haberse logrado sin el continuo e impresionante compromiso y motivación de asistentes de campo y voluntarios locales e internacionales.

### Referencias

- Armstrong DP, RS Davidson, WJ Dimond, JK Perrott, I Castro, JG Ewen, R Griffiths & J Taylor. 2002. Population dynamics of reintroduced forest birds on New Zealand islands. *Journal of Biogeography* 29:609-621.
- BirdLife International 2013. *Camarhynchus heliobates*. The IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2014.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Descargado el 29 de julio de 2014.
- Causton CE, F Cunninghame & W Tapia. 2013. Management of the avian parasite *Philornis downsi* in the Galapagos Islands: a collaborative and strategic action plan. 167-173. *En Galapagos Report 2011-2012*. GNPS, GCREG, CDF and GC. Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador.
- Clarke MF & N Schnedvin. 1997. An experimental study of the translocation of noisy miners (*Manorina melanocephala*) and difficulties associated with dispersal. *Biological Conservation* 80:161-167.
- Colbourne R, S Bassett, T Billing, H McCormick, J McClennan, A Nelson & H Robertson. 2005. The development of Operation Nest Egg as a tool in the conservation management of kiwi. *Science for Conservation* 259:5-24, Department of Conservation, Wellington.
- Cristinacce A, A Ladkoo, R Switzer, L Jordan, V Vencatasamy, F de Ravel Koenig, C Jones & D Bell. 2008. Captive breeding and rearing of critically endangered Mauritius fodies *Foudia rubra* for reintroduction. *Zoo Biology* 27:255-268.
- Cunninghame F, HG Young & B Fessl. 2011. A trial conservation translocation of the mangrove finch in the Galapagos Islands, Ecuador. *En Global Reintroduction Perspectives* 3 (ed., PS Soorae). Pp 151-156. IUCN/SSC, Abu Dhabi.

Cunninghame F, HG Young, C Sevilla, V Carrión & B Fessl. 2013. A trial translocation of the critically endangered mangrove finch: Conservation management to prevent the extinction of Darwin's rarest finch. 174-179. *En* Galapagos Report 2011-2012. GNPS, GCREG, CDF and GC. Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador.

Dvorak M, H Vargas, B Fessl & S Tebbich. 2004. On the verge of extinction: a survey of the Mangrove Finch *Cactospiza heliobates* and its habitat on the Galapagos Islands. *Oryx* 38:1-9.

Fessl B, H Vargas, V Carrión, R Young, S Deem, J Rodríguez-Matamoros, R Atkinson, O Carvajal, F Cruz, S Tebbich & HG Young (Eds.). 2010a. Galapagos Mangrove Finch *Camarhynchus heliobates* Recovery Plan 2010-2015. Durrell Wildlife Conservation Trust, Fundación Charles Darwin, Servicio del Parque Nacional Galápagos.

Fessl B, HG Young, RP Young, J Rodríguez-Matamoros, M Dvorak, S Tebbich & JE Fa. 2010b. How to save the rarest Darwin's finch from extinction: The Mangrove Finch on Isabela Island. *Phil. Trans. Roy. Soc. Lond. Ser B* 365:1019-1030.

Fessl B, AD Loaiza, S Tebbich & HG Young. 2011. Feeding and nesting requirements of the critically endangered Mangrove Finch *Camarhynchus heliobates*. *J. Ornithology* 52:453-460.

Good H, E Corry, B Fessl & S Deem. 2009. Husbandry guidelines for woodpecker finch (*Camarhynchus pallidus*) at Charles Darwin Foundation. 31 Pp. Reporte interno FCD, Durrell Wildlife Conservation Trust.

Jones CG & DV Merton. 2012. A tale of two islands: the rescue and recovery of endemic birds in New Zealand and Mauritius. *En* Reintroduction Biology: Integrating science and management First Edition (eds., JG Ewen, DP Armstrong, KA Parker and PJ Seddon). Pp 30-71. Blackwell Publishing Ltd.

Wanless RM, J Cunningham, PAR Hockey, J Wanless, RW White & R Wiseman. 2002. The success of a soft-release reintroduction of the flightless Aldabra rail (*Dryolimnas (cuvieri) aldabranus*) on Aldabra Atoll, Seychelles. *Biological Conservation* 107:203-210.

Young HG, F Cunningham, B Fessl & FH Vargas. 2013. Mangrove finch *Camarhynchus heliobates* an obligate mangrove specialist from the Galapagos Islands. *En* Mangrove Ecosystems (eds., G Gleason & TR Victor). Pp 107-121. Nova Science Publishers Inc. New York.



Foto: © Fabiola Alvarez

## Falta crónica de reproducción de los piqueros de patas azules de Galápagos y disminución asociada de su población

David J. Anderson<sup>1</sup>, Kathryn P. Huyvaert<sup>2</sup> y David Anchundia<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Wake Forest, Winston-Salem, NC <sup>2</sup>Universidad del Estado de Colorado, Ft. Collins, CO

### Introducción

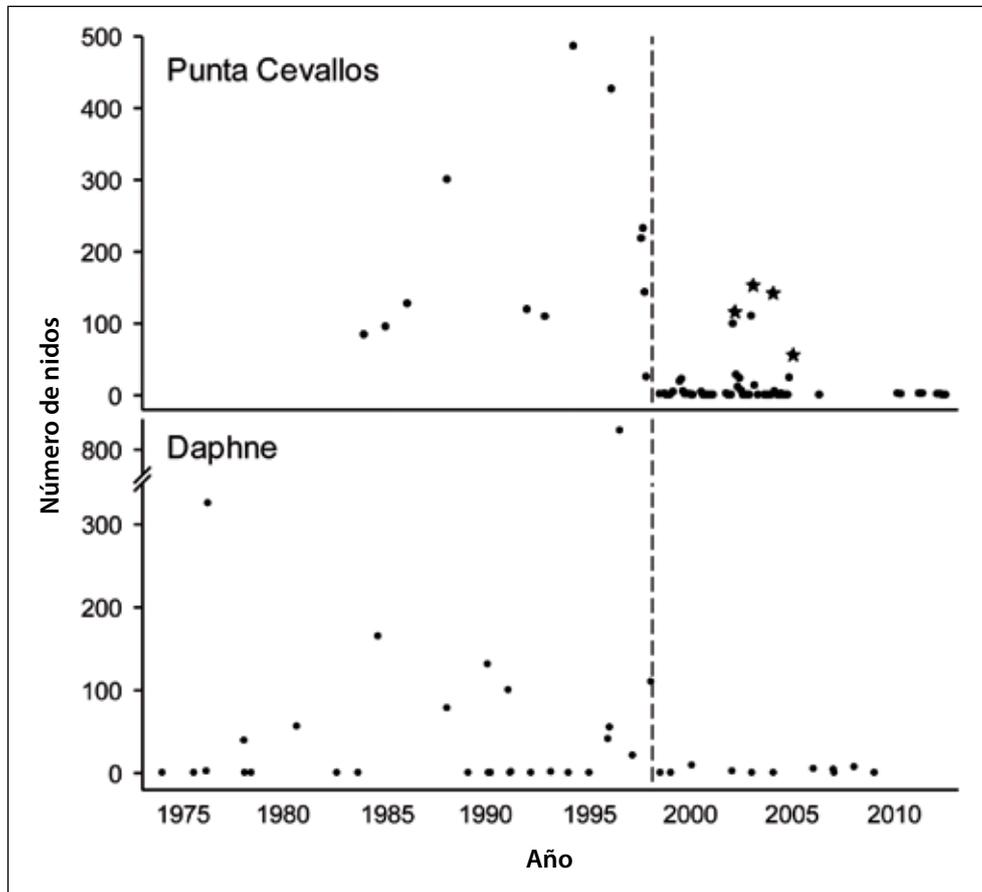
La abundancia de aves marinas a lo ancho de la cuenca del vasto océano Pacífico ha declinado por lo menos un 99% durante los últimos 3000 años, coincidiendo con la dispersión de los humanos desde Polinesia (Steadman, 2006). Los asentamientos humanos en islas llevaron a la pérdida de hábitats, cacería, y efectos indirectos de animales depredadores y otros invasores que acompañaban a los humanos (Szabo *et al.*, 2012), y se piensa que estos efectos explican la extinción local de la mayoría de especies de aves marinas en islas habitadas (Steadman, 2006). La población de aves marinas de las islas Galápagos, en el extremo oriental de la cuenca y alejadas de las fuentes poblacionales de Polinesia, no siguieron este patrón. Datos paleontológicos no ofrecen evidencia de colonización humana permanente antes de aproximadamente 200 años (Latorre, 1997) y tampoco sobre extinciones de especies de aves marinas (Steadman, 1986; Jiménez-Uzcátegui *et al.*, 2006). Sin embargo, algunas especies muestran una clara evidencia de efectos antropogénicos recientes que han reducido su tamaño poblacional (Vargas *et al.*, 2005; Jiménez-Uzcátegui *et al.*, 2006; Anderson *et al.*, 2008), mientras que otras especies han sido muy poco estudiadas como para permitir evaluaciones similares. La evaluación de los posibles efectos antropogénicos en las disminuciones observadas en poblaciones debe ser una prioridad de conservación.

Los piqueros de patas azules (*Sula nebouxi*) se reproducen en Galápagos, y en otras islas y puntas en la costa oeste de Centro y Sudamérica, y México. La demografía y biología de la población de la subespecie de Galápagos (*S. n. excisa*) es pobremente conocida. Sin embargo, datos en serie de dos sitios antiguos de anidación en Galápagos (Daphne Mayor y Punta Cevallos [Española]) indican que un cambio abrupto en la actividad reproductiva ocurrió alrededor de 1997, pasando de una reproducción irregular pero frecuente a esencialmente nada (Figura 1). Este patrón es consistente con observaciones anecdóticas en años recientes de científicos de largo tiempo y guías de turismo sobre el avistamiento poco frecuente de aves adultas y sitios de anidación muy poco ocupados (DJ Anderson, datos sin publicar). Si la subespecie completa enfrenta una reproducción crónicamente pobre, entonces debería reflexionarse sobre un tamaño poblacional reducido. El tamaño de la población se estimó solo una vez, por Nelson, en la década de 1960. El concluyó que “el total de la población de

Galápagos debe exceder las 10 000 parejas y pudiera ser, de modo considerable, mayor” (Nelson, 1978).

Los objetivos de este estudio fueron: 1) evaluar si la pobre reproducción observada desde 1997 en las dos colonias

se repite por todo el archipiélago, 2) determinar la causa y 3) estimar el tamaño actual de la población de piqueros de patas azules en Galápagos. Este artículo presenta los resultados principales del estudio; para detalles completos, consultar Anchundia *et al.* (2014).



**Figura 1.** Números de nidos activos de piquero de patas azules en Punta Cevallos, Española (DJ Anderson, datos sin publicar) y Daphne Mayor (PR Grant y BR Grant, datos sin publicar). La línea vertical indica marzo 1 de 1997, mediados del evento ENSO de 1997-98 y aproximadamente el tiempo de disminución de la abundancia de sardinas en el afloramiento peruano. Las estrellas indican el pico de un rápido incremento en el número de nidos seguido de un masivo fracaso reproductivo en las 4 semanas subsiguientes.

**Métodos**

Desde mayo de 2011 hasta junio de 2013, monitoreamos la reproducción en intervalos de tres a cinco meses en cuatro de las seis históricamente más grandes colonias de anidación de piqueros de patas azules (Daphne Mayor, Cabo Douglas [Fernandina], Punta Vicente Roca [Isabela] y Seymour Norte) y una colonia adicional establecida hace poco (Playa de los Perros [Santa Cruz]). Una sexta y regularmente grande y activa colonia, Punta Suárez (Española), y otras dos (Punta Pitt [San Cristóbal] y Punta Cormorant [Floreana]; Figura 2) fueron visitadas de forma menos frecuente (cada una, tres o cuatro veces) que las colonias focales. Se sabía, por las actividades de investigación de nuestro grupo en Punta Cevallos (Española), que había una séptima colonia, históricamente grande, pero estuvo, en esencia, desatendida. Una colonia adicional en Baltra, aparentemente recién establecida, fue

descubierta en 2012 y desde entonces fue incluida como colonia no focal. Se documentó la dieta de las muestras regurgitadas durante las visitas a los sitios de anidación.

Para estimar el tamaño de la población hicimos dos muestreos de la costa entera de las islas al sur de la línea ecuatorial, incluyendo todo Isabela (1100 km de costa en 14 islas y 20 islotes), los cuales abarcaron todas las históricas (Nelson, 1978; Harris, 1982) y actuales (DJ Anderson, obs. pers.) actividades reproductivas de la especie. En el primer muestreo, hicimos conteos a la luz del día en una manera poco sistemática, cubriendo el rango completo de muestreo con un bote a 1 m/s entre el 3 de junio y el 7 de agosto de 2011; en el bote iba un único observador que utilizó binoculares desde 20-100 m de la costa. En el segundo muestreo, entre el 1 y el 3 de junio de 2012, cinco pares de observadores por separado quienes siguieron un protocolo de observadores dependientes

(Nichols *et al.*, 2000). En un período de tres días se cubrió todo el rango de muestreo, un par de observadores por cada sección de la línea de costa.

## Resultados

### Reproducción

La actividad reproductiva fue consistentemente baja. En la mayoría de las visitas, todas las colonias monitoreadas tuvieron <15% del máximo histórico de parejas reproductivas. Sumando todos los sitios monitoreados, el número más grande observado de nidos simultáneos (349) corresponde a 698 aves reproductoras, solo 10,9% del estimado del tamaño poblacional de 6423 adultos (ver abajo). Se identificaron tres sitios de anidación que no habían sido conocidos antes del estudio: en Baltra con alrededor de 49 parejas anidando en 2012 y 94 parejas en 2013; en la costa sur de Fernandina al oeste de Punta Mangle, con aproximadamente 75 adultos presentes y un número incierto de nidos; y en la costa sur de Isabela (Los Túneles) con nueve parejas anidando en 2013. La otrora gran colonia de Punta Cevallos (489 nidos en 1994; Townsend *et al.*, 2002) no fue incluida en el monitoreo de este trabajo, pero fue revisada frecuentemente como parte de nuestra investigación en ejecución allí; nunca observamos más de tres nidos en ese lugar.

La mayoría de las nidadas fracasaron sin producir un pichón. En visitas posteriores a una en la cual se registraron nidos con huevos, se encontraron pocos o ningún pichón o polluelo (ya sea vivo o muerto), a pesar de que a veces hubieron adultos incubando. En las colonias focales en 2011, se observó un total de 26 polluelos; en 2012, hubo 59 polluelos. Diciembre y enero fueron los únicos meses en el estudio de tres años en los cuales se hallaron pichones grandes y polluelos, con la excepción de la nueva colonia establecida en Baltra, en la que estuvieron presentes 24 polluelos en agosto de 2012.

### Tamaño poblacional

En el muestreo costero de 2011, se contabilizaron 7 379 piqueros de patas azules, de los cuales dos (0,03% del total) tenían plumaje juvenil. Aquel muestreo se realizó por un período de 11 semanas con un solo observador por lo tanto existe la posibilidad que hubiera pasado por alto o contado dos veces a algunos individuos. En el muestreo costero de 2012, las probabilidades de detección fueron altas pero variaron por isla y sección de costa. Los análisis de modelos de selección dieron un estimado de 6 423 aves (95% intervalo de confianza = 6 420 a 6 431) para el tamaño de la población en todo el archipiélago. Estos estimados aplican para la porción de la población visible con la luz del día desde botes dentro de los 100 m de la costa y excluye a las aves que estuvieron lejos de la costa. Cuatro líneas de evidencia señalan que pocos piqueros estuvieron fuera del rango visual de los observadores en los botes desde donde se realizó el muestreo: 1) las

aves con marcadores de GPS pasaron la mayor parte de su tiempo de forrajeo dentro de los 200 m de la costa de una isla, muy bien dentro del rango visual; 2) durante el viaje en bote entre las islas en el muestreo de 2012, se avistaron piqueros de patas azules a una tasa de solo 2 aves/30 min comparado con un estimado de 48 aves/30 min en la costa; 3) ~85% de los piqueros avistados durante el muestreo de 2012 estaban descansando en tierra y no se estaban moviendo; y 4) >90% de los piqueros que fueron vistos volando, estaban moviéndose paralelos a la costa en el muestreo de 2012, en lugar de desde o hacia mar abierto.

### Dieta

Sardinias y arenques (familia Clupeidae) fueron las especies más comunes en las muestras, constituyendo el 80,2% de toda la dieta y el 50,4% del peso total. El largo de bifurcación del pez estuvo entre 3-35 cm, con una media de 6,8 cm (DS = 3,2).

Las colonias de piqueros de patas azules visitadas cayeron en tres grupos basados en su hábitat oceanográfico: las colonias al oeste de Fernandina y Punta Vicente Roca, adyacentes al productivo afloramiento de la contracorriente ecuatorial con una mucho más baja temperatura superficial del mar (TSS) que en ninguna otra parte del archipiélago (Ruiz & Wolf, 2011); las colonias centrales de Daphne Mayor, Seymour Norte y Santa Cruz, adyacentes a una compleja unión de corrientes, y a un mosaico de TSS y productividad (Witman *et al.*, 2010); y las colonias al sureste en San Cristóbal, Española y Floreana, con un hábitat marino menos complejo y menos productivo. La composición de la dieta en estas regiones varió, con sardinias/arenques mucho más comunes y presentes más regularmente en el grupo central, de modo particular en 2012. Las sardinias y los arenques fueron el 68% de las presas capturadas en las colonias centrales, pero 28 y 29% de aquellas en las colonias del oeste y del sureste, respectivamente.

### Predicciones sobre intentos de reproducción

El análisis del modelo de selección indicó que la actividad reproductiva de los piqueros de patas azules varió mensualmente (la reproducción fue rara en diciembre) y por la probabilidad de que el ave regurgitara durante muestreos de dieta (los intentos reproductivos estuvieron más asociados con aves con acceso a comida durante el muestreo). La variación anual no fue importante para nuestro modelo.

### Discusión

Nuestros resultados indicaron que los piqueros de patas azules de Galápagos intentaron reproducirse muy poco entre agosto de 2011 y junio de 2013. Durante este período no más del 10,9% de la población adulta tuvo un nido activo en algún momento y solo se registraron

134 polluelos. Durante dos extensos muestreos costeros registramos solo 77 aves con plumaje juvenil (que lo mantienen hasta los 2-3 años; Nelson, 1978), comparados con una población de adultos estimada en 6 423 individuos. Vimos solo dos juveniles por el archipiélago entre mayo y agosto de 2011, lo que indica esencialmente que no hubo una reproducción exitosa los dos años anteriores. Descartamos la posibilidad de una emigración temporal de juveniles basados en la distribución de estos en el mar (Anchundia *et al.*, 2014) y su abundancia tanto en áreas costeras como entre las islas antes de 1998 (DJ Anderson, obs. per.). La interpretación más simple de estos resultados es una reproducción crónicamente pobre desde 2009 hasta 2012. Percibiendo una situación similar en Española y Daphne desde 1997, este fracaso reproductivo crónico puede extenderse unos 16 años atrás. Una comparación entre el estimado de la década de 1960 y nuestro nuevo estimado indica una tendencia a la disminución de la población, siendo la población actual un 33% del estimado de Nelson (1978) en los años 1960. Reconociendo una incertidumbre significativa en los valores presentes, de manera especial con respecto al estimado de la década de 1960, concluimos que el tamaño de la población se ha disminuido por lo menos en un 50%, y probablemente más, desde los 60s.

La baja reproducción durante nuestro estudio ha contribuido al descenso del tamaño poblacional de los piqueros de patas azules, y los datos de Daphne y Española sugieren que la anidación ha sido pobre y que las muertes de los adultos han excedido su reclutamiento desde 1997, lo que concuerda ampliamente con un modelo simple de reducción poblacional. Asumiendo una mortalidad constante anual de adultos de 0,10 (Oro *et al.*, 2010), un tamaño poblacional inicial de 20 000 y una continua serie de años que terminó en 2012 con ningún éxito reproductivo, el hipotético fracaso crónico de reproducción pudo haberse iniciado en 2001, 11 años atrás ( $20\,000 * 0,9011 = 6276$ ); una población inicial más grande (como la aludida por Nelson en 1978) llevaría esta fecha inclusive más cerca a 1997, cuando sugerimos que empezó el fracaso reproductivo. Desde 1997 la colonia de piqueros patas azules de Punta Cevallos, otrora grande y activa de modo regular, ha estado virtualmente vacía; y en Daphne Mayor se encuentran unos cuantos adultos solo en una pequeña parte del cráter principal, mientras que en el pasado tanto este cráter como el aledaño algunas veces tuvo hasta 1600 piqueros de patas azules. Ahora la vegetación cubre la mayor parte del sitio de anidación. Ninguna de estas islas tiene un depredador introducido y no se ha notado evidencia de enfermedad en los reproductores y no reproductores en ambos lugares. A pesar de que estas dos colonias están en regiones de hábitats oceanográficos separados, ellas exhiben historias reproductivas similares, lo que sugiere la posibilidad de que la escasa reproducción haya estado presente en todo el archipiélago desde 1997, a pesar de existir variaciones espaciales del hábitat. Si es así, entonces la estructura de edad de la población actual debe estar sesgada de manera

fuerte hacia individuos viejos; si la tasa de mortalidad de los piqueros de patas azules aumenta con la edad, como ocurre en los piqueros de Nazca (Anderson & Apanius, 2003), y su reproducción declina a medida que envejecen (Velando *et al.*, 2006), entonces se puede esperar que los procesos de nacimiento y muerte que conducen a un tamaño poblacional más pequeño, se acelerarán en el futuro.

Dos líneas de evidencia relacionan a la dieta con la baja tasa de nacimientos. Considerando los datos de largo plazo recogidos en Punta Cevallos, los piqueros de patas azules forrajeaban principalmente sardinas, de forma parecida a los piqueros de Nazca (Anderson, 1989). Después de 1997, las sardinas desaparecieron de la dieta de los piqueros de Nazca, pero los piqueros de Nazca continuaron reproduciéndose al cambiar de presa (Anderson *et al.*, datos sin publicar). En contraste, los piqueros de patas azules abandonaron esta colonia. Datos de los lobos marinos de Galápagos (*Zalophus wollebaeki*) también sugieren que las sardinas se hicieron raras en el archipiélago entero; los lobos marinos forrajeaban principalmente sardinas durante la década de 1980 (Dellinger & Trillmich, 1999), pero en períodos más recientes (2008-09), las sardinas estuvieron completamente ausentes de su dieta (Páez-Rosas & Auriolles-Gamboa, 2010).

Muestras de la dieta de los piqueros de patas azules tomadas durante nuestro estudio, sugieren que la parte central del archipiélago tiene en la actualidad una disponibilidad más regular de sardinas y sus parientes cercanos los arenques de Galápagos, que las otras regiones; se ha observado intentos de reproducción más frecuentes de modo relativo en esta región. Esto sugiere que la disminución del éxito reproductivo puede estar ligada a la disponibilidad de sardinas/arenques (Anchundia *et al.*, 2014).

En conclusión, nuestros datos indican una crónicamente pobre reproducción y una declinación del tamaño poblacional de los piqueros de patas azules de Galápagos, con evidencia circunstancial que implica una baja disponibilidad de su presa favorita desde aproximadamente 1997, año a partir del cual la base de su alimento ha sido suficiente para que los adultos sobrevivan pero no para que se reproduzcan.

Si la reproducción ha sido baja desde finales de la década de 1990, como lo sospechamos, la estructura de edad de los piqueros de patas azules de Galápagos es muy probable que esté fuertemente sesgada, hacia individuos viejos. Se puede esperar que la disminución de la supervivencia y la reproducción producida por el envejecimiento de los piqueros de patas azules (Velando *et al.*, 2006; Torres *et al.*, 2011) acelere el declive de esta población emblemática y genéticamente distinta, debido a su limitada habilidad para reproducirse, y a su más baja supervivencia anual asociada con la vejez, con importantes implicaciones para la biodiversidad y el ecoturismo local.

## Recomendaciones

Basados en los hallazgos de este estudio, recomendamos lo siguiente:

1. Seguir con los conteos por el archipiélago, usando los mismos métodos (Anchundia *et al.*, 2014), con una frecuencia no menor que cada dos años. Es probable que el tamaño se haya reducido en un ~30% desde la década de 1970 y la documentación de la tendencia continua en la población es crítica.
2. Realizar urgentemente estudios formales sobre la biología poblacional de peces clupeidos en Galápagos, incluyendo cualquier potencial efecto antropogénico. Estos peces, en especial la sardina *Sardinops sagax*, son elementos importantes de la dieta de los piqueros de patas azules y de Nazca, de lobos marinos, y posiblemente de otros depredadores en Galápagos. Nuestros resultados indican que la disponibilidad de los clupeidos ha declinado de forma dramática desde 1997, talvez por causas naturales (Anchundia *et al.*, 2014).
3. Continuar llevando a cabo muestreos en las 10 colonias de anidación, por tanto tiempo como dure la escasa reproducción. Nosotros visitamos cada colonia cuatro veces al año. Estas visitas de solo unas cuantas horas cada una brindaron información crítica sobre un importante proceso poblacional que ejerce influencia sobre el tamaño de la población y provee la oportunidad de poner anillos en las patas de los pichones para determinar la supervivencia de los juveniles. Durante los dos años se dio muy poco éxito reproductivo y probablemente éste haya sido el caso por mucho tiempo, de lo cual es probable que dependa la disminución del tamaño de la población.
4. Conducir un estudio formal de la salud, y en especial de enfermedades, en los piqueros de patas azules.

No evaluamos formalmente la posibilidad que enfermedades estén contribuyendo a la reducción de la población excepto por observaciones casuales.

5. Estimar la supervivencia anual de los adultos de la población de piqueros de patas azules. Las consideraciones logísticas limitan nuestra habilidad para determinar la supervivencia anual de los adultos: los adultos simplemente no atendieron sus colonias con la frecuencia requerida para usar métodos de marcaje-reavistamiento. Con esfuerzo significativo, este parámetro pudiera ser calculado inclusive bajo el régimen de presencia actual, usando transmisores de radio en los adultos y detección desde aeroplanos (ya sea el de patrullaje de la DPNG o UAVs).

## Agradecimientos

Agradecemos a: P. Cabrera, S. Cruz, F. Cunningham, M. Escobar, I. Haro, G. Jiménez-Uzcátegui, P. Medranda y D. Mosquera por su asistencia con el muestreo costero, y a K. S. Anderson, M. Andres, J. Baque, A. Carrión, M. Escobar, M. Jaramillo, J. Liu, D. Mosquera, J. Moruve, A. Nieto e Y. Vega por otra asistencia en el campo; J. Baque por su ayuda identificando peces; K. E. Anderson por realizar los análisis SIG; P. y R. Grant por compartir datos sin publicar de Daphne Mayor; L. Balance y R. Pitman por datos sin publicar sobre la distribución en el mar; L. Anderson, M. Anderson, F. Estela, J. Grace, M. Silman, E. Tompkins, K. Hobson y dos revisores anónimos por sus comentarios a versiones anteriores; Galapagos Conservancy, Amigos de Galápagos de Suiza y Galapagos Conservation Trust por el financiamiento; a la Dirección del Parque Nacional Galápagos por el permiso para trabajar en el Parque; y a la Estación Científica Charles Darwin y a la aerolínea TAME por su apoyo logístico. Este material está basado en el trabajo apoyado por las donaciones de la Fundación Nacional de Ciencias Nos. DEB 93045679, DEB 9629539, DEB 98-06606, DEB 0235818 y DEB 0842199 a D. J. Anderson.

## Referencias

- Anchundia D, KP Huyvaert & DJ Anderson. 2014. Chronic lack of breeding by Galápagos blue-footed boobies and associated population decline. *Avian Conservation and Ecology* 9:6.
- Anderson DJ. 1989. Differential responses of boobies and other seabirds in the Galápagos to the 1987 El Niño-Southern Oscillation event. *Marine Ecology Progress Series* 52:209-216.
- Anderson DJ & V Apanius. 2003. Actuarial and reproductive senescence in a long-lived seabird: preliminary evidence. *Experimental Gerontology* 38:757-760.
- Anderson DJ, KP Huyvaert, JA Awkerman, CB Proaño, WB Milstead, G Jiménez-Uzcátegui, S Cruz & JK Grace. 2008. Population status of the critically endangered waved albatross (*Phoebastria irrorata*), 1999 to 2007. *Endangered Species Research* 5:185-192.
- Dellinger T & F Trillmich. 1999. Fish prey of the sympatric Galapagos fur seals and sea lions: seasonal variation and niche separation. *Canadian Journal of Zoology* 77:1204-1216.

- Harris MP. 1982. A Field Guide to the Birds of Galapagos. Collins, London.
- Jiménez-Uzcátegui G, B Milstead, C Márquez, J Zabala, P Buitrón, A Llerena & B Fessler. 2006. Galapagos vertebrates: endangered status and conservation actions. Galapagos Report 2007:104-110.
- Latorre O. 1997. Galápagos: los primeros habitantes de algunas islas. Noticias de Galápagos 56:62-66.
- Nelson JB. 1978. The Sulidae. Oxford University Press, Oxford.
- Nichols JD, JE Hines, JR Sauer, FW Fallon, JE Fallon & PJ Heglund. 2000. A double-observer approach for estimating detection probability and abundance from point counts. The Auk 117: 393-408.
- Oro D, R Torres, C Rodríguez & H Drummond. 2010. Climatic influence on demographic parameters of a tropical seabird varies with age and sex. Ecology 91:1205-1214.
- Páez-Rosas D & D Auriol-Gamboa. 2010. Alimentary niche partitioning in the Galápagos sea lion (*Zalophus worlabeeki*). Marine Biology 157:2769-2781.
- Ruiz DJ & M Wolff. 2011. The Bolivar channel ecosystem of the Galapagos Marine Reserve: Energy flow structure and role of keystone groups. Journal of Sea Research 66:123-134.
- Steadman DW. 1986. Holocene vertebrate fossils from Isla Floreana, Galapagos. Smithsonian Contributions to Zoology 413.
- Steadman DW. 2006. Extinction and Biogeography in Tropical Pacific Birds. University of Chicago Press.
- Szabo JK, N Khwaja, ST Garnett & SHM Butchart. 2012. Global patterns and drivers of avian extinctions at the species and subspecies level. PLoS ONE 7:e47080.
- Torres R, H Drummond & A Velando. 2011. Parental age and lifespan influence offspring recruitment: a long-term study in a seabird. PLoS ONE 6(11):e27245.
- Townsend HM, KP Huyvaert, PJ Hodum & DJ Anderson. 2002. Nesting distributions of Galápagos boobies (Aves: Sulidae): an apparent case of amensalism. Oecologia 132:419-427.
- Vargas H, C Loughheed & H Snell. 2005. Population size and trends of the Galapagos Penguin (*Spheniscus mendiculus*). Ibis 147:367-374.
- Velando A, H Drummond & R Torres. 2006. Senescent birds redouble reproductive effort when ill: confirmation of the terminal investment hypothesis. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences 273:1443-1448.
- Witman JD, M Brandt & F Smith. 2010. Coupling between subtidal prey and consumers along a mesoscale upwelling gradient in the Galapagos Islands. Ecological Monographs 80:153-177.







ISBN 978-9942-8571-0-1



9 789942 857101

