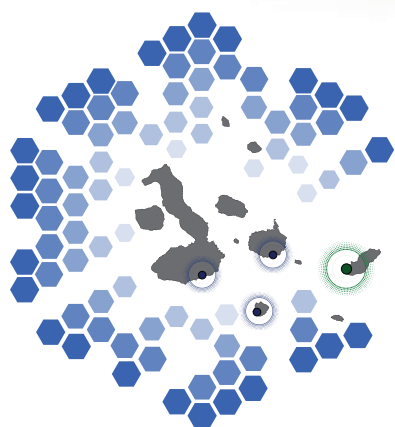




ARCHIVOS ACADÉMICOS USFQ



III^{er} Simposio de Investigación y Conservación DPNG-GSC en Galápagos



Archivos Académicos USFQ

Número 20

Memorias del 3er Simposio de Investigación & Conservación en Galápagos GSC– DPNG | Proceedings of the 3rd Galápagos Conservation & Research Symposium GSC–DPNG

Editores:

Juan Pablo Muñoz-Pérez¹, Sofia Tacle¹, Maryuri Yépez² y Cristina Vintimilla-Palacios¹

¹Galápagos Science Center GSC (Universidad San Francisco de Quito-University of North Carolina at Chapel Hill), Av. Alsacio Northia, Isla San Cristóbal, Galápagos, Ecuador.

²Dirección Parque Nacional Galápagos.

Comité Editorial:

Juan Pablo Muñoz-Pérez¹, Sofia Tacle¹, Maryuri Yépez² y Cristina Vintimilla-Palacios¹

¹Galápagos Science Center GSC (Universidad San Francisco de Quito-University of North Carolina at Chapel Hill), Av. Alsacio Northia, Isla San Cristóbal, Galápagos, Ecuador.

²Dirección Parque Nacional Galápagos.

Expositores:

Alejandra Carrera Egas y Ana María Loose

Alice Skehel

Alyssa Grube

Andrea Vizuite Izurita

Bryan Reatini

Colón Jaime Grijalva Rosero

Daniel Velarde Garcez

Daniela Cajiao

Danny Rueda Córdova

Diana A. Pazmiño

Diego Bermeo

Diego Páez-Rosas

Dra. Adrien Mary Zap

Edgardo Civallo

Eduardo Ramón Espinoza Herrera

Elka Jamine García Rada

Enrique Terán

Fátima Lorena Benítez Ramírez

Floriaan Devloo-Delva

Gustavo Jiménez-Uzcátegui

Hugo Valdebenito

Johanna Castañeda Vivar

John Dunn Insua

Juan Ochoa

Juan Pablo Muñoz-Pérez

Justyna Karakiewicz

Kyana Natassia Pike

Leah R. Gerber

Lenin Cáceres Farías

Leo Zurita-Arthos

Galo Quezada

Lorena Benítez

María Casafont

María de Lourdes Torres

Maribel Estefanía Bravo Ormaza

Marilú Valverde Venegas

Marjorie Riofrio Lazo

Maximilian Hirschfeld

Mgs. Ashleigh Diane Klingman DeFever

Nataly Guevara C.

Noelia Barriga

Pablo Roberto Egas Vivero, MSc (s)

Riveros-Iregui, Diego A.

Robert W. Lamb

Rommel Lenin Vinueza

Sebastián A. Espinoza-Ulloa.

Stella de la Torre

Stephen J. Walsh y Carlos F. Mena

Susana Cárdenas Díaz

Victor Barrera Mosquera

William Vizuite

Diseño del logo: Carolina Elizabeth Velastegui-Páez

USFQ PRESS

Universidad San Francisco de Quito USFQ
Campus Cumbayá USFQ, Quito 170901, Ecuador
Mayo 2019, Galápagos, Ecuador

ISBN: 978-9978-68-141-1

Catalogación en la fuente: Biblioteca Universidad San Francisco de Quito USFQ, Ecuador

Esta obra es publicada bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).



Citación recomendada de toda la obra: Muñoz-Pérez, J. P., Tacle, S., Yépez, M., & Cristina Vintimilla-Palacios (Eds.) (2018). Memorias del 3er Simposio de Investigación & Conservación en Galápagos GSC–DPNG | Proceedings of the 3rd Galápagos Conservation & Research Symposium GSC–DPNG. Archivos Académicos USFQ, 20, 10–1.

Citación recomendada de un resumen: Barriga, N., Decker, T., Leon-Reyes, A., Leon-Reyes, A. (2018) Caracterización molecular y funcional de microorganismos aislados de la Mora invasora (*Rubus niveus*) de las Islas Galápagos. Memorias del 3er Simposio de Investigación & Conservación en Galápagos GSC–DPNG | Proceedings of the 3rd Galápagos Conservation & Research Symposium GSC–DPNG. Archivos Académicos USFQ, 20, 10–150.

Archivos Académicos USFQ

ISSN: 2528-7753

Editora de la Serie: Valentina Bravo

Archivos Académicos USFQ es una serie monográfica multidisciplinaria dedicada a la publicación de actas y memorias de reuniones y eventos académicos. Cada número de *Archivos Académicos USFQ* es procesado por su propio comité editorial (formado por los editores generales y asociados), en coordinación con la editora de la serie. La periodicidad de la serie es ocasional y es publicada por USFQ PRESS, el departamento editorial de la Universidad San Francisco de Quito USFQ.

Más información sobre la serie monográfica *Archivos Académicos USFQ*:

<http://archivosacademicos.usfq.edu.ec>

Contacto:

Universidad San Francisco de Quito, USFQ
Att. Valentina Bravo | Archivos Académicos USFQ
Calle Diego de Robles y Vía Interoceánica
Casilla Postal: 17-1200-841
Quito 170901, Ecuador

Organizaciones Auspiciantes:

Galápagos Science Center GSC (Universidad San Francisco de Quito-University of North Carolina at Chapel Hill), Av. Alsacio Northia, Isla San Cristóbal, Galápagos, Ecuador.

Dirección Parque Nacional Galápagos.



Parque Nacional
GALÁPAGOS
Ecuador

Con el gentil apoyo de:



THE UNIVERSITY
of NORTH CAROLINA
at CHAPEL HILL



**Memorias del 3er Simposio de Investigación & Conservación en Galápagos GSC–DPNG
Proceedings of the 3rd Galápagos Conservation & Research Symposium GSC–DPNG**

Juan Pablo Muñoz-Pérez¹, Sofía Tacle¹, Maryuri Yépez² y Cristina Vintimilla-Palacios¹
Editores

Editorial



Universidad San Francisco de Quito

TABLA DE CONTENIDOS

Evaluación de la función tiroidea y establecimiento de intervalos de referencia en tortugas endémicas de Galápagos (<i>Chelonoidis spp</i>) / Evaluation of thyroid function and establishing biochemical reference intervals in endemic Galápagos giant tortoises (<i>Chelonoidis spp</i>).....	11
Fuerte ruptura trans-pacífica y unidades de conservación local en el tiburón de Galápagos (<i>Carcharhinus galapagensis</i>) revelada mediante el uso de marcadores genómicos / Citonuclearesstrong trans-pacific break and local conservation units in the Galápagos shark (<i>Carcharhinus galapagensis</i>) revealed by genome-wide cytonuclear markers.....	15
Distribución actual de especies de hormigas introducidas en la isla de santa cruz (Galápagos) con énfasis en <i>Pheidole megacephala</i> durante la temporada fría en la zona agrícola / Current distribution of ant species introduced in the island of santa cruz (Galápagos) with emphasis in <i>Pheidole megacephala</i> during the cold season in the agricultural area.....	20
Educación experiencial para la conservación de las tortugas gigantes de Galápagos	22
Contaminación de microplástico en el Pacífico Tropical Ecuatoriano y Galápagos/ Microplastic contamination in the Tropical Pacific and Galápagos	26
Ingestión de plástico por peces comerciales dentro del archipiélago de Galápagos y contaminación plástica en el agua marina costera / Plastic ingestion by commercial fishes within the Galápagos archipelago and plastic contamination of the coastal sea water.....	28
Caracterización del impacto antropogénico en la resistencia antibiótica en el medioambiente en las islas Galápagos / Primed for selection: the anthropogenic influence on the environmental resistome in the Galápagos Islands	30
Evaluación del impacto de la actividad turística en la anidación de la tortuga verde (<i>Chelonia mydas</i>) en la isla Santa Cruz, Galápagos /Assessment of the tourism impact on nesting green sea turtles (<i>Chelonia mydas</i>) at Santa Cruz island, Galápagos.....	32
Marcha atrás por un mar sin plásticos: Investigando cambios de comportamiento sustentable / Going back for a plastic-free ocean: Investigating sustainable behavior change.	35
Morphometric and Genomic Analysis of Hybridization Between Guava (<i>Psidium guajava</i>) and Guayabillo (<i>P. galapageium</i>) / Análisis morfométrico y genómico de la hibridación entre la Guayaba (<i>Psidium guajava</i>) y Guayabillo (<i>P. galapageium</i>).....	38
Análisis poblacional de los perros vagabundos y con hogar en San Cristóbal, Galápagos (2016-2017) / Analysis of the owned and free-roaming dog population in San Cristóbal island, Galápagos (2016-2017).....	42
Efecto del cambio del uso de tierra en el ensamblaje comunitario de las aves terrestres en San Cristóbal, Galápagos / effect of the land-use change on the community assemblage of the land birds of San Cristóbal, Galápagos	44
A new tourism monitoring protocol for Galápagos visitor sites: from science to management.	47
Avances en el estudio de la biología de las culebras terrestres de Galápagos (<i>Pseuddalsophis spp.</i>).....	49
Fotografía como herramienta de conservación –reduciendo la brecha entre la ciencia y comunidad / Photography as a conservation tool - reducing the gap between science and community.	51
Iinteracciones tróficas en los depredadores emblemáticos que habitan la reserva marina de	

Galápagos / Trophic interactions in the emblematic predators living at the Galápagos marine reserve.	53
Bibliotecas: conectando conocimiento y conservación / Libraries: connecting knowledge and conservation.....	55
Patrones de Migración e indicadores del estado poblacional de la Manta raya (<i>Manta birostris</i>) en la Reserva Marina de Galápagos/ Population index state and migration patterns of the Manta Ray (<i>Manta birostris</i>) in the Galápagos Marine Reserve.....	56
Diversidad y estructura comunitaria de peces de arrecife en el océano pacífico este tropical / Diversity and community structure of reef fish in the Eastern Tropical Pacific	59
Exploring the relationship of infections and municipal water quality on San Cristóbal, Galápagos / investigando la relación entre infecciones y la calidad del agua municipal en San Cristóbal, Galápagos.....	61
Análisis del incremento de superficies impermeables en ambientes ecológicamente frágiles a través de sensores remotos: estudio de caso Galápagos /Analysis of impervius surfaces increases in ecologically fragile environments using remote sensing: study case Galápagos.....	64
Nuevas herramientas genómicas para la conservación de elasmobranchios / Novel genomic tools for conservation of elasmobranchs	68
Mapeo de la distribución espacial de vegetación nativa e invasora en archipiélagos mediante el uso de imágenes satelitales y drones. Caso de estudio: Galápagos / Mapping spatial distribution of native and invasive vegetation in archipelagos using satellite and uav imagery: Galápagos study case.....	70
Niveles de plomo y cadmio en el pingüino de Galápagos <i>Spheniscus mendiculus</i>, cormorán no volador <i>Phalacrocorax harrisi</i> y albatros de Galápagos <i>Phoebastria irrorata</i> / Lead and cadmium levels in Galápagos penguin <i>Spheniscus mendiculus</i>, flightless cormorant <i>Phalacrocorax harrisi</i>, and waved albatross <i>Phoebastria irrorata</i>.....	73
Estudio comparativo en dos especies congéneres: <i>Psidium guajava</i> (guayaba) y <i>P. galapageium</i> (guayabillo) en las islas Galápagos / A study contrasting two congener <i>Psidium guajava</i> (introduced guava) and <i>P. galapageium</i> (Galapagos guava) in the Galápagos islands.	75
La planificación comunitaria en las Islas Galápagos: adaptando las ideas al entorno / Community planning in the Galápagos Islands: adapting ideas to the environment.	78
Desarrollo de futuros para el sistema urbano en Galápagos / Development futures for the urban system in the Galápagos.	80
Ecología de reconciliación y su aplicación para la tortuga gigante San Cristóbal /Reconciliation ecology and its application for the San Cristóbal giant tortoise.	82
Do oceanic island marine protected areas protect sharks in the Eastern Tropical Pacific?	85
Estudiando geográficamente los sitios de anidación del petrel de Galápagos, <i>Pterodroma phaeopygia</i>, en la isla San Cristóbal / Studying geographically the petrel de Galápagos, <i>Pterodroma phaeopygia</i> nesting sites, in San Cristóbal island.	86
Hábitos alimenticios de la lechuza y el búho de las islas Galápagos / Food habits of Galápagos owls.....	89
El turismo como una herramienta de conservación para las áreas protegidas de Galápagos / Tourism as a conservation tool for the protected areas of Galápagos.....	91

Estudio de la diversidad genética y estructura poblacional de la guayaba (<i>Psidium guajava</i>) de las islas Santa Cruz, San Cristóbal e Isabela, Galápagos / Study of the genetic diversity and population structure of guava from Santa Cruz, San Cristóbal and Isabela islands, Galápagos	96
Variaciones oceanográficas en el Océano Pacífico Este Tropical sugieren calentamiento regional en la TSM /Oceanographic variations in the Tropical Eastern Pacific suggest regional scale warming of the Sea Surface Temperature.....	100
Centro de Bioconocimiento y Desarrollo Agrario Socavón – CBDA / Center for Bio-knowledge and Agricultural Development Socavón (CBDA).....	103
Evolución del ecosistema / Ecosystem evolution	106
Tiburones en aislamiento: Un acercamiento integrado para la conservación de las especies / Sharks in isolation: An integrated approach to species conservation management.	109
La belleza de las micro interacciones: microbios y corales en un océano ácido / The beauty of micro-interactions: microbes and corals under an acidic ocean.	112
Literatura Citada / Literature Cited.....	115
Caracterización molecular y funcional de patógenos endémicos que afectan a la mora invasora (<i>Rubus niveus</i>) de la isla San Cristóbal del archipiélago de Galápagos / Molecular and functional characterization of endemic isolated pathogens from the invasive raspberry (<i>Rubus niveus</i>) of San Cristóbal island in the archipelago of Galápagos.....	116
El papel de la niebla, la orografía, y las estaciones en una isla tropical semiárida/ The role of fog, orography and seasonality on precipitation in a semi-arid, tropical island.....	123
Impactos ecológicos y filtros ambientales de la herbivoría en arrecifes de Galápagos / Ecological impacts and environmental filters of herbivory in the Galápagos rocky subtidal..	125
Anaplasmosis y agentes patógenos transmitidos por las garrapatas en ganado de las Islas Galápagos / Anaplasmosis and pathogenic agents transmitted by ticks in livestock of the Galápagos islands.	129
Dispersores potenciales de guayaba <i>Psidium guajava</i> en San Cristóbal, Galápagos / Potential dispersers of guava <i>Psidium guajava</i> in San Cristóbal, Galápagos.....	131
Modelando las interacciones humanas-ambientales en las Islas Galápagos: Enfoques y perspectivas / Modeling human-environment interactions in the Galápagos Islands: Approaches and perspectives.....	134
Valoración de preferencias hacia la protección de megafauna marinas en peligro como una estrategia para promover la conservación de MPAs: Un estudio de caso de las Islas Galápagos / Valuing preferences towards protection of marine endangered megafauna as a strategy for promoting conservation of MPAs: A case study of the Galápagos islands.	135
Determinación de los factores que influyen en la productividad y sostenibilidad de los sistemas de producción prevalentes en las islas Santa Cruz y San Cristóbal, Galápagos / Determination of the factors that influence the productivity and sustainability of the prevalent production systems in the Santa Cruz and San Cristóbal islands, Galápagos.	136
¿Cómo pueden los aerosoles atmosféricos colectados en las islas Galápagos? ayudar a entender el cambio climático? / How can atmospheric aerosols collected on the Galápagos islands help us understand climate change?	140

Ensamblaje de peces en tres bahías de manglares del sureste de la isla Santa Cruz, Reserva Marina de Galápagos / Fish assemblages in three fringed mangrove bays of southeast from Santa Cruz Island, Galápagos Marine Reserve142

Identificación de cepas con determinantes genéticos Chlamydiales en aves marinas de Galápagos145

Genomas al rescate: Salvando a los cucuves de Darwin (Mimus spp.) de la extinción / Genomes to the rescue: Saving Darwin’s mockingbirds (Mimus spp.) from extinction.....147

3ER SIMPOSIO DE INVESTIGACIÓN & CONSERVACIÓN EN GALÁPAGOS GSC–DPNG

En el marco del aniversario número 59 de creación del Parque Nacional Galápagos, como área protegida, estamos muy contentos acerca del desarrollo de **III simposio anual sobre investigación y conservación, organizado por la Dirección Parque Nacional Galápagos (DPNG) y el Galápagos Science Center (GSC)**, es un evento único que reunió a participantes interdisciplinarios y multiculturales de todo el mundo con un interés y objetivo común: la investigación aplicada y la conservación de Galápagos y su entorno.

El conocimiento científico es el eje del desarrollo de los pueblos, razón por la cual, el simposio pretendió compartir este conocimiento con la comunidad. El simposio fomentó la discusión, el debate y el intercambio de conocimientos, técnicas de investigación y experiencia para hacer frente a nuevas preguntas sobre la investigación y retos en la conservación de Galápagos.

El tercer simposio anual se llevó a cabo **Junio 27 y 28, 2018 08:00-18:00. En el Centro de Convenciones Charles Darwin en la Isla San Cristóbal-Galápagos.**

El simposio tuvo como objetivo principal evidenciar la importancia de la investigación como un campo de búsqueda de soluciones y compartir los esfuerzos nacionales, regionales e internacionales de conservación, proporcionando un lugar para el intercambio de las prácticas de investigación y conservación de punta.

Los expositores del simposio han sido capaces de promover su investigación, conectar con otras personas que trabajan en su campo, y capacitar a los futuros investigadores. La idea de esta reunión fue también proporcionar una oportunidad única para que los participantes colaboren en proyectos, crear nuevas asociaciones y crear las redes internacionales vitales para la conservación exitosa.

Más información por favor visitar nuestra página web: <http://galapagossience.org>

*Atentamente:
DPNG-GSC*

3rd GALÁPAGOSCONSERVATION & RESEARCH SYMPOSIUM GSC–DPNG

In the framework of the 59th anniversary of the creation of the Galápagos National Park, as a protected area, we are very happy about the development of the **III annual symposium on research and conservation, organized by the Galapagos National Park Directorate (GNPD) and the Galápagos Science Center (GSC)**, was a unique event that brought together interdisciplinary and multicultural participants from around the world with a common interest and objective: applied research and conservation of the Galápagos and its environment.

The scientific knowledge is the axis of the development of the towns, reason for which, the symposium tried to share this knowledge with the community. The symposium fostered discussion, debate and exchange of knowledge, research techniques and experience to address new questions about research and conservation challenges in the Galápagos.

The third annual symposium was held **June 27 and 28, 2018 08: 00-18: 00. At the Charles Darwin Convention Center on San Cristóbal-Galápagos Island.**

The main objective of the symposium was to highlight the importance of research as a field of search

for solutions and share national, regional and international conservation efforts, providing a place for the exchange of cutting-edge research and conservation practices.

The symposium's speakers have been able to promote their research, connect with other people working in their field, and train future researchers. The idea of this meeting was also to provide a unique opportunity for participants to collaborate on projects, create new partnerships and create the international networks vital for successful conservation.

More information please visit our website: <http://galapagossience.org>

*Considerately:
DPNG-GSC*

Evaluación de la función tiroidea y establecimiento de intervalos de referencia en tortugas endémicas de Galápagos (*Chelonoidis spp*) / Evaluation of thyroid function and establishing biochemical reference intervals in endemic Galápagos giant tortoises (*Chelonoidis spp*)

Adrien M. Zap, MS, DVM^{1,2,*}, Isabelle L. Desprez, DVM³, Andres G. Ortega Ojeda, MBA, DMVZ⁴, F. David Bravo Rada, MVZ⁵, Sylvain Larrat, DVM, DES, DACZM⁶, Kathleen Hunt, PhD⁷, E. Marie Rush, DVM, DACZM²

¹ Trevor Zoo at Millbrook School, Millbrook, New York, USA

² St. George's University School of Veterinary Medicine, St. George's, Grenada, West Indies

³ Centre Hospitalier Universitaire Vétérinaire d'Alfort, École nationale vétérinaire d'Alfort, Maisons Alfort, France

⁴ Hospital Docente de Especialidades Veterinarias, Universidad San Francisco de Quito Cumbayá, Ecuador

⁵ Animalopolis Hospital Clínica Veterinaria, Guayaquil, Ecuador

⁶ Clinique Vétérinaire Benjamin Franklin, Brech/Auray, France

⁷ Department of Biological Sciences, Northern Arizona University, Flagstaff, Arizona, USA

*Correo electrónico: amzdv@gmail.com

Resumen

La tortuga gigante de Galápagos (*Chelonoidis sp.*) en peligro de extinción, es la especie de tortuga más grande existente y un miembro clave de su frágil ecosistema insular. Las investigaciones previas se han centrado en la genética, la ecología o la salud de las tortugas no endémicas, pero aún se desconoce la información médica y de salud básica de estos animales. Se conoce anecdóticamente que las tortugas de Galápagos están predispuestas a trastornos de la tiroides, pero todos los estudios endocrinos en esta especie hasta la fecha se han realizado en pequeños grupos de tortugas en cautiverio en los Estados Unidos, en condiciones dramáticamente diferentes de su entorno insular. En estas tortugas se ha descrito una condición confusa de hinchazón del cuello ventral, tanto en Galápagos como en poblaciones cautivas de todo el mundo. Para diagnosticar y tratar con precisión esta afección, es esencial comprender los parámetros normales en tortugas endémicas clínicamente sanas. Este estudio evalúa los parámetros básicos de salud y la función de la hormona tiroidea en las tortugas gigantes endémicas de Galápagos. Se recolectaron muestras de 131 tortugas endémicas adultas de Galápagos, que representan poblaciones silvestres y contenidas de tres especies (*Chelonoidis chathemensis*, *C. guntheri*, *C. vicina*) de dos islas durante julio y agosto de 2015. Cada tortuga fue examinada, medida y fotografiada antes de colección de muestra. El volumen de células empaquetadas y el total de sólidos se evaluaron manualmente, y se realizaron frotis de sangre para evaluar los parámetros hematológicos. Veintiún (21) parámetros de química sanguínea se analizaron en el campo con Abaxis VetScan VS2 y pruebas de punto de atención i-STAT (Abaxis Inc, Union City, CA, EE. UU.). Los valores totales de tiroxina se midieron en el campo con las pruebas del punto de atención Abaxis VetScan VS2, y las hormonas tiroideas también se evaluaron en un laboratorio de referencia endocrino. La tiroxina total se midió con técnicas de ensayo inmunoabsorbente ligado a enzimas (ELISA) y la tiroxina libre se midió con técnicas de radioinmunoensayo (RIA). El análisis estadístico se realizó con Software R (Fundación R, Viena, Austria) para determinar intervalos de referencia del 95% con intervalos de confianza del 90% y el análisis de varianza evaluó la importancia de las variables medidas (es decir, sexo, ubicación, especie). Esta información produjo la primera base de datos de bioquímica y los intervalos de referencia de la hormona tiroidea para las tortugas endémicas de Galápagos, que es el primer paso para el diagnóstico, tratamiento y monitoreo de tortugas silvestres y cautivas.

Abstract

The endangered Galápagos giant tortoise (*Chelonoidis* species) is the largest extant tortoise species and a keystone member of its fragile island ecosystem. Previous research has focused on genetics, ecology, or health of non-endemic tortoises, yet basic medical and health information of these animals remains unknown. It is anecdotally accepted that Galápagos tortoises are predisposed to thyroid disorders, but all endocrine studies in this species to date have been performed on small groups of captive born tortoises in the United States, under conditions dramatically different from their native island environment. A confounding condition of ventral neck swelling has been described in these tortoises, both in the Galápagos as well as in captive populations around the world. In order to accurately diagnose and treat this condition, it is essential to understand normal parameters in clinically healthy, endemic tortoises. This study evaluates basic health parameters and thyroid hormone function in endemic Galápagos giant tortoises. Samples were collected from 131 endemic adult Galápagos tortoises, representing wild and contained populations of three species (*Chelonoidis chathemensis*, *C. guntheri*, *C. vicina*) from two islands during July and August 2015. Each tortoise was examined, measured, and photographed prior to sample collection. Packed cell volume and total solids were manually assessed, and blood smears were made to assess hematologic parameters. Twenty-one blood chemistry parameters were analyzed in the field with Abaxis VetScan VS2 and i-STAT point of care tests (Abaxis Inc, Union City, CA, USA). Total thyroxine values were measured in the field with Abaxis VetScan VS2 point of care tests, and thyroid hormones were also evaluated in an endocrine reference laboratory. Total thyroxine was measured with enzyme linked immunosorbent assay (ELISA) techniques, and free thyroxine was measured with radioimmunoassay (RIA) techniques. Statistical analysis was performed with Software R (R Foundation, Vienna, Austria) to determine 95% reference intervals with 90% confidence intervals, and variance analysis evaluated the significance of measured variables (i.e. sex, location, species). This information produced the first database of biochemistry and thyroid hormone reference intervals for endemic Galápagos tortoises, which is the first step towards diagnosis, treatment and monitoring of wild and captive tortoises.

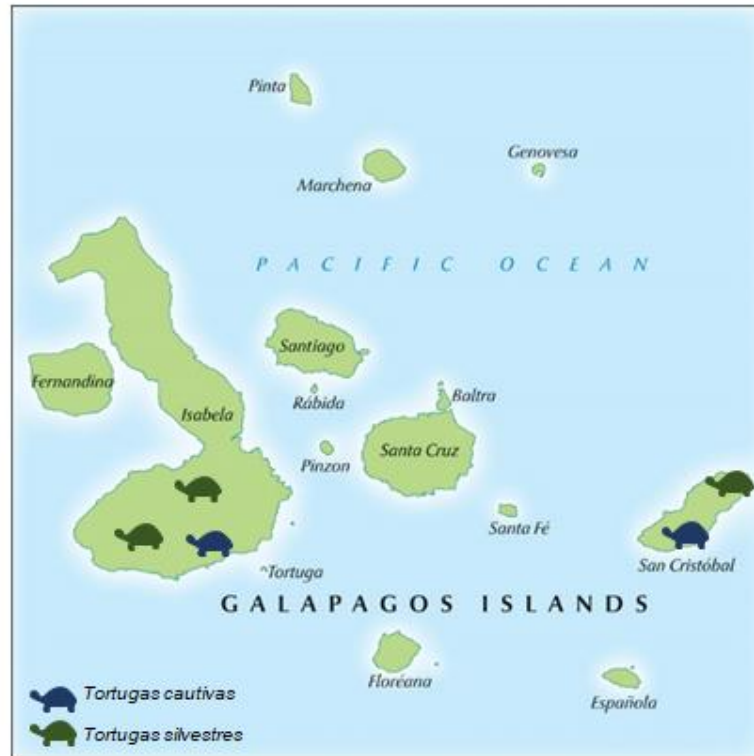


Figura 1. Distribución de la población de estudio ($n = 131$) a través del archipiélago de Galápagos. En San Cristóbal, se tomaron muestras de tortugas en cautiverio ($n = 34$) de La Galapaguera Cerro Colorado, y de tortugas silvestres ($n = 20$) de La Galapaguera Natural. En Isabela, se tomaron muestras de tortugas cautivas ($n = 34$) en el Centro de Crianza Arnaldo Tupiza, y de tortugas silvestres ($n = 43$) en las áreas del Parque Nacional Galápagos que rodean el volcán Sierra Negra.

Figure 1. Distribution of study population ($n = 131$) across the Galápagos archipelago. On San Cristóbal, samples were collected from captive tortoises ($n = 34$) from La Galapaguera Cerro Colorado, and from wild tortoises ($n = 20$) from La Galapaguera Natural. On Isabela, samples were collected from captive tortoises ($n = 34$) at the Centro de Crianza Arnaldo Tupiza, and from wild tortoises ($n = 43$) in the areas of the Galápagos National Park surrounding the Sierra Negra volcano.

Examen	Unidades	N	95% IR		90% IC		Método
			Bajo	Alto	Inferior	Superior	
PCV	%	112	4.8	29	3.0 – 5.6	28.0 – 31.6	N
TS	g/dL	109	2.2	7.2	1.8 – 2.6	6.8 – 7.6	R
ALB	g/dL	96	1.1	2.8	<1-1.1	2.4-3.1	N
ALKP	U/L	102	0	104.1	0 – 1.9	91.7 – 117.2	R
ALT	U/L	99	< 5	13.7	<5 – 6	12.7 – 14.7	N
AST	U/L	99	4.3	106.7	0 – 13.3	95.3 – 116.8	R
Ca (ion)**	mmol/L	88	0.98	2.1	0.88 – 1.1	2.0 – 2.2	R
Ca (total)*	mg/dL	94	9.6	> 20	9.5 – 10.0	> 20	N
Chol	mg/dL	102	2.3	311.9	0 – 25.4	282.7 – 342.1	R
CK	U/L	87	281.6	5876.0	116.4 – 322.2	4868.0 – 6823.2	N
Glob	g/dL	98	2.1	4.5	1.9 – 2.3	4.3 – 4.7	R
Glu *	mg/dL	96	< 11	69.2	< 10 – 16	66.0 – 75.85	N
Glu **	mg/dL	91	22.6	84.8	22.6 – 30.8	69.7 – 77.7	R
Phos	mg/dL	99	1.9	6.2	1.6 – 2.15	5.9 – 6.5	R
K+ *	mmol/L	99	5.4	> 8.5	5.1 – 5.7	> 8.5	N
K+ **	mmol/L	91	3.6	6.5	3.4 – 3.8	6.2 – 6.8	R
Na+ *	mmol/L	91	120.8	134.4	119.7 – 121.6	133.5 – 135.6	R
Na+ **	mmol/L	89	118.1	134.3	116.8 – 119.4	13.1 – 135.5	R
TP	g/dL	99	3.1	6.6	2.8 – 3.3	6.4 – 6.9	R
UA	mg/dL	99	0.19	2.4	0.05 – 0.35	2.2 – 2.5	R
T T4 *	ug/dL	124	< 0.5	1.33	ND	1.3 – 1.62	N
T T4 (EIA)	ug/dL	114	0.461	22.70	0.40 – 0.62	13.98- 27.25	B
F T4 (RIA)	pg/mL	104	0.0998	4.298	0.039 – 0.157	3.999 – 5.032	B

Figura 2. Muestra de datos brutos y análisis estadísticos preliminares para tortugas endémicas de Galápagos. El análisis estadístico se realizó utilizando Software R, con el método Horn utilizado para detectar y eliminar valores atípicos alrededor de la mediana. Intervalos de referencia del 95% calculados con el método no paramétrico (N) o robusto (R); Intervalos de confianza del 90% calculados con el método no paramétrico (N) o bootstrap (B). Los valores marcados con un solo asterisco (*) representan los resultados de la máquina Abaxis VetScan VS2 y los rotores de Perfil integral aviar / reptil, y los valores marcados con un asterisco doble (**) representan los resultados de la máquina i-STAT de Abaxis y del cartucho CG8 +. Las diferencias estadísticas observadas entre estos valores duplicados probablemente se vean influenciadas por el tiempo transcurrido desde la recolección de sangre hasta el análisis (dentro de los 5 minutos en los ensayos i-STAT, dentro de las 24 horas en los ensayos VetScan VS2). Los valores totales de tiroxina informados con la máquina VetScan VS2 se analizaron con un método de EIA comercialmente disponible (T4 / Panel de colesterol); los valores de laboratorio de referencia se obtuvieron utilizando un método de EIA validado (tiroxina total) y el método de RIA validado (tiroxina libre).

Fuerte ruptura trans-pacífica y unidades de conservación local en el tiburón de Galápagos (*Carcharhinus galapagensis*) revelada mediante el uso de marcadores genómicos / Citonuclearesstrong trans-pacific break and local conservation units in the Galápagos shark (*Carcharhinus galapagensis*) revealed by genome-wide cytonuclear markers.

Diana A. Pazmiño^{1,2,3}, Gregory E. Maes^{1,2,4,5}, Madeline E. Green^{6,7}, Colin A. Simpfendorfer¹, E. Mauricio Hoyos-Padilla⁸, Clinton J.A. Duffy^{9,10}, Carl G. Meyer¹¹, Sven E. Kerwath^{12,13}, Pelayo Salinas-de-León^{14,15}, Lynne van Herwerden^{1,2}

¹ *Centre for Sustainable Tropical Fisheries and Aquaculture, College of Science and Engineering, James Cook University, Townsville, 4811 QLD, Australia*

² *Comparative Genomics Centre, College of Science and Engineering, James Cook University, Townsville, 4811 QLD, Australia*

³ *Universidad San Francisco de Quito - Galápagos Science Center, Quito, Ecuador*

⁴ *Laboratory of Biodiversity and Evolutionary Genomics, University of Leuven, Leuven, Belgium*

⁵ *Laboratory for Cytogenetics and Genome Research, Center for Human Genetics, Genomics Core, KU Leuven, Leuven, Belgium*

⁶ *Institute for Marine and Antarctic Studies, University of Tasmania, Private Bag 49, Hobart, TAS Australia*

⁷ *CSIRO Oceans & Atmosphere, Castray Esplanade, Battery Point, Hobart, TAS, Australia*

⁸ *Pelagios-Kakunjá A.C. Sinaloa 1540, La Paz, Baja California Sur, México*

⁹ *Auckland War Memorial Museum, The Domain, Auckland, New Zealand*

¹⁰ *Department of Conservation, Private Bag 68908, Newton, Auckland, New Zealand*

¹¹ *Hawaii Institute of Marine Biology, University of Hawaii at Manoa, Coconut Island, Kaneohe, HI, USA*

¹² *Department of Biological Sciences, University of Cape Town, Private Bag A3, Rondebosch, South Africa*

¹³ *Department of Agriculture, Forestry and Fisheries: Fisheries Branch, Private Bag A2, Vlaeberg, Cape Town, South Africa*

¹⁴ *Department of Marine Sciences, Charles Darwin Research Station. Av. Charles Darwin s/n, Puerto Ayora, Galápagos Islands, Santa Cruz, Ecuador*

15 Pristine Seas, National Geographic Society, Washington, D. C., USA

**Correo electrónico: amzdvm@gmail.com*

Resumen

La aplicación de marcadores genómicos para identificar unidades adaptativas y de manejo a varias escalas geográficas y temporales es particularmente importante para las especies de predadores grandes como los tiburones, cuyas poblaciones son fuertemente explotadas. Dichas especies se caracterizan por tener poblaciones pequeñas y focalizadas, lo que incrementa su riesgo de extinción. A pesar de ser categorizado como “casi amenazado” por la UICN, el tiburón de Galápagos (*Carcharhinus galapagensis*) enfrenta grandes desafíos para su conservación, pues el conocimiento actual sobre su uso de hábitat y estructura poblacional está limitado a áreas específicas de su distribución. Este estudio evaluó la estructura poblacional y conectividad en el Océano Pacífico usando marcadores genómicos (~7200 SNPs - Single Nucleotide Polymorphisms) y secuencias de ADN mitocondrial (945 pb) para 229 individuos.

Para los análisis de SNPs se dividieron los datos en SNPs neutrales y no neutrales (potencialmente adaptativos). Los marcadores neutrales definieron al menos dos grupos geográficos genéticamente distintos. El primer grupo corresponde al Pacífico Este Tropical e incluye muestras de México y las

islas Galápagos. El segundo grupo corresponde al Pacífico Centro-Oriental, e incluye muestras de las siguientes localidades: Isla Lord Howe, Middleton Reef, Isla Norfolk, Elizabeth Reef, Kermadec, Hawaii y Sudáfrica. El uso de SNPs no neutrales (potencialmente adaptativos) sugirió una estructura poblacional más fina y definida, dividiendo al Pacífico en cuatro grupos: Pacífico Oeste, Hawaii, México y Galápagos. Consistente con esto, la información mitocondrial definió tres stocks regionales: pacífico Este, Central y Oeste. Por su parte, el uso de ADN mitocondrial definió tres stocks regionales: Pacífico Este, Central y Oeste. Comparado con los SNPs neutrales ($F_{ST} = 0.023-0.035$), el ADN mitocondrial presentó mayor grado de divergencia ($\Phi_{ST} = 0.258-0.539$), y mayor diversidad genética ($h = 0.794 \pm 0.014$; $\pi = 0.004 \pm 0.000$), consistente con la presencia de la Barrera biogeográfica que limita la conectividad entre el Este y Centro-Oeste del Pacífico. Individuos provenientes de Hawaii y Sudáfrica se agruparon dentro del grupo del Pacífico Oriental.

Los tamaños efectivos de población para los dos grupos definidos por los SNPs neutrales (Pacífico Este y Centro-Oeste) fueron de 738 y 3421 respectivamente. Estos tamaños son considerados entre moderados a altos. La información obtenida sobre diversidad genética, conectividad y demografía poblacional es crucial para informar sobre el manejo y mejorar los esfuerzos de conservación de la especie mediante la delimitación de unidades de conservación a lo largo de la distribución del tiburón de Galápagos. En este caso, nuestro estudio sugiere al menos tres (potencialmente cuatro) unidades de conservación. Implementar medidas de manejo y conservación puede representar un desafío, pero son necesarias.

Abstract

The application of genome-wide cytonuclear molecular data to identify management and adaptive units at various spatiotemporal levels is particularly important for overharvested large predatory organisms, often characterized by smaller, localized populations. Despite being “near threatened”, current understanding of habitat use and population structure of *Carcharhinus galapagensis* is limited to specific areas within its distribution. We evaluated population structure and connectivity across the Pacific Ocean using genome-wide single-nucleotide polymorphisms (~7200 SNPs) and mitochondrial control region sequences (945 bp) for 229 individuals. Neutral SNPs defined at least two genetically discrete geographic groups: An East Tropical Pacific (Mexico, east and west Galapagos Islands), and another central-west Pacific (Lord Howe Island, Middleton Reef, Norfolk Island, Elizabeth Reef, Kermadec, Hawaii and Southern Africa). More fine grade population structure was suggested using outlier SNPs: west Pacific, Hawaii, Mexico, and Galápagos. Consistently, mtDNA pairwise Φ_{ST} defined three regional stocks: east, central and west Pacific. Compared to neutral SNPs ($F_{ST} = 0.023-0.035$), mtDNA exhibited more divergence ($\Phi_{ST} = 0.258-0.539$) and high overall genetic diversity ($h = 0.794 \pm 0.014$; $\pi = 0.004 \pm 0.000$), consistent with the longstanding eastern Pacific barrier between the east and central-west Pacific. Hawaiian and Southern African populations group within the west Pacific cluster. Effective population sizes were moderate/high for east/west populations (738 and 3421, respectively). Insights into the biology, connectivity, genetic diversity, and population demographics informs for improved conservation of this species, by delineating three to four conservation units across their Pacific distribution. Implementing such conservation management may be challenging but is necessary to achieve long-term population resilience at basin and regional scales.

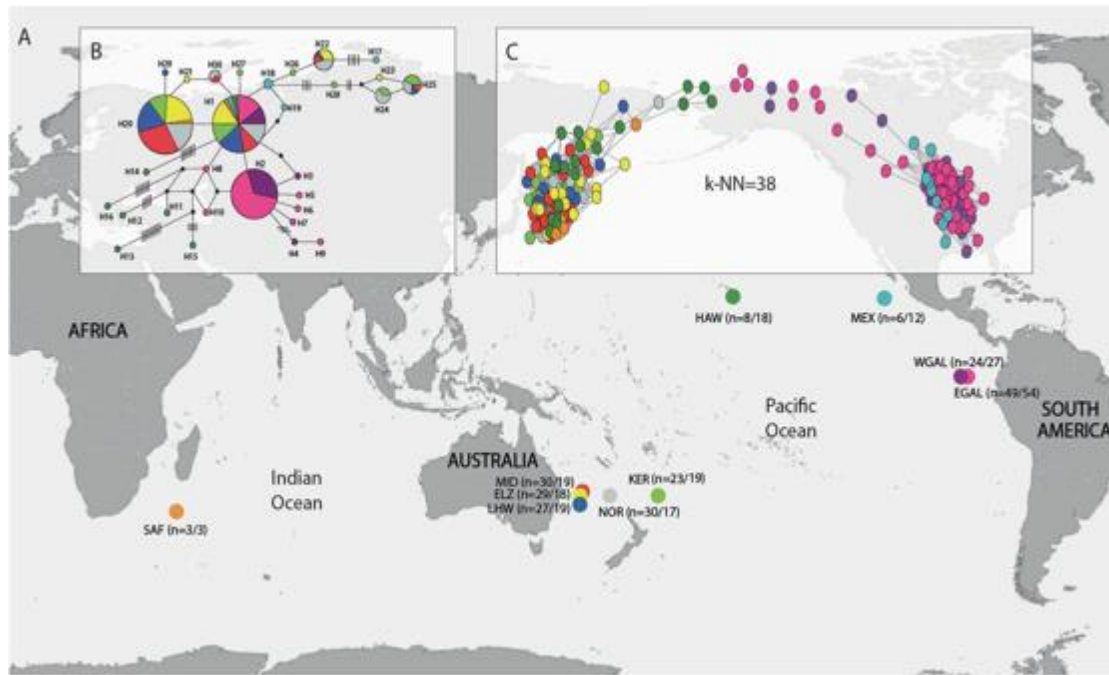


Figura 1. A) Localidades de muestreo en el Océano Pacífico e Índico: Pacífico Oeste — Elizabeth (ELZ) y Middleton (MID) Reefs, Lord Howe Island (LHW), Norfolk Island (NOR), Kermadec Island (KER); Pacífico Este —Revillagigedo (MEX), Galápagos Este y Oeste (EGAL and WGAL); Pacífico Central —Hawaii (HAW); Océano Índico —Walters Shoal, South Africa (SAF). B) Red de haplotipos de 229 mt secuencias de la región control. El tamaño de los círculos es proporcional a la frecuencia del haplotipo. Cada línea cruzando una rama representa una mutación entre haplotipos. C) Reconstrucción de una Red de poblaciones de 200 individuos y 7274 SNPs neutros usando el programa NetViewP.

Figure 1. Fig. 1 a Sampling locations of Galapagos sharks across the Pacific and Indian Ocean as follows: west Pacific locations—Elizabeth (ELZ) and Middleton (MID) Reefs, Lord Howe Island (LHW), Norfolk Island (NOR), Kermadec Island (KER); east Pacific locations—Revillagigedo Islands in Mexico (MEX), east and west Galápagos Islands (EGAL and WGAL); central Pacific—Hawaii (HAW); and west Indian Ocean—Walters Shoal, South Africa (SAF). b Haplotype network of 229 mt control region sequences of Galapagos sharks. Sizes of circles are proportional to haplotype frequencies. Each dash crossing a branch represents one mutation between haplotype. c Population network of 200 individuals and 7274 neutral SNPs using the NetViewP pipeline. The network reconstruction is based on an Identity by Similarity (IBS) distance matrix and visualized at a maximum number of nearest neighbor (k-NN) threshold of 38

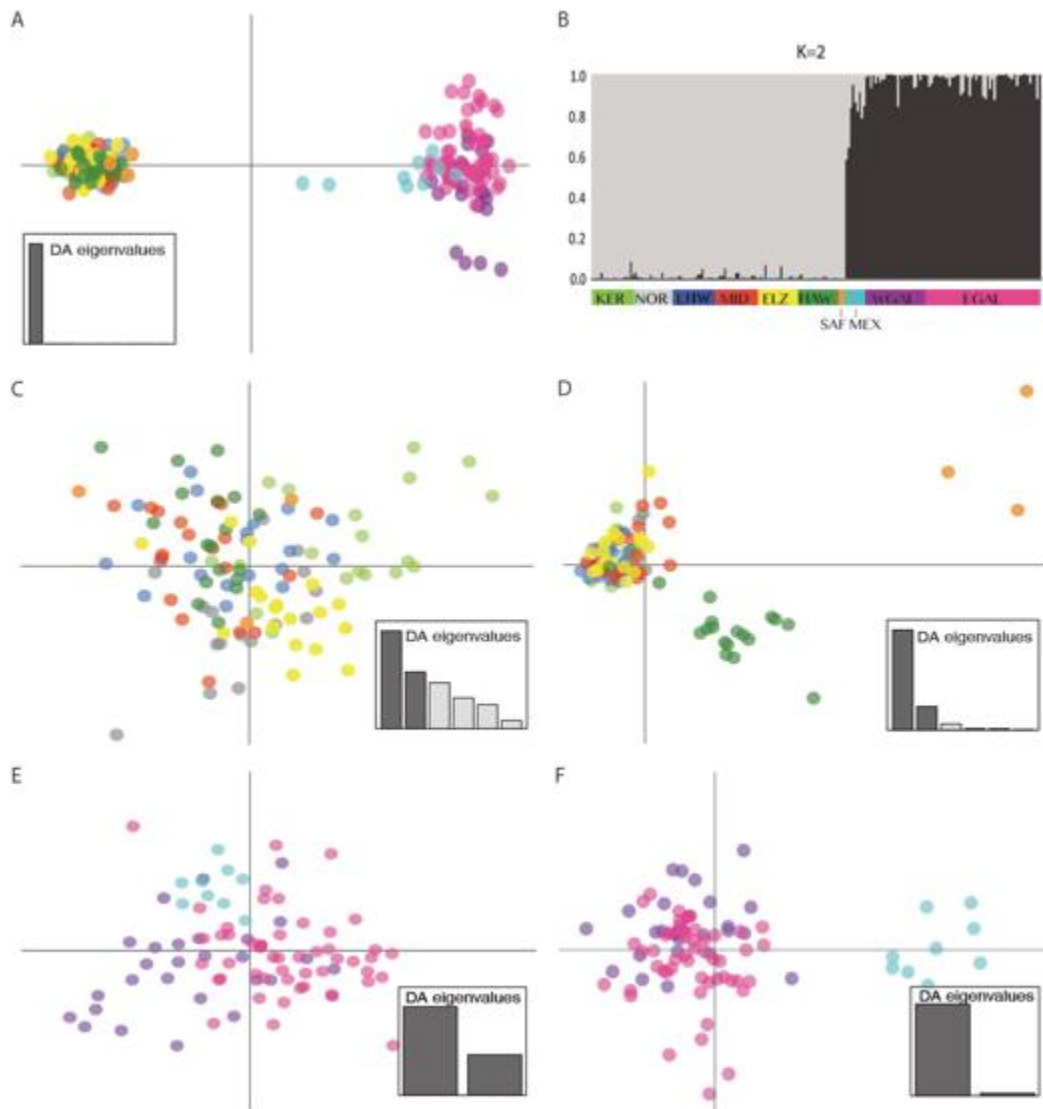


Figura 2. Estructura genética poblacional del tiburón de Galápagos basada en SNPs neutros y no-neutros. Paneles A-C y E son resultantes de análisis de SNPs neutros. Paneles D y F son resultantes de análisis de SNPs no-neutros a diferentes escalas geográficas, como se detalla a continuación: (A) Análisis discriminante de componentes principales (DAPC) de todas las localidades muestreadas usando 7274 SNPs neutros, dibujado en el paquete de R ADEGENET. Cada punto representa un individuo de *C. galapagensis*, y los colores representan la localidad de origen: Elizabeth (ELZ, amarillo) y Middleton (MID, rojo) Reefs, Lord Howe Island (LHW, azul oscuro), Norfolk Island (NOR, gris), Kermadec Island (KER, verde claro), Revillagigedo (MEX, celeste), Galápagos Este y Oeste (EGAL, rosado y WGAL, morado), Hawaii (HAW, verde oscuro), y Walters Shoals Sudáfrica (SAF, naranja). Los colores se mantienen en todos los paneles. (B) Agrupamiento de poblaciones para $K = 2$ calculado para 7274 SNPs neutros de todas las localidades muestreadas, usando el programa STRUCTURE. (C) DAPC a escala regional usando 6476 SNPs neutros del Pacífico Centro-Oriental (HAW, SAF, KER, NOR, LHW, ELZ, and MID). (D) DAPC a escala regional usando 27 SNPs no-neutros del Pacífico Centro-Oriental (HAW, SAF, KER, NOR, LHW, ELZ, and MID). (E) DAPC a escala regional usando 6852 SNPs neutros del Pacífico Este (MEX, WGAL and EGAL). (F) DAPC a escala regional usando 234 SNPs no-neutros del Pacífico Este (MEX, WGAL and EGAL).

Figure 2. Fig. 3 Population genetic structuring of Galápagos sharks from across the Indo Pacific

based on either neutral or outlier SNP data. Panels A-C and E are derived from neutral SNPs and panels D and F are derived from outlier SNPs at different spatial scales as detailed below. a Discriminant analysis of principal components (DAPC) scatterplot of all locations sampled using 7274 neutral SNPs, drawn in the R package ADEGENET. Each dot represents an individual of *C. galapagensis*, and colors represent the population of origin: Elizabeth (ELZ, yellow) and Middleton (MID, red) Reefs, Lord Howe Island (LHW, dark blue), Norfolk Island (NOR, gray), Kermadec Island (KER, light green), Revillagigedo Islands in Mexico (MEX, pale blue), east and west Galapagos Islands (EGAL, pink and WGAL, purple), Hawaii (HAW, dark green), and Walters Shoals off Southern Africa (SAF, orange). Group membership was defined by sample locality and colors detailed here also apply to panels b–f. b Population assignment and clustering for $K = 2$ calculated for 7274 neutral SNPs from all locations sampled, using STRUCTURE software. c DAPC scatterplot at the within region level, using 6476 neutral SNPs for the central–west Pacific genetic cluster (HAW, SAF, KER, NOR, LHW, ELZ, and MID). d DAPC scatterplot for the within region level, using 27 outlier SNPs from the central–west Pacific genetic cluster (HAW, SAF, KER, NOR, LHW, ELZ, and MID); e DAPC scatterplot from 6852 neutral SNPs within the east Pacific cluster (MEX, WGAL and EGAL). f DAPC scatterplot from 234 outlier SNPs within the east Pacific cluster (MEX, WGAL and EGAL).

Distribución actual de especies de hormigas introducidas en la isla de Santa Cruz (Galápagos) con énfasis en *Pheidole megacephala* durante la temporada fría en la zona agrícola / Current distribution of ant species introduced in the island of Santa Cruz (Galápagos) with emphasis in *Pheidole megacephala* during the cold season in the agricultural area.

Johanna Castañeda^{1*} Isabelle Manuel Mejía¹, Ronal Azuero²

¹ Laboratorio de Entomología, Agencia de Regulación y Control de la Bioseguridad y Cuarentena para Galápagos.

² Unidad Fitosanitaria, Agencia de Regulación y Control de la Bioseguridad y Cuarentena para Galápagos.

*Correo electrónico: janneth.castaneda@abgalapagos.gob.ec

Resumen

Las especies introducidas son la primera causa de pérdida de biodiversidad en los ecosistemas insulares, siendo las hormigas una de las mayores amenazas debido a sus características de colonizadoras exitosas. En las islas Galápagos 10 de las 34 especies de hormigas recientemente detectadas y con gran poder invasor están *Tapinoma melanocephalum*, *Camponotus conspicuus zonatus* y *Pheidole megacephala*, esta última considerada entre las "100 de las peores especies invasoras" por afectar a la diversidad de vertebrados e invertebrados y facilitar la transmisión de patógenos de plantas. Estudios previos indican que *P. megacephala* se encuentra distribuida en Puerto Ayora (Santa Cruz), Puerto Villamil (Isabela), Puerto Baquerizo Moreno y la parte alta de San Cristóbal. Para conocer la distribución actual de hormigas introducidas en la zona agrícola de Santa Cruz, relleno sanitario y área de secado del café durante la temporada fría, se realizaron muestreos en un total de veintiún sitios, utilizando tres métodos de captura: transectos lineales (tomando en cuenta el tamaño del cultivo), recolección de muestras de suelo y hojarasca y búsqueda activa.

Un total de 21 especies de hormigas introducidas y 1 catalogada como endémica probable fueron registradas. El sector con mayor diversidad de especies de hormigas fue El Occidente (n=14) y El Cascajo (n=14), mientras que la menor diversidad se registró en Salasaca (n=3). De las especies colectadas, *Solenopsis geminata* fue la especie dominante con un 82,4% seguida de *Paratrechina longicornis* con un 4,8%, 4% para *Wasmania auropunctata* y 2% para *P. megacephala* (Gráfico 1). Se registraron nuevas localidades para *P. megacephala*: Bellavista, El Camote, El Carmen, El Cascajo, relleno sanitario y área de secado de café (Gráfico 2). El sector con mayor abundancia de *P. megacephala* fue El Cascajo con un 34,8%, mientras que la menor fue Bellavista con un 1,0%. Siendo *P. megacephala* la segunda especie más abundante en las nuevas localidades. Una asociación muy estrecha se encontró entre la presencia de *S. geminata*, *P. longicornis* con los cultivos de banano mientras que no se encontró ninguna asociación entre la presencia de *P. megacephala* y un determinado tipo de cultivo.

Finalmente, este estudio permitió conocer la distribución actual de *P. megacephala*, estos datos servirán de base para implementar medidas de control a fin de evitar su dispersión hacia aquellos sectores no invadidos y afectación al sector agrícola y biodiversidad.

Abstract

Introduced species are the first cause of biodiversity loss in island ecosystems, with ants being one of the greatest threats due to their characteristics as successful colonizers. In the Galápagos Islands, 10 of the 34 recently detected and highly invasive species of ants are *Tapinoma melanocephalum*, *Camponotus conspicuus zonatus* and *Pheidole megacephala*, the latter considered among the "100 of the worst invasive species" for affecting the diversity of vertebrates and invertebrates and facilitate the transmission of plant pathogens. Previous studies indicate that *P. megacephala* is distributed in Puerto Ayora (Santa Cruz), Puerto Villamil (Isabela), Puerto Baquerizo Moreno and the upper part of San Cristóbal. To know the current distribution of ants introduced in the agricultural area of Santa Cruz, sanitary landfill and coffee drying area during the cold season, samplings were made in a total of twenty-one sites, using three capture methods: linear transects (taking account the size of the crop), collection of soil and litter samples and active search. A total of 21 species of introduced ants and 1 listed as probable endemic were recorded. The sector with the greatest diversity of ant species was El Occidente ($n = 14$) and El Cascajo ($n = 14$), while the lowest diversity was registered in Salasaca ($n = 3$). Of the species collected, *Solenopsis geminata* was the dominant species with 82.4% followed by *Paratrechina longicornis* with 4.8%, 4% for *Wasmania auropunctata* and 2% for *P. megacephala* (Graphic 1). New locations were recorded for *P. megacephala*: Bellavista, El Camote, El Carmen, El Cascajo, sanitary landfill and coffee drying area (Graphic 2). The sector with the highest abundance of *P. megacephala* was El Cascajo with 34.8%, while the lowest was Bellavista with 1.0%. *P. megacephala* being the second most abundant species in the new localities. A very close association was found between the presence of *S. geminata*, *P. longicornis* and the banana crops, whereas no association was found between the presence of *P. megacephala* and a certain type of culture. Finally, this study allowed to know the current distribution of *P. megacephala*, these data will serve as the basis to implement control measures in order to avoid their dispersion towards those sectors not invaded and affecting the agricultural sector and biodiversity.

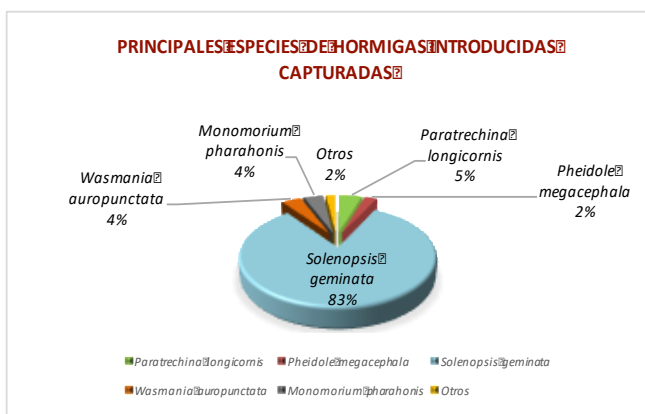


Gráfico 1. Los datos de abundancia indican que en la isla Santa Cruz la especie *Solenopsis germinata* es la más dominante en la zona agrícola con un 83% mientras que en menor abundancia estuvo *Pheidole megacephala* con 2%.

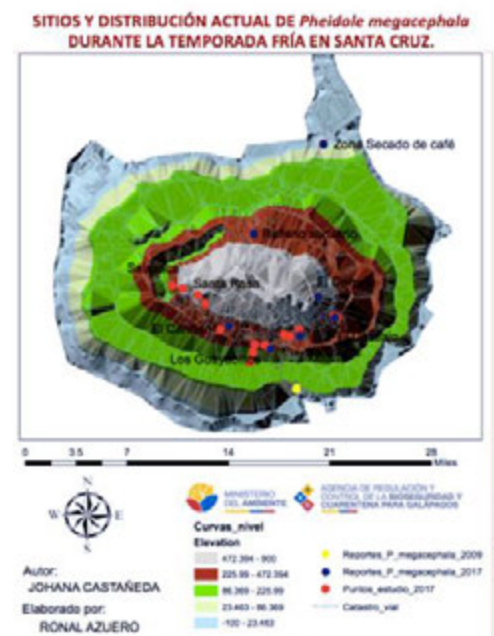


Gráfico 2. La distribución actual de *Pheidole megacephala* en comparación con el reporte del 2012, se extiende a la zona agrícola de la isla Santa Cruz incluyendo el relleno sanitario y área de secado de café.

Educación experiencial para la conservación de las tortugas gigantes de Galápagos

Anna María Loose^{1*} Alejandra Carrera Egas^{2*}

¹ *Ecology Project International*

² *Dirección del Parque Nacional Galápagos*

*Correo electrónico: anamaria@ecologyproject.org y acarrera@galapagos.gob.ec

Resumen

Introducción General

La educación es un eje clave para la conservación de los ecosistemas y uso sostenible de los recursos. Una educación en ciencia permite que los estudiantes desarrollen una comprensión profunda de contenidos, adquieran el conocimiento y habilidades que les servirán para enfrentar los desafíos de conservación.

En Galápagos, Ecology Project International junto con la Dirección del Parque Nacional Galápagos, aúnan esfuerzos para mejorar e inspirar la educación científica en los jóvenes locales para contribuir los esfuerzos de conservación de las tortugas gigantes. El programa usa como estrategias, la educación experiencial, la indagación científica y el vínculo con guardaparques y científicos en el campo, para que los estudiantes adquieran las destrezas e inspiración necesaria para tomar un papel activo en la conservación de Galápagos.

Objetivos generales

Mejorar en los jóvenes locales, los conocimientos, disposiciones y competencias científicas sobre la ecología de Galápagos, sus especies clave y desafíos de conservación para que tomen un rol activo en la conservación de las islas.

Métodos

A través de programas de campo experienciales basados en la investigación, se desarrolla conciencia científica en los jóvenes para generar una mayor comprensión de las relaciones interdependientes que existen en los sistemas naturales con el fin de promover cambios en las disposiciones y comportamientos de los estudiantes.

Junto a los guardaparques, exploran el Parque Nacional Galápagos en busca de tortugas gigantes para participar en la colección de información biométrica, control de estado de salud y marcaje de individuos con microchips de las dos especies presentes en Santa Cruz: *Chelonoides porteri* y *Chelonoides donfaustoi*. Los datos colectados ayudan a entender mejor las tendencias poblacionales y las posibles amenazas a su supervivencia. También aprenden acerca de la biología, anatomía y el rol que juegan en el ecosistema. Durante la experiencia de 4 días, los estudiantes de bachillerato de todos los colegios públicos de Galápagos están inmersos en un currículo educativo que incluye lecciones prácticas, desarrollo de investigaciones de campo, análisis de ecosistemas y actividades lúdicas.

Para medir el impacto del programa de campo, se aplican cuestionarios pre y post que evalúan los cambios registrados en los conocimientos, disposiciones y competencias de los participantes.

Resultados

Durante 2017, 10 cursos de campo fueron realizados con 167 estudiantes de Isabela, San Cristóbal y Santa Cruz como parte de las 100 horas del Programa Alternativa Estudiantil de la Dirección Distrital de educación de Galápagos. Se registró 56 tortugas gigantes *Chelonoides sp.* monitoreadas, 31 tortugas gigantes *Chelonoides sp.* marcadas y 15.904 semillas identificadas. Se registró un incremento de 9,7% en los conocimientos, 4,2% en las disposiciones y 11,5% en las competencias científicas de los participantes.

Discusión

Después de la participación de los estudiantes en los programas de campo, se evidencia un incremento en los conocimientos, disposiciones y competencias científicas que a la vez se manifiesta en un alto interés de los jóvenes por seguir participando en iniciativas de conservación. Sin embargo, en Galápagos no existen suficientes espacios y programas donde puedan seguir cultivando las destrezas adquiridas y formándose como futuros líderes de las islas.

Palabras claves

Educación experiencial, indagación, ciencia, conservación, conocimientos, disposiciones, competencias científicas.


ECOLOGY PROJECT INTERNATIONAL

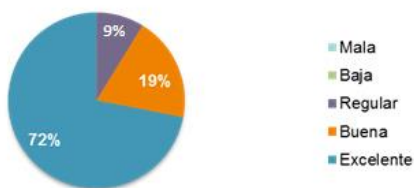


EMPRENDIMIENTOS AMBIENTALES 2017* -RESULTADOS CAMPAMENTOS ECOLOGÍA-

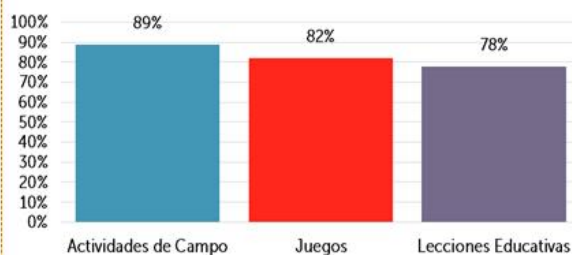


*Los Emprendimientos Ambientales son parte del Programa Alternativa Estudiantil del Ministerio de Educación y que contaron con el apoyo de la Dirección del Parque Nacional Galápagos y Ecology Project International

Satisfacción General



Estudiantes que califican como excelente los componentes del Campamento de Ecología



Conservación

- 56 Tortugas Gigantes *Chelonoidis* sp. monitoreadas
- 31 Tortugas Gigantes *Chelonoidis* sp. marcadas
- 15.904 semillas identificadas

Impacto Educativo

Colegios de Galápagos 2017

Aprendizaje de los Estudiantes antes y después del Emprendimiento

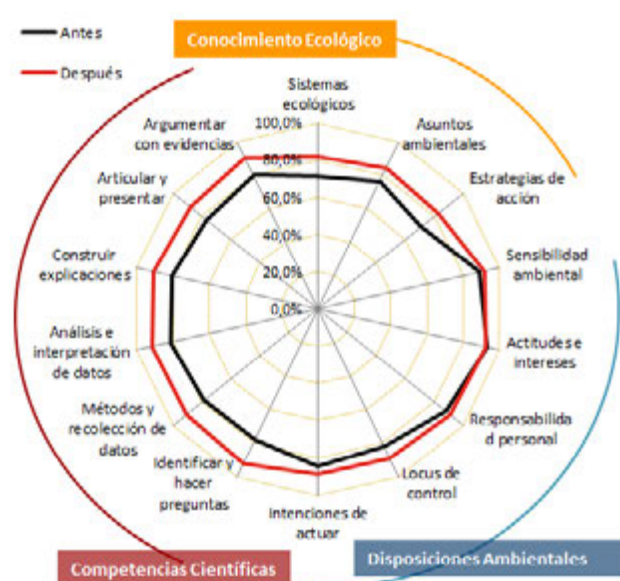
CONOCIMIENTOS ECOLÓGICOS	Antes	Después
Sistemas ecológicos	71,4%	82,2%
Asuntos ambientales	75,9%	84,2%
Estrategias de acción	70,7%	82,2%
Total	73,5%	83,2%

Por Mejorar (0-80%)	
Aceptable (80-90%)	
Ideal (90-100%)	

DISPOSICIONES AMBIENTALES	Antes	Después
Sensibilidad ambiental	89,2%	91,5%
Actitudes e intereses	92,9%	92,3%
Responsabilidad personal	87,7%	91,0%
Locus de control	81,8%	88,8%
Intenciones de actuar	84,5%	89,1%
Total	86,0%	90,2%

COMPETENCIAS CIENTÍFICAS	Antes	Después
Identificar y hacer preguntas	78,1%	91,9%
Métodos y recolección de datos	78,6%	90,7%
Análisis e interpretación de datos	81,4%	91,8%
Construir explicaciones	80,8%	90,8%
Articular y presentar	76,6%	88,1%
Argumentar con evidencias	79,6%	90,4%
Total	79,0%	90,5%

Total Preguntas Correctas vs Incorrectas



Colegios	Número de participantes
San Francisco 1	17
San Francisco 2	17
Cazares 1	17
Cazares 2	17
CNG 1	17
CNG 2	14
San Cristóbal	17
Liceo Naval	17
Stella Maris	17
Ignacio Hernández	17
TOTAL	167

Contaminación de microplástico en el Pacífico Tropical Ecuatoriano y Galápagos/ Microplastic contamination in the Tropical Pacific and Galápagos

Alfaro-Núñez Alonso^{1,2}, Cáceres-Farías Lenin^{3*}, Añazco-Sánchez Cesar³, Chiriboga-Ortega Rodrigo⁴, Santana-Piñeros Ana María³, Cruz-Quintana Yanis³

¹ *School of Biological Science and Engineering, Yachay Tech University, Urcuqui, Imbabura, Ecuador*

² *Section for Evolutionary Genomics, Centre for GeoGenetics, Natural History Museum of Denmark, University of Copenhagen, Denmark*

³ *Grupo de Investigación en Sanidad Acuícola, Escuela de Acuicultura y Pesquería, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Técnica de Manabí. Ciudadela Universitaria, Leónidas Plaza, Bahía de Caráquez, Ecuador.*

*Correo electrónico: caceres_lenin@hotmail.com

Resumen

La mala gestión de los residuos sólidos, especialmente los plásticos, causa contaminación en todos los ecosistemas. Los ambientes marinos son uno de los más impactados, y actualmente se han reportado grandes islas de plástico en varios océanos del planeta. Por efecto del movimiento de las corrientes y la radiación solar, estos plásticos se degradan a micro y nanopartículas, las cuales se mezclan en la columna de agua, convirtiéndose en una amenaza eminente para la vida marina. Los esfuerzos de investigación en varias partes del mundo se han centrado en determinar los niveles de contaminación por microplástico, tanto en organismos como en ecosistemas marinos; sin embargo, estos esfuerzos no han sido homogéneos y áreas como el Pacífico Centro Oriental, que incluyen una gran diversidad de especies, pesquerías importantes y áreas protegidas, han sido muy poco estudiadas. Este estudio tuvo como objetivo estimar los niveles de contaminación por microplásticos a través de un diseño de muestreo espacial en 40 estaciones en el Pacífico ecuatoriano, abarcando un área aproximada de 453,000 kilómetros cuadrados que incluyen a las Islas Galápagos. Adicionalmente, se calculó la prevalencia de microplásticos en el tracto digestivo de 14 especies de organismos marinos de importancia pesquera, desembarcados en los principales puertos del país. El 100% de las estaciones analizadas presentó microplástico en concentraciones variables entre 11 y 241 partículas/m³. El 67% de los organismos analizados presentó partículas de microplástico en el tracto digestivo. El Pacífico ecuatoriano muestra elevados niveles de contaminación por microplástico, similares a los reportados para el Océano Atlántico. Se discuten las posibles implicaciones de estos hallazgos tanto para la fauna marina como para la salud pública.

Abstract

The poor management of solid waste, especially plastics, causes pollution in all ecosystems. Marine environments are one of the most impacted and large plastic islands have now been reported in several oceans of the planet. Due to the effect of movement of currents and solar radiation, these plastics degrade into micro and nanoparticles which mix in the water column, becoming an eminent threat to marine life. Research efforts in various parts of the world have focused on determining levels of microplastic contamination both in organisms and in marine ecosystems; however, these efforts have not been homogeneous and areas such as the Eastern Central Pacific, which include a great diversity of species, important fisheries and protected areas, have been little studied. The objective of this study was to estimate contamination levels by microplastics through a spatial

sampling design in 40 stations in the Ecuadorian Pacific, covering an approximate area of 453,000 square-kilometers including the Galápagos Islands. Additionally, the prevalence of microplastics in the digestive tract of 14 species of marine organisms of fishing importance, landed in the main ports of the country, was calculated. 100% of the analyzed stations presented microplastic in variable concentrations between 11 and 241 particles / m³. 67% of the organisms analyzed presented microplastic particles in the digestive tract. The Ecuadorian Pacific shows high levels of microplastic contamination similar to those reported for the Atlantic Ocean. The possible implications of these findings for both marine fauna and public health are discussed.

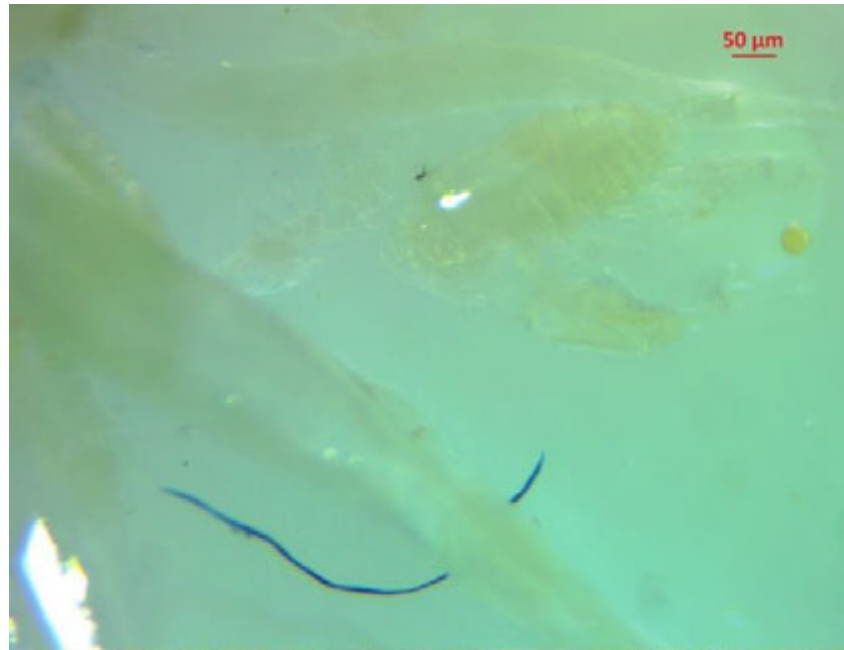


Figure 1. Microplastic in water samples.
Figura 1. Microplástico en las muestras de agua.

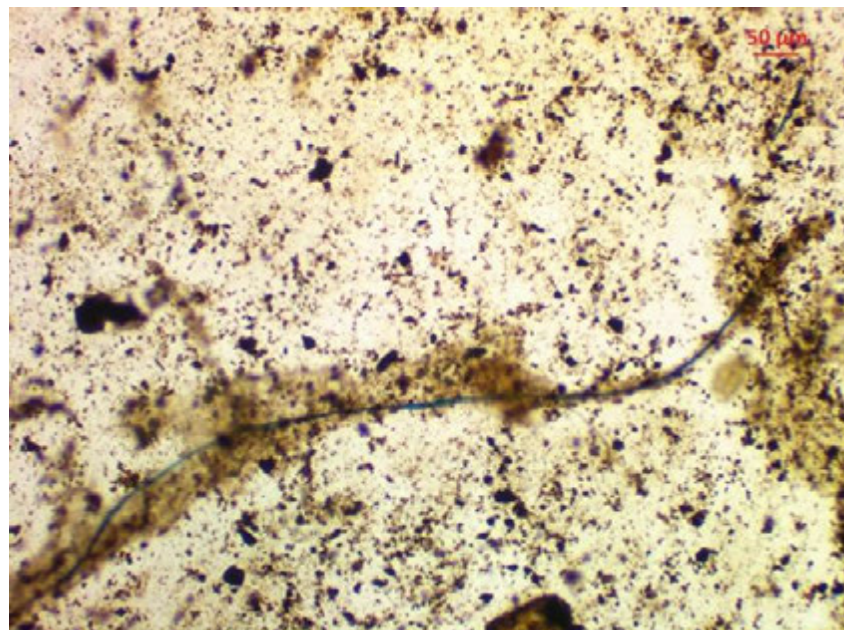


Figure 2. Microplastic in Squid digestive system.
Figura 2. Microplástico en Sistema digestivo de calamar.

Ingestión de plástico por peces comerciales dentro del archipiélago de Galápagos y contaminación plástica en el agua marina costera / Plastic ingestion by commercial fishes within the Galápagos archipelago and plastic contamination of the coastal sea water.

Alice Skehel^{*1,2,3,5}, Britta Denise Hardesty⁴; Nick Dunn^{5,3}, Mollie Gupta^{5,3}, Robynne Nowicki¹, Juan Pablo Muñoz-Perez^{*1,2,3}

¹ *National Oceanography Centre, University of Southampton, European Way, Southampton, UK*

² *Galápagos Science Centre, Avenida Alsacio Northia, Puerto Baquerizo Moreno, Ecuador*

³ *Galapagos Conservation Trust, Charles Darwin Suite, 28 Portland Place, London, UK*

⁴ *CSIRO, Oceans & Atmosphere, Castray Esplanade, Battery Point, Hobart, TAS, Australia*

⁵ *Imperial College London, Kensington, London, UK*

*Correo electrónico: jmunozp@usfq.edu.ec

Resumen

Los efectos perjudiciales de los "plásticos pequeños" son una creciente fuente de potenciales daños en el entorno marino. Para comprender la magnitud de la contaminación por plástico dentro del archipiélago de Galápagos, se debe investigar la abundancia y la fuente de microplásticos. Los estudios modelo de la acumulación de microplásticos oceánicos en el mundo predicen que los plásticos pequeños en el océano abierto cerca de Galápagos deberían ser extremadamente raros. Examinamos la composición de los tractos gastrointestinales de los peces y las muestras de arrastre de agua de mar de todo el archipiélago de Galápagos. Muestreamos especies comerciales de peces para determinar si la contaminación plástica podría ser un potencial problema para la salud humana. Se seleccionaron peces pelágicos y demersales. Se tomaron muestras de agua de mar con una red tipo Manta con tamaño de poro de 200 micras en 21 localidades del Archipiélago en octubre de 2017. Se determinó una relación de plancton a plástico tomando submuestras para cada muestra y examinando bajo un estereomicroscopio. Además, el agua de mar y el tracto gastrointestinal de los peces tuvieron su materia orgánica descompuesta mediante incubación con hidróxido de potasio (KOH). La solución resultante se filtró y se examinó de nuevo bajo un microscopio. Cada plástico encontrado se identificó como una fibra, fragmento, película (lámina) o pellet. Se tomaron fotos de cada plástico para el análisis de tamaño utilizando el programa ImageJ. Esto mostró que el 72% de los peces contenían microplásticos, de los cuales el 75% son microfibras. La fuente de estas fibras es desconocida, más espectroscopía-FTIR identificará el polímero sintético específico. Se necesita completar más análisis de datos para obtener conclusiones más claras y concisas sobre la abundancia y el origen de los microplásticos en Galápagos.

Abstract

The detrimental effects of 'small plastics' are a growing source of potential harm in the marine environment. To understand the magnitude of plastic pollution within the Galápagos Archipelago the abundance and source of microplastics needs to be investigated. Modelling studies of global ocean microplastic accumulation predict that small plastics in the open ocean near Galápagos should be extremely rare. Several trawls were conducted around the Galápagos Archipelago, with seawater samples collected. Samples were taken using a standard Manta net with pore size 335 um over 21 locations around the Archipelago in October 2017. Commercial fish species were collected from local fishermen to determine the potential risk of plastic pollution which could pose a threat to human health. The plastic composition of the fishes' gastrointestinal tracts was analyzed, and a plankton-plastic ratio determined using stereomicroscope analysis of seawater sub-samples. In

addition, the seawater and the gastrointestinal tracts of the fishes had their organic material broken down by incubating it with potassium hydroxide (KOH). The resulting solution was filtered and again examined under a microscope. Each plastic found was identified as either a fiber, fragment, film or pellet. Photos were taken of each plastic for size analysis using the program ImageJ. This showed that 72% of the fishes contained microplastics of which, 75% are microfibers. The source of these fibers is unknown, further FTIR-spectroscopy will identify the specific synthetic polymer. Further data analysis is needed for more clear and concise conclusions about the abundance and source of microplastics in the Galápagos.

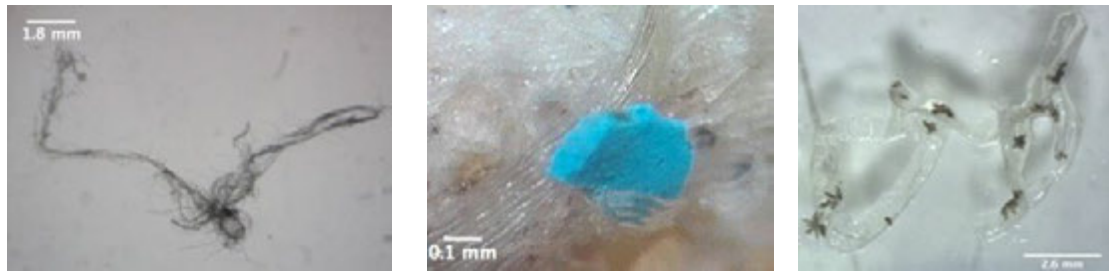


Fig. 1 Rango de tallas y diferentes categorías de plástico encontradas en el tracto gastrointestinal de los peces. Imagen A, un gran paquete de fibras encontrado en albacora #25. Imagen B, fragmento azul encontrado en Wahoo #04. Imagen C, película sospechosa encontrado en la albacora #24.

Fig. 1 Size range and different categories of plastic found within the fishes' gastrointestinal tract. Image A, a large bundle of fibers found in yellowfin tuna #25. Image B, a blue fragment found in Wahoo #04. Image C, a suspected film found in yellowfin tuna #24.

Caracterización del impacto antropogénico en la resistencia antibiótica en el medioambiente en las islas Galápagos / Primed for selection: the anthropogenic influence on the environmental resistome in the Galápagos Islands

Alyssa Grube^{1*}, Jill Stewart^{1,2}, Gregory Lewbart³, Juan Pablo Muñoz^{4,5}, Valeria Ochoa- Herrera⁶

¹ *University of North Carolina, Chapel Hill, Department of Environmental Science & Engineering*

² *Secti UNC Galápagos Initiative, Center for Galapagos Studies*

³ *North Carolina State University, College of Veterinary Medicine*

⁴ *Universidad San Francisco de Quito, Quito, Ecuador*

⁵ *Galápagos Science Center, San Cristóbal Galápagos*

⁶ *Universidad San Francisco de Quito, Department of Environmental Engineering, Quito, Ecuador*

*Correo electrónico: agrube@ad.unc.edu

Resumen

Las Islas Galápagos han experimentado adicional estrés antropogénico en las últimas décadas debido a la expansión del turismo y el crecimiento de la población local con más de 220,000 turistas que visitan las islas anualmente. Nuestra hipótesis es que las poblaciones humanas están introduciendo residuos antibióticos y elementos genéticos resistentes a los antibióticos en el ecosistema de Galápagos a través de vías tales como la descarga de aguas residuales. Nuestro proyecto tiene como objetivo estudiar los perfiles de genes de resistencia a antibióticos en microbiomas acuáticos, terrestres y reptiles en islas habitadas y protegidas por humanos para elucidar posibles "hot-spots" para el intercambio de elementos de resistencia a antibióticos entre bacterias ambientales y patógenas. Entre marzo, junio y julio de 2018, planeamos recolectar muestras de heces de iguana marina de Española e Isla Lobos; muestras de heces de iguana terrestre de Santa Fe e Isla North Seymour; muestras de heces de tortugas gigantes de San Cristóbal; y muestras fecales de tortugas marinas. Se recolectarán muestras adicionales de agua dulce, agua marina, suelo y arena en San Cristóbal desde sitios con y sin influencia humana. Planeamos utilizar un método independiente del cultivo para detectar bacterias ambientales que transportan determinantes de resistencia a antibióticos. Específicamente, se extraerá ADN de todas las muestras y se usará una combinación de digital droplet PCR y inverse PCR con secuenciación para detectar genes de resistencia a los antibióticos (*sull*, *tetG* e *intI*) en los microbiomas ambientales. Nuestra hipótesis es que los genes de resistencia a antibióticos serán más abundantes en compartimentos ambientales en islas habitadas con actividad humana intensa en comparación con las islas deshabitadas. Este proyecto contribuirá a nuestra comprensión del intercambio microbiano entre humanos, vida silvestre, ambientes terrestres y acuáticos en este ecosistema único y protegido, y puede revelar vías de transmisión aún no descritas. Finalmente, este proyecto complementa el trabajo de otros científicos de GSC que monitorean a las iguanas, tortugas marinas y tortugas de Galápagos, ya que la detección de genes de resistencia a antibióticos podría servir como un marcador del potencial para que los microorganismos asociados con humanos se diseminen a la vida silvestre.

Abstract

The Galápagos Islands have experienced increased anthropogenic stress in recent decades due to expanding tourism and local population growth with over 220,000 tourists visiting the islands annually. We hypothesize that human populations are introducing antibiotic residues and antibiotic resistant genetic elements into the Galápagos ecosystem through pathways such as wastewater

discharge. Our project aims to survey antibiotic resistance gene profiles in aquatic, terrestrial, and reptilian microbiomes on human inhabited and protected islands to elucidate possible “hot-spots” for the exchange of antibiotic resistance elements between environmental and pathogenic bacteria. Between March, June and July 2018, we plan to collect marine iguana fecal samples from Española and Isla Lobos; terrestrial iguana fecal samples from Santa Fe and Isla North Seymour; giant tortoise fecal samples from San Cristobal; and sea turtle fecal samples. Additional freshwater, marine water, soil, and sand samples will be collected on San Cristóbal from sites with and without human influence. We plan to use a culture-independent approach to detect environmental bacteria carrying antibiotic resistance determinants. Specifically, DNA will be extracted from all samples and a combination of droplet digital PCR and inverse PCR paired with long-read sequencing will be used to detect antibiotic resistance genes (sulI, tetG, and intI1) in soil, water, and wildlife gut microbiome samples. We hypothesize that antibiotic resistance genes will be more abundant in environmental compartments on inhabited islands with intense human activity versus uninhabited islands. This project will contribute to our understanding of microbial exchange between human, wildlife, terrestrial, and aquatic environments in this unique, protected ecosystem, and may reveal yet undescribed transmission pathways. Finally, this project complements the work of other GSC scientists who routinely monitor Galápagos iguanas, sea turtles, and tortoises, as detection of antibiotic resistance genes could serve as a marker for the potential for human-associated microorganisms to spread to wildlife.



Evaluación del impacto de la actividad turística en la anidación de la tortuga verde (*Chelonia mydas*) en la isla Santa Cruz, Galápagos /Assessment of the tourism impact on nesting green sea turtles (*Chelonia mydas*) at Santa Cruz island, Galápagos

Andrea C. Vizuite^{1*}, Eduardo R. Espinoza^{2,4}, Franz Smith³, Cesar Peñaherrera-Palma^{1,4}

¹ Pontificia Universidad Católica del Ecuador; Bahía de Caráquez – Manabí, Ecuador.

² Dirección del Parque Nacional Galápagos; Av. Charles Darwin-Puerto Ayora Galápagos - Ecuador.

³ Department of Ecology and Evolutionary Biology, Brown University, Providence, RI, United States of América

⁴ MigraMar, Sir Francis Drake Boulevard, Olema, California, USA

*Correo electrónico: andydex1523@hotmail.com

Resumen

La tortuga verde (*Chelonia mydas*) se encuentra en peligro de extinción debido a diversos factores naturales y antrópicos (e.g. pesca incidental, contaminación, colisiones con embarcaciones, desarrollo costero, cambio climático). Para mitigar los efectos de estas amenazas es necesario estudiar qué y cómo las diversas etapas de su vida pueden estar siendo afectadas. En la Reserva Marina de Galápagos (RMG), la tortuga marina verde se encuentra protegida de cualquier actividad humana; sin embargo, existen áreas de anidación de esta especie que son importantes sitios de visita para la industria turística. El presente trabajo se enfocó en evaluar el impacto que el turismo podría generar durante la anidación de esta especie. Dos playas ubicadas en el norte de la isla Santa Cruz (una con presencia de turistas, Bachas, y otra con protección total) fueron evaluadas entre enero y abril del 2018. La intensidad de uso fue evaluada a través del rastreo con GPS de la movilidad de las embarcaciones menores, así como el número de turistas y las actividades desarrolladas por ellos. Además, se llevaron a cabo sobrevuelos con vehículos aéreos no tripulados formando transectos lineales para evaluar la presencia de tortugas en el agua y en la playa en las horas con presencia de turistas y sin presencia de turistas. Finalmente, se crearon matrices de interacción-respuesta entre los turistas y las embarcaciones con las tortugas presentes en el área. Los resultados preliminares muestran un elevado uso de la playa Bachas tanto por embarcaciones menores como por turistas (Figura 1). Las interacciones más frecuentes registradas comprenden el acercamiento de los turistas y la evasión de las tortugas de los mismos (Figura 2). Los datos recolectados serán analizados base a indicadores cuantitativos y cualitativos de interacción-respuesta entre los turistas y las tortugas, y en base al número de hembras anidadoras en el mar, la arribada y puesta de huevos, y el éxito reproductivo de los nidos de la tortuga verde en relación con los parámetros de intensidad de uso. Se espera que este estudio permita mejorar la toma de decisiones y favorecer la conservación de esta especie a lo largo de sus zonas de anidación dentro y fuera de la RMG.

Abstract

The green sea turtle (*Chelonia mydas*) is threatened of extinction by several natural and anthropogenic factors (e.g. bycatch, pollution, boat collisions, coastal development, climate change). To halt or even revert the population decline of this species, studies on what and how the different life stages are affected by those treats are necessary. Green sea turtles are protected within the Galápagos Marine Reserve, yet some beaches are important visitor sites for the tourism industry. This study assessed the potential impact of tourism on green sea turtles during their nesting season.

Two beaches located in the north area of Santa Cruz Island were monitored between January to April 2018. Tourism intensity use was evaluated by tracking with GPS the mobility of small passenger boats, and by monitoring visitor numbers and their mobility in the water and on the beach. Unmanned aerial vehicles were used in regular transects to assess the number of green sea turtles in the water during visiting and non-visiting times. Finally, human-turtle interaction-response matrices were constructed by direct observations during visiting times. Preliminary results show an intense use of the visitor beach area by boats and tourists (Figure 1). Interactions between tourists and turtles were more frequent at sea and resulted in turtles stopping their activities and fleeing the area (Figure 2). Collected data will be analysed in terms of quantitative and qualitative indicators of interaction-responses, and in terms of the number of individuals present at sea, beaching to nest, and the reproductive success of nests in relation to intensity use indices. It is expected this study results will contribute to decision-making rules and improved conservation actions for this species within and beyond the GMR.



Figura 1. Trayecto de las embarcaciones menores en el área de influencia de la playa de anidación estudiada.

Figure 1. Small boat GPS tracks in and around the influence area of the assessed nesting beach.

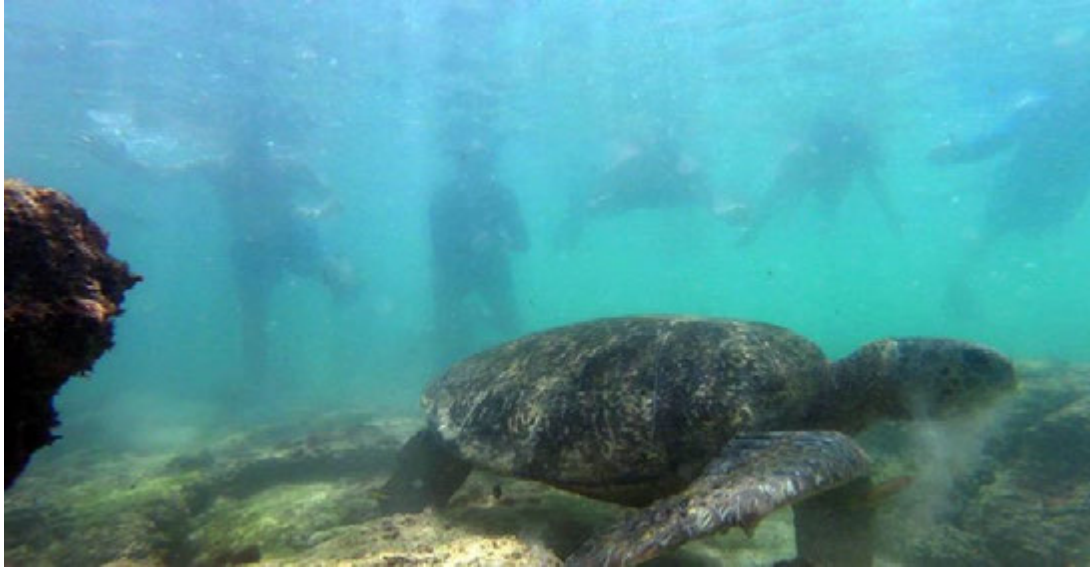


Figura 2. Tortuga marina en comportamiento evasivo por la llegada de un grupo de turistas haciendo snorkel.

Figure 2. Sea turtle in evasive behavior after the arrival of a group of tourists snorkeling.

Marcha atrás por un mar sin plásticos: Investigando cambios de comportamiento sustentable / Going back for a plastic-free ocean: Investigating sustainable behavior change.

Ashleigh Klingman^{1,2*}, José Guerrero^{1,3}, Carolina Velastegui¹, Daniela Chalén¹, Roberto Vera¹, Leidy Apolo¹, Mayerlin Pizarro^{1,4}, Juan Cortéz^{1,4}, Fernando Macias^{1,5}

¹ Directiva de la Asociación GECO Galápagos - Grupo Eco-Cultural Organizado Association

² Consejo de Gobierno del Régimen Especial de Galápagos, Coordinadora Técnica de la Comisión Inter-Institucional para el Consumo Responsable de Plásticos para Galápagos

³ Asociación de Guías Naturalistas

⁴ Unidad Educativa Liceo Naval Galápagos

⁵ Unidad Educativa San Cristóbal - Campus Humboldt

*Correo electrónico: adklingman@gmail.com / gecogalapagos@gmail.com

Resumen

La Asociación GECO, con personería jurídica desde el año 2010 y más de 20 miembros activos, ha realizado cuatro proyectos socioculturales a través de los años, y en el año 2017 inició su programa denominado “Marcha atrás por un mar sin plásticos” con apoyo financiero y técnico de la organización sin fines de lucro Galápagos Conservation Trust de Inglaterra y el Fondo Galápagos de Celebrity Xpeditions. El valor agregado de la Asociación dentro de este proceso de cambio de cultura y formación de identidad isleña al nivel provincial de Galápagos (que lidera la Comisión Inter-Institucional para el Consumo Responsable de Plásticos) es trabajar a través de los artes y creación de redes comunitarias.

Usando una planificación participativa intergeneracional con adolescentes y profesionales de la Asociación y metodología de educación experiencial, se concretó un programa de intervención cuyo objetivo es sensibilizar a la población frente al problema de uso indiscriminado de plásticos desechables y prevenir la generación de basura plástica que podría llegar al mar. Los productos comunicacionales más aprovechados son camisetas, bolsos llaveros, colgantes y el muñeco de tapas “Tapín,” una manualidad elaborada a base de un producto prevalente, pequeño y muy peligroso para la vida marina: la tapa de botella. Hacer un “Tapín” simboliza el compromiso de cada participante en usar menos plásticos en su vida diaria.

Los dos objetivos de impacto para lograr un cambio de comportamiento en este programa fase 2017 fueron:

1. Reducir el uso de la funda plástica tipo camiseta por parte de los participantes del programa en las transacciones locales de compras por un 50%.
2. Reducir la cantidad de basura encontrada en las calles cerca las viviendas y escuelas de los participantes del programa por un 25%.

Logramos medir el primer objetivo de manera cuantitativa mediante la aplicación de cuestionarios a 65% de los 269 estudiantes que participaron en las actividades realizadas en las escuelas logrando los siguientes resultados:

- De los 174 estudiantes encuestados, 87% reconocen que “Tapín, el muñeco de tapas” simboliza su compromiso con el movimiento de usar menos plásticos; para muchos también es un héroe.

- De esta muestra, 94% han compartido el mensaje de “Tapín, el muñeco de tapas” con sus familias y amigos.
- De esta muestra, 84% confirmaron su comprensión que la mejor alternativa al uso de plásticos desechables en la hora de “lunch” en la escuela es traer su propia vajilla reusable desde la casa.
- De esta muestra, 35% confirmaron que no aceptan la funda plástica para llevar sus compras.

Logramos medir en parte el impacto del segundo objetivo de manera cuantitativa mediante nuestros indicadores de tapas de botella recolectadas, ítems totales de limpiezas costeras / barrios y ciudadanos integrados a nuestra red de recolección de insumos reciclados para elaborar productos alternativos localmente.

- Recogimos 5.093 piezas de basura de plástico y peligroso para la vida marina de las calles y playas de la ciudad para prevenir su ingreso a la Reserva Marina de Galápagos.
- Recogimos 9.307 tapas de botellas para realizar 665 “Tapines”.
- Apoyamos la creación de una red de 53 ciudadanos activos en la recolección de basura a diario en el puerto, playas y sitios de visita de la isla San Cristóbal.

Para 2018, continuamos liderando las actividades educativas y de vínculo a la comunidad que han sido fortalecidas a base de los resultados de esta evaluación de impacto. Buscamos mejorar el diseño de investigación para medir efectivamente el impacto del programa hasta el año 2020.

Abstract

The GECO Eco-Cultural Organized Group Association of San Cristóbal was founded in 2010 as a local non-profit organization registered with the Ecuadorian Ministry of Culture; with more than 20 active members, the team has authored and implemented four community education projects. In March 2017, with the support of a donation from Galápagos Conservation Trust and Celebrity Cruises/ Galápagos Conservancy, GECO created the program “Going back for a plastic-free ocean.” Through this community education program GECO adds value to the current provincial-wide initiative (led by the Inter-Institutional Commission for the Responsible Consumerism of Plastics) by using the arts to reach people and strengthening local community networks.

The GECO Board of Directors, comprised of local professionals and youth leaders, democratically planned the plastic program based on experiential education methods to help create more awareness of the problems of plastic trash in the ocean and how to prevent it. The communicational products that have been most beneficial in achieving this goal are: t-shirts, key-chain bags, hanging signs and “Caps, the bottle-cap doll,” a handicraft made of a prevalent, small but dangerous product for marine life. Making a “Caps” symbolizes each person’s commitment to use less plastic daily.

The two impact objectives to achieve behavior change in the program for the first year were:

1. Reduce the use of plastic shopping bags on behalf of the program participants by 50%.
2. Reduce the quantity of trash found on the streets close to the homes and schools of program participants by 25%.

Our team measured the first impact objective quantitatively by administering a survey to 65% of the 269 students who participated in the educational activities in the schools. We got the following results:

- Of the 174 students surveyed, 87% recognize “Caps, the bottle-cap doll” as a symbol of their commitment to use less plastics; many of them consider him to be their hero.
- Of this sample, 94% shared “Cap’s” message with their families and friends.
- Of this sample, 84% confirmed that the best alternative to disposable plastics at their school snack time is a reusable container from home.
- Of this sample, 35% said they do not accept the plastic shopping bag offered to them at the store.

Our team measured the second impact objective quantitatively through our bottle cap, beach clean-up and active citizen indicators. The active citizens are people who voluntarily collect trash they find around town to give to us to make our “Caps” dolls and other reusable items that help individuals reduce their plastic use.

- We collected 5,093 pieces of plastic trash from neighborhood streets and beaches, thus preventing it from reaching the Galápagos Marine Reserve.
- We collected 9,307 bottle-caps to create 665 “Caps” dolls
- We supported the creation of a local network of 53 active citizens that help clean up trash daily around town, beaches and even protected visitation sites around San Cristóbal island.

For 2018 we continue to lead educational and community-outreach activities that have been improved based on the results of this impact evaluation. We seek to improve our research design to effectively measure the impact of our program that runs through 2020.



Morphometric and Genomic Analysis of Hybridization Between Guava (*Psidium guajava*) and Guayabillo (*P. galapageium*) / Análisis morfométrico y genómico de la hibridación entre la Guayaba (*Psidium guajava*) y Guayabillo (*P. galapageium*)

Bryan Reatini^{1*}, María de Lourdes Torres², Hugo Valdebenito², Todd Vision¹

¹ *University of North Carolina at Chapel Hill, Chapel Hill, NC, USA*

² *Universidad San Francisco de Quito - Galápagos Science Center, Quito, Ecuador*

*Correo electrónico: bsr@live.unc.edu

Resumen

La hibridación entre especies nativas e introducidas emparentadas puede amenazar la integridad genética de la especie endémica y facilitar el comportamiento invasivo de la especie introducida, lo cual constituye un problema para la conservación. En Galápagos existe la posibilidad de que ocurra hibridación entre múltiples especies de plantas invasoras y endémicas del mismo género, pero no se conoce con certeza en qué medida esto pueda ocurrir. En este trabajo, nosotros investigamos la hibridación entre la especie endémica protegida de las Islas Galápagos, el guayabillo (*Psidium galapageium*) y su congénere invasora, la guayaba (*Psidium guajava*) en las islas San Cristóbal, Santa Cruz, e Isabela usando métodos de análisis morfométricos y genómicos. Análisis de las características: tamaño de la hoja y a arquitectura de los árboles identificaron dos poblaciones de híbridos putativos, una en San Cristóbal y otra en Santa Cruz. Datos de los polimorfismos de nucleótidos únicos (SNPs) de todo el genoma (~1M SNPs) y análisis filogenéticos de tres genes del plastoma no soportaron la hipótesis de que estos individuos tengan un ancestro híbrido. Los dos híbridos putativos de Santa Cruz parecen más bien ser representantes de una tercera especie de *Psidium* presente en Galápagos. A su vez, los híbridos putativos de San Cristóbal parecen pertenecer a una forma divergente de *P. guajava* con un genotipo muy distintivo. A pesar de que hasta el momento no se ha detectado una clara señal de hibridación, sería prematuro concluir que las dos especies se encuentran reproductivamente aisladas. Para poder concluir sobre este tema faltan más estudios genéticos y un muestreo geográfico más extenso, además se debería incluir una comparación con los datos sobre microsatélites que se han obtenido independientemente para la guayaba y guayabillo. Los datos genómicos poblacionales que se presentan en este estudio, incluyendo el borrador de genomas de referencia para la guayaba y el guayabillo (con N50 de ~ 70kb y 10kb, respectivamente) representan un recurso valioso para realizar un análisis basado en marcadores de la diversidad genética del guayabillo y para rastrear la invasión de la guayaba.

Abstract

Hybridization between closely related native and introduced species can pose problems for conservation by threatening the genetic integrity of protected endemics and facilitating the invasive behavior of introduced species. In the Galápagos, there is the potential for hybridization between multiple congeneric invasive and endemic plants, but the extent to which it is occurring remains largely unknown. Here we investigate hybridization between the protected Galápagos endemic guayabillo (*Psidium galapageium*) and the widespread invasive guava (*Psidium guajava*) on the islands of Isabela, San Cristóbal, and Santa Cruz using a combination of morphometric and genomic analyses. Analysis of leaf dimension and tree architecture traits identify two populations of putative hybrids, one on San Cristóbal and one on Santa Cruz. Genome-wide single-nucleotide polymorphism data (~1M SNPs) and phylogenetic analysis of three plastome genes do not support the hypothesis

that these individuals have hybrid ancestry. The two putative hybrids from Santa Cruz appear instead to be representatives of a third species of *Psidium* in the Galápagos, while the putative hybrids from San Cristóbal appear to belong to a divergent form of *P. guajava* with a highly distinct phenotype. While no clear signal of hybridization has been detected to date, it would be premature to conclude that the two species are fully reproductively isolated without further genetic analyses and more intensive geographic sampling, including comparison with the independently collected microsatellite data for guava and guayabillo. This population genomic data, including draft reference genomes for guava and guayabillo (with N50 of ~ 70kb and 10kb, respectively) present a useful resource for marker-based analysis of genetic diversity in guayabillo and tracking the invasion of guava.

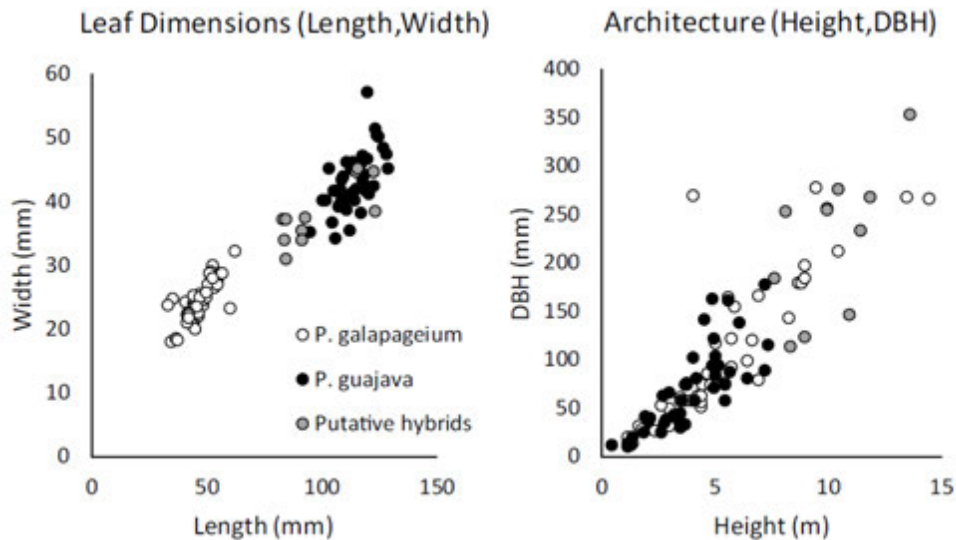


Figure 1. Morphological analysis of 44 guayabillo individuals (white dots), 44 guava individuals (black dots), and 12 putative hybrids (grey dots) from the islands of San Cristóbal, Santa Cruz, and Isabela. Putative hybrids more closely resemble guayabillo in tree form and guava in leaf dimensions. DBH: diameter at breast height.

Figura 1. Análisis morfológico de 44 individuos de guayabillo (puntos blancos), 44 individuos de guayaba (puntos negros) y 12 híbridos putativos (puntos grises) de las Islas San Cristóbal, Santa Cruz e Isabela. Los híbridos putativos se parecen más al guayabillo en relación a la forma del árbol y más a la guayaba en relación al tamaño de las hojas. DBH: diámetro a la altura del pecho.

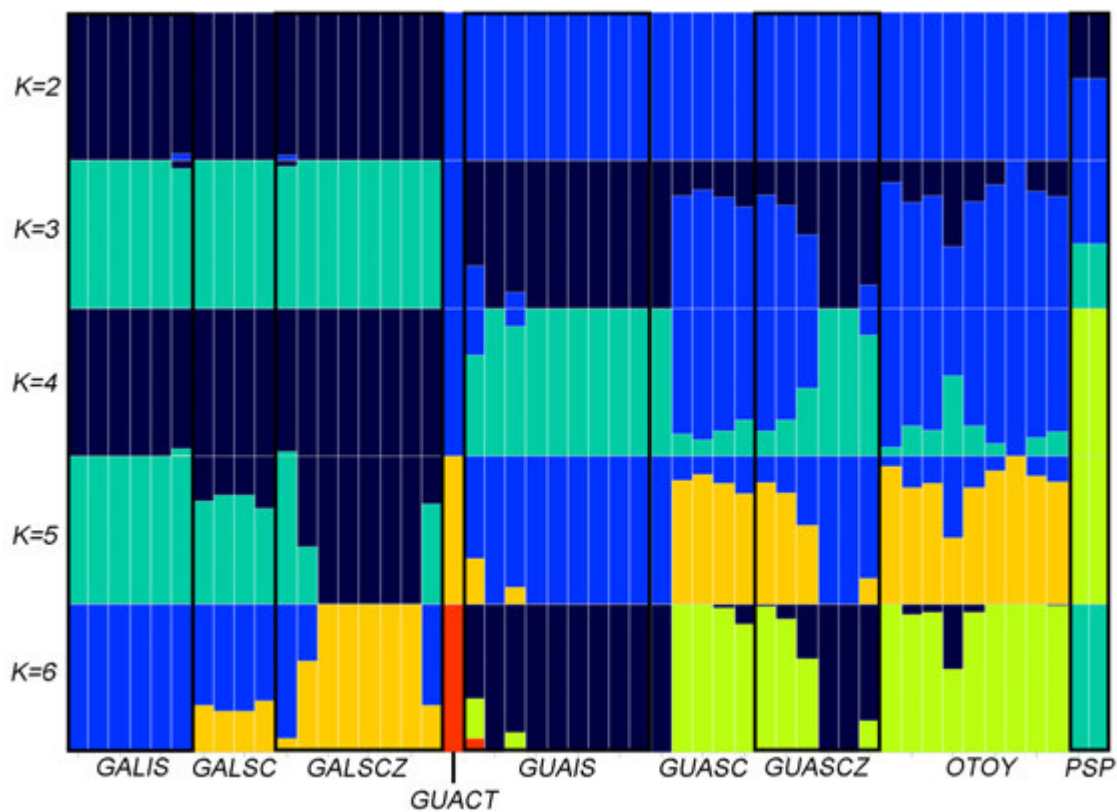


Figure 2. Admixture analysis of genome wide SNP data assuming two to six subpopulations (K). Genotypes include 18 guayabillo individuals from Isabela (GALIS), San Cristóbal (GALSC) and Santa Cruz (GALSCZ); 21 guava individuals from continental Ecuador (GUACT), Isabela (GUAIS), San Cristóbal (GUASC), and Santa Cruz (GUASCZ); and 11 putative hybrids from an Otoy plantation on San Cristóbal (OTOY) and from Santa Cruz (PSP). Clear population structure by island is displayed in both guava and guayabillo. The putative hybrids from Santa Cruz (PSP) show the signal of admixture for K=3 but appear distinct from both species for K>3.

Figura 2. Análisis de la mezcla de datos (Admixture) de los SNP de todo el genoma asumiendo de dos a seis subpoblaciones (K). Genotipos incluyen 18 individuos de guayabillo de Isabela (GALIS), San Cristóbal (GALSC) and Santa Cruz (GALSCZ); 21 individuos de guayaba del Ecuador continental (GUACT), Isabela (GUAIS), San Cristóbal (GUASC), y Santa Cruz (GUASCZ); y 11 híbridos putativos de Otoy en San Cristóbal (OTOY) y de Santa Cruz (PSP). Se muestra una clara estructura poblacional por isla tanto para la guayaba como para el guayabillo. Los híbridos putativos de Santa Cruz (PSP) muestran la señal de “admixture” para K=3 pero aparecen distintos de las dos especies para K>3.



Figure 3. Neighbor-joining phylogeny generated from the concatenated sequences of plastome genes *matK*, *psbA*, and *rbcL*. Putative hybrids from the Otoy population on San Cristóbal are indistinguishable from guava. Putative hybrids from Santa Cruz (PSP) form a monophyletic lineage not nested within either species. Clades within guayabillo are shallow and lack geographic structure.

Figura 3. Filogenia generada por el método de Neighbor-joining de las secuencias concatenadas de los genes del plastoma *matK*, *psbA*, and *rbcL*. Los híbridos putativos de la población de Otoy en San Cristóbal no se distinguen de los individuos de la guayaba. Híbridos putativos de Santa Cruz (PSP) forman un linaje monofilético no conectado con ninguna de las dos especies. Los lados dentro del guayabillo son poco profundos y no presentan una estructura geográfica.

Análisis poblacional de los perros vagabundos y con hogar en San Cristóbal, Galápagos (2016-2017) / Analysis of the owned and free-roaming dog population in San Cristóbal island, Galápagos (2016-2017)

C Jaime Grijalva^{*1}; Diego Paez-Rosas²; Cynda Crawford¹; Nicole Stacy¹; Hendrik Nollens¹; Christina Romagosa³; Matthew Zeisloft¹; Marilyn Cruz Bedón⁴; Yasmania Llerena⁴; Jorge A. Hernandez¹

¹ *College of Veterinary Medicine, University of Florida, Gainesville, FL 32610-0136, USA*

² *Universidad San Francisco de Quito (USFQ) and Galápagos Science Center, Galápagos, Ecuador*

³ *Department of Wildlife Ecology and Conservation, University of Florida, Gainesville, FL, USA*

⁴ *Agencia de Regulación y Control de la Bioseguridad y Cuarentena para Galápagos, Galápagos, Ecuador*

*Correo electrónico: jgrijalvar@ufl.edu

Resumen

Objetivo

- Estimar la abundancia de perros vagabundos y con dueño en San Cristóbal: 2016, 2017

Procedimientos

Perros vagabundos. - Durante el verano de 2016 y 2017, la población de perros vagabundos en 6/15 barrios urbanos elegidos al azar se calculó utilizando un método de captura-recaptura.

Perros con dueño. - Un tamaño de muestra de 306 hogares proporciona un 95% de confianza y un 80% de poder de que la prevalencia de hogares con ≥ 1 perro es del $40\% \pm 5\%$.

Resultados.

Perros vagabundos. - En 2016 el área con mayor población fue el transecto conformado por los barrios Albatros-Fragata (Mh2 109, 95% CI 75-180). La población total estimada para los tres transectos fue (Mh2 215, 95% CI 162,309).

En 2017, Albatros-Fragata mantiene el transecto con más perros, pero la diferencia entre los transectos es mucho más cercana (Mh2 62, 95% CI 50-90). La población total estimada para los tres transectos fue (Mh2 168, IC 95% 38-220).

Perros con dueño. - En 2016 se incluyeron 142/286 hogares identificados (50%), 54 de ellos (38%) tenían ≥ 1 perro. La relación humano:perro observada fue de 512/88 o 6:1. Los machos esterilizados fueron más frecuentes (38%) que las hembras (34%). Así mismo, el 44% de los hogares permitieron que los perros vaguen libremente.

En 2017 apuntamos a los mismos bloques y vecindarios que en 2016. Las encuestas se completaron con éxito en 141/270 (52%) hogares, y 67 (48%) tenían ≥ 1 perro. La relación humano:perro observada fue 508/116 o 4:1.

Las hembras esterilizadas fueron más frecuentes (45%) en comparación con los machos castrados (36%). Finalmente, el 28% de los hogares permitieron que sus perros vagabundeen libremente.

Abstract

Objective

•To estimate the abundance of free-roaming and owned dogs on San Cristóbal: 2016, 2017

Procedures.

Free-roaming dogs. - During Summer 2016 and 2017, the population of free-roaming dogs in 6/15 randomly selected urban neighborhoods was estimated by using a mark-recapture method
Owned dogs. - A sample size of 306 households provides 95% confidence and 80% power that the prevalence of households with ≥ 1 dogs is $40\% \pm 5\%$.

Results

Free-roaming dogs. - In 2016 the area with the highest dog population was the transect conformed by the neighborhoods Albatros-Fragata (Mh2 109, 95%CI 75-180). The estimated total population for the three transects was (Mh2 215,95% CI 162,309).

In 2017, Albatros-Fragata still the transect with more dogs but the difference between transects were closer. Albatros-Fragata (Mh2 62, 95% CI 50-90) The estimated total population all three transects was (Mh2 168 ,95% CI 38-220).

Owned dogs. - In 2016 142/286 identified households were included (50%), 54 of them (38%) had ≥ 1 dogs. The observed human: dog ratio was 512/88 or 6:1. Neutered males were more frequent (38%) compared to spayed females (34%). In addition, 44% of households allowed dogs to roam free.

In 2017 we targeted the same blocks and neighborhoods than in 2016. Surveys were successfully completed in 141/270 (52%) households, and 67 (48%) had ≥ 1 dogs. The observed human: dog ratio was 508/116 or 4:1.

Spayed females were more frequent (45%) compared to neutered males (36%). Finally, 28% of households allowed their dogs to roam free.

Efecto del cambio del uso de tierra en el ensamblaje comunitario de las aves terrestres en San Cristóbal, Galápagos / effect of the land-use change on the community assemblage of the land birds of San Cristóbal, Galápagos

Daniel Velarde-Garcez^{1*}, Diego F. Cisneros-Heredia^{1,2}

¹ Universidad San Francisco de Quito USFQ, Colegio de Ciencias Biológicas & Ambientales, Laboratorio de Zoología Terrestre, Quito 170901, Ecuador

² King's College London, Department of Geography, London, UK

*Correo electrónico: dvelardeg@estud.usfq.edu.ec

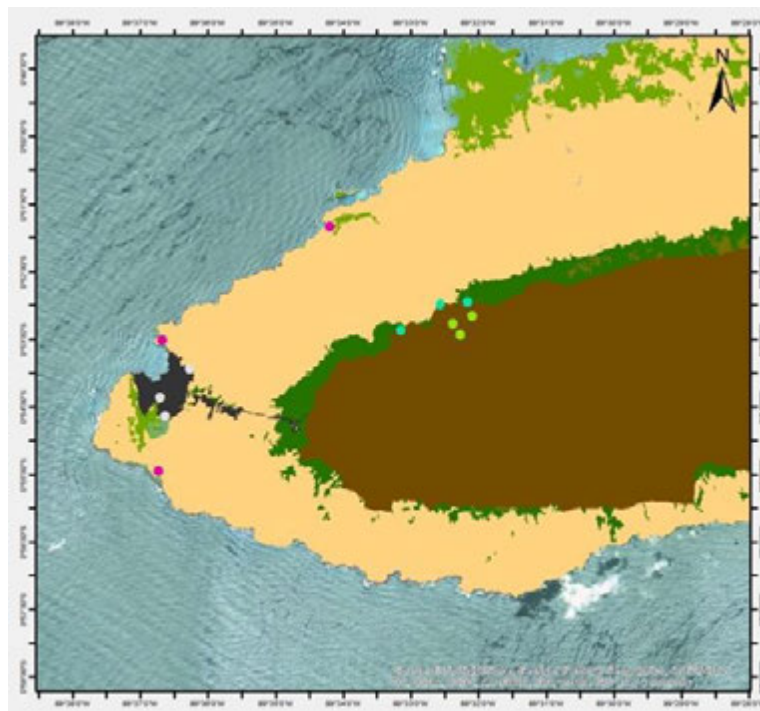
Resumen

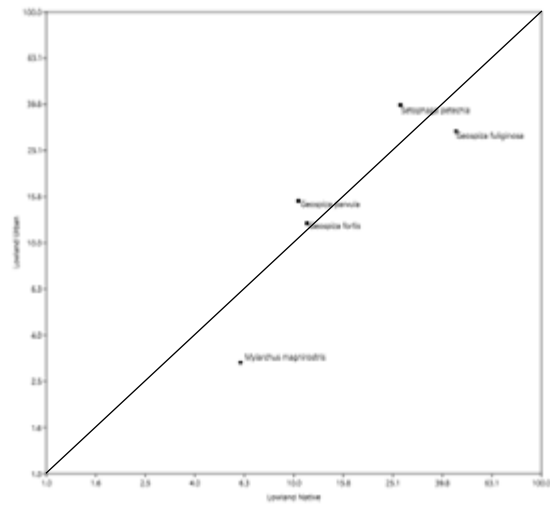
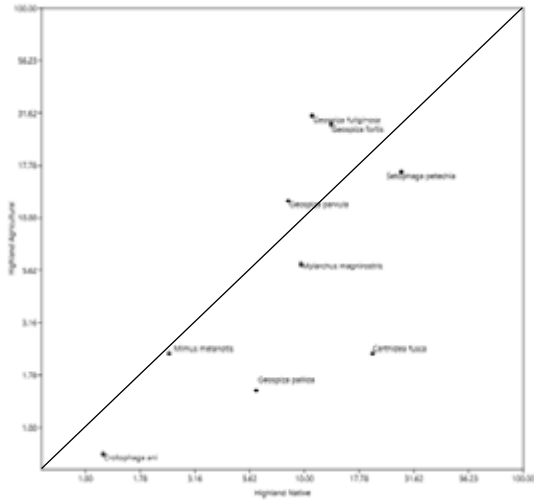
El cambio de hábitat afecta a la diversidad de las comunidades de aves, permitiendo la expansión y dominancia de ciertos nichos y especies, y la disminución o incluso la extinción local de otros. Varias especies exóticas parecen ser beneficiadas por los cambios de hábitat inducidos por humanos, mientras que las especies endémicas son principalmente afectadas. Las islas oceánicas sobresalen entre todas las áreas geográficas por su alto endemismo, que a su vez hace que las disminuciones poblacionales sean más preocupantes. Este estudio analizó las diferencias en el ensamblaje de las comunidades de aves en San Cristóbal, Galápagos, Ecuador, entre distintos hábitats de la parte baja (bosque deciduo primario y áreas verdes urbanas y suburbanas) y la parte alta (bosque siempreverde estacional primario y área agrícola) de la isla. Se muestreó cada hábitat utilizando transectos visuales y redes de neblina. Los resultados obtenidos con ambas técnicas de muestreo mostraron ser concordantes. Un análisis de similitud concluyó que las comunidades de aves de los sitios se parecían más dentro de los hábitats que entre estos. Las comunidades en la parte alta mostraron una mayor diferencia en términos de la diversidad, pero no diferencias pronunciadas en la abundancia. En la parte alta, los insectívoros endémicos (e.g., Pinzón de Darwin Gris *Certhidea fusca* y el Papamoscas de Galápagos *Myiarchus magnirostris*) se encontraban mayormente restringidos al bosque siempreverde estacional primario, mientras que granívoros (e.g., Pinzón de Tierra Pequeño *Geospiza fuliginosa* y Pinzón de Tierra Mediano *Geospiza fortis*) fueron más abundantes en el área agrícola, al igual que especies introducidas (Garrapatero *Piquiliso Crotophaga ani*). En la parte baja, los ensamblajes de comunidades se parecían entre los dos hábitats, excepto una disminución de la abundancia global en las áreas verdes urbanas que mostraron los resultados de las redes de neblina. La Reinita Amarilla (*Setophaga petechia aureola*) fue la única especie que no mostró variación en la abundancia y frecuencia entre los hábitats. Se encontró una mayor prevalencia de pústulas probablemente causadas por viruela aviar en el bosque deciduo (en el 12% de los individuos). Los cambios reportados para la parte alta en el cambio del ensamblaje de la comunidad son especialmente preocupantes debido a que San Cristóbal es la isla con mayor porcentaje de área agrícola del archipiélago, y una de las especies implicadas (Pinzón de Darwin Gris) ha sufrido una presunta extinción local en Florean probablemente debido a la destrucción de su hábitat. Este estudio tiene implicaciones fuertes en la formulación de estrategias de conservación y la formulación de políticas enfocadas en el manejo de áreas agrícolas y urbanas en San Cristóbal.

Abstract

Habitat change affect diversity of bird communities, allowing the expansion and dominance of some guilds and species, and the decline or even local extinction of others. Many exotic species appear to be benefit by the human-induced habitat change, while endemic species are mostly damaged. Among

all geographic areas oceanic islands excel due to their high endemism, what makes the population declines in there more worryingly. This study analyzed differences in the assemblage of bird communities in the San Cristóbal island, Galápagos archipelago, Ecuador, between different habitats on the lowlands (old-growth lowland deciduous forests and suburban and urban green areas) and on the highlands of the island (old-growth seasonal evergreen forest and agricultural areas). We sampled each habitat using visual transects and mist netting. Sampling results obtained with both methods agreed. A similarity analysis of the avifauna assemblage concluded that the communities were more similar within habitats rather than between. Communities on the highlands showed a greater difference in terms of community assemblage, but not pronounced differences in terms of abundance. On the highlands, insectivorous endemics (e.g., Grey Warbler-finch *Certhidea fusca* and Galápagos Flycatcher *Myiarchus magnirostris*) species were mostly restricted to the old-growth forests, while granivorous endemic species (e.g., Small Ground-Finch *Geospiza fuliginosa* and Medium Ground-Finch *G. fortis*) were extremely dominant on agricultural areas, as well as introduced species (Smooth-billed Ani *Crotophaga ani*). On the lowlands, species communities were fairly similar in terms of their species richness. Yellow Warbler (*Setophaga petechial aureola*) was the only species that showed no variation in their abundance and frequency across all habitats. A higher prevalence of pox-like pustules was found on the deciduous forest than on the other habitats (12% of the individuals). The changes reported in the community assemblage in the highland are especially worryingly, since San Cristóbal is the island with the highest percentage of agriculture of the archipelago, and an affected species (Grey Warbler-finch) has presumably undergone a local extinction in Floreana for habitat loss. This study has strong implications for the formulation of conservation strategies and policy-making focused on the management of urban and agricultural areas in San Cristóbal island.





A new tourism monitoring protocol for Galápagos visitor sites: from science to management

Daniela Cajiao^{1*}, Gunter Reck¹, Keyla Castro², Mariuxi Farías³, Juan Carlos Izurieta⁴, Susana Cárdenas¹, Yu-Fai Leung⁵, María Casafont⁶

¹ *Instituto de Ecología Aplicada ECOLAP-USFQ, Universidad de San Francisco de Quito, P.O. Box 1712841, Quito, Ecuador.*

² *Parque Nacional Galápagos, Ministerio de Ambiente. Puerto Ayora. P.O. Box 200350. Galápagos, Ecuador.*

³ *World Wildlife Fund, Ecuador. Galápagos, Ecuador Puerto Ayora. P.O. Box 200350.*

⁴ *Ministerio de Turismo del Ecuador, Puerto Ayora. P.O. Box 200350. Galápagos, Ecuador.*

⁵ *Department of Parks, Recreation and Tourism Management, North Carolina State University, Raleigh, North Carolina, P.O. Box 27695, USA.*

⁶ *Formerly with WWF Ecuador and now with Factoría Ambiental, Santa Cruz, Galápagos.*

*Correo electrónico: dcajiao@usfq.edu.ec / danicajiao@gmail.com

Resumen

El Parque Nacional Galápagos y su Reserva Marina ofrecen 180 sitios de visita y diferentes modalidades de turismo que permiten el desarrollo de un amplio rango de oportunidades turísticas. Desde el 2009, el turismo en Galápagos se encuentra organizado a través del Sistema de Manejo de Visitantes (SIMAVIS), un marco metodológico técnico que establece directrices para el manejo del turismo y uso de visitantes. Para SIMAVIS, las actividades de monitoreo son un componente clave en el manejo debido a que sus resultados contribuyen a procesos de toma de decisión respecto al manejo de los sitios de visita.

Para la mayoría de las metodologías de manejo de visitantes, el monitoreo es fundamental para mantener la calidad de los recursos y experiencia de los visitantes y consecuentemente para alcanzar los objetivos de manejo de las áreas protegidas. Sin embargo, el monitoreo puede ser fácilmente confundido con ciencia y en ocasiones sus resultados se incorporan débilmente a los procesos de toma de decisiones.

Luego de nueve años de monitoreo turístico bajo la metodología SIMAVIS, una evaluación de efectividad fue desarrollada. Nuestros hallazgos relevamos que los manejadores enfrentan un reto muy grande vinculado los resultados del monitoreo con el manejo y, en ocasiones, los resultados de los procesos de investigación no informan apropiadamente los procesos de toma de decisión para sitios de visita. Esto estableció la necesidad de distinguir diferentes componentes y actores que forman parte del protocolo de monitoreo turístico para los sitios de visita de Galápagos. Basado en esto propusimos tres diferentes componentes: Primero, monitoreo de control de uso de sitios de visita, el cual genera reportes de alerta temprana; estas actividades de monitoreo son principalmente desarrolladas por guardaparques. Segundo, monitoreo de efectividad y monitoreo coyuntural, el cual puede ser desarrollado para informar a los manejadores sobre necesidades de gestión para determinados sitios de visita y tendencias sobre elementos específicos del turismo; este componente puede ser desarrollado por personal del área, guías y voluntarios. Tercero, investigación aplicada que va a resolver preguntas específicas que van a contribuir al manejo de sitios de visita pero que principalmente generan conocimiento científico; éste puede ser desarrollado mayormente por académicos, investigadores y contar con el apoyo de otros actores clave.

Como una estrategia para fortalecer el protocolo de monitoreo, proponemos además el uso de tecnología y la integración de aplicaciones web y plataformas para desarrollar un proceso más interactivo y participativo. Esperamos que este protocolo convierta al monitoreo de sitios de visita de Galápagos en un proceso más dinámico y sostenible y por otra, parte los resultados de investigaciones puedan estar mejor integrados e informen de manera más eficiente y oportuna los procesos de toma de decisiones para sitios de visita.

Abstract

The Galápagos National Park and its Marine Reserve offer 180 visitor sites and different tourism modalities that allow the development of a wide range of tourism activities. Since 2009, the Galápagos tourism is organized through the Visitors' Management System (SIMAVIS in Spanish), a technical framework that establishes a rationale and guideline for the management of tourism and visitor use. For SIMAVIS, monitoring activities are a key component of the management because their results will contribute decision-making processes regarding visitors' sites management.

For most of the frameworks related to visitor management, monitoring is fundamental to maintain quality of resources and experience, as well as consequently to achieve protected area goals. Nevertheless, monitoring could be easily assumed as science and sometimes its results could be poorly integrated into decision-making processes.

After 9 years of SIMAVIS tourism monitoring in the Galápagos protected areas an effectiveness evaluation was conducted. Our findings revealed that managers faced a big challenge linking monitoring results and management, and sometimes research results did not appropriately informed decision-making processes for tourism visitor sites. This establishes the need to distinguish different components and stakeholders that encompasses the tourism monitoring protocol for GNP visitor sites. Based on this, we proposed three different components: Firstly, visitor sites control activities monitoring which generate early warning reports; these monitoring activities could be led primarily by rangers. Secondly, an effectiveness and site-specific monitoring that could be developed to inform management needs and detect trends about specific issues; this could be supported by park staff, guides and volunteers. And thirdly, applied research, which could answer specific questions that will contribute to visitor site management but basically will generate science knowledge; these could be developed mainly by academics and researchers with expected support from other stakeholders.

As a strategy to enhance the new monitoring protocol, we propose the use of technology and the integration of web apps and internet platforms to develop a more interactive and participatory process. We expect that this protocol will make monitoring of GNP visitor sites more efficient and sustainable. Moreover, monitoring and research results would be better integrated and would inform decision-making processes in a more effective and timely manner.

Avances en el estudio de la biología de las culebras terrestres de Galápagos (*Pseudalsophis spp.*)

Danny O. Rueda Córdova^{1*}, Christian Sevilla¹, Luis Ortiz- Catedral²

¹ Dirección de Ecosistemas, Proceso de Conservación y Restauración de Ecosistemas Insulares, Dirección General del Parque Nacional Galápagos, Islas Galápagos, Puerto Ayora, Ecuador.

² Instituto de Ciencias Naturales y Matemáticas, Universidad Massey, Auckland, Nueva Zelandia.

*Correo electrónico: drueda@galapagos.gob.ec

Resumen

Las culebras terrestres de Galápagos (*Pseudalsophis spp.*) representan uno de los grupos de vertebrados menos estudiados en el archipiélago. La taxonomía del grupo es complicada y actualmente no existe consenso sobre el número de especies. La revisión más reciente sugiere seis especies con múltiples subespecies, pero existe evidencia preliminar que sugiere una mayor diversidad de entre 9 y 12 especies. En noviembre de 2015 iniciamos un ambicioso proyecto encaminado a generar información básica sobre la biología de estos reptiles y a clarificar su diversidad taxonómica, así como su historia fitogeográfica. Aquí presentamos resultados obtenidos sobre la dieta de las culebras terrestres de Galápagos, obtenidos en base a la examinación microscópica de excretas de 14 poblaciones y 9 taxa (n=150 muestras) (Fig. 1), el estudio más completo sobre la dieta de este grupo a la fecha. Además, presentamos resultados preliminares sobre la densidad poblacional de culebras. El elemento más común en la dieta son lagartijas de lava (*Microlophus spp.*) (68%), seguido de salamanquesas (*Phyllodactylus spp.*) (25%). Restos de plumas y cascara de huevos de ave en 1% de las muestras examinadas sugiere que aves pequeñas (posiblemente pinzones) También son consumidas. El 6% restante de consiste en restos de invertebrados que muy probablemente representan casos de ingestión secundaria. Existen registros de otros elementos en la dieta como juveniles de Iguanas marinas (*Amblyrhynchus cristatus*) e Iguana terrestre (*Conolophus subcristatus*), pero no fueron registrados en las muestras de excretas, posiblemente debido a cambios temporales y ontogénicos en la dieta. Las culebras ocurren en densidades bajas (< 3 individuos por hectárea) en Rabida, Santa Cruz, Santiago y Baltra); densidades medias 3-5 individuos por hectárea) en Pinzon, Islote Tortuga, e Islote Champion; y densidades altas (> 6 individuos por hectárea) en Fernandina (dos especies), Santa Fe, Seymour Norte e Islote Gardner. Respecto a patrones de distribución, la presencia de una especie (*Pseudalsophis steindachneri*) fue confirmada en tres localidades (Seymour Norte, Baltra y Santa Cruz), mientras que cuatro taxa (*Pseudalsophis slevini*, *Pseudalsophis (occidentalis) helleri*, *Pseudalsophis sp. 1* y *Pseudalsophis sp. 2*) se encuentran en una sola localidad: Pinzon, Islote Tortuga, Fernandina, y Seymour Norte respectivamente. Nuestros resultados a la fecha no incluyen poblaciones de Isabela, San Cristóbal, Española y Bartolomé, sitios en donde han sido registradas culebras terrestres. En los próximos meses completaremos el muestreo en estas localidades para obtener un panorama más completo de la distribución y biología de este grupo de reptiles.



Figura 1. Poblaciones y taxa de *Pseudalsophis* muestreados en campo en el periodo 2015-2017.

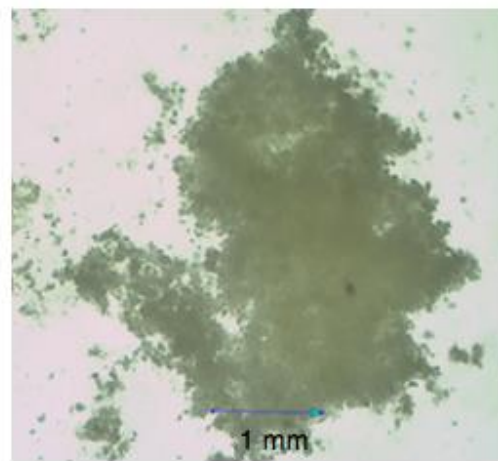
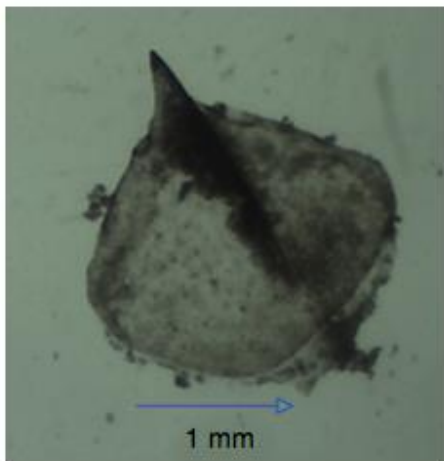


Figura 2. Ejemplos de ítems de la dieta de *Pseudalsophis* en Galápagos: Izquierda: escamas de Lagartija de lava (*Microlophus spp.*) Derecha: Piel de salamanesa (*Phyllodactylus spp.*).

Fotografía como herramienta de conservación –reduciendo la brecha entre la ciencia y comunidad / Photography as a conservation tool - reducing the gap between science and community.

Diego Bermeo

Comunicación Ambiental Dirección del Parque Nacional Galápagos.

*Correo electrónico: dbermeo@galapagos.gob.ec

Resumen

Galápagos es un referente de ciencia y conservación gracias a los esfuerzos de los guardaparques de la Dirección del Parque Nacional Galápagos (DPNG)PNG, el trabajo de ciencia de la Estación Científica Charles Darwin (ECCD), Galápagos Science Center (GSC), los esfuerzos de la comunidad y otras instituciones que se han sumado con el paso del tiempo.

La fotografía es un vínculo entre la ciencia – conservación y el turista, el empresario, el estudiante, el pescador, el ama de casa, el ciudadano común; a través de la cual se visibilizan el trabajo de científicos y guardaparques: y es un uso que ha sido implementado para difundir estas actividades.

Sin embargo, a pesar de este uso, existe poco o ningún conocimiento de parte del ciudadano común sobre el trabajo científico y esfuerzo de conservación que se realiza en las áreas protegidas. Para los jóvenes galapagueños es común caminar entre tortugas, pinzones; nadar junto a iguanas y lobos marinos; pero desconocen el trabajo de ciencia que existe y que dio paso a medidas de manejo para mantener estas especies.

Por lo que, es importante apoyar la cimentación de una cultura local que tenga como base el conocimiento ciencia – conservación. Es aquí donde entra la fotografía como un reflejo, que nos permite observarnos dentro del contexto socio-ambiental en el que la comunidad está inmersa. Por tanto, esto permitirá contar las experiencias locales que integran el bagaje cultural e identitario de la comunidad.

Objetivo

Mediante el conocimiento y vinculación de jóvenes y adolescentes en las acciones de ciencia y conservación que se desarrolla en las áreas naturales protegidas de Galápagos, promover una cultura fotográfica como herramienta de conservación para resaltar a través de imágenes, la dinámica científica, esfuerzos de conservación, la majestuosidad de la naturaleza de Galápagos y la cotidianidad de la sociedad galapagueña; y de esta manera influir en la conservación y empoderamiento del patrimonio natural y cultural que encierran las áreas protegidas.

Metodología

Los jóvenes a través de clases teóricas y expediciones fotográficas se vinculan a las actividades de ciencia y conservación que fortalecen su sentido de pertenencia y la importancia de cuidar este Patrimonio Natural de la Humanidad.

Expediciones fotográficas que se realizan en coordinación con los guardaparques que lideran las actividades de conservación que realiza la Dirección del Parque Nacional Galápagos o científicos, donde los jóvenes fotógrafos forman parte de la actividad y acompañan en el trabajo de campo a los

guardaparques o científicos durante su desarrollo, recibiendo conocimiento y documentado fotográficamente los procesos de protección, conservación, restauración y ciencia que desarrollan en las áreas naturales protegidas. Fotografías que posteriormente deben ser descritas por cada uno de los estudiantes en una siguiente clase y de ser necesario una visita al científico para reforzar algún concepto.

Estas expediciones fotográficas se complementan con visitas a sitios turísticos, o actividades culturales con el fin de crear espacios de intercambios sociales para fomentar capacidades, destrezas y manifestaciones artísticas en los jóvenes galapagueños que sean coherentes con su entorno social y ambiental.

Se desarrollan exposiciones fotográficas a nivel local y en galerías del Ecuador continental donde se presenta una selección de imágenes realizadas por los estudiantes donde los jóvenes presentan sus trabajos describiendo su participación en proyectos científicos, de conservación y demás actividades que forman parte de su vida como habitante de un Patrimonio Natural de la Humanidad, logrando fortalecer su sentido de pertenencia e identidad cultural.

Interacciones tróficas en los depredadores emblemáticos que habitan la reserva marina de Galápagos / Trophic interactions in the emblematic predators living at the Galápagos marine reserve.

Diego Páez-Rosas^{1*}, Leandro Vaca¹, Alex Hearn¹, Gustavo Jimenez-Uzcatogui², Eduardo Espinoza³, Christian Sevilla³

¹ *Universidad San Francisco de Quito, Galápagos Science Center, Ecuador.*

² *Fundación Charles Darwin, Conservación de Ecosistemas, Ecuador.*

³ *Dirección Parque Nacional Galápagos, Ecosistemas, Ecuador.*

*Correo electrónico: dpaez@usfq.edu.ec

Resumen

Existe una gran preocupación sobre el futuro de los depredadores emblemáticos que habitan la Reserva Marina de Galápagos, debido a su elevada vulnerabilidad frente a eventos climáticos y al nivel de competencia al que están expuestos. En general, las poblaciones que viven en sistemas de baja productividad marina se enfrentan a una fuerte competencia, la cual deriva en el desarrollo de diferentes estrategias tróficas para maximizar su eficiencia nutricional. Este trabajo analiza el comportamiento alimentario de varias especies de peces pelágicos mayores (tiburones, atunes, molas, etc.) y aves marinas (pingüinos y cormoranes) mediante el uso de isótopos estables de carbono y nitrógeno ($\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$), con el objetivo de determinar el grado de interacción que tienen estas especies en la Reserva Marina de Galápagos. Se observaron diferencias inter-específicas en el uso de las áreas de alimentación ($\delta^{13}\text{C}$: Kruskal-Wallis, $p=0.01$), lo que sugiere un comportamiento netamente pelágico para la mayoría los tiburones. Acompañado de un consumo diferencial de presas entre las diferentes especies de pelágicos mayores ($\delta^{15}\text{N}$: Kruskal-Wallis, $p=0.01$). Los pingüinos y cormoranes, que habitan exclusivamente la región oeste del archipiélago, no presentaron diferencias en los valores de $\delta^{15}\text{N}$, lo que sugiere el consumo de presas del mismo nivel trófico por parte de ambas especies. Sin embargo, las señales de $\delta^{13}\text{C}$ fueron diferentes ($\delta^{15}\text{N}$: t student, $p=0.01$), lo que indica el uso de diferentes zonas de alimentación (pelágico y bentónico respectivamente). Estos resultados constituyen un hallazgo relevante en cuanto al comportamiento evolutivo de estas especies, evidenciando el desarrollo de un alto grado de flexibilidad trófica, que les permite aumentar sus posibilidades de supervivencia en un ecosistema que es muy exigente en términos de disponibilidad de recursos.

Abstract

There is great concern about the future of the emblematic predators that inhabit the Galápagos Marine Reserve due to its high vulnerability to climatic events and the level of competition that are exposed. In general, populations living in systems of low marine productivity face strong competition, which results in the development of different trophic strategies to maximize their nutritional efficiency. This work analyzes the feeding behavior of several species of larger pelagic fish (sharks, tuna, molasses, etc.) and marine birds (penguins and cormorants) through the use of stable isotopes of carbon and nitrogen ($\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$), with the objective of determining the degree of interaction that these species have in the Galápagos Marine Reserve. Inter-specific differences were observed in the use of the feeding areas ($\delta^{13}\text{C}$: Kruskal-Wallis, $p=0.01$), suggesting a clearly pelagic behavior for most of the larger pelagic species; accompanied of differential intake of prey between different larger pelagic fish ($\delta^{15}\text{N}$: Kruskal-Wallis, $p=0.01$). The penguins and

cormorants, which exclusively inhabit the western region of the archipelago, did not present differences in the values of $\delta^{15}\text{N}$, suggesting the consumption of prey of the same trophic level by both species; however, the $\delta^{13}\text{C}$ signals were different ($\delta^{15}\text{N}$: t student, $p=0.01$), indicating the use of different feeding areas (pelagic and benthic, respectively). These results constitute a relevant finding regarding the evolutionary behavior of these species, evidencing the development of a high degree of trophic flexibility, which allows them to increase their chances of survival in an ecosystem that is very demanding in terms of availability of resources.

Bibliotecas: conectando conocimiento y conservación / Libraries: connecting knowledge and conservation.

Edgardo Civallero

Fundación Charles Darwin

*Correo electrónico: edgardo.civallero@fcdarwin.gob.ec / edgardocivallero@gmail.com

Resumen

El conocimiento es una de las herramientas más potentes y valiosas a la hora de diseñar y llevar adelante cualquier tipo de investigación, y de desarrollar y mantener a lo largo del tiempo un programa de conservación sólido y comprometido junto a la sociedad civil.

Tal conocimiento es un bien intangible que precisa de una gestión cuidadosa que lo recoja, preserve, organice, visibilice y distribuya. Las bibliotecas han sido y continúan siendo las principales depositarias y gestoras de conocimiento a nivel mundial, y son por ello las más importantes aliadas de los investigadores, conservadores y naturalistas. Pero no solo como depósitos de saberes cuidadosamente catalogados, clasificados y digitalizados, sino como conocedoras de los procesos de producción, manejo y divulgación de la información, como diseñadoras de estrategias de transmisión de conocimientos, y como participantes habituales de muchos espacios de reflexión crítica, compromiso, debate y construcción social y cultural.

Basada en los nuevos lineamientos de trabajo de la Biblioteca Corley Smith (Estación Científica Darwin, Puerto Ayora), esta conferencia busca describir sucintamente el rol a jugar por las bibliotecas y los bibliotecarios en los programas de conservación medioambiental a nivel internacional, y presentar los servicios, actividades, canales, herramientas y ámbitos de diálogo que la B. Corley Smith pretenden proveer y abrir en las Galápagos.

Abstract

Knowledge is one of the most powerful and valuable tools when it comes to designing and carrying out any type of research, and to developing and maintaining over time a solid and committed conservation program alongside civil society.

Such knowledge is an intangible good that requires careful management — collecting, preserving, organizing, disseminating and making it visible. Libraries have been and continue to be the main repositories and knowledge managers worldwide, and are therefore the most important allies of researchers, conservators and naturalists. But not only as repositories of a carefully cataloged, classified and digitized knowledge, but as holders of a wide expertise in the production, management and dissemination of information, as designers of strategies for knowledge transmission, and as regular participants in many spaces of critical thinking, and social and cultural debate, commitment and construction.

Based on the recently updated work plan of the Corley Smith Library (Darwin Research Station, Puerto Ayora), this conference seeks to succinctly describe the role played by libraries and librarians in environmental conservation programs at an international level, and to present the services, activities, channels, tools and areas of dialogue that the Corley Smith Library intends to provide and open in the Galápagos Islands.

Patrones de Migración e indicadores del estado poblacional de la Manta raya (*Manta birostris*) en la Reserva Marina de Galápagos/ Population index state and migration patterns of the Manta Ray (*Manta birostris*) in the Galápagos Marine Reserve

Eduardo R. Espinoza^{1,3*}, Alex Hearn^{2,3}, Cesar Peñaherrera^{6,7}

¹ Dirección del Parque Nacional Galápagos; Av. Charles Darwin-Puerto Ayora Galápagos - Ecuador

² Pontificia Universidad Católica del Ecuador; Bahía de Caráquez – Manabí, Ecuador

³ Universidad San Francisco de Quito, laboratorio de Telemetría, San Cristóbal Galápagos, Ecuador

⁴ MIGRAMAR, San José, Costa Rica

*Correo electrónico: eespinoza@galapagos.gob.ec

Resumen

Las Manta Rayas (*Manta birostris*) están entre los más fascinante de los animales marinos. Se encuentran en la categoría de Vulnerables en la lista roja de la UICN. Investigaciones preliminares sugieren que existen pequeñas poblaciones, fragmentadas. Las mantas han demostrado ser sumamente vulnerables a las amenazas de antropogénicas en particular a la presión pesquera, con la rápida disminución de su abundancia en áreas donde son pescadas incidentalmente o como pesca objetivo. (Modisto et al. 2012). La Dirección del Parque nacional de Galápagos (DPNG), bajo el liderazgo del ministerio del ambiente se ha estado realizando varios esfuerzos para reforzar la protección de esta especie, a través de la inclusión de estas especies en el apéndice I y II de la Convención para la protección de las especies migratorias (CMS) y el incluirlo en el Apéndice II de la lista de CITES.

La distribución y abundancia de Manta en las Islas Galápagos ha sido, pobremente documentadas. Los estudios de estos animales han estado limitados a las observaciones oportunísticas durante proyectos que se concentran en otras especies de pelágicos. La DPNG y la universidad de San Francisco han estado desarrollando un proyecto para determinar la abundancia de estas especies de focal. Este estudio ha desarrollado el análisis de los datos de los patrones de migración y distribución de esta especie en medida de comprender la abundancia y la distribución de la migración de estas especies, por medio de censos poblacionales y marcas satelitales.

Este estudio incluye censos de la población: monitoreando dos sitios de importancia donde se conoce que existe una gran abundancia en sitios tales como cabo Marshall y Los Tuneles en la isla Isabela. Tres sitios han sido seleccionados para el censo de población y marcar las mantas con marcas satelitales y acústicas: Cabo Marshall (isla de Isabela), Los Tuneles área y Canal Bolívar (isla de Isabela). En cada sitio, se realizaron censos poblacionales con Drone y foto – identificación por buceo. Estos sitios fueron monitoreados eventualmente aprovechando otros viajes de estudios de pelágicos. Se eligieron los sitios de mayor importancia para mantener un censo de población. También se instalaron marcas satelitales Spot 5 para comprender sus movimientos regionales y estacionales – y así establecer si existe conectividad entre Galápagos y el Ecuador continental u otras partes de la región, pero es la idea de que cambian de lugar el norte a Colombia y el sur a Perú.

Este proyecto fue implementado con personal del parque nacional Galápagos y científicos del departamento de monitoreo de ecosistemas marinos además del apoyo de la universidad de San

Francisco de Quito. Los resultados preliminares muestran agregaciones de la población de mantas en los sitios seleccionados y una base de datos fotográfica de cada individuo observado, además del análisis de la abundancia poblacional y los patrones de migración en corta y larga distancia de esta emblemática especie.

Abstract

Manta rays are amongst the most fascinating of all marine animals. They are listed on the IUCN Red List as Vulnerable. Preliminary research suggests small, fragmented populations. Manta rays have proven extremely vulnerable to anthropogenic threats particularly fishing pressure, with swift declines in abundance clear in areas where they are targeted or caught incidentally. (Couturier et al. 2012). The Galápagos National Park Service (GNPS), under the Ministry of Environment has been making several effort for enforce the protection of this species, throughout the Inclusion of these species in the appendix I and II of the Convention for the conservation of Migratory species (CMS) and the listed in the Apendix II of CITES.

Manta ray distribution in the Galápagos Islands has been, poorly documented. Studies of these animals have been limited to opportunistic observations during projects focusing on pelagic sharks and cetaceans. The GNPS and the San Francisco University has been developing a project within some other research cruise to determine the abundance of these key species. This study has been developing since 2013 with the manta survey and start the analysis of multivariable data in order to understand the effect of oceanographic parameters with abundance and migration patterns.

The project includes a population survey: monitoring two sites of known manta ray density such as Marshall and Los Tuneles in Isabela Island, and second, surveys for manta ray populations with the use of a Drone. Three sites have been monitoring in order to conduct a population census and tag manta rays: Cabo Marshall (Isabela Island), Los Tuneles area and Bolivar Chanel (Isabela Island). At each site, we establish a pelagic census with Drone and photo-ID by diving. These sites were monitored during other field trip of pelagic species. We selected the most importance sites in order to conduct a population census. We also place satellite tags on mantas to understand their regional movements – we already established connectivity between Galápagos and mainland Ecuador, but it is thought that they move north to Colombia and south to Peru.

This project was implemented together with park rangers and scientists of the Galápagos National Park in the Department of Marine Ecosystems Monitoring and San Francisco University of Quito. Results include a database of the manta ray population at the selected sites and a photographic database of each individual observed. Population analysis of the abundances and migration pattern in short and long distances was recorded for this emblematic specie.



Figura 1. A) Patrón de migración de larga escala mostrado por dos Mantas marcados con Marcas satelitales en el suroeste de la Isla Isabela.

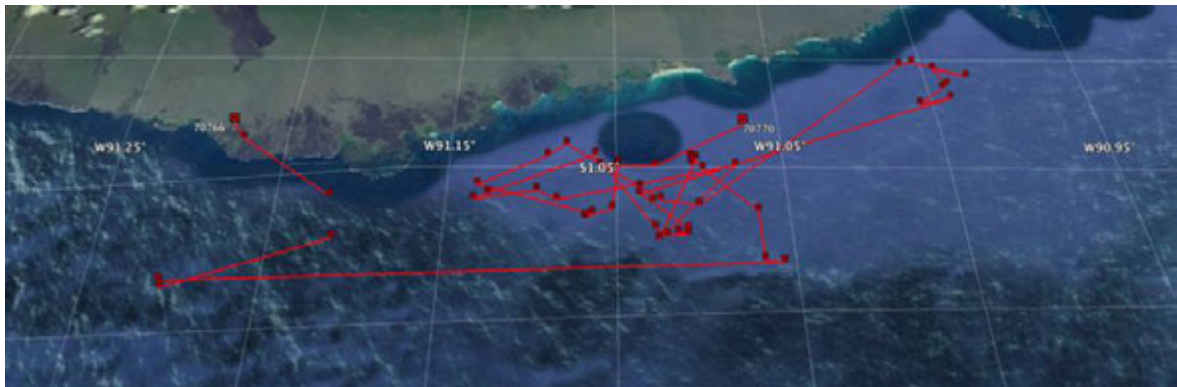


Figura 2. Patrón de Migración a corta escala de una Manta raya marcada en el área de los Tuneles al sur oeste de Isabela



Figure 3. Marcaje de Manta Raya con marca satelital buceando en apnea.

Diversidad y estructura comunitaria de peces de arrecife en el océano pacífico este tropical / Diversity and community structure of reef fish in the Eastern Tropical Pacific

Elka Janine García Rada^{1*}, Estefanía Bravo Ormaza¹, Nicole Chinacalle Martínez¹, Jean López Macías¹, Javier Zevallos Rosado¹, Cesar Peñaherrera Palma^{1,2}

¹ Pontificia Universidad Católica del Ecuador – Sede Manabí. Bahía de Caráquez, Manabí, Ecuador

² Migramar. 9255 Sir Francis Drake Boulevard, Olema, California 94950

*Correo electrónico: elka_gi@hotmail.com

Resumen

El Pacífico Este Tropical (PET) se caracteriza por tener una elevada riqueza de fauna bentónica tanto en la zona oceánica como continental. Varios estudios han evaluado la riqueza y estructura comunitaria existente en varias áreas marinas protegidas (AMPs) oceánicas, pero no se ha realizado ningún estudio comparativo de los patrones comunitarios de los peces de arrecife entre los ecosistemas oceánicos y continentales. Aprovechando la plataforma levantada por el proyecto Reef Life Survey (<https://reeflifesurvey.com>), este estudio realiza una evaluación de la estructura comunitaria de peces de arrecife en tres AMPs oceánicas y los compara con cuatro AMPs continentales del PET. Las comunidades de peces de las zonas de arrecife continentales y oceánicas fueron dominadas principalmente por peces damisela *Chromis atrilobata*, viejas arcoíris *Thalassoma lucassanum* y cardenales punta negra *Apogon atradorsatus* (Figura 1), representando el 46% de las especies cuantificadas alrededor de la Isla del Coco, las Islas Galápagos, la Isla Malpelo y la costa pacífica de Colombia, Costa Rica, Ecuador y Panamá. Sin embargo, tomando en cuenta su ubicación geográfica se observan diferencias significativas en la estructura comunitaria de los peces (ANOSIM $p=0.001$; Figura 2), pues en la zona continental dicha estructura está dominada por peces damisela *Chromis atrilobata*, viejas arcoíris *Thalassoma lucassanum* y viejas camaleón *Halichoeres dispilus*, que representan el 54% del total de la abundancia cuantificada. Diferentemente, en los ecosistemas oceánicos dominan principalmente los cardenales punta negra *Apogon atradorsatus*, pargos rollizos *Paranthias colonus* y viejas arcoíris *Thalassoma lucassanum*, totalizando el 52.4% del total de la abundancia cuantificada. Aunque la abundancia fue el factor que más influyó en las diferencias observadas, las áreas marianas protegidas de un mismo ecosistema poseían similar riqueza de especies e indicadores de diversidad. Estos resultados sugieren que cada AMP actúa en redundancia ecológica para otras del mismo ecosistema. Además, los esfuerzos de protección de comunidades de peces sensibles deben ser complementados con la protección de áreas vecinas para asegurar la resiliencia ecológica de estos ecosistemas.

Abstract

The Eastern Tropical Pacific (ETP) is characterized by rich benthic fauna in both continental and oceanic ecosystems. Several studies have evaluated the species richness in several oceanic protected marine areas of the ETP, but no study has focused in comparatively assessing both oceanic and continental ecosystems alone. By using the Reef Life Survey Project data platform (<https://reeflifesurvey.com>), this study assessed the community structure of reef fish inhabiting three oceanic and four continentals MPAs of the ETP marine corridor region. All reef fish communities were mainly dominated by the damselfish *Chromis atrilobata*, Cortes rainbow wrasse *Thalassoma lucassanum* and blacktip cardinals *Apogon atradorsatus* (Figure 1), representing 46% of the quantified species around Coco's Island, Galapagos, Malpelo Island and the Pacific Coast of

Colombia, Costa Rica, Ecuador and Panama. However, fish community structure significantly differed when accounting for their geographic location (ANOSIM $p = 0.001$, Figure 2). Continental ecosystems are mainly dominated by the damselfish *Chromis atrilobata*, Cortes rainbow wrasse *Thalassoma lucasanum* and the chameleon wrasse *Halichoeres dispilus*, which represents 54% of the total quantified abundance. Differently, oceanic ecosystems are mainly dominated by the blacktip cardinal *Apogon atradorsatus*, Pacific creolfish *Paranthias colonus* and the Cortes rainbow wrasse *Thalassoma lucasanum*, totaling 52.4% of the total quantified abundance. While fish abundance was the major driver of the observed differences, MPAs from the same ecosystems held similar species richness and diversity index. These findings suggest each MPA provide a certain degree of ecological redundancy to other MPAs from the same ecosystem. Furthermore, efforts in protecting sensitive reef communities should be complemented with the protection of neighboring reef systems to favor ecosystem ecological resilience.

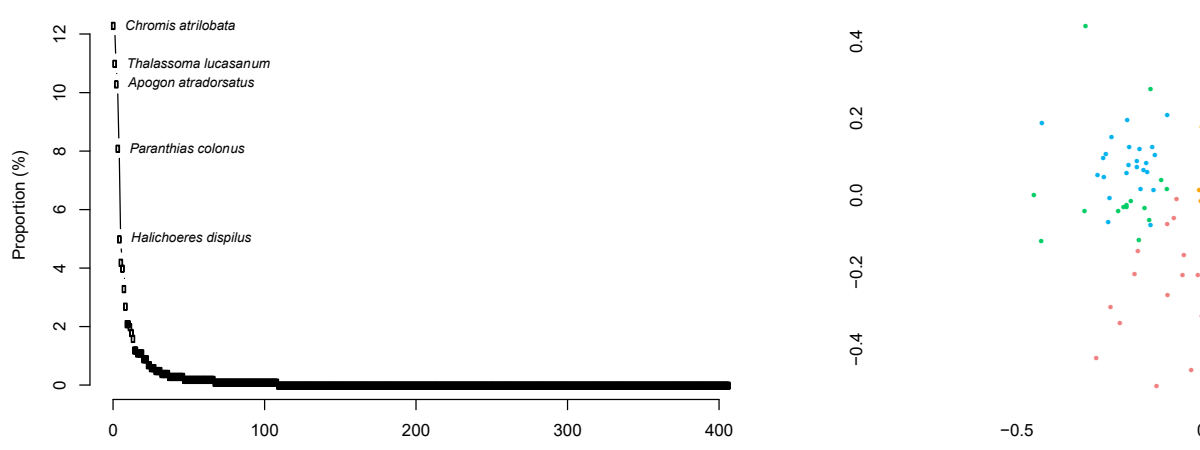


Figura 1. Abundancia de especies de peces que habitan en arrecifes continentales y oceánicos del PET.

Figure 1. Reef fish abundance and community structure similarity in the Eastern Pacific region by site. Analyzed datasets belong to the Reef belong to the Reef Fish Life Survey Project].

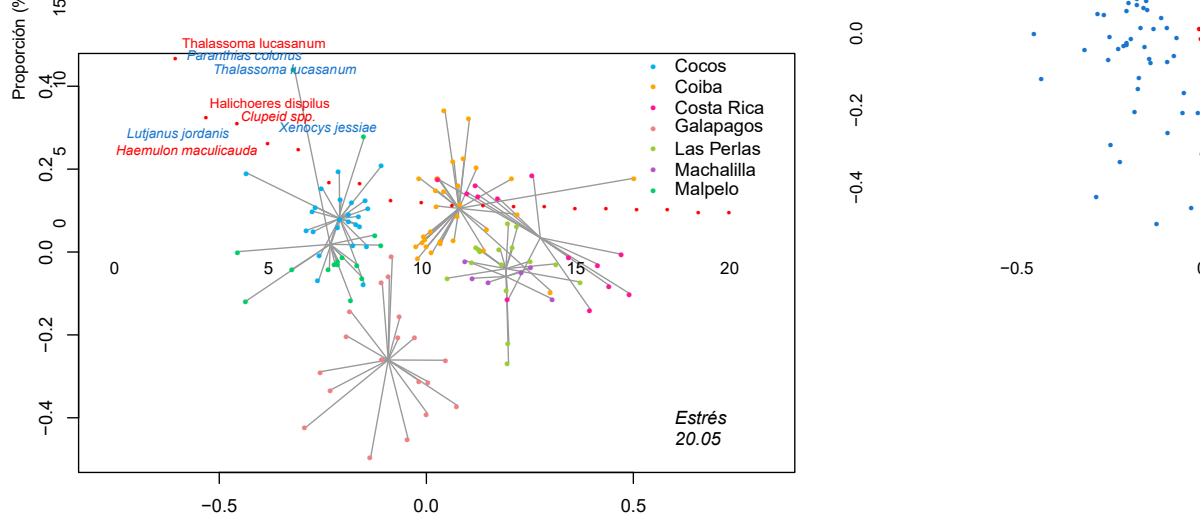


Figura 2. Análisis de similitud de la estructura comunitaria entre siete sitios evaluados del CMAR y entre los tipos de ecosistemas continental y oceánico.

Figure 2. Reef fish community structure similarity in the Eastern Pacific region by site and by type of ecosystem. Analyzed datasets belong to the Reef belong to the Reef Fish Life Survey Project].

Exploring the relationship of infections and municipal water quality on San Cristóbal, Galápagos / investigando la relación entre infecciones y la calidad del agua municipal en San Cristóbal, Galápagos.

Kelly Houck¹, Jill Stewart¹, Peggy Bently¹, Juan Ochoa², Enrique Terán^{3*}

¹ *University of North Carolina at Chapel Hill, USA*

² *Hospital Oskar Jandl, Ministerio de Salud Pública del Ecuador. San Cristóbal, Galápagos - Ecuador*

³ *Colegio de Ciencias de la Salud, Universidad San Francisco de Quito, Quito - Ecuador*

*Correo electrónico: eteran@usfq.edu.ec

Resumen

El objetivo de este estudio fue investigar la relación entre la calidad del agua en la casa (medida por contaminación fecal) y las infecciones gastrointestinales y urinarias antes y después de la apertura de la planta de tratamiento de agua en agosto 2013 en San Cristóbal, Galápagos. Los datos para este análisis fueron obtenidos de un estudio antropométrico que investigaba exposición a patógenos y la respuesta inmunológica gastrointestinal y urinaria en 114 madres y 166 niños en San Cristóbal realizado entre junio 2013 y abril 2014. Se recolectó información sobre la historia de enfermedades en madres e hijos, uso de agua en la casa y su manejo y hábitos de higiene personal. Se tomaron muestras del agua de la casa y se analizaron los niveles de *E. Coli* y coliformes totales como indicador de contaminación fecal en el laboratorio de microbiología del Galápagos Science Center. Además, las tasas poblacionales de infecciones fueron estimadas a partir de los registros hospitalarios del hospital de San Cristóbal entre enero y diciembre del 2013. Se encontró una asociación significativamente estadística entre infecciones y altos niveles de patógenos fecales en el agua de la casa ($p < .05$), con una tasa de infección de aproximadamente 40% entre las casas con alta contaminación en comparación a 30% en las que tuvieron niveles bajos de contaminación. Sin embargo, hubo una significativa disminución en el número de casas con altos niveles de contaminación (>10 E. coli por 100mL agua) después de que la nueva planta de tratamiento de agua abrió, con 48 hogares que tenían niveles altos antes y solo 7 hogares que los tenían después. Además, las infecciones auto-reportadas en niños disminuyeron de 32 a 25% las gastrointestinales y de 15 a 3% las urinarias ($p < .05$) después de la nueva planta de tratamiento de agua. Las madres también tuvieron una significativa disminución de las infecciones del tracto urinario de 41 a 15% ($p < .05$), a pesar de que las infecciones intestinales aumentaron ligeramente. De acuerdo con los registros hospitalarios del 2013, hubo 1648 casos de enfermedades gastrointestinales diagnosticadas en la isla, la mayoría de las cuales no fueron específicas o no analizadas para el agente causal. Para la población total, el número de infecciones gastrointestinales cayó en un 50% entre agosto y septiembre del 2013. Este patrón fue además demostrado entre el grupo de edades desde nacimiento a los cuatro años y de cinco a 18 años. Dado que la distribución general de infecciones a lo largo del año es variable, con factores adicionales de complicación como las estaciones, se requiere más investigación al respecto. Sin embargo, las tasas de infección en Santa Cruz mostraron un incremento entre agosto y septiembre, lo que soporta nuestra teoría de que la mejora en calidad del agua puede ser responsable de la disminución en San Cristóbal. **Financiamiento:** NSF DDRIG (#1341156); Wenner-Gren Dissertation Fieldwork Grant; Triangle Center for Evolutionary Medicine; NICHD 5T32HD007168, Carolina Population Center; University of North Carolina's (UNC) Institute for Global Health and Infectious Disease; UNC's Royster Society of Fellows.

Abstract

The objective of this project was to explore the relationship between household water quality (measured by fecal contamination) and gastrointestinal and urinary infections before and after the water treatment facility opened in August 2013 on San Cristóbal Galápagos. Data for this analysis are drawn from an anthropological study investigation pathogenic exposures and mother and children urinary and intestinal immune health in 114 mothers and 166 children on San Cristóbal conducted from June 2013 to April 2014. We collected detailed information on mother and children's illness histories, household water use and sanitation practices, and personal hygiene behaviors. Household water samples were collected and analyzed for levels of *E. coli* and total coliforms as indicators of fecal contamination at the microbiology laboratory in the Galápagos Science Center. In addition, population rates of infections are estimated from hospital diagnosis records from San Cristóbal between January to December of 2013. We found a statistically significant association between infections and high levels of fecal pathogens in household water ($p < .05$), with an infection rate of approximately 40% among households with high contamination compared to 30% in households with low levels of contamination from our sample. However, there was a significant reduction in the number of households with high contamination levels (>10 *E. coli* per 100mL water) after new water treatment facility opened, with 48 households having high levels before and only 7 households having elevated levels after. In addition, the rate of self-reported gastrointestinal and urinary infections in children decreased after the new water treatment, from 32% to 25% of children having intestinal infections and 15% to 3% of children having urinary infections ($p > .05$). Mothers also experienced a significant decline in the rates of urinary tract infections from 41% to 15% ($p > .05$), although intestinal infections slightly increased. According the hospital records for 2013, there were 1,648 cases of gastrointestinal illness diagnosed on the island, the majority of which were non-specific or not tested for a causal pathogen, followed by helminths, protozoa, virus and bacteria agents. For the entire population, the number of gastrointestinal infections dropped by 50% between August and September of 2013. This pattern was further demonstrated among the age groups from birth to four years and five to 18-year old. Since the overall distribution of infections through the year is variable, with additional complicating factors such as seasonal effects, further research on population infection patterns is necessary. However, infection rates on Santa Cruz experienced an increase between August and September, supporting our theory that improvements in the water quality may be underlying the decline on San Cristobal. **Funding sources:** NSF DDRIG (#1341156); Wenner-Gren Dissertation Fieldwork Grant; Triangle Center for Evolutionary Medicine; NICHD 5T32HD007168, Carolina Population Center; University of North Carolina's (UNC) Institute for Global Health and Infectious Disease; UNC's Royster Society of Fellows.

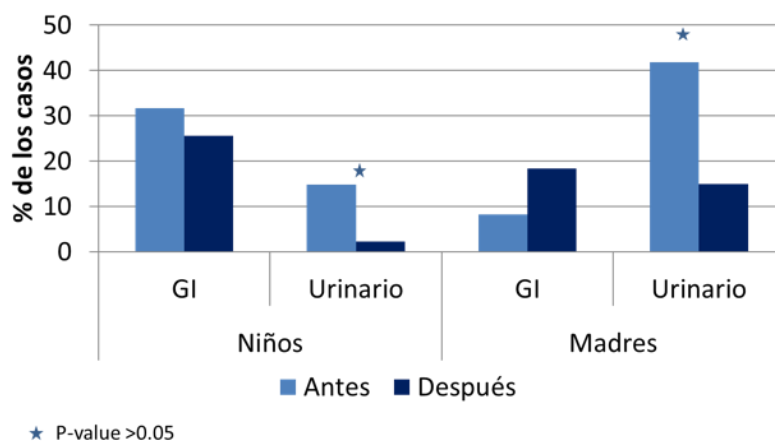


Figure 1. New water treatment plant impact on self-reported gastrointestinal (GI) and urinary infections, both in mothers and children from San Cristóbal, Galápagos.

Figura 1. Impacto de la nueva planta de tratamiento de agua sobre las infecciones gastrointestinales (GI) y urinarias auto reportadas en madres y sus niños en San Cristóbal, Galápagos.

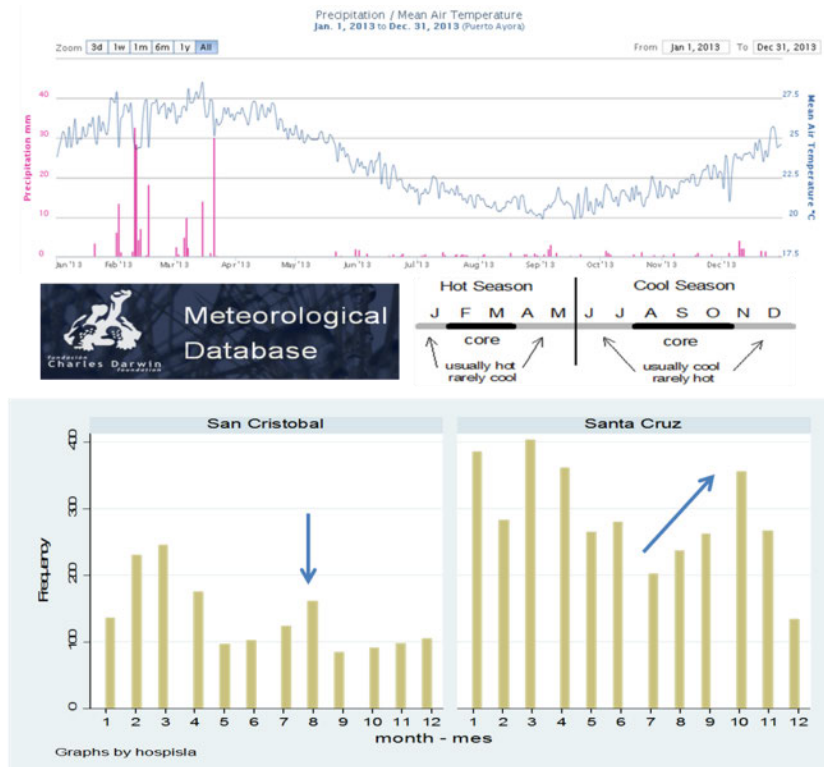


Figure 2. Gastrointestinal (GI) and urinary infections reduction in San Cristóbal is not related to seasonal weather changes but is related to the new water treatment plant.

Figura 2. Reducción de las infecciones gastrointestinales (GI) y urinarias en San Cristóbal no estuvo relacionadas con los cambios estacionales de agua, pero si con la nueva planta de tratamiento de agua.

Análisis del incremento de superficies impermeables en ambientes ecológicamente frágiles a través de sensores remotos: estudio de caso Galápagos /Analysis of impervius surfaces increases in ecologically fragile environments using remote sensing: study case Galápagos

Fátima L. Benítez^{1,2*}, Carlos F. Mena^{1,2,3}, Leo Zurita-Arthos^{3*}

¹ *Galápagos Science Center, Universidad San Francisco de Quito, San Cristóbal – Ecuador.*

² *Instituto de Geografía, Universidad San Francisco de Quito, Quito - Ecuador*

³ *Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales – Universidad San Francisco de Quito, Quito – Ecuador.*

**Correo electrónico: lbenitez@usfq.edu.ec*

Resumen

La urbanización es considerada como un proceso positivo relacionado a la modernización económica y social, donde las áreas rurales son transformadas en centros urbanos (Poumanyvong and Kaneko, 2010). Sin embargo, este proceso de transformación en el paisaje afecta considerablemente la biodiversidad, el clima local y regional, el ciclo del agua y los servicios ecosistémicos. Esto es particularmente importante en áreas que se encuentran cerca o dentro de áreas protegidas, como es el caso del Archipiélago de Galápagos, donde el 97% de su área se encuentra protegida y donde los asentamientos urbanos han experimentado un rápido crecimiento en área y población.

El crecimiento del área urbana viene acompañado del incremento en área de superficies impermeables, las cuales son definidas como estructuras artificiales compuestas por materiales que no permiten la absorción natural del agua en el suelo. La cantidad de superficies impermeables en los paisajes es un importante indicador de su calidad ambiental (El Garouani et al., 2017)

En este contexto, este estudio busca identificar la mejor técnica que permita estimar superficies impermeables en islas volcánicas habitadas, utilizando imágenes satelitales de resolución espacial moderada y de libre acceso (Landsat 8/OLI). Para alcanzar este objetivo fueron comparadas dos técnicas que han sido ampliamente utilizadas en estudios de ambientes urbanos, las cuales son: clasificación orientada a objetos utilizando índices espectrales y clasificación sub-píxel.

El resultado de esta investigación demostró que la clasificación orientada a objetos usando índices espectrales provee una adecuada estimación de las superficies impermeables en islas volcánicas habitadas (RMSE = 18,8%, SE = 2,4%, and MAE = 9,76%) comparada con la clasificación sub-píxel (RMSE = 34.2%; SE = 22.9%; MAE = 25.7%), con un coeficiente de correlación de 68% sobre el 48% obtenido en la clasificación sub-píxel.

Identificando la mejor técnica para estimar superficies impermeables, el proceso fue replicado en los tres principales centros urbanos de Galápagos (Puerto Ayora, Puerto Baquerizo Moreno y Puerto Villamil) con el objetivo de analizar el incremento de estas superficies en un periodo de 25 años. Este proyecto permitió identificar un incremento de aproximadamente 170 ha (127%) de superficies impermeables en los centros urbanos desde 1992 al 2017. Estas transformaciones en el paisaje se generan principalmente por la pérdida de vegetación natural (67%), suelo volcánico (31%) y zonas arenosas (2%). La tasa de crecimiento anual de superficies impermeables es de aproximadamente 3.3%, la cual es similar con la tasa de crecimiento poblacional anual en el mismo periodo (3.8%). El índice de dispersión urbana, el cual mide el crecimiento del área urbanizada en el tiempo ajustado

por el crecimiento poblacional, muestra que en Puerto Villamil el crecimiento de las superficies impermeables es mayor al crecimiento poblacional, mientras que en Puerto Ayora sucede lo contrario. El estudio de la transformación de estos paisajes en ambientes ecológicamente frágiles es crucial para entender los patrones y tendencias del crecimiento y dispersión de los centros urbanos, constituyendo un requerimiento básico para los sistemas y procesos de planificación que involucra a todos los actores, con el objetivos de dar soporte a la toma de decisiones en el manejo de tierras, monitoreo de ecosistemas, iniciativas pre-existentes de conservación, planificación urbana local, y desarrollo de políticas sustentables.

Abstract

Urbanization is commonly considered a positive process linked to economic and social development, where rural areas are transformed into urban centers (Poumanyvong and Kaneko, 2010). However, landscape transformation greatly impacts biodiversity, water cycles, local and regional climate, and a range of ecosystem services. This is particularly important in urban areas that are close to, or within, protected areas, such as in the Galápagos Archipelago where 97% of its area is protected and the urban settlements are growing rapidly in area and population.

Urban growth is usually accompanied by the increase of impervious surface, which is defined as a type of surface material that does not allow water infiltration directly into the soil. The amount of impervious surface in a landscape is an important indicator of its environmental quality (El Garouani et al., 2017).

Thus, this study aims to identify the most suitable methodology to estimate impervious surfaces in urban landscapes of inhabitant volcanic islands using medium-spatial resolution and open-access satellite data (Landsat 8/OLI). In order to achieve this goal, the two most widely used techniques in urban studies were compared: the object-based classification using spectral indices and the sub-pixel classification.

Accuracy measurements, developed in this study, indicate that object-based classification using spectral indices provides an adequate estimation of impervious surfaces in inhabitant volcanic islands (RMSE = 18.8%, SE = 2.4%, and MAE = 9.76%) compared with the sub-pixel accuracy measurements (RMSE = 34.2%; SE = 22.9%; MAE = 25.7%), showing a significantly higher (R² = 68%) correlation between estimated and true impervious surface fraction compared with the sub-pixel classification (R² = 48%).

Knowing the most suitable technique to estimate impervious surfaces, the process was replicated in the other three main urban centers in Galápagos (Puerto Ayora, Puerto Baquerizo Moreno y Puerto Villamil) to analyze the impervious surface increase in 25 years.

From 1992 to 2017, urban areas in Galápagos increased approximately 170 ha (127%). This landscape transformation is the result of a decrease in natural vegetation (67%), bare soil (31%) and sandy areas (2%). The average annual growth rate in urban areas, determined from remote sensing change detection, was approximately 3.3% from 1992 to 2017. This total growth in urban impervious surfaces is similar compared to an annual population growth rate of approximately 3.8% for the same period. The urban sprawl index, which measures the growth in build-up area over time adjusted for the growth in population, shows that in Puerto Villamil the growth in built-up area is higher than the population growth while in Puerto Ayora the opposite is the case.

The study of the urban landscape transformation is relevant to understand the patterns and trends of

growth and sprawl of urban centers in ecologically fragile ecosystems, being a need for planning systems and processes that involve all stakeholders, in order to support land management decision-making, ecosystem monitoring, pre-existing conservation initiatives, urban planning and sustainable development policies.

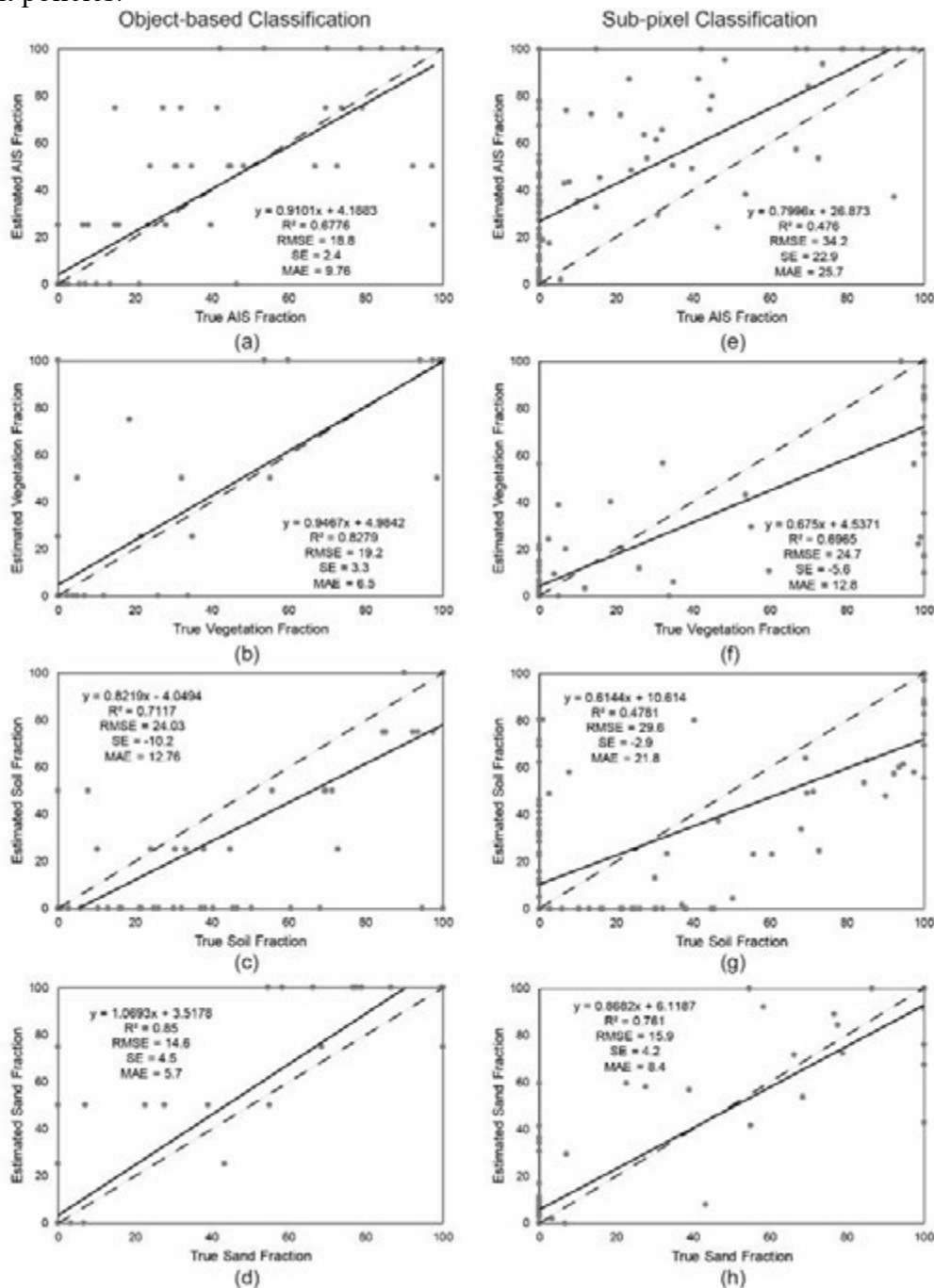


Figura 1. Diagrama de dispersión de los valores de referencia y valores estimados de la fracción cubierta modelada a partir de la clasificación orientada a objetos: (a) Superficies impermeables; (b) Vegetación; (c) Suelo; (d) Arena; y a partir de la clasificación sub-píxel: (e) Superficies impermeables; (f) Vegetación; (g) Suelo, (h) Arena.

Figure 1. Scatterplots of the land cover fractions constructed by the reference data and the estimated data modeled by the object-based classification: (a) Impervious surface; (b) Vegetation; (c) Soil; (d) Sand; and by the sub-pixel classification: (e) Impervious surface; (f) Vegetation; (g) Soil, (h) Sand.

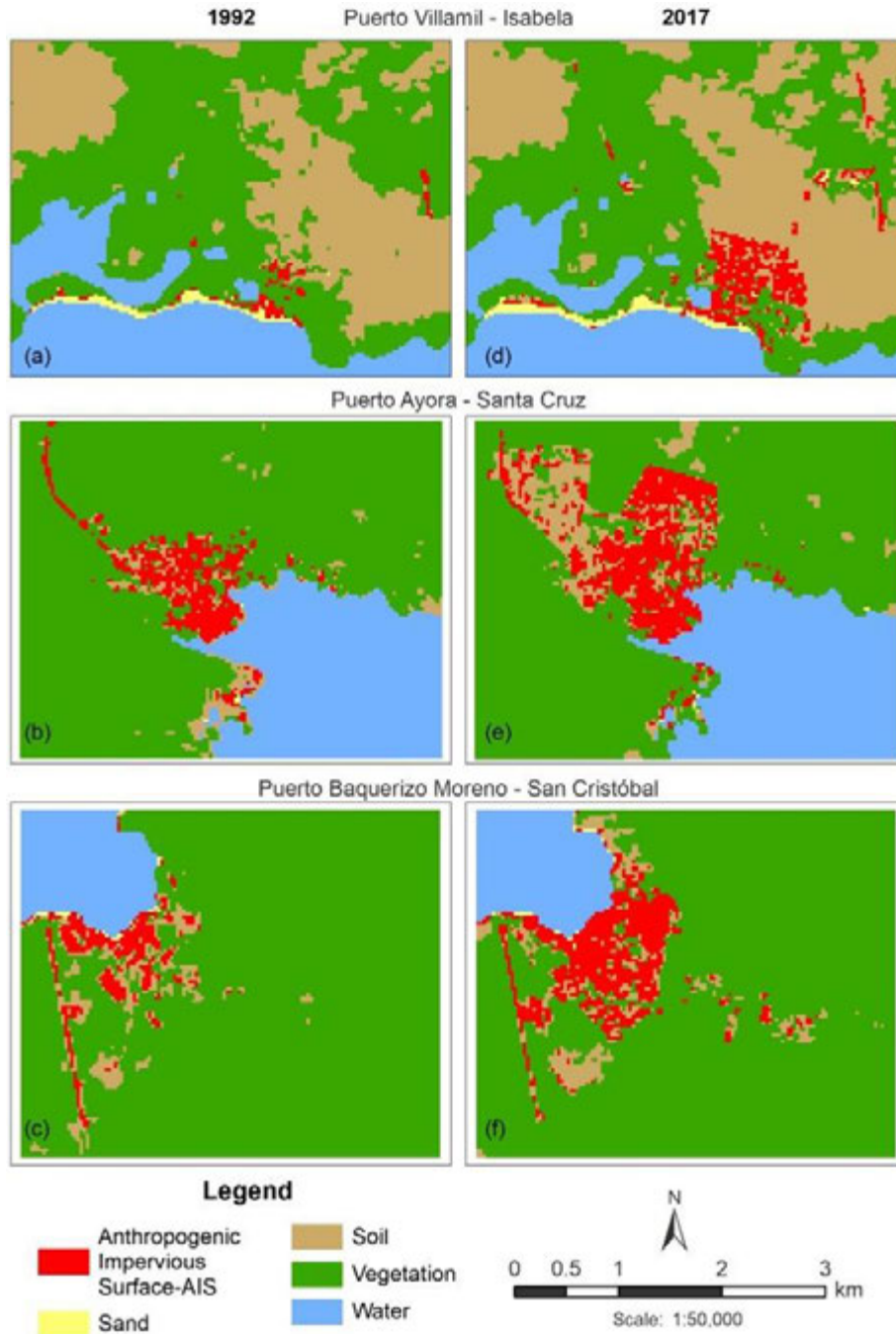


Figura 2. Mapas de cobertura de la tierra de los centros urbanos de Galápagos para 1992: (a) Puerto Villamil; (b) Puerto Ayora; (c) Puerto Baquerizo Moreno; y 2017: (d) Puerto Villamil; (e) Puerto Ayora; (f) Puerto Baquerizo Moreno.

Figure 2. Land cover maps of Galápagos Urban Centers for circa 1992: (a) Puerto Villamil; (b) Puerto Ayora; (c) Puerto Baquerizo Moreno; and 2017: (d) Puerto Villamil; (e) Puerto Ayora; (f) Puerto Baquerizo Moreno.

Nuevas herramientas genómicas para la conservación de elasmobranquios / Novel genomic tools for conservation of elasmobranchs

Floriaan Devloo-Delva^{1,2*}, Christopher P. Burrridge², Peter M. Kyne³, Gregory E. Maes^{4,5,6}, Diana Pazmiño^{6,7}, Pierre Feutry¹

¹ *Oceans and Atmosphere, CSIRO, GPO Box 1538, Hobart, TAS 7000, Australia. Email: Floriaan.Devloo-Delva@csiro.au*

² *School of Natural Sciences, University of Tasmania, 55 Private Bag, Hobart, TAS 7000, Australia.*

³ *Research Institute for the Environment and Livelihoods, Charles Darwin University, Ellengowan Drive, Darwin, NT 0909, Australia.*

⁴ *Center for Human Genetics, UZ Leuven – Genomics Core, KU Leuven, Herestraat 49, Leuven, 3000, Belgium.*

⁵ *Laboratory of Biodiversity and Evolutionary Genomics, KU Leuven, Ch. Deberiotstraat 32, Leuven, 3000, Belgium.*

⁶ *Centre for Sustainable Tropical Fisheries and Aquaculture, Comparative Genomics Centre, College of Science and Engineering, James Cook University, 145 James Cook Drive, Townsville, 4811 QLD, Australia.*

⁷ *Universidad San Francisco de Quito – Galápagos Science Center, Diego de Robles y Pampite, Quito 17-12-841, Ecuador.*

*Correo electrónico: floriaan.devloodelva@utas.edu.au

Resumen

Con alrededor de un cuarto de especies de elasmobranquios amenazados con peligro de extinción a nivel global, nuevos métodos son requeridos para mejorar su manejo y conservación. La genética y genómica son campos que han evolucionado rápidamente en la conservación de elasmobranquios. Nuevas técnicas, como por ejemplo secuenciamiento de mitogenomas, y escaneo de genomas nucleares completos, permiten evaluar el estatus de conservación de estos organismos con una mayor resolución. Esta charla pretende demostrar cómo estas técnicas pueden proporcionar nueva información biológica y ecológica, útiles para evaluar la efectividad de leyes nacionales e internacionales de protección para estas especies. Nuevos métodos genómicos y estadísticos pueden ser aplicados para definir unidades de manejo, movimiento histórico y contemporáneo, diversidad genética, tamaño poblacional, paternidad múltiple, sistema de determinación sexual, y viabilidad poblacional. Este conocimiento es crucial para evaluar el estatus de las poblaciones y definir medidas de manejo adecuadas, sobre todo en Sudamérica y Ecuador, donde 50% de las especies de tiburones se encuentran en peligro de extinción. Marcadores genéticos capaces de determinar proveniencia y sexo de los productos de pesca (tejidos o animales enteros) pueden proveer información importante para el manejo de pesca ilegal (aleteo). Además, otras metodologías como el "close-kin mark recapture" son capaces de identificar tendencias del tamaño de población de diversos grupos taxonómicos, y, por lo tanto, proveer información sobre la efectividad de las estrategias de manejo y conservación. En resumen, el desarrollo y accesibilidad a recursos genético y genómicos permitirá un manejo adecuado de elasmobranquios a diferentes escalas y basado en información precisa.

Abstract

With a quarter of all elasmobranch species threatened with extinction, new methods are needed to aid their management. Genetics and genomics are rapidly-evolving fields in elasmobranch

conservation. New techniques, such as full-mitogenome sequencing and whole-genome scanning, allow for a high-resolution assessment of their conservation status. This talk will cover how these techniques can gather new ecological and biological information, as well as how they can help enforce (inter)national regulations. First, novel genomic and statistical methods can be applied to determine management units, historical and contemporary movement, genetic diversity, population size, multiple paternity, sex-determination system and population viability. This knowledge helps to evaluate the population status and management requirements. Additionally, South America has a high share in shark fisheries and 50% of all Ecuadorian shark species are threatened with extinction; subsequently, this region is listed as one of the highest priority regions for shark conservation. Consequently, it is crucial to re-examine and enforce fisheries regulations. Genetic provenance- and sex-markers can discover the origin and sex of tissue samples and yield important information for managing shark fin trade. Moreover, a new integrated approach, called Close-Kin Mark-Recapture, can find trends in population sizes and, hence, conclude whether management strategies are effective. Overall, the further development and decreasing costs of conservation genomics will permit elasmobranchs to be managed at appropriate scales, with detailed information and effective enforcement.

Mapeo de la distribución espacial de vegetación nativa e invasora en archipiélagos mediante el uso de imágenes satelitales y drones. Caso de estudio: Galápagos / Mapping spatial distribution of native and invasive vegetation in archipelagos using satellite and uav imagery: Galápagos study case.

Gonzalo Rivas-Torres^{1,3}, Fátima L. Benítez^{2*}, Christian Sevilla⁴, Danny Rueda⁴, Carlos F. Mena^{1,2}

¹ *Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales and Galápagos Academic Institute for the Arts and Sciences, Universidad San Francisco de Quito, Diego de Robles S/N e Interoceánica, Quito, Ecuador.*

² *Galápagos Science Center, Universidad San Francisco de Quito, San Cristóbal, Ecuador.*

³ *Department of Wildlife Ecology and Conservation, University of Florida, 110 Newins-Ziegler Hall, Gainesville, FL 32611, USA.*

⁴ *Galápagos National Park Directorate, Santa Cruz, Ecuador.*

*Correo electrónico: grivast@usfq.edu.ec

Resumen

Este estudio presenta resultados de una metodología mixta, sistemática y de bajo costo para definir y mapear la vegetación nativa y la distribución espacial de las plantas invasoras que generalmente afectan a los sistemas insulares. A partir de leyendas preliminares definidas por expertos, se usaron i) imágenes satelitales del sensor Landsat 8/OLI para el mapeo de la distribución espacial de vegetación nativa e invasiva a través de una clasificación orientada a objetos; ii) levantamiento de puntos de control en el terreno; iii) imágenes de alta resolución espacial obtenidas por drones (UAVs) para la verificación en zonas de difícil acceso; y iv) talleres de validación para obtener el mapa de vegetación del icónico Parque Nacional Galápagos (PNG). Este proyecto, permitió definir que el 53.63% del PNG está cubierto por nueve ecosistemas nativos (Figura 1) y ~2.2% está dominado por especies invasoras (Figura 2). Los ecosistemas nativos denominados “secos” cubren el 40.8% del PNG y solo el 12.8% del área protegida está cubierta por ecosistemas nativos “húmedos” y de transición. Entre estos últimos, aquellos distribuidos en las tierras altas solo cubren 4.8% del área protegida y están muy amenazados por las especies invasoras aquí definidas, las mismas que predominan en estas áreas. Además, se mapearon por primera vez tres ecosistemas nativos, resaltando el ecosistema “Herbazal deciduo de altura”, mismo que a pesar de estar en las partes altas de los volcanes de Isabela principalmente, presenta un tipo de vegetación similar a la de bosques secos costeros (por inversión climática). *Psidium guajava*, *Pennisetum purpureum* y *Cedrela odorata*, son actualmente las especies invasoras con mayor dominancia dentro del PNG. La especie altamente invasora *Rubus niveus* (mora) fue la única especie registrada en las cinco islas que presentan plantas no-nativas.

La metodología aquí detallada probó ser útil (~87% de exactitud en clasificación) y replicable para obtener datos espacialmente explícitos de la cobertura vegetal en islas, los mismos que ayudarán en la gestión adecuada de biotas únicas y altamente amenazadas en el PNG y otros biomas similares.

Abstract

This study develops a mixed, systematic, low-cost methodology to define and map native vegetation and the spread of the most aggressive invasive species in islands biomes, focusing on the Galápagos National Park (GNP). Based on preliminary legends defined by experts, Landsat 8/OLI fusion imagery was used for object oriented classification to obtain the vegetation map of this archipelago.

This technique was later verified and validated using high-resolution images from unmanned aerial vehicles (UAVs, i.e., drones) and dedicated satellites, ground truthing, and visual confirmation around GNP coasts. This mixed methodology allowed mapping of nine native ecosystems, six invasive-dominated vegetation units, and two types of lavas. Around 53.63% of GNP is covered by native ecosystems and * 2.2% is “canopy” dominated by invasive species to date. Native-dominated deciduous forest types cover * 40.8% of the GNP and only * 12.8% of the protected area is nowadays covered by humid and transitional type native ecosystems. Among humid native ecosystems, those distributed in the highlands only cover 4.8% and are highly threatened by invasive species, which are mostly distributed in these summit areas. Three of these nine units, specifically the Deciduous tallgrass, Deciduous shrubland, and the Highland deciduous tallgrass, can be considered new descriptions for the Galápagos vegetation classes. Among these, the later ecosystem located mainly in the upper parts of the Isabela volcanoes, presents a type of vegetation similar to dry coastal forests (due to climatic inversion). *Psidium guajava*, *Pennisetum purpureum* and *Cedrela odorata* are currently the most dominant invasive species within the PNG. The highly invasive species *Rubus niveus* (blackberry) was the only species recorded on the five islands that present non-native plants.

Methodology detailed here proved useful to provide accurate spatially-explicit islands vegetation data (~ 87% accuracy in classification), potential for replication in time, and is expected to aid suitable management of highly endangered and unique biotas in this and other tropical island biomes.

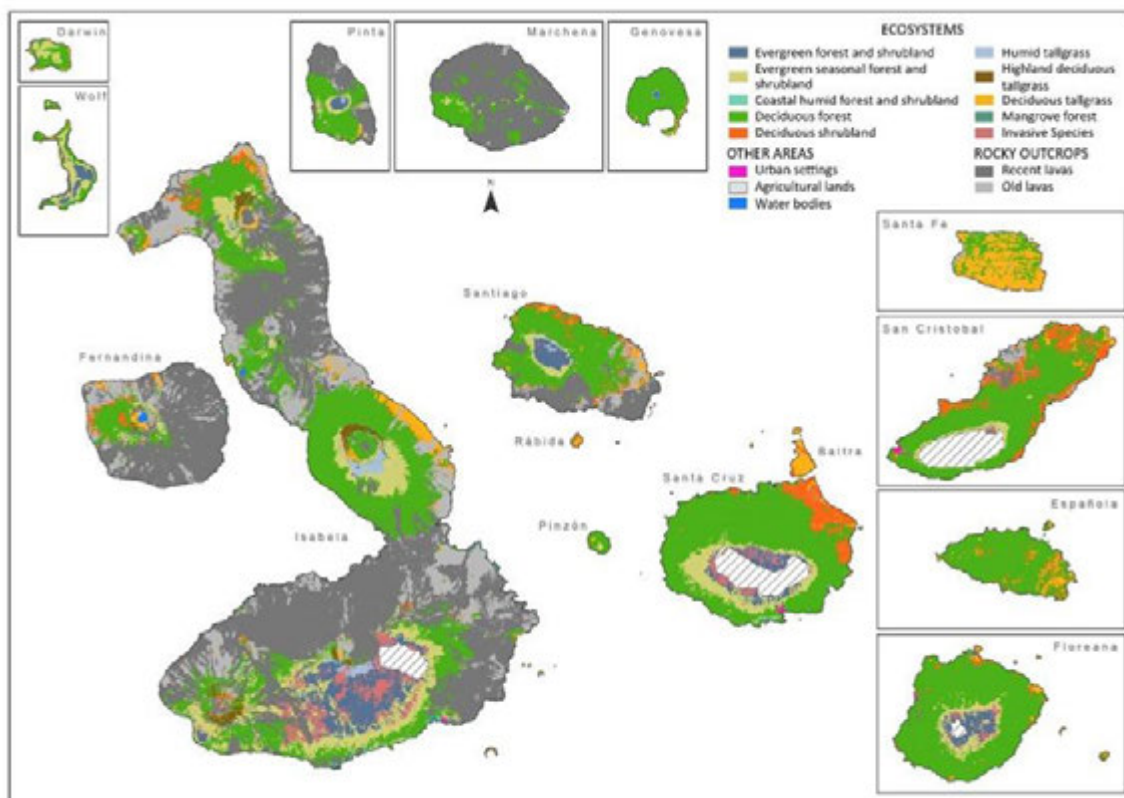


Figura 1. Distribución espacial de los Ecosistemas Nativos del Archipiélago de Galápagos.

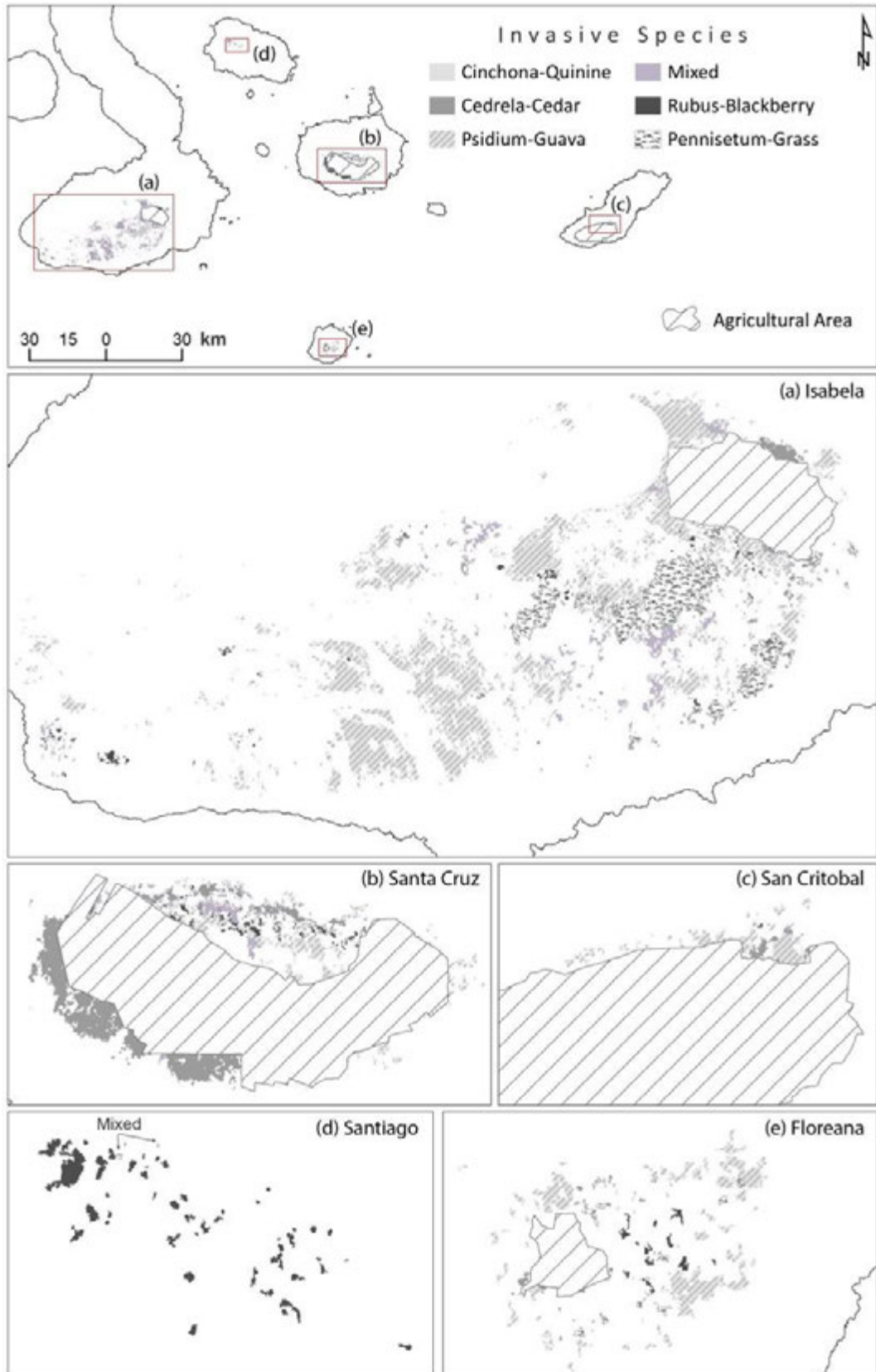


Figura 2. Distribución espacial de vegetación dominada por especies Invasivas en las cinco Islas que registran este tipo de vegetación invasora.

Niveles de plomo y cadmio en el pingüino de Galápagos *Spheniscus mendiculus*, cormorán no volador *Phalacrocorax harrisi* y albatros de Galápagos *Phoebastria irrorata* / Lead and cadmium levels in Galápagos penguin *Spheniscus mendiculus*, flightless cormorant *Phalacrocorax harrisi*, and waved albatross *Phoebastria irrorata*

Gustavo Jiménez-Uzcátegui^{1*}, Rommel Lenin Vinueza², Andrés S. Urbina^{3,4}, David A. Egas³, Carolina García¹, Javier Cotín¹, Christian Sevilla³

¹ Estación Científica Charles Darwin, Puerto Ayora, Galápagos, gustavo.jimenez@fcdarwin.org.ec, inia_33@hotmail.com, falco.columbarius@gmail.com.

² Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad San Francisco de Quito, Quito, rvinueza@usfq.edu.ec.

³ Departamento de Ingeniería Química, Colegio de Ciencias e Ingenierías –El Politécnico, Universidad San Francisco de Quito, Quito, aurbina@usfq.edu.ec, degas@usfq.edu.ec.

⁴ Instituto de Simulación Computacional, Colegio de Ciencias e Ingenierías –El Politécnico, Universidad San Francisco de Quito, Quito, aurbina@usfq.edu.ec.

⁵ Dirección Parque Nacional Galápagos, Puerto Ayora, Galápagos, csevilla@galapagos.gob.ec

*Correo electrónico: gustavo.jimenez@fcdarwin.org.ec

Resumen

La bioacumulación de metales en vida silvestre puede ser origen antropogénico o natural. Las aves marinas al ser prácticamente depredadores tope, pueden ser especies centinelas de esta contaminación. Como parte del monitoreo a largo plazo de la FCD-DPNG y con el fin de determinar la presencia de Plomo (Pb) y Cadmio (Cd), se analizaron por primera ocasión en Galápagos, plumas del pingüino de Galápagos *Spheniscus mendiculus*, cormorán no volador *Phalacrocorax harrisi* y albatros de Galápagos *Phoebastria irrorata*, que fueron colectadas en las siete áreas de anidación, en 2011 y 2012. Los análisis de presencia se realizaron siguiendo la metodología 7000B en la USFQ. Se estableció una medida control, se calibraron equipos y se procesaron las muestras usando el espectrofotómetro de absorción atómica con llama aire-acetileno. Los resultados en las lámparas fueron 283.3 nm para Pb y 228.9 nm para Cd. La calibración fue por triplicado obteniéndose una alta correlación en la curva de calibración. El plomo está presente en pingüinos y cormoranes, mientras que el cadmio se encontraba por debajo del límite de cuantificación para las tres especies. La presencia de metales pesados no tuvo relación con una fuente local de origen antropogénico. Sin embargo, la concentración de plomo que llega al archipiélago sea de origen humano o natural, podría llegar a las islas por corrientes marinas y/o deposición atmosférica.

Abstract

Heavy metals are a threat to wildlife, and they have yet to be analyzed in seabirds from the Galápagos Archipelago. To gauge their prevalence in Galápagos seabird species, we collected and analyzed feather samples from Galápagos Penguins *Spheniscus mendiculus*, Flightless Cormorants *Phalacrocorax harrisi*, and Waved Albatross *Phoebastria irrorata* in seven different breeding areas in 2011 and 2012 as part of an ongoing mark-recapture study by CDF and GNPD. The analysis was followed the 7000B methodology on the USFQ. The results showed that lead is higher in penguins and cormorants; cadmium was found to be below the limit for quantification in our samples of the three species. The heavy metals recorded did not have a clear local source related to human activities, as breeding areas are not located near populated areas. Environmental media (soil, water), marine currents, and atmospheric deposition are possible sources.

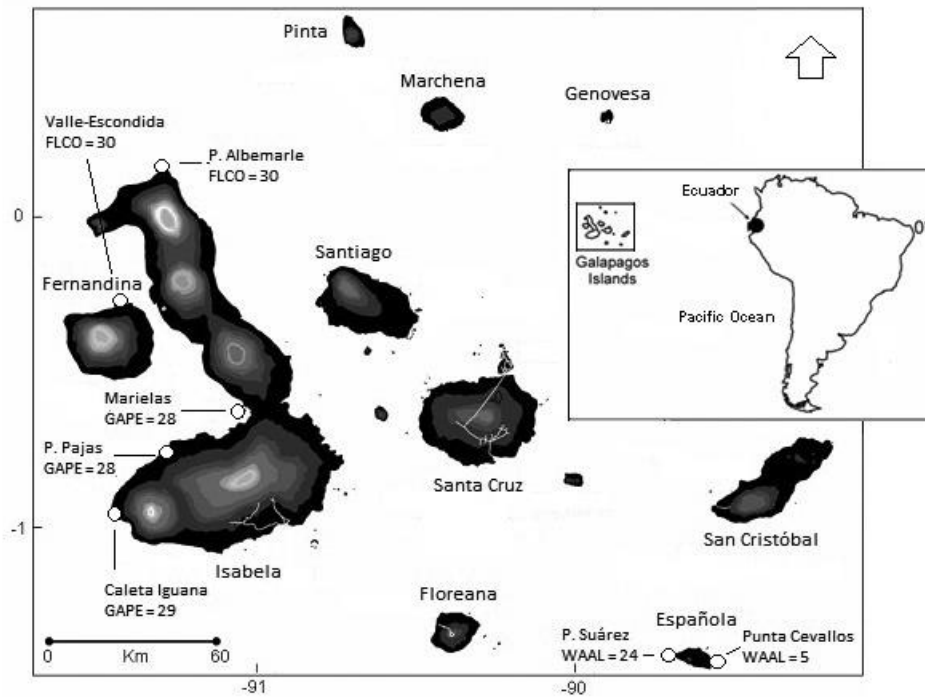


Fig. 1. Colonias de anidación muestreadas del pingüino de Galápagos (GAPE), cormorant no volador (FLCO) y Albatros de Galápagos (WAAL) en 2011 y 2012 en el archipiélago de Galápagos; GAPE, FLCO, WAAL = number of individuals captured.

Fig. 1. Galápagos penguins (GAPE), Flightless Cormorants (FLCO), and Waved Albatross (WAAL) breeding colonies sampled in 2011 and 2012 in the Galápagos Archipelago; GAPE, FLCO, WAAL = number of individuals captured.

Estudio comparativo en dos especies congéneres: *Psidium guajava* (guayaba) y *P. galapageium* (guayabillo) en las islas Galápagos / A study contrasting two congener *Psidium guajava* (introduced guava) and *P. galapageium* (Galapagos guava) in the Galápagos islands.

Hugo Valdebenito

Universidad San Francisco de Quito - Galápagos Science Center, Quito, Ecuador

*Correo electrónico: hvaldebenito@usfq.edu.ec

Resumen

El género *Psidium* en las islas Galápagos está representado por una especie endémica, *P. galapageium*, la cual coexiste con la especie *P. guajava* en las islas Santa Cruz, San Cristóbal e Isabela. El presente estudio, restringido a la isla San Cristóbal está dirigido a establecer diferencias ecológicas entre estas dos especies de diferentes orígenes (continental – insular).

Las principales preguntas establecidas en esta investigación fueron: (1) la composición vegetal cambia de acuerdo a la especie dominante de *Psidium*? ¿y (2) cuán diferente son la morfología y fenología de estas especies?

El muestreo de la vegetación fue realizado durante 2015 y 2016 comparando 14 cuadrantes (20 x 20m) con *P. guajava* (7) y *P. galapageium* (7). Todos los individuos de *P. guajava* y *P. galapageium* en cada cuadrante fue contabilizado y medido su DAP. *Plymouth Routines* in Multivariate Ecological Research versión six (PRIMER 6.0) fue utilizado para identificar dominancia, diversidad y similaridad entre cuadrantes con diferentes especies de *Psidium*. Estudios de morfología y fenología se basaron en colecciones y observaciones de ambas especies durante el período 2015 y 2016. Para diferenciar las especies, 19 caracteres morfológicos fueron observados y la fenología se focalizó en caracteres de florecimiento, crecimiento foliar y fructificación.

Este estudio estableció claramente una diferencia en la composición de especies entre las áreas con *P. guajava* y *P. galapageium*. La diversidad de especies (representada por el índice Shannon-Wiener) fue significativamente diferente, siendo inferior en cuadrantes con *P. guajava*. La caracterización a nivel de comunidad mostró diferente estructura. Los cuadrantes con *P. guajava* estuvieron dominados por especies herbáceas mientras que en áreas en donde *P. galapageium* era dominante, especies arbustivas fueron dominantes.

Con respecto a la morfología existe una clara diferencia entre las especies estudiadas. Las flores y sus partes, botones, frutas y hojas en promedio son más pequeñas en *P. galapageium* var. *howellii* que en *P. guajava*. La fenología en floración y fructificación en ambas especies fueron similares. Un conjunto de botones florales, flores y frutas de varios tamaños se encontró en ambas especies durante períodos similares.

El potencial de hibridación entre *P. galapageium* y *P. guajava* es relativamente alto. Primero, ambas especies de *Psidium*, al menos en algunos sitios, comparten áreas similares. Segundo, ambas especies florecen durante el mismo período del año y tercero, ambas poblaciones de *Psidium* son visitadas por el abejorro de Galápagos (*Xylocopa darwini*).

Abstract

The genus *Psidium* in the Galápagos archipelago is represented by an endemic species, *P. galapageium*, which coexists with the introduced *P. guajava* on Santa Cruz, San Cristóbal and Isabela islands. This study, restricted to San Cristóbal island, aims to establish ecological differences between these congeneric species of different origin (continental – insular).

The main questions addressed by this research were: (1) does plant species composition change according to the dominant *Psidium* species? and (2) how different are the morphology and phenology of these species?

Vegetation sampling was carried out during 2015 and 2016 using the standard approach of comparing 14 plots (20 x 20m) with *P. guajava* (7) and *P. galapageium* (7). All *P. guajava* and *P. galapageium* individuals in each plot were counted and measured (height and d.b.h). Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research version six (PRIMER 6.0) was used to identify diversity, dominance, and similarity between plots with different *Psidium* species. Morphology and phenology studies were based on collections and observations of both species made during the period 2015 and 2016. In order to differentiate the species, 19 morphological characters were observed, and phenology focused on flowering, leaf growth and fruiting phenology of both species.

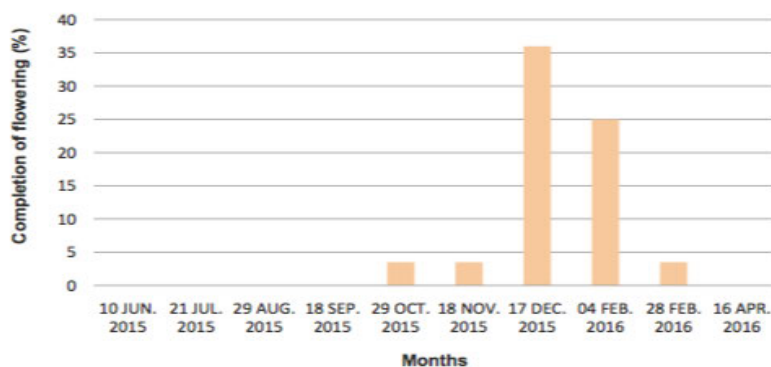
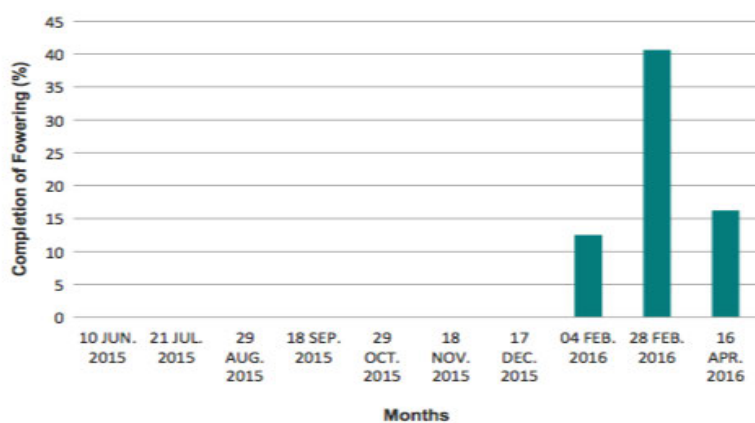
This study clearly established a difference in species composition between plots with *P. guajava* and *P. galapageium*. Species diversity (represented by the Shannon-Wiener diversity and evenness index) was significantly different, being lower in plots with *P. guajava*. Community-level characterization showed different plant community structure. While plots with *P. guajava* were dominated by herbaceous species, shrubby species were dominant in the *P. galapageium* areas.

Regarding morphology there is a clear difference between the species studied. Flowers and their parts, buds, fruits and leaves are on average smaller in *P. galapageium* var. *howellii* than in *P. guajava*. Phenology on both species displayed similar phenological flowering and fruiting patterns. A complex assortment of floral buds, open flowers, and fruits of varying sizes were found on both species during similar periods.

The potential risk of hybridization between *P. galapageium* and *P. guajava* is relatively high. First, both *Psidium* spp., at least on some sites, share similar areas. Second, both species are capable of flowering during the same time of the year. Third, both *Psidium* populations are visited by the large Galápagos carpenter bee (*Wylocopa darwini*).

Table 4.3 Characters observed to differentiate between *Psidium guajava* and *P. galapageium* var. *howellii*. Figures correspond to the range of values obtained

	<i>Psidium guajava</i>	<i>P. galapageium</i>
Flower diameter (cm)	2.5–3	1–1.5
Flower arrangement	1–3 flowered dichasia	Solitary
Bud length (mm)	7–10	5–5.5
Leaf shape	Ovate to ovate-lanceolate	Elliptic to ovate/suborbicular
Leaf symmetry	Slightly inequilateral	Equilateral
Blade length (cm)	5–14	1.8–5.5
Blade width (cm)	2–6	1–2.6
Habit	Small trees to 8 m	Trees or shrubs to 8 m high
Trunk shape	Young branches four-angled	Several to monopodial (adult); branches divaricate
Fruit diameter (cm)	Berry (2)	Berry (0.6–1.3)
Number of seeds	Many	4–8
Leaf pubescence (above)	Thinly pubescent to glabrate	Thinly pubescent to glabrate
Leaf pubescence (below)	Tomentose, especially on veins	Thinly pubescent to glabrate
Veins (above)	Impressed (above); prominent (below)	Impressed (above and below)
Leaf texture	Leathery	Subcoriaceous
Leaf color	Dark green	Shiny light green
Tepals length (cm)	1.1–1.8	0.4–0.6
Tepals width (cm)	0.5–1.0	0.3–0.5

Tabla 1. Características observadas para diferenciar *Psidium guajava* y *P. galapageium* var. *howellii*. Cifras corresponden al rango de valores obtenidos.**Fig. 4.6** Flowering in *P. galapageium* var. *howellii* (Galapagos guava)**Fig. 4.7** Flowering in *P. guajava***Figure 2.** Floración en *P. galapageium* var. *howellii* (guayabillo) y *P. guajava* (guayaba)

La planificación comunitaria en las Islas Galápagos: adaptando las ideas al entorno / Community planning in the Galápagos Islands: adapting ideas to the environment.

John Dunn Insua^{1*}, Jaime López Andrade²

1 Universidad San Francisco de Quito USFQ, Colegio de Arquitectura y Diseño Interior, Campus Cumbayá

**Correo electrónico: jdunn@usfq.edu.ec*

Resumen

Desde su cuarta edición, en el año 2016, el Taller Internacional de Arquitectura en Galápagos, ha incorporado siempre una mesa de trabajo relacionada siempre al desarrollo de programas y propuestas desde la perspectiva de la planificación comunitaria. Las condiciones en que se desarrollan los espacios urbanos en el archipiélago son extremadamente específicas, moldeadas por una serie de factores que suelen entrar en conflicto entre sí. Por ello, los diversos intentos de tratar de implementar modelos de desarrollo urbano provenientes del continente siempre han traído inconvenientes; que en varias ocasiones han traído consecuencias peores que los problemas que esperaban resolverse.

El camino para lograr asentamientos urbanos que se desarrollen en equilibrio con el frágil entorno que los acoge está tratar a los métodos introducidos desde el continente de la misma manera que a las especies “introducidas”: o se adaptan, o mueren.

Este trabajo refleja el peso que debe dársele a la comunidad local, en el momento de traer planes y propuestas, para verificar a través de sus propios beneficiarios, cómo las propuestas pueden ser adaptadas para una materialización mucho más efectiva de las mismas. Son los habitantes locales quienes tienen un mejor conocimiento de causa, de lo que significa vivir en las Galápagos, sus bondades y sus adversidades.

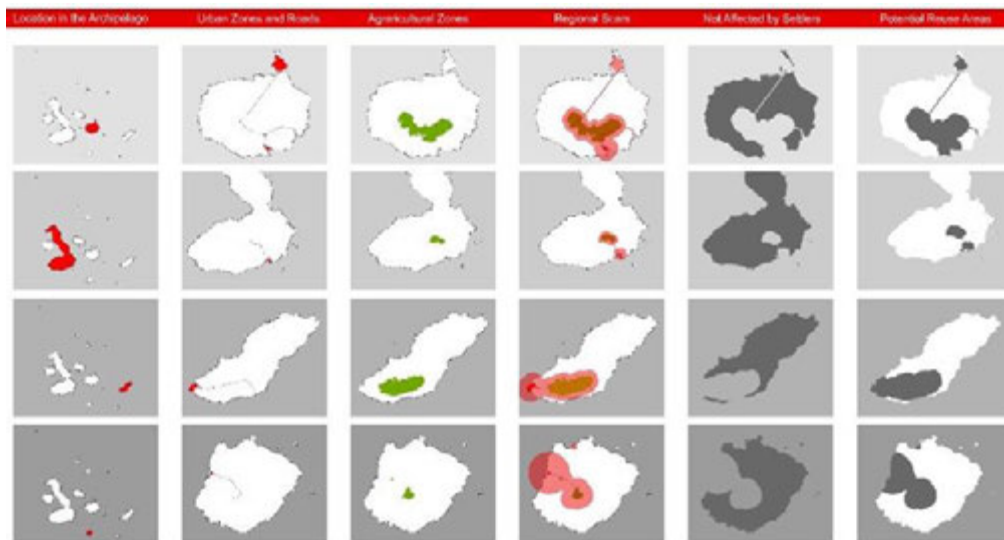
Adicionalmente, esta investigación se basa en las experiencias ocurridas en los talleres internacionales realizados en las islas, entre los años 2016 y 2017; con la participación de estudiantes de pregrado y posgrado de Ecuador y Australia. Sus interacciones les permitieron desarrollar propuestas adecuadas para el contexto natural, social, económico y cultural de las islas.

Abstract

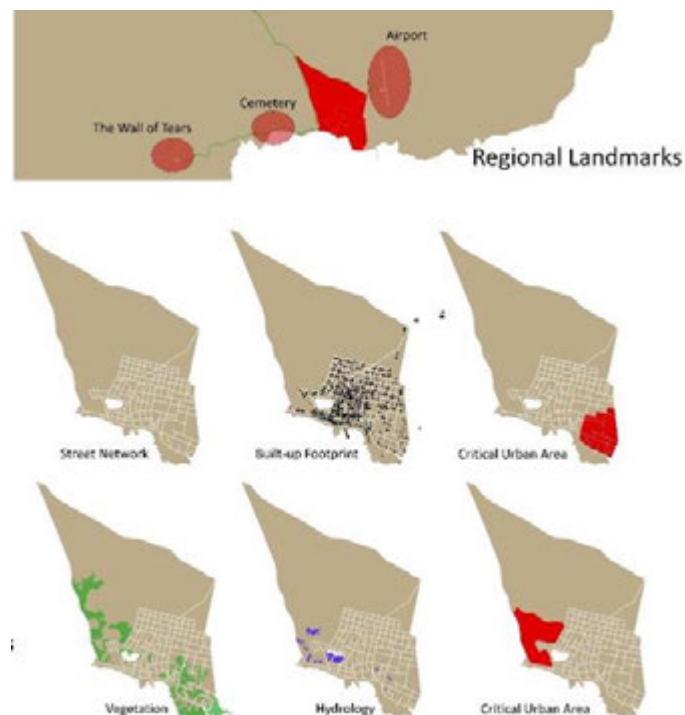
Since its fourth edition, in 2016, the International Architecture Workshop in Galápagos has always incorporated a working table related to the development of programs and proposals from the perspective of community planning. The conditions under which urban spaces are developed in the archipelago are extremely specific, shaped by a series of factors that tend to conflict with each other. Therefore, the various attempts to try to implement models of urban development from the continent have always brought inconveniences; that on several occasions have brought worse consequences than the problems that they hoped to solve.

The way to achieve urban settlements that develop in balance with the fragile environment that welcomes them is to treat the methods introduced from the continent in the same way as to the "introduced" species: either adapt or die.

This work reflects the weight that should be given to the local community, at the moment of bringing plans and proposals, to verify through their own beneficiaries, how the proposals can be adapted for a much more effective materialization of them. It is the local inhabitants who have a better knowledge of the cause, what it means to live in the Galapagos, their kindness and their adversities. This research is also based on the experiences that occurred in the international workshops held in the islands, between 2016 and 2017; with the participation of undergraduate and graduate students from Ecuador and Australia. Their interactions allowed them to develop suitable proposals for the natural, social, economic and cultural context of the islands.



Leyenda gráfica 1: Análisis del impacto humano en las islas con asentamientos humanos permanentes / Impact analysis on islands with permanent human settlements.



Leyenda gráfico 2: Análisis urbano y regionales de la población de Puerto Villamil, en la isla Isabela / urban and regional analysis of Puerto Villamil, on Isabela island.

Desarrollo de futuros para el sistema urbano en Galápagos / Development futures for the urban system in the Galápagos.

Justyna Karakiewicz^{1*}, Tom Kvan¹

¹ *The University of Melbourne*

*Correo electrónico: justynak@unimelb.edu.au

Resumen

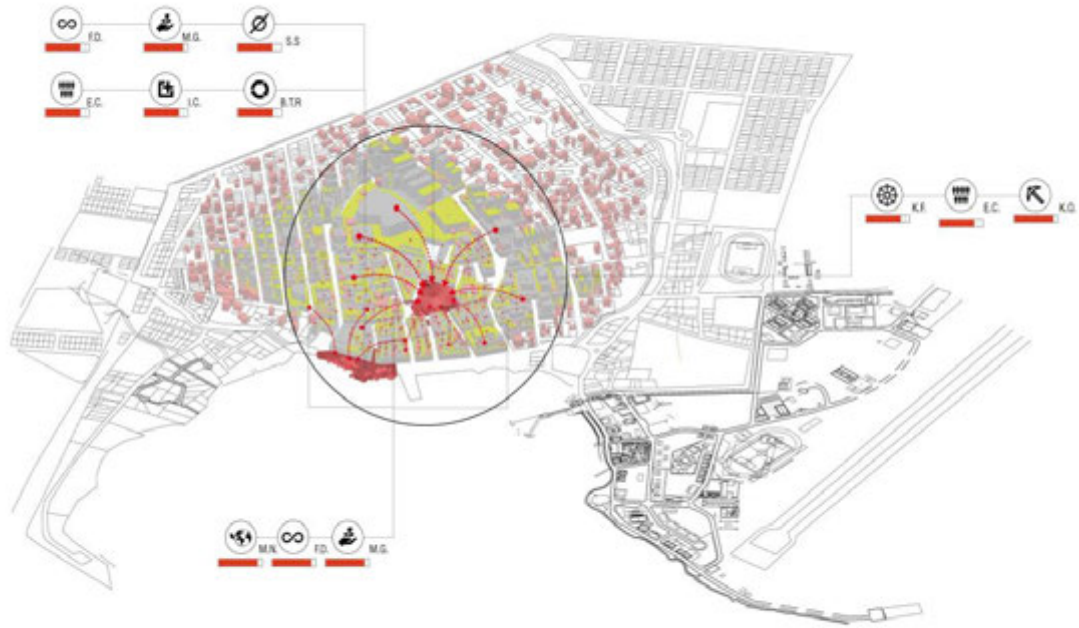
El desafío de acomodar a una población humana en aumento, en estas islas ecológicamente únicas parece insoluble. Los enfoques convencionales para el desarrollo de entornos construidos (arquitectura, diseño urbano y planificación) resultan triviales e ineficaces. Esto se demuestra con el análisis de propuestas recientes de intervención, que, a pesar de proponer una aproximación sensible a las condiciones propias de las islas, exhiben resultados poco convincentes. Es por esto que proponemos un enfoque alternativo para modelar una respuesta a este desafío.

El enfoque CAS, adoptado por el Centro de Ciencias de Galápagos en su trabajo sobre ecosistemas y economía de las islas, ofrece esta alternativa. Este artículo presenta los resultados de un experimento abstracto, realizado en el contexto de un taller de diseño, en el que se exploraron propuestas para un posible desarrollo urbano futuro, informadas por la teoría de CAS. El trabajo considera los entornos natural y urbano en las islas, como sistemas interrelacionados. El ciclo de cambio adaptativo (Holling) se usa como modelo para describir una transición a una forma urbana sostenible, al examinar propuestas de intervención urbana. Este ciclo se integra al modelo de “panarquía”, mediante el cual es posible contextualizar el cambio urbano en un entorno más amplio, considerando la acción humana mediante el desarrollo de conocimiento local. El artículo revisa los desafíos y oportunidades clave de la condición urbana para acomodar el crecimiento en la población residente, informando además cómo esto puede vincularse con la sostenibilidad en una economía de turismo.

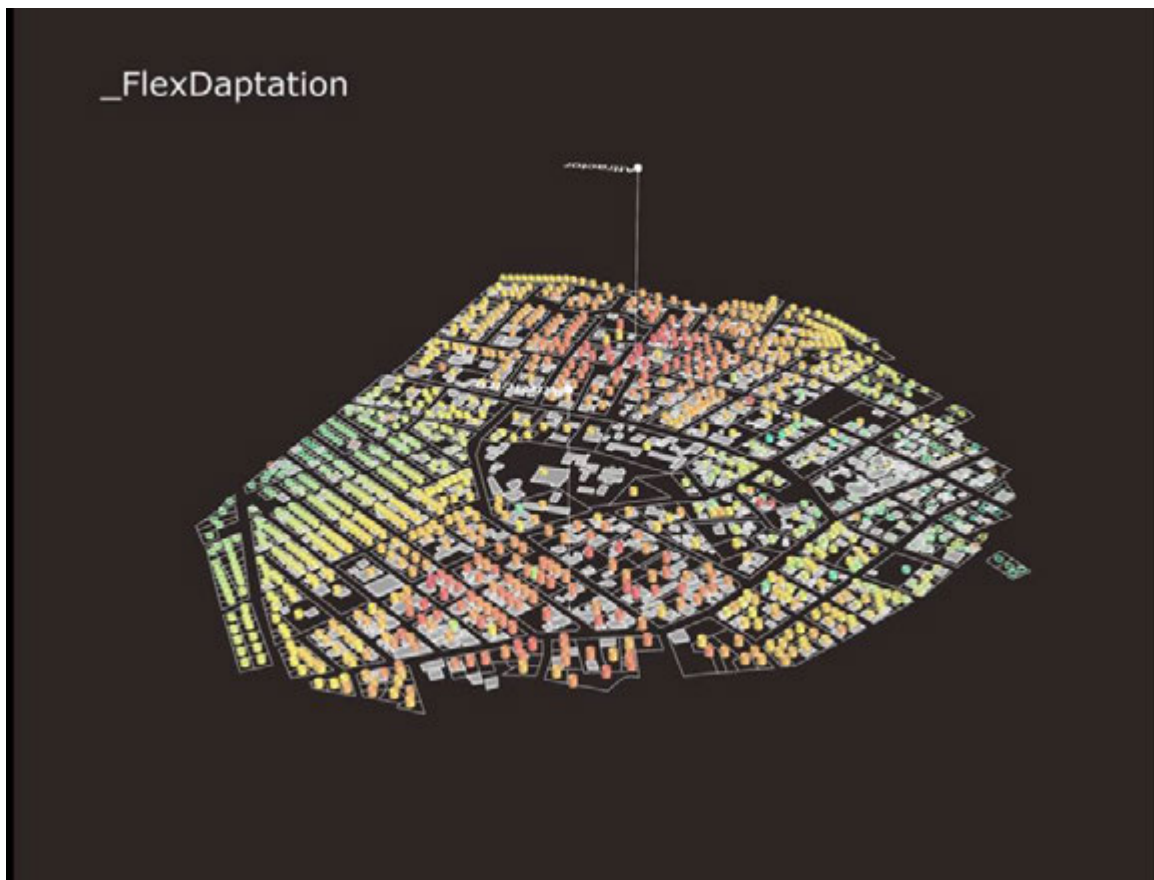
Abstract

The challenge of accommodating a growing human population on these ecologically distinctive islands seems intractable. Conventional approaches to building form, urban design and planning controls are trivial and ineffective. Recent platitudinous approaches to more sensitive settlements on the islands are demonstrably irrelevant, the results ineffectual. Thus, we have sought an alternative framing of the challenge to model a response.

The CAS approach, engaged by the Galápagos Science Center in its work on the ecosystem and economy of the islands, offers this alternative. In this paper we report the outcomes of a thought experiment conducted in the context of a design studio in which propositions for possible future urban development were explored informed by CAS theory. The work is conducted in a larger framework that identifies the coupled natural and urban systems on the islands. The Holling cycle of adaptive change is used as a model to examine urban interventions to describe a transition to sustainable urban form. The cycle is then embedded into a panarchy model to contextualize the urban change in the larger environment and inform it with human action through the development of local knowledge. The paper reviews the key challenges and opportunities in the urban condition to accommodate a growth in the resident population, illuminating how this can be linked to sustainability in a tourism economy.



DISTURBANCES' EFFECT //
EFECTO DE LAS ALTERACIONES
STAGE 6 IN 2046 //
ETAPA 6 EN EL 2046



Ecología de reconciliación y su aplicación para la tortuga gigante San Cristóbal /Reconciliation ecology and its application for the San Cristóbal giant tortoise.

Kyanna Pike^{1*}, Lin Schwarzkop¹, Iain Gordon¹

¹ James Cook University, Australia

*Correo electrónico: kyana.pike@my.jcu.edu.au

Resumen

Uno de los problemas más apremiantes de nuestro tiempo es el conflicto entre la conservación de la biodiversidad y el cumplimiento de las necesidades de una población humana en crecimiento. En búsqueda de soluciones a esta crisis, la ecología de la reconciliación ha surgido como una estrategia que puede ayudar a reducir este conflicto. La ecología de la reconciliación investiga técnicas que puedan modificar nuestros hábitats antropogénicos para mantener una amplia variedad de especies silvestres en convivencia con los humanos. La agricultura es un campo particularmente propicio para la ecología de la reconciliación ya que, aunque sus prácticas productivas suelen ser antagónicas a la biodiversidad, también puede desempeñar un papel exitoso en la conservación de especies si esta producción se hace compatible con la vida silvestre. Al modificar sus prácticas para mantener paisajes más biodiversos y heterogéneos, las zonas agrícolas pueden convivir con la vida silvestre y crear un escenario de mutuo beneficio para la biodiversidad y la producción. Por ejemplo, en tierras de cultivo de México, el árbol nativo *Acacia pennatula*, se elimina de los pastizales, ya que no puede ser consumido por el ganado. Sin embargo, sus vainas pueden proporcionar proteínas valiosas para la alimentación del ganado y las ramas son útiles como vallas. Por estos motivos, los agricultores mantienen pequeñas parcelas de acacia en sus tierras, que a su vez atraen una mayor diversidad de aves cantoras que utilizan las parcelas boscosas como zonas de invernada. Las islas Galápagos, aunque reconocidas como un icono del endemismo de especies, también experimentan conflictos entre las necesidades económicas y de bienestar de las personas y la conservación de la biodiversidad. Este problema se ejemplifica con el caso de las tortugas gigantes en peligro de extinción (*Chelonoidis chathamensis*) de la isla de San Cristóbal, que han experimentado una reducción del 88% en el tamaño de su población, aunque ahora se recuperan lentamente. La población en recuperación empieza utilizar las tierras altas como parte de sus migraciones estacionales. Sin embargo, el 94% de las tierras altas se ha transformado para el uso agrícola, dejando escasa superficie de área natural para el uso de las tortugas. La evaluación de la Lista Roja de la UICN 2017 para esta especie, identificó este conflicto entre humanos y vida silvestre como una de las principales amenazas para las tortugas, recomendando una evaluación del hábitat en las tierras altas occidentales. Esta situación ofrece una oportunidad ideal para emplear las técnicas de la ecología de la reconciliación con el fin de facilitar que estas tortugas en peligro puedan utilizar áreas de tierras de cultivo como parte de sus migraciones estacionales. Nos proponemos investigar los requisitos de hábitat de las tortugas y proporcionar sugerencias sobre formas de satisfacer estos requisitos en zonas agrícolas, minimizando las pérdidas para los agricultores. Después de una investigación exhaustiva sobre el uso del hábitat de las tortugas, que realizaremos mediante seguimiento GPS y observaciones comportamentales, esperamos mejorar nuestra comprensión sobre sus requisitos de hábitat, sus patrones de movimiento y migración, conductas de alimentación, así como su ecología térmica y comportamental. Este conocimiento, aportará información crítica sobre el uso que hacen las tortugas tanto de paisajes naturales como alterados por la acción humana, cambios de uso en diferentes épocas del año, y su comportamiento en relación con las prácticas agrícolas. Trabajaremos estrechamente con el Parque Nacional y un colectivo de agricultores para

proporcionar recomendaciones que guíen sus decisiones de gestión. Usando los principios de la ecología de la reconciliación, esperamos desarrollar soluciones basadas en evidencias, para afrontar el conflicto humano-vida silvestre en la Isla San Cristóbal.

Abstract

One of the most pressing issues of our time is the conflict between biodiversity conservation and meeting the demands of a growing human population. In the search for solutions to this crisis, reconciliation ecology has emerged as one strategy which can help to reduce this conflict. Reconciliation ecology looks at techniques to modify anthropogenic habitats such as farms so that they may support a wide variety of wild species in addition to humans. Agriculture is particularly conducive to reconciliation ecology. Although farming may be antagonistic to conserving biodiversity, it can also play a successful role in species conservation if farms are wildlife-friendly. By modifying agricultural practices to support more biodiverse and heterogeneous landscapes, farms can share land with wildlife to create a win-win scenario for biodiversity conservation and production. For example, the native tree *Acacia pennatula* is cleared from farmlands in Mexico as it cannot be eaten by cattle. However, its seed pods also provide valuable protein in cattle feed and the branches are used as fence posts. Thus, the farmers maintain small woodlots of acacia on their land, that are used as overwintering grounds and consequently support a diversity of songbirds. Similarly, the Galápagos islands, although recognized as a hotspot for species endemism, also experience conflicts between the wellbeing and economic needs of the people and biodiversity conservation. This issue is exemplified with the endangered giant tortoises (*Chelonoidis chathamensis*) on San Cristóbal Island. The population has experienced an 88% reduction from historical numbers but is now slowly recovering. The increasing population is beginning to use the highlands during their seasonal migrations. However, 94% of the highlands have been converted to support agriculture, leaving little natural habitat for the tortoises. The 2017 ICUN Red List assessment for this species identified this human-wildlife conflict as a potential major threat to the tortoises and recommends assessing their habitat in the western highlands of San Cristóbal. Fortunately, this presents an ideal opportunity to employ the techniques of reconciliation ecology by allowing the endangered tortoises to utilize the farmland on their seasonal migrations. We propose to determine the tortoises' habitat requirements, and to suggest ways to meet these conditions on farms, while maintaining agricultural outputs as much as possible. Through comprehensive research into tortoise habitat use, by GPS tracking coupled with behavioral observations, we hope to improve our understanding of the animals' habitat requirements, movement and migratory patterns, foraging behavior, and thermal and behavioral ecology. This will provide important information on the tortoises' use of natural and human-altered landscapes and on their behavior in relation to farming practices, at different times of year. We will work closely with the Galápagos National Park and a collective of farmers to provide recommendations to guide their management decisions. Using the principles of reconciliation ecology, we hope to develop evidence-based solutions to tackling the human-wildlife conflict on San Cristóbal Island.



Figure 1. Giant tortoises using modified farmland on El Chato Reserve on Santa Cruz Island.

Do oceanic island marine protected areas protect sharks in the Eastern Tropical Pacific?

Leah R. Gerber^{1*}, Alex Hearn²

¹ Center for Biodiversity Outcomes, Arizona State University, Tempe, Arizona State University

² Universidad San Francisco de Quito - Galápagos Science Center, Quito, Ecuador

*Correo electrónico: leah.gerber@asu.edu

Resumen

En las Islas Galápagos, recientemente se estableció una gran reserva marina sin captura alrededor de las remotas islas de Darwin y Wolf. Esta reserva incluye un área completamente cerrada a la pesca, que representa un tercio de la mayor Reserva Marina de Galápagos (GMR). Como parte de un acuerdo de compensación con las comunidades pesqueras, se estableció una pesquería experimental de palangre de tres años dentro de la RMG. En este estudio, desarrollamos un modelo demográfico estructurado por etapas para evaluar los impactos probables de la expansión de GMR para las poblaciones de tiburones. Usamos el modelo para examinar las compensaciones asociadas con un posible aumento en la captura incidental y la conservación ofrecida por la nueva reserva. Evaluamos los impactos probables de diferentes niveles de presión de pesca y dispersión sobre la tasa de crecimiento de la población de tres especies de tiburones (lewini, limbatus, falciformis). Los resultados preliminares sugieren que las áreas marinas protegidas, especialmente con niveles insostenibles de captura incidental, pueden conducir a resultados de conservación subóptimos para especies de gran alcance como los tiburones.

Abstract

In the Galápagos Islands, a large no-take marine reserve was recently established around the remote islands of Darwin and Wolf. This reserve includes an area entirely closed to fishing, representing one-third of the greater Galápagos Marine Reserve (GMR). As part of a compensation agreement with fishing communities, a three-year experimental longline fishery was established within the GMR. In this study, we develop a stage-structured demographic model to evaluate the likely impacts of the GMR expansion for shark populations. We use the model to examine trade-offs associated with a potential increase in bycatch and conservation offered by the new reserve. We evaluate likely impacts of different levels fishing pressure and dispersal on population growth rate for three species of sharks (lewini, limbatus, falciformis). Preliminary results suggest that marine protected areas, especially with unsustainable levels of bycatch, may lead to sub-optimal conservation outcomes for wide-ranging species such as sharks.

Estudiando geográficamente los sitios de anidación del petrel de Galápagos, *Pterodroma phaeopygia*, en la isla San Cristóbal / Studying geographically the petrel de Galápagos, *Pterodroma phaeopygia* nesting sites, in San Cristóbal island.

Leo Zurita Arthos^{1,2*}, Jonathan Guillen¹, Olaya Peñalver¹

¹ *Universidad San Francisco de Quito USFQ, Galápagos Science Center, Quito, Ecuador*

² *UNIGIS, Universidad de Salzburgo PLUS, Salzburgo, Austria*

*Correo electrónico: lzurita@usfq.edu.ec

Resumen

El petrel de Galápagos, *Pterodroma phaeopygia*, sufrió un declive poblacional que lo acercó a la extinción en el archipiélago, debido a pérdida de hábitat por el avance agrícola y amenaza por especies animales y vegetales introducidas. Los esfuerzos de recuperación de hábitat y control de especies introducidas han logrado una mejora en las condiciones de supervivencia de la especie. Sin embargo, se necesita de programas de monitoreo permanente de los sitios de anidación conocidos y potenciales, aún en conflicto con zonas de uso agrícola y bajo presión de especies introducidas. Las primeras observaciones de la especie datan de inicios del siglo pasado, cuando se colectaron algunos ejemplares en alta mar. Sin embargo, los primeros datos específicos de su biología reproductiva y distribución se presentan unos años después, cuando se determina la presencia de sitios de anidación en la parte alta de las islas Santa Cruz, San Cristóbal, Santiago y Floreana, así como se reporta la observación de aves y probabilidad de presencia de sitios de anidación en los cinco volcanes de Isabela, sobre todo en Santo Tomás. Anualmente, en los sitios de anidación se observan individuos en los distintos estadios de anidación desde marzo a diciembre, con un pico de actividad en los meses de julio y agosto. Los sitios de anidación se encuentran normalmente por sobre los 300 msnm en zonas húmedas, en cañones pequeños de riachuelos efímeros o en peñas rocosas, donde los individuos cavan agujeros de hasta dos metros de profundidad que empiezan de forma horizontal para el acceso, y dependiendo del terreno pueden tener una pendiente variable. Las aves que anidan son activas antes del amanecer cuando salen de los nidos y se dirigen al mar, para regresar antes del anochecer al nido. Este ciclo se repite durante todo el tiempo de anidación. En varios casos se ha registrado fidelidad al sitio, e incluso al mismo nido, en diferentes años de anidación. La pérdida de hábitat y la presión de mamíferos introducidos ha sido históricamente el problema para esta especie, y en general para varias especies de petreles que tienen comportamientos de anidación similares. En la isla San Cristóbal se han identificado históricamente la presencia de aves anidando en distintas zonas de la parte alta y es de conocimiento popular la presencia de nidos del ave, conocida como 'patapegada', en las peñas y encañadas. Actualmente, la DPNG monitorea cinco sitios de anidación en la isla, donde se controla sistemática y permanentemente el crecimiento excesivo de vegetación que impide el acceso de las aves. Adicionalmente, se han dispuesto trampas con veneno para ratas (*Rattus rattus*), que históricamente ha sido considerada la especie introducida que más depreda los huevos en los nidos, aunque estudios más recientes no han encontrado evidencias de esta depredación en los contenidos estomacales de ratas capturadas en estos sitios de anidación en San Cristóbal. Si bien se tiene conocimiento de otros sitios de anidación, estos no se han estudiado ni delimitado propiamente, por lo que los números poblacionales del ave en esta isla no han sido propiamente publicados. Por ende, el estatus local de la especie no puede ser correctamente determinado. El uso de técnicas tradicionales de muestreo no invasivo de los sitios de anidación, combinado con técnicas de Sistemas de Información Geográfica permitieron contribuir al conocimiento comprehensivo de los sitios de anidación del petrel en San Cristóbal y así lograr un

mejor entendimiento de la distribución de la especie en la isla en los tiempos de anidación. En última instancia, se pretende apoyar a una toma de decisiones informada que permita un mejor manejo de estas áreas, por parte de la DPNG y los demás actores involucrados.

Abstract

The Galápagos petrel, *Pterodroma phaeopygia*, was almost extinct in the archipelago, due to habitat loss caused by agricultural activities, and being threatened by introduced species. Efforts of habitat rehabilitation and introduced species control have helped to improve survival conditions and thus increased population numbers. Nevertheless, permanent monitoring programs in both known and potential nesting sites are necessary, especially in those in conflict with agricultural land and under pressure by the introduced species. Early records of the species come from the beginning of the twentieth century, when a few individuals were collected at sea. However, detailed information about the reproductive biology and distribution was not available until a few years later. By then, nesting sites were found and identified in the high lands of Santa Cruz, San Cristóbal, Santiago and Floreana, and there are reports of observations and potential nesting sites in the five volcanoes of Isabela, particularly in Santo Tomás. Every year, from March until December, nesting occurs throughout its different stages, though there is a peak in activity in July and August. Nesting sites are normally found above 300 masl in humid zones, inside small gorges from ephemeral creeks or some reduced rocky cliffs, where each nesting couple finds a place to dig in the cracks of the boulders where some soil is found. The nests become a tunnel of up to two meters in some cases, horizontal at first to facilitate access and, depending on the terrain, can have turns and changes in slope. One of each couple of nesting individuals are active before dawn when they come out from the nest to fly out to the sea and come back at dusk. This cycle is observed throughout the nesting season. In many cases, site and nest fidelity has been registered through several years. Habitat loss and pressure from introduced species has been a historic problem for this species, as for other bird species with similar nesting patterns. In San Cristóbal, several nesting sites have been identified in the high lands, and locals report the presence of the birds, known as 'patapegada', in several cliffs and creeks. Currently, the DPNG monitors five nesting sites in the island, where they control excessive vegetation growth for easy landing and access by the birds; and, they have set traps with targeted poison for rats (*Rattus rattus*), which historically have been considered predators of eggs in the nests. Although, recent studies have not found evidence of this predation in the stomach contents of captured rats collected in the nesting areas. Now, there is common knowledge of additional nesting sites, but they have not been studied and properly delimited, thus population numbers are not well known for this island. Using non-invasive sampling techniques, combined with GIS tools, allowed us to contribute to a more comprehensive understanding of the petrel nesting sites in San Cristóbal, and have a clearer picture of the density and distribution of nests in the island. Ultimately, this information can be used to support and informed decision making to improve the sites management by the DPNG and other involved stakeholders.

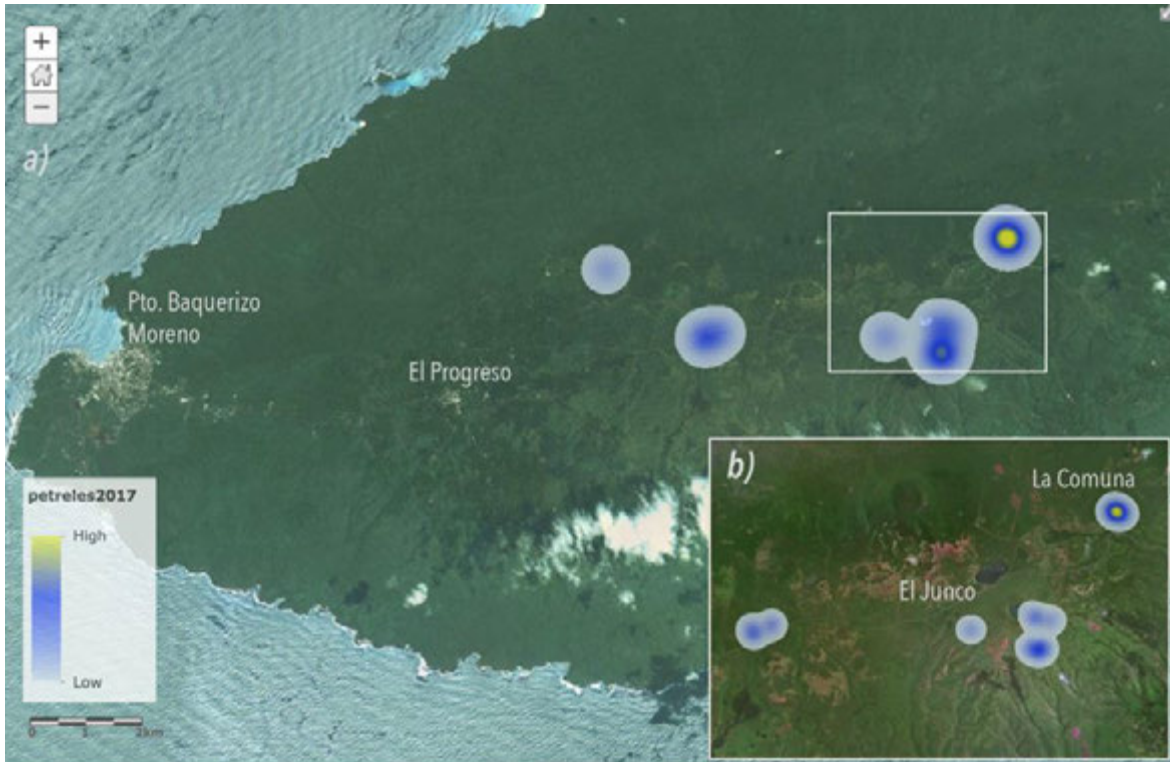


Figura 1. Densidad de nidos de petrel de Galápagos, *Pterodroma phaeopygia*, en a) los sitios identificados en la parte alta de la isla San Cristóbal, y b) detalle de los sitios alrededor de El Junco y La Comuna, donde se registraron las densidades de nidos más altas.

Hábitos alimenticios de la lechuza y el búho de las islas Galápagos / Food habits of Galápagos owls

Galo Quezada^{1*}, Daniel Lara¹, Katherine Albán², Paolo Piedrahita², Hermann Wagner³

¹ *Proceso de Investigación Aplicada, Dirección del Parque Nacional Galápagos.*

² *Facultad de Ciencias de la Vida, Escuela Superior Politécnica del Litoral.*

³ *Instituto de Zoología, Facultad de Biología, Universidad de RWTH Aachen.*

*Correo electrónico: gquezada@galapagos.gob.ec

Resumen

En las islas Galápagos habitan dos especies de búhos, la lechuza de campanario *Tyto alba punctatissima*, y el búho campestre *Asio flammeus galapagoensis*. La lechuza de campanario habita en las islas de mayor superficie del archipiélago, mientras que el búho campestre está presente en todas las islas menores. Actualmente existe poca información sobre la ecología de ambas especies de búhos, lo cual se requiere cambiar con estudios que contribuyan a la conservación y manejo. El último estudio de la dieta del búho y la lechuza fue realizado hace más de 30 años. Desde entonces mucho ha cambiado en las islas habitadas como Santa Cruz, Isabela y en otras islas no habitadas como Santa Fé. Por ende, una de las preguntas que surgen es si la lechuza y el búho ha modificado su dieta acorde al cambio de su ambiente. El presente estudio tiene como objetivo proveer con información actualizada sobre la composición de la dieta de ambas especies por medio del análisis de egagrópilas. Entre marzo 2016 y 2017 se colectó egagrópilas de lugares identificados como dormitorios y sitios de reproducción principalmente en la isla Santa Cruz. Otras egagrópilas también fueron colectadas en diferentes islas del archipiélago. De esta manera el estudio analizó varios cientos de egagrópilas principalmente de la lechuza de campanario. El análisis de las egagrópilas muestra que la lechuza de campanario se alimenta principalmente de roedores (93%) e insectos (7%). En contraste, el búho campestre se alimenta mayoritariamente de aves (56%) y roedores (44%). En general estos datos son similares a los reportados en estudios anteriores, lo cual indica que la dieta de ambas especies de búhos aparentemente no se ha modificado en los últimos 30 años. Adicionalmente, reportamos que al menos un cuarto de las egagrópilas de la lechuza de campanario contiene restos de roedores y artrópodos (Coleoptera y Tettigonidae) en la misma egagrópila, lo cual no se ha documentado anteriormente. Esto muestra que las lechuzas pueden combinar su dieta con mamíferos e insectos. En las siguientes fases del presente estudio planificamos realizar un análisis de la dieta de ambas especies según la época del año, isla y hábitat. También planificamos obtener datos de la disponibilidad de presas (principalmente roedores) con el objetivo de conocer la interacción ecológica entre el comportamiento de caza de las lechuzas y la abundancia de las presas.

Abstract

There are two species of owls in the Galápagos, *Tyto alba punctatissima* (Barn Owl) and *Asio flammeus galapagoensis* (Short-eared Owl). The Barn Owl occurs on the largest islands, whereas Short-eared Owl is present in all major islands. Information about the behavioral ecology of both owl species has received little attention recently. The last study on diet was done more than 30 years ago. Since then much has changed on the Galápagos Islands, mainly on the most populated island, Santa Cruz, but also on different islands like Isabela and Santa Fe. Thus, the question arises, whether the owls have adapted their diet to the changed environment. This study aims at providing more information about actual owl food habits in the Galápagos assessing diet by pellets analysis. During

March 2016 and 2017 we collected pellets that owls had cast on roost and breeding sites, mainly from Santa Cruz Island. A few further pellets were also obtained from other islands, specifically Isabela and Santa Fe Islands. In this way we have several hundred pellets for analysis, mainly from the Barn Owl. The analysis of the pellets showed that barn Owls prey largely on rodents (93%), insects (7%). We very rarely (3 of 580 pellets) found bird bones in Barn-Owl pellets. By contrast, the few pellets ($n=45$) from Short-eared Owls we analyzed so far showed that these birds feed more on birds (56%), but also on rodents (44%). These data are similar to the results reported earlier, indicating that diet of the owls has not changed in the last 30 years. Interestingly, about a quarter of the Barn Owl pellets containing not only rodent remains but also insect remains (Coleoptera and Tettigonidae). This has not been reported before. This observation shows that owls combine mammals and insects as diet. In the future, we plan to carry out a more detailed analysis breaking down our sample into different categories (time of the year, location). We also plan to collect data on food availability in order to be able to assess how the owls use the prey available in the hunting areas.



El turismo como una herramienta de conservación para las áreas protegidas de Galápagos / Tourism as a conservation tool for the protected areas of Galápagos

María Casafont^{1*}, Juan Carlos Izurieta², Sandra Gamboa³, Fernando Caisaguano³

¹ *Independiente*

² *Observatorio de Turismo de Galápagos, Ministerio de Turismo del Ecuador*

³ *Dirección del Parque Nacional Galápagos*

*Correo electrónico: mcasafont18@gmail.com

Resumen

Galápagos recibe anualmente más de 240 000 turistas al año, con una tasa anual de crecimiento compuesto entre los últimos 10 años cercana al 3% (Observatorio de Turismo de Galápagos, 2018). Esta situación de crecimiento turístico puede ser una amenaza para la biodiversidad de las islas, por los riesgos que representa el movimiento de turistas desde el continente, así como por el creciente consumo de recursos como agua, energía o alimentos, que se necesita para el desarrollo turístico y las potenciales fuentes de contaminación o especies introducidas producto de este crecimiento. Sin embargo, el turismo bien manejado también es una oportunidad para la conservación y el desarrollo sostenible local.

Los resultados del análisis realizado de los datos abiertos disponibles en la web del observatorio de Turismo de Galápagos, sobre el programa de reporte de guías de la Dirección del Parque Nacional Galápagos, evidencia esa afirmación. A través de este programa, los guías naturalistas a través de sus observaciones periódicas brindan a la DPNG información valiosa para entender diferentes oportunidades y riesgos hacia los ecosistemas y su biodiversidad

Según los datos abiertos publicados en la web del Observatorio de Turismo de Galápagos, en el período de 2008 a 2018 existen más de 2 mil observaciones de guías que permiten entender la distribución y abundancia relativa de especies invasoras (figura 1), de especies amenazadas como cetáceos (figura 2) o de conflictos de uso (figura 3) en las áreas protegidas de Galápagos (ver gráfico a continuación y ver plataforma web abierta al público: <http://www.observatoriogalapagos.gob.ec/resultadosguias>).

Estos datos complementan la información de monitoreo y control que levanta la Dirección del Parque Nacional Galápagos a través de sus protocolos tradicionales. Los más de 700 guías naturalistas con los que cuenta hoy en día la DPNG se suman así a los esfuerzos de monitoreo de los guardaparques, generando información que facilita la planificación de medidas de manejo tales como el control de especies invasoras o el mantenimiento de sitios de visita alrededor del archipiélago. Esta información es igualmente valiosa para reforzar o incluso canalizar nuevos procesos de investigación sobre especies de fauna y flora poco estudiadas a nivel local e internacional, como por ejemplo diferentes especies de cetáceos.

Abstract

Galápagos receives annually more than 240,000 tourists per year, with a compound annual growth rate close to 3% for the last ten years (Galápagos Tourism Observatory, 2018). Growing tourism is a threat to the biodiversity of the islands, due to the risks represented by the movement of tourists from

mainland, as well as by the growing consumption of resources such as water, energy or food, which is needed for the development tourism and the potential sources of pollution or introduces species as a result of this growth. However, well-managed tourism is also an opportunity for local conservation and sustainable development.

Evidence from Galápagos guides reports supports this affirmation. The Galápagos National Park (GNP) Directorate coordinates a platform for guides to report observations found around the archipelago. A part of this information is publicly available through the Galápagos Observatory of Tourism website. Through this program, the naturalist guides through their periodic observations provide the GNP with valuable information to understand different opportunities and risks towards the island's ecosystems and biodiversity.

According to the open data published on the Galápagos Tourism Observatory website, in the period from 2008 to 2018 there are more than 2 thousand observations of guides that allow us to understand the distribution and relative abundance of invasive species (figure 1), of threatened species, such as cetaceans (figure 2) or conflicts of use (figure 3) in the protected areas of Galápagos (see graphics below and see web platform open to the public: <http://www.observatoriogalapagos.gob.ec/resultadosguias>).

All this data complements the monitoring and control information that the GNP collects through its traditional protocols. More than 700 naturalist guides registered at the GNP add information to the monitoring efforts of the park rangers and technicians, generating information that facilitates management and planning measures, such as the control of invasive species or the maintenance of sites infrastructure. This information is equally valuable to reinforce or even channel new research processes on species that have been not broadly studied, such as different species of cetaceans.

Figura 1. Concentración de avistamientos de chivos en sitios de visita de Galápagos, fecha de las observaciones y listado de sitios de visita con mayor concentración de observaciones, basado en una muestra de 1 600 reportes de observaciones de guías en 2017. Tomado del visualizador en línea de resultados.

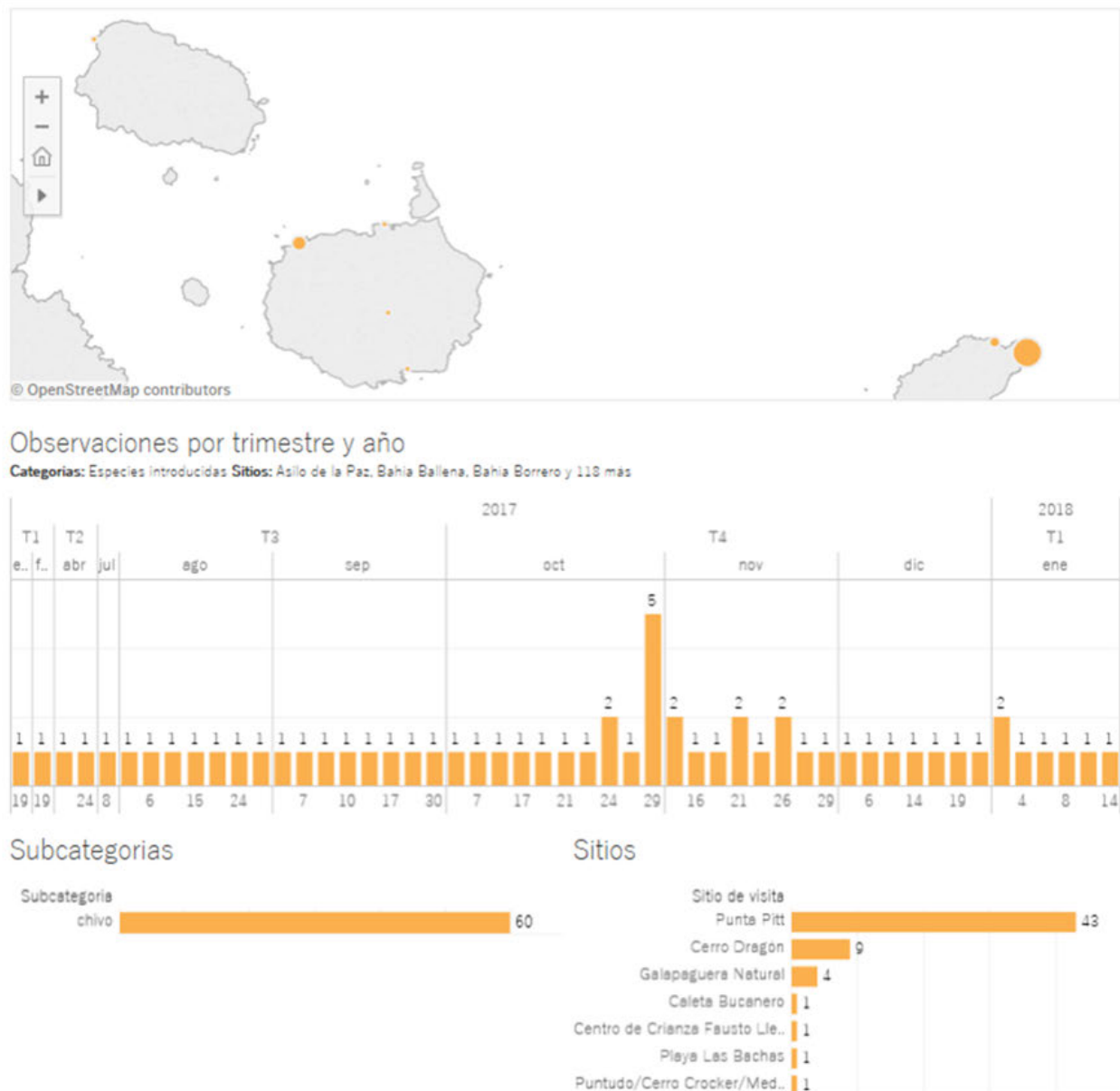


Figura 2. Concentración de avistamientos de cetáceos en sitios de visita de Galápagos, fecha de las observaciones y listado de sitios de visita con mayor concentración de observaciones, basado en una muestra de 1 600 reportes de observaciones de guías en 2017. Tomado del visualizador en línea de resultados.

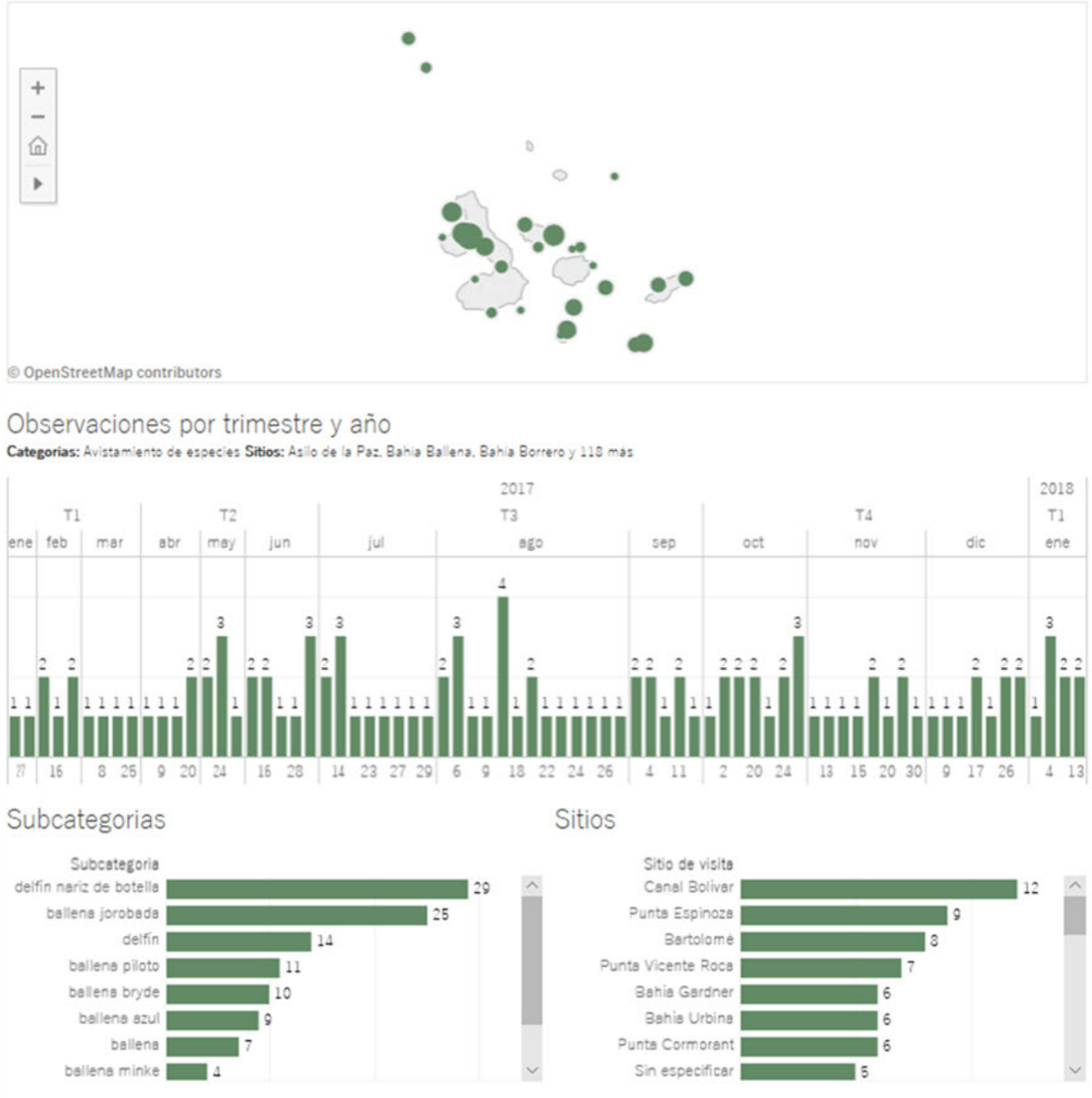
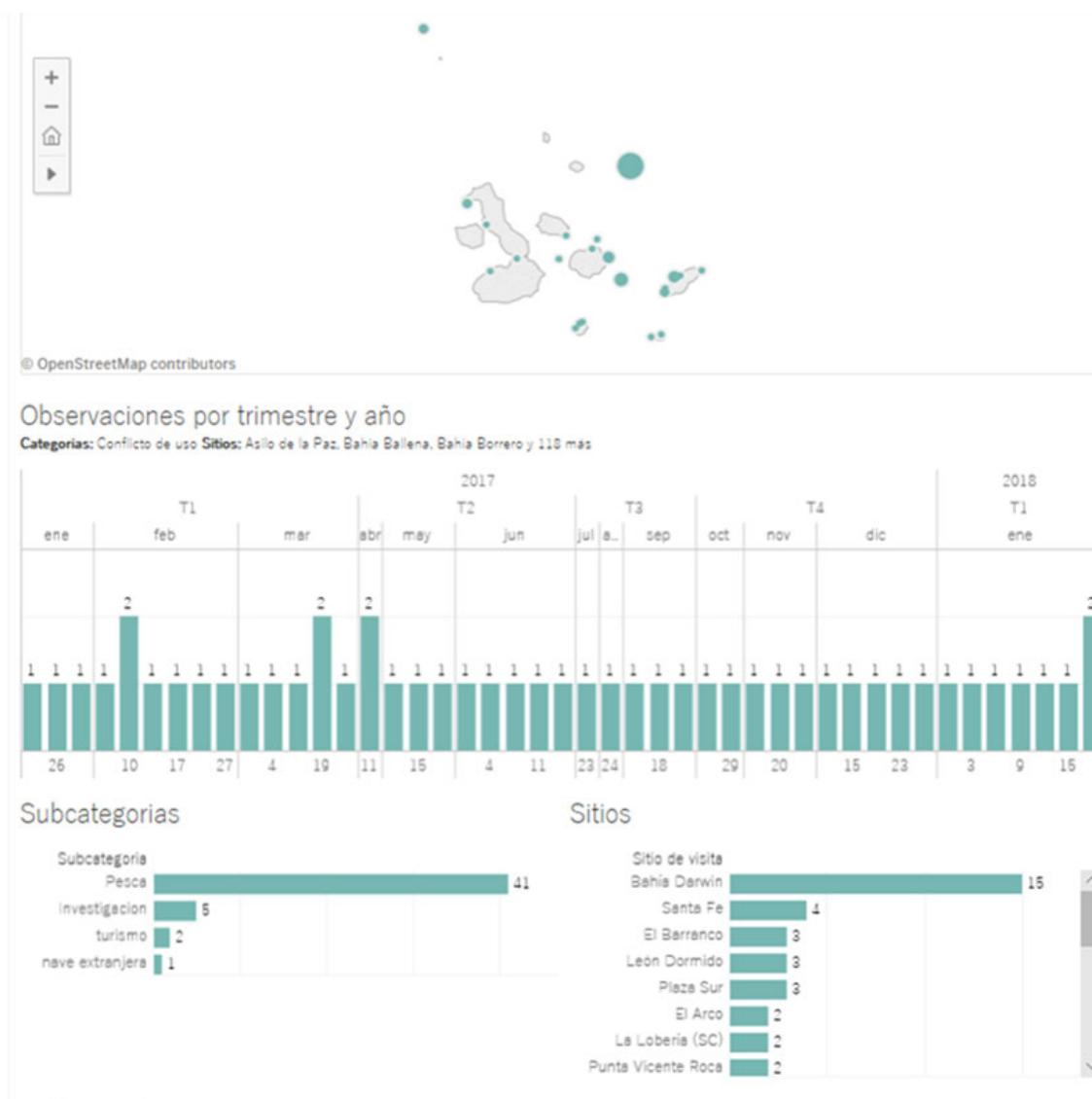


Figura 3. Concentración de conflictos de uso en sitios de visita de Galápagos, fecha de las observaciones y listado de sitios de visita con mayor concentración de reportes de conflictos, basado en una muestra de 1 600 reportes de observaciones de guías en 2017. Tomado del visualizador en línea de resultados.



Estudio de la diversidad genética y estructura poblacional de la guayaba (*Psidium guajava*) de las islas Santa Cruz, San Cristóbal e Isabela, Galápagos / Study of the genetic diversity and population structure of guava from Santa Cruz, San Cristóbal and Isabela islands, Galápagos

María de Lourdes Torres^{1,2*}, María José Pozo¹, Gabriela Pozo¹, Bernardo Gutiérrez^{1,3}, Diego Urquía¹, Analía Espín¹

¹ Laboratorio de Biotecnología Vegetal, Universidad San Francisco de Quito, Ecuador

² Galápagos Science Center, San Cristóbal, Galápagos, Ecuador

³ University of Oxford, Oxford, Inglaterra

*Correo electrónico: ltorres@usfq.edu.ec

Resumen

La introducción de especies exóticas en ecosistemas insulares es la principal amenaza para la biodiversidad de los mismos. La guayaba (*Psidium guajava*) es una de las plantas invasoras más agresivas en las islas Galápagos. En la parte alta de las islas Santa Cruz, San Cristóbal, Isabela y Floreana esta planta invasora ha formado extensos bosques monoespecíficos, desplazando a la flora nativa. Además, podría ser que *P. guajava* se esté cruzando con su congénere endémico *P. galapageium*, lo cual supondría una seria amenaza de extinción para éste último. Considerando la importancia de la genética poblacional para explicar la agresividad de la invasión y la resistencia de una población introducida a los esfuerzos de control, en este trabajo se analizó la estructura poblacional y diversidad genética de las poblaciones de *P. guajava* de las islas más grandes y pobladas de Galápagos: Isabela, Santa Cruz y San Cristóbal. Para ello se amplificaron 13 marcadores SSRs para el genotipado de 269 individuos de *P. guajava* provenientes de las tres islas estudiadas. De los 13 loci, 11 fueron polimórficos. Se encontró un total de 52 alelos en estos 11 loci y una heterocigosidad esperada (H_e) de 0.359. Este valor relativamente bajo de H_e concuerda con el hecho de que se analizaron poblaciones de una especie introducida en un ecosistema insular, las cuales posiblemente experimentaron un efecto fundador. La diversidad más alta fue encontrada en la población de *P. guajava* de Santa Cruz ($H_e=0.365$), mientras que la más baja se encontró en Isabela ($H_e=0.284$). La diversidad en la población de San Cristóbal fue intermedia entre las dos anteriores ($H_e=0.325$). Estos índices podrían estar reflejando por un lado, la historia humana y de la colonización de cada isla en particular, y por otro lado, la geografía de cada isla en cuanto a la disponibilidad de hábitats en los que *P. guajava* puede proliferar. Los análisis de la distribución de la diversidad (distancias genéticas y análisis bayesianos) sugieren un notorio distanciamiento genético y escaso flujo génico entre las poblaciones de *P. guajava* de San Cristóbal e Isabela, islas ubicadas en extremos opuestos del archipiélago. Por otro lado, la población de *P. guajava* de la isla Santa Cruz, ubicada en el centro del archipiélago, mantendría un bajo distanciamiento genético y un notable flujo génico con las poblaciones de Isabela y San Cristóbal. De igual manera, los dos linajes encontrados en los individuos muestreados de las dos islas, estarían presentes en la población de Santa Cruz. De acuerdo a los resultados obtenidos se puede sugerir que la introducción de *P. guajava* en las Islas Galápagos se dio en varios momentos y desde diferentes orígenes continentales. Asimismo, se podría especular que en el pasado, donde no había restricción de movimiento de plantas entre islas, los colonos transportaron frutos o semillas de *P. guajava*. Este es el primer reporte que caracteriza la diversidad genética y estructura poblacional de *P. guajava*, una planta invasora en varias islas de un archipiélago donde cohabita una especie congénere endémica. Sería interesante concluir esta investigación analizando la procedencia de *P. guajava* desde el continente para entender mejor la historia de introducción de esta especie.

Abstract

The main threat to insular biodiversity is the introduction of exotic species into their ecosystems. Guava (*Psidium guajava*) is one of the most aggressive invasive plants present on the Galápagos Islands. This species has formed extensive monospecific forests on the highlands of Santa Cruz, San Cristobal, Isabela and Floreana islands, displacing native flora. Furthermore, it could be possible that *P. guajava* and its endemic congener *P. galapageium* are interbreeding, posing a serious threat to the native species' survival. Considering the importance of population genetics to explain the aggressiveness of the invasion and the resistance of an introduced population to the control efforts, in this study we analyze the structure and genetic diversity of *P. guajava* populations on the larger Galápagos islands: Isabela, Santa Cruz and San Cristóbal. To that end, 13 SSR markers were amplified in 269 *P. guajava* individuals from the aforementioned islands. 11 of the 13 SSR markers were polymorphic, and a total of 52 alleles were found for the 11 loci. A relatively low expected heterozygosity (H_e) was obtained (0.359), which is to be expected when analyzing populations of an introduced species in an insular ecosystem, as they possibly went through a founder effect. The Santa Cruz *P. guajava* population had the highest genetic diversity ($H_e=0.365$), while the lowest was found in the Isabela population ($H_e=0.284$). The San Cristóbal population showed an intermediate diversity ($H_e=0.325$). These values could reflect the human history and colonization patterns on each island, as well as differences in the availability of habitats for *P. guajava* proliferation. The analyses of distribution of diversity (genetic distances and Bayesian analysis) suggest a genetic distance and low gene flow between *P. guajava* populations on San Cristóbal and Isabela islands, located on opposite sides of the archipelago. On the other hand, the Santa Cruz *P. guajava* population, located between the other two populations, showed low genetic distance and high gene flow with both Isabela and San Cristóbal populations. Similarly, the two lineages found in individuals sampled from Isabela and San Cristóbal are present in the Santa Cruz population. These results may suggest that the introduction of *P. guajava* to the Galapagos Islands happened on various occasions and from different continental origins. Furthermore, it is possible that in the past—when there was no restriction on plant movement between islands—settlers transported *P. guajava* fruits or seeds. This is the first report to characterize the genetic diversity and population structure of *P. guajava*, an invasive species on various islands of an archipelago where an endemic congener species also dwells. It would be interesting to conclude this study analyzing the origin of *P. guajava* from the continent in order to better understand this species' introduction history.

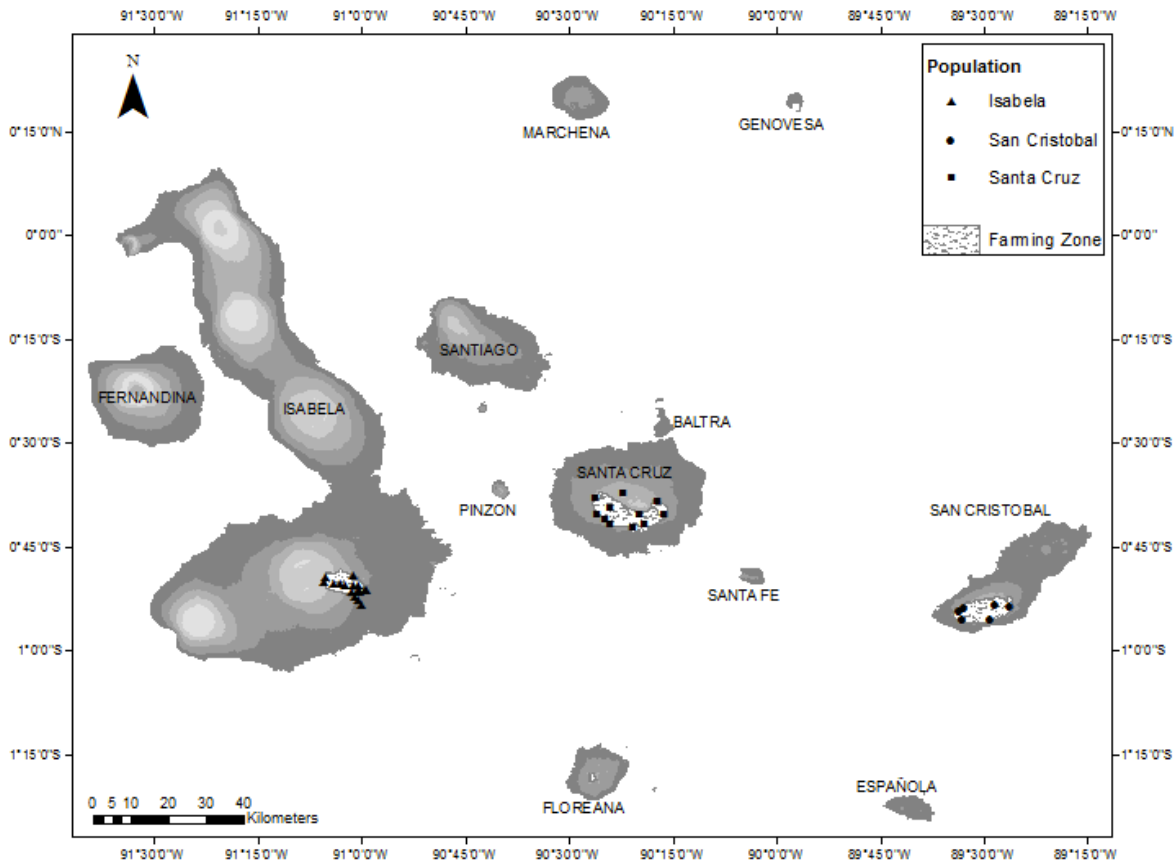


Figura 1. Mapa de las localidades de los individuos de *P. guajava* muestreados en las tres islas estudiadas (Isabela, Santa Cruz y San Cristóbal). De igual manera se indica las zonas agrícolas de las islas pobladas las cuales constituyen el área de distribución principal de *P. guajava* en Galápagos (Shapefiles obtenidos del IGM y del Instituto de Geografía USFQ, 2017).

Figure 1. Map locating *P. guajava* individuals sampled in the three studied islands (Isabela, Santa Cruz and San Cristóbal). The agricultural areas of the populated islands are also indicated, which constitute the main distribution area of *P. guajava* in the Galápagos (Shapefiles obtained from the IGM and the Institute of Geography USFQ, 2017)

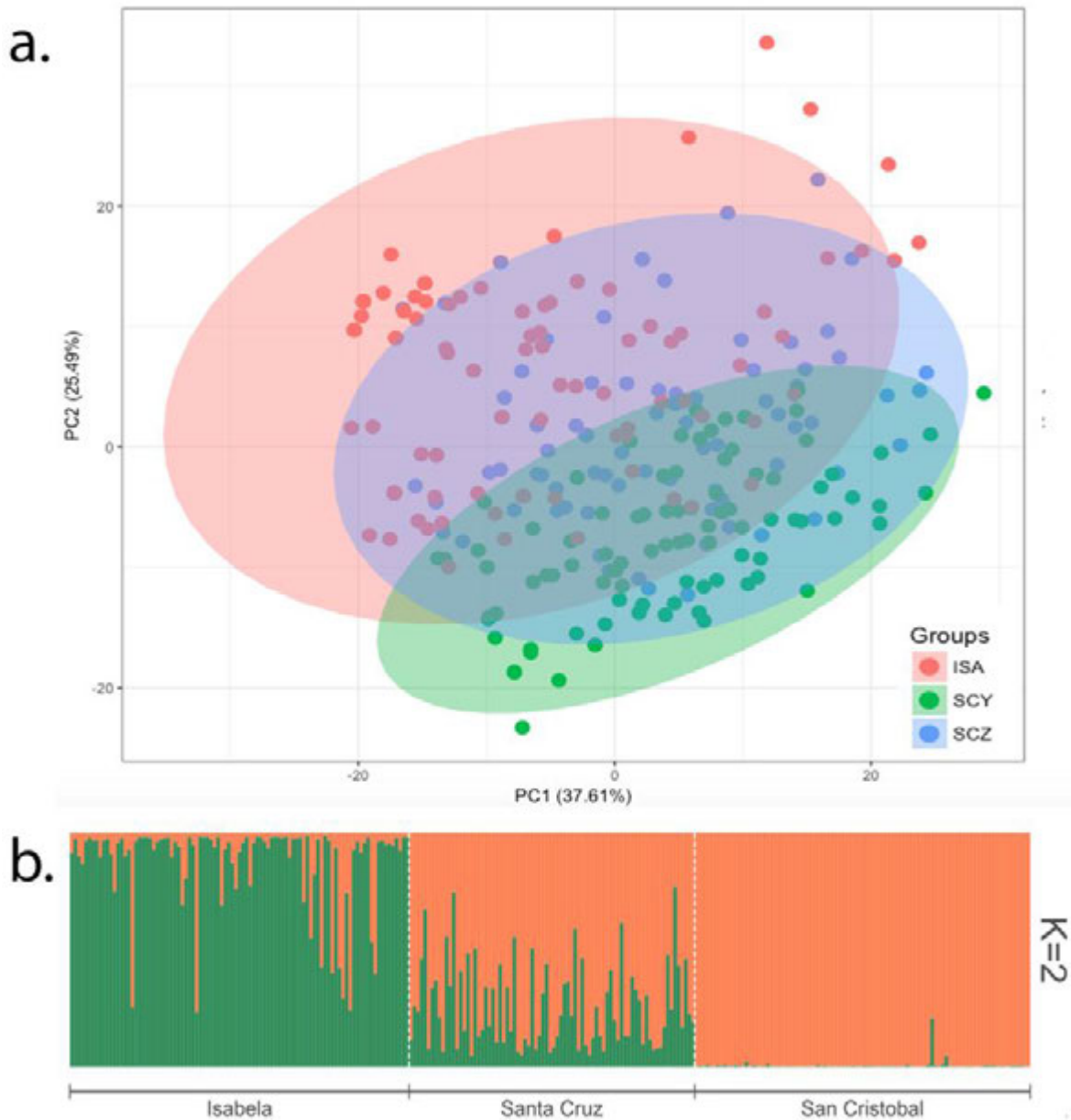


Figura 2. Ilustraciones de la distribución de la diversidad genética en las poblaciones de *P. guajava* en las islas San Cristóbal, Santa Cruz e Isabela. a) PCoA basado en las distancias genéticas (euclidianas) existentes entre los individuos muestreados en las tres islas: Isabela (ISA), San Cristóbal (SCY) y Santa Cruz (SCZ). b) Resultados del análisis bayesiano de estructura poblacional (Software STRUCTURE) bajo el modelo Admixture. Se indican los resultados para $K=2$, siendo éste el valor de K óptimo ($\Delta K=57.71$). Los valores de K corresponden al número de linajes o grupos ancestrales (representados por diferentes colores) en los cuales se agrupan los individuos analizados.

Figure 2. Illustrations of genetic diversity distribution of the of *P. guajava* populations in San Cristóbal, Santa Cruz and Isabela. a) PCoA based on the genetic (Euclidean) distances between the individuals sampled in the three islands: Isabela (ISA), San Cristóbal (SCY) and Santa Cruz (SCZ). b) Results of the Bayesian analysis of population structure (Software STRUCTURE) under the Admixture model. The results are indicated for $K = 2$, this being the optimum K value ($\Delta K = 57.71$). The values of K correspond to the number of lineages or ancestral groups (represented by different colors) in which the individuals analyzed are grouped.

Variaciones oceanográficas en el Océano Pacífico Este Tropical sugieren calentamiento regional en la TSM /Oceanographic variations in the Tropical Eastern Pacific suggest regional scale warming of the Sea Surface Temperature

Estefanía Bravo-Ormaza^{1,2*}, Nicole Chinacalle-Martínez¹, Elka García-Rada¹, Jean López-Macías¹, Javier Zevallos-Rosado¹, César Peñaherrera-Palma^{1,2}

¹ Pontificia Universidad Católica del Ecuador - Sede Manabí, Biología Marina, km 8.5 vía Bahía de Caráquez-Tosagua, Sucre 131101, Manabí, Ecuador.

² MigraMar, Sir Francis Drake Boulevard, Olema, California, USA.

*Correo electrónico: estefy_b8@hotmail.com

Resumen

El sistema oceanográfico del PET es altamente dinámico en tiempo y espacio producto de la interacción de varias corrientes marinas. Esta interacción produce zonas de mezcla de las propiedades físicas como químicas del agua, crítico en los ciclos biogeoquímicos de minerales, nutrientes, y los procesos de productividad primaria. Varios estudios han reportado el incremento en la temperatura superficial del mar (TSM) a nivel mundial; sin embargo, poco se ha estudiado las tendencias de éste y parámetros oceanográficos en la región del PET. Este estudio evaluó las tendencias anuales y variaciones temporales en las series de tiempo de la TSM, concentración de clorofila a y energía cinética de turbulencia (ECT) de seis sitios ubicados dentro y fuera de las áreas marinas protegidas oceánicas del PET (Figura 1). Las series de tiempo fueron analizadas usando la prueba Mann-Kendall multivariada, y los modelos ARIMA para la descomposición y predicción de series de tiempo. La descomposición analítica de la TSM mostró una marcada tendencia de incremento positivo en la temperatura promedio regional para todos los sitios en los últimos 15 años ($p=0.03$; Figura 2). Para la clorofila a no se observaron tendencias de cambio interanual ($p=0.175$), mientras que para la ECT regional se observó una ligera pero significativa reducción desde la década de 1990 ($p<0.005$). En lo que respecta a las variaciones estacionales se observó una alta similitud en la señal estacional de la TSM para toda la región, con los meses de enero a mayo dominados por temperaturas cálidas, y los meses de julio a noviembre, por temperaturas frías. Malpelo presentó una desviación a este patrón al presentar temperaturas cálidas de mayo a diciembre, y frías de octubre a abril. El promedio regional en la concentración de clorofila fluctuó entre 0.15 a 0.22 mg m⁻³, exceptuando la Isla de Malpelo que tuvo los índices más altos (0.35 mg m⁻³). La estacionalidad en la productividad primaria fue relativamente constante para toda la región, exceptuando la isla Malpelo que presentó picos durante los meses de enero a abril. La ECT varió considerablemente para toda la región, sin presentar un patrón claro de correlación entre los sitios evaluados. Se apreció una clara estacionalidad en la fuerza de la turbulencia del PET con valores altos de febrero a abril y los bajos de julio a diciembre. El promedio regional de ECT fluctuó entre 0.021 a 0.042 m²s⁻² siendo los sitios con valores superiores Malpelo y el centro del área de influencia entre las islas del Coco y Galápagos. Los valores de ECT más bajos se registraron para la Isla del Coco y el norte de Galápagos. La información obtenida acerca para mejorar nuestro entendimiento de los procesos oceanográficos que ocurren en el ETP, y de las interacciones biológicas y ecológicas que dependen de los mismos.

Abstract

The Eastern Tropical Pacific (ETP) oceanographic setting is highly dynamic in time and space mainly due to the interaction marine currents. Such interactions produce mixing zones where

physical and chemical water properties favor the biogeochemical cycles of nutrients and minerals, and thus favoring primary productivity. Several studies have reported the increment of sea surface temperature (SST) around the world, yet two few have assessed the annual and seasonal variations of this and other oceanographic parameters within the ETP. This study evaluated the annual and seasonal trends of the SST, chlorophyll a and eddy kinetic energy time series at six locations within the ETP (Figure 1). Time series data were assessed using the Mann-Kendall multivariate test and ARIMA forecast prediction models. SST trend decomposition showed a significant increment trend at all six locations in the last 15 years ($p=0.03$, Figure 2). SST decomposed data showed two very similar marked seasons between Cocos, Galápagos and the evaluation points within those areas. These locations were dominated by warm waters from January to May, and by cold-waters from July to November. Malpelo island was the exception to this pattern by showing a marked warm water season from May to December, and cold-water season from October to April. Regional Chlorophyll concentration averaged between 0.15 a 0.22 mg m^{-3} , excepting Malpelo as it had the highest indices (0.35 mg m^{-3}). Primary productivity was relatively constant for all the region, yet Malpelo was the only showing clear patterns of high primary productivity during January to April. EKE considerably varied in all six locations and presented no clear trend pattern. EKE Seasonal trends were observed, with higher values during February to April, and lower, from July to December. EKE regional average varied between 0.021 a 0.042 m^2s^{-2} . Malpelo and area between Coco and Galápagos had the lowest EKE values the assessed locations. These findings provide important information to better improve our understanding of the underlining oceanographic processes in the ETP and the biological and ecological dynamics that rely on those.

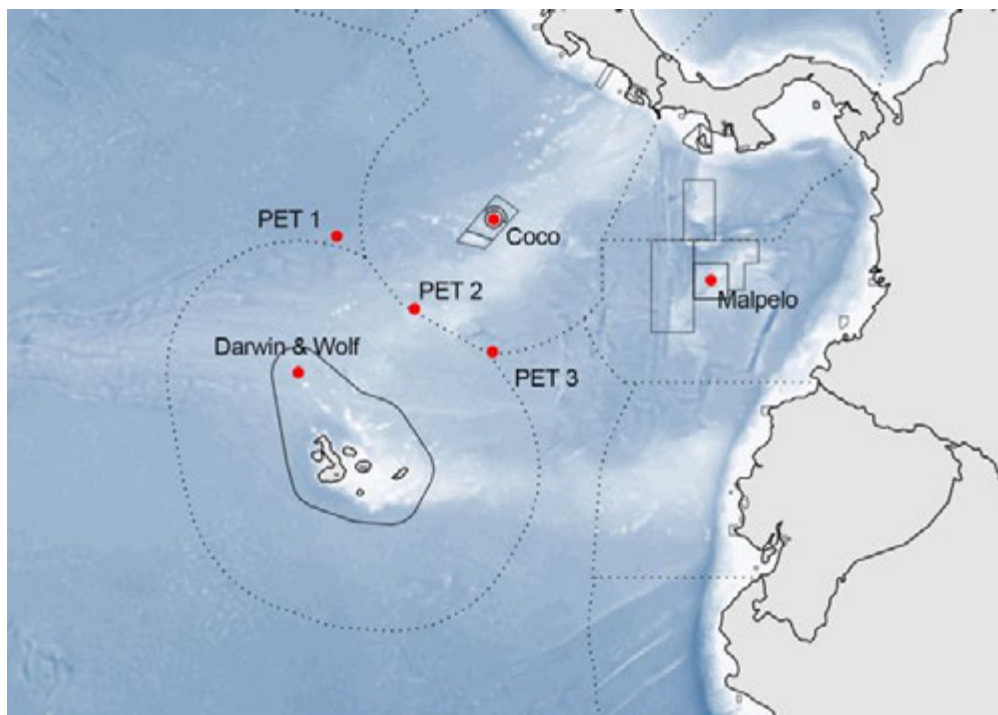


Figura 1. Localidades de muestreo en el Océano Pacífico Este Tropical, referenciando los seis puntos analizados dentro de la región del CMAR (Corredor Mario del Pacífico Este Tropical).

Figure 1. Sampling locations on the Tropical Eastern Pacific, showing the six locations analyzed within CMAR (The Eastern Tropical Pacific Marine Corridor) region.

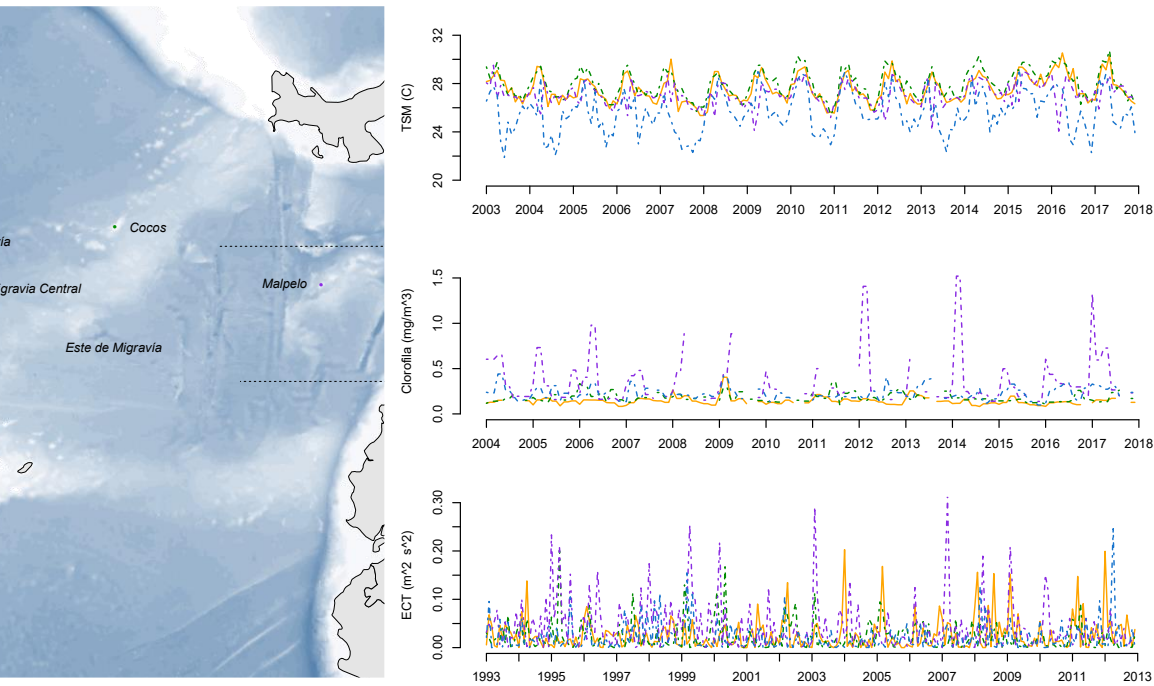


Figura 2. Variabilidad mensual en la temperatura superficial del mar (TSM), concentración de clorofila y energía cinética de turbulencia (ECT) en seis puntos geográficos de la región del CMAR.

Figure 2. Sea surface temperature (TSM), chlorophyll concentration (Clorofila) and Eddy kinetic energy (ETC) monthly variations at six geographic locations of the CMAR region.

Centro de Bioconocimiento y Desarrollo Agrario Socavón – CBDA / Center for Bio-knowledge and Agricultural Development Socavón (CBDA).

Marilú Valverde Venegas^{1*}, Joanna Allauca Vizueté¹

¹ *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias -INIAP-Galápagos*

Correo: yolanda.valverde@iniap.gob.ec

Resumen

Los CBDAs creados por iniciativa del Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos (DENAREF) del INIAP, como escenarios de conservación de la agrobiodiversidad, actualmente están reconocidos en la Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, Semillas y Fomento de la Agricultura Sustentable (LOASFAS).

La LOASFAS, a través de su Art. 20. promueve la participación de diferentes actores públicos, privados, de investigación, gobiernos descentralizados y academia, con la finalidad de concretar esta institucionalidad directamente en zonas determinadas como prioritarias para la protección y conservación de la agrobiodiversidad.

En Galápagos, el CBDA Socavón se localiza en la Granja Experimental del INIAP, parroquia El Progreso, en la isla San Cristóbal, a 238 msnm. Su objetivo principal es consolidar un espacio para la conservación, manejo, promoción, y difusión de la agrobiodiversidad, en contribución a la seguridad alimentaria de la población insular y a disminuir la remoción genética de los cultivos adaptados a las islas.

Establecido en 2016 el CBDA Socavón, a más de ser un espacio de conservación de la agrobiodiversidad presente en las fincas de los agricultores, cumple las funciones de capacitación, validación, multiplicación de semilla de calidad, investigación participativa y restitución de germoplasma a los productores y productoras de la isla, como fomento al incremento de la productividad y la adaptación al cambio climático. Según las actividades que se realizan dentro de cada una de estas funciones se aplica una metodología adecuada y validada a nivel Nacional e Internacional.

El CBDA fue conformado en base a colectas realizadas en la zona agrícola de San Cristóbal cuyo resultado es la conservación de alrededor de 129 accesiones, que involucran a 24 familias botánicas, entre las cuales 25 accesiones pertenecen a la familia Musácea, 22 accesiones a la familia Fabácea, 13 a las Poáceas, 12 accesiones a la familia Lamiáceae, 8 la familia Bromeliácea, 6 accesiones cada una las familias Solanácea y Rutácea, Rubiácea y Euphorbiácea con 5 accesiones cada una; distribuidas en 37 géneros (44 especies), entre los más importantes *Musa paradisiaca* con 16 accesiones, 11 accesiones de *Phaseolus vulgaris*, 10 accesiones de *Zea mays*, 8 accesiones de *Annanas comosus* y *Musa acuminata* cada una.

De estas accesiones, conservadas tanto en banco vivo como en cámara fría, 16 accesiones poseen código ECU en el banco de germoplasma del INIAP. Se mantiene además un Jardín de introducción de pastos con 25 especies, de los 14 géneros *Brachiaria*, *Pennisetum*, *Panicum*, *Cynodon*, *Tripsacum*, *Centrosema*, *Leucaena*, *Erythrina*, *Gliricidia*, *Morus*.

Cumpliendo con la función de capacitación e investigación participativa evaluando y caracterizando materiales colectados, desde su creación el CBDA Socavón ha recibido a productores y productoras de las cuatro islas habitadas, técnicos; estudiantes de escuelas y colegios, interesados todos en

conocer sobre la agrobiodiversidad de cultivos relacionados con la alimentación y la agricultura, silenciosamente adaptados a los agroecosistemas insulares.

En cuanto a Restitución de materiales, en 2017 se realizó el primer “**Intercambio de conocimiento cultural, semillas, medicinales, frutales**” promoviendo la integración de varios sectores productivos y autoridades locales, con la finalidad además del intercambio, de promover el fortalecimiento del tejido social que brinde sostenibilidad a estos procesos agroproductivos.

Palabras clave: recursos fitogenéticos, conservación, remoción, cambio climático, restitución de semilla.

Abstract

The CBDAs created by initiative of the National Department of Plant Genetic Resources (DENAREF) of INIAP, as scenarios of conservation of agrobiodiversity, are currently recognized in the Organic Law of Agrobiodiversity, Seeds and Promotion of Sustainable Agriculture (LOASFAS).

The LOASFAS, through its Art. 20. promotes the participation of different public, private, research, decentralized governments and academia, with the aim of concretizing this institutionality directly in certain areas as priority for the protection and conservation of agrobiodiversity.

In Galapagos, CBDA Socavón is located in the Experimental Farm of INIAP, parish El Progreso, on San Cristóbal Island, 238 m above sea level. Its main objective is to consolidate a space for the conservation, management, promotion, and dissemination of agrobiodiversity, in contribution to the food security of the island population and to reduce the genetic removal of crops adapted to the islands.

Established in 2016, the CBDA Socavón, more than being an area of conservation of the agrobiodiversity present in the farms of the farmers, performs the functions of training, validation, multiplication of quality seed, participatory research and restitution of germplasm to producers and producers of the island, as an encouragement to increase productivity and adapt to climate change. According to the activities carried out within each of these functions, an adequate and validated methodology is applied at the National and International level.

The CBDA was formed based on collections made in the agricultural area of San Cristóbal, which resulted in the conservation of about 129 accessions, involving 24 botanical families, among which 25 accessions belong to the Musáceae family, 22 accessions to the family Fabáceae, 13 to the Poaceae, 12 accessions to the Lamiaceae family, 8 the Bromeliad family, 6 accessions each to the Solanaceae and Rutáceae families, Rubiáceae and Euphorbiaceae with 5 accessions each; distributed in 37 gender (44 species), among the most important *Musa paradisiaca* with 16 accessions, 11 accessions of *Phaseolus vulgaris*, 10 accessions of *Zea mays*, 8 accessions of *Annanas comosus* and *Musa acuminata* each.

Of these accessions, conserved in both live and cold storage, 16 accessions have an ECU code in the INIAP germplasm bank. It also maintains a Garden of introduction of grasses with 25 species, of the 14 gender *Bracchiaria*, *Pennisetum*, *Panicum*, *Cynodon*, *Tripsacum*, *Centrosema*, *Leucaena*, *Erythrina*, *Gliricidia*, *Morus*.

Complying with the function of training and participatory research, evaluating and characterizing collected materials, since its creation CBDA Socavón has received producers from the four inhabited islands, technicians; students from schools and colleges, all interested in learning about the

agrobiodiversity of crops related to food and agriculture, silently adapted to island agroecosystems.

In terms of Restitution of materials, in 2017 the first "Exchange of cultural knowledge, seeds, medicinal, fruit trees" was carried out, promoting the integration of various productive sectors and local authorities, with the purpose of sharing, to promote the strengthening of the social fabric that provides sustainability to these agroproductive processes.

Keywords: plant genetic resources, conservation, removal, climate change, seed restitution.

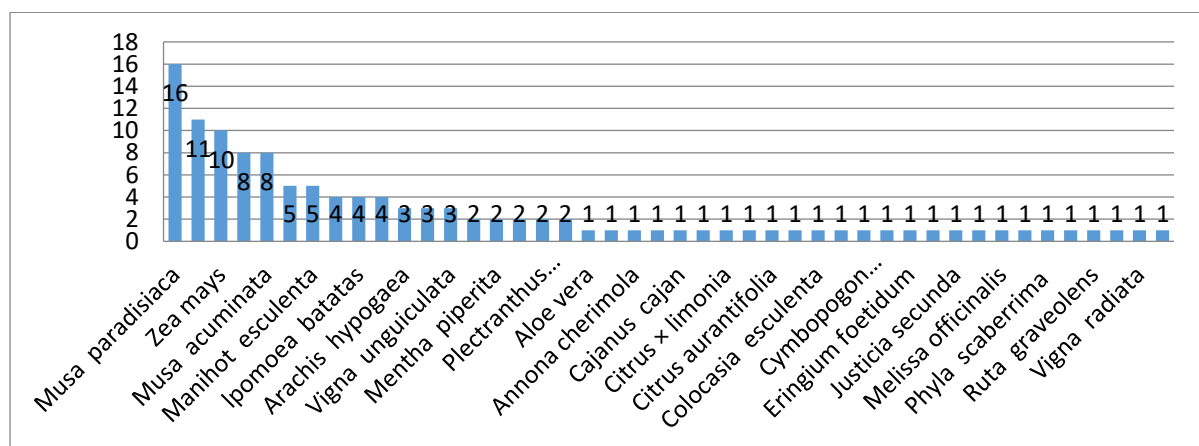


Gráfico 1: Especies presentes en el Centro de Bioconocimiento y Desarrollo Agrario Socavón (CBDA-S) en la Isla San Cristóbal.

Colectas realizadas en el periodo 2016 – 2017. INIAP.

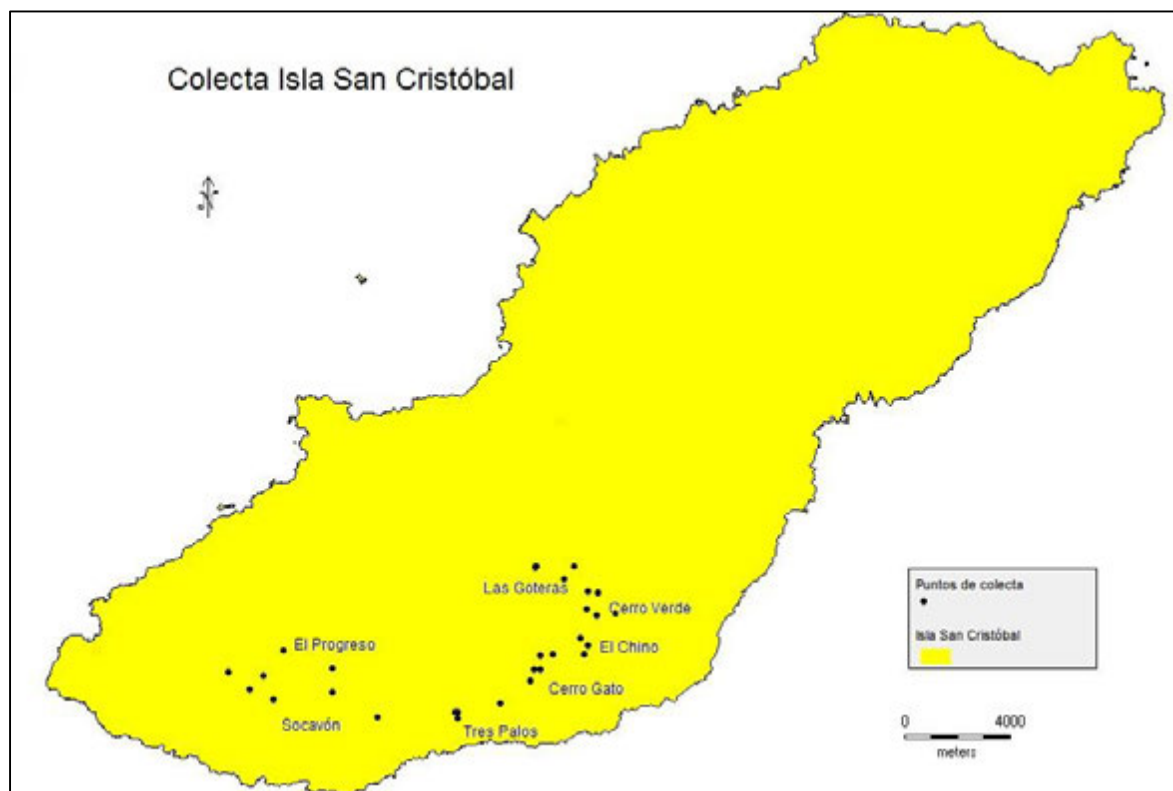


Gráfico 2: Mapa de colectas en la Isla San Cristóbal, misiones de colecta periodo 2016-2017. INIAP, 2017.

Evolución del ecosistema / Ecosystem evolution

Marjorie Riofrio-Lazo^{1,2*}, Gunter Reck³, Diego Páez-Rosas⁴, Francisco Arreguín Sánchez¹, Hermann Wagner³

¹ *Instituto Politécnico Nacional IPN, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas CICIMAR, México.*

² *Universidad San Francisco de Quito USFQ, Galápagos Science Center GSC, Ecuador.*

³ *Universidad San Francisco de Quito USFQ, Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales COCIBA, Instituto de Ecología Aplicada ECOLAP, Ecuador.*

⁴ *Universidad San Francisco de Quito USFQ, Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales COCIBA, y Extensión Galápagos USFQ, Galápagos Science Center GSC, Ecuador.*

*Correo electrónico: marjorieriofrio@gmail.com

Resumen

Los ecosistemas marinos se encuentran en continuo cambio en respuesta a diversos factores ambientales, naturales y antropogénicos, entre los que destaca el cambio climático, que afectan su estabilidad, funcionamiento y capacidad de autoorganización. Perturbaciones suficientemente severas de un estado estable del ecosistema, pueden llevarlo a un estado estable alterno con diferente estructura y organización. Esto define una necesidad intrínseca de implementar un manejo adaptativo basado en el ecosistema para lograr la sostenibilidad en la explotación de los recursos. En este estudio mediante la construcción de un modelo trófico dinámico, empleando la plataforma de modelación “Ecopath con Ecosim”, se analizó la dinámica del ecosistema de plataforma de la región sureste de Galápagos (~9300 km²) para el periodo 2001-2015 y se simuló el efecto del cambio climático en el ecosistema para un periodo de 100 años empleando el modelo A1B, del IPCC, y la anomalía de temperatura superficial del mar como forzante sobre la tasa de producción de los productores primarios, dejando que la señal se propague vía red trófica. Se estimaron indicadores holísticos del sistema en cada año y se identificaron posibles estados estables alternos del ecosistema y sus límites (aproximados) en el tiempo. Se determinó que en 100 años más, el sistema cambiaría hacia un estado con mayor grado de orden y de capacidad de autoorganización, lo cual se interpreta como mayor resiliencia. Para el escenario simulado existe una relación proporcional entre la resiliencia y la TSM. Se predice que el aumento de la temperatura, asociado al cambio climático, tendrá sus mayores efectos al final del siglo y producirá un alto incremento en la biomasa de especies tropicales y la disminución de algunas especies como el bacalao de Galápagos, *Mycteroperca olfax*. No obstante, se necesitan estudios más profundos para elucidar con mayor precisión los efectos del cambio climático sobre el ecosistema. Se identificaron cuatro periodos alternos de estabilidad del ecosistema: (1) 2001-2033; (2) 2034-2047; (3) 2048-2056; y (4) 2057-2098. Las diferencias simuladas en la estructura del ecosistema sugieren que las medidas de manejo de recursos individuales deban adaptarse a través del tiempo a la nueva condición de cada uno de los recursos. La importancia de la adaptabilidad como parte de la estrategia de gestión de un sistema dinámico y vulnerable como Galápagos, permitirá asegurar la protección de las especies endémicas y amenazadas, y mejorar las acciones de manejo de los recursos pesqueros para anticipar los cambios debidos a perturbaciones como el cambio climático.

Abstract

Marine ecosystems are constantly changing in response to various environmental factors, natural and anthropogenic, among which climate change stands out, affecting their stability, functioning and capacity for self-organization. Sufficiently severe disturbances of a stable state of the ecosystem can lead to an alternate stable state with different structure and organization. This defines an intrinsic need to implement adaptive management based on the ecosystem to achieve sustainability in the exploitation of resources. In this study, through the construction of a trophic dynamic model, using the modeling platform "Ecopath with Ecosim", the ecosystem dynamics of the southeast region shelf of Galápagos (~ 9300 km²) for the period 2001-2015 were analyzed. The effect of climate change on the ecosystem was simulated for a period of 100 years using the A1B model of the IPCC, and the anomaly of sea surface temperature as a forcing on the production rate of the primary producers, allowing the signal to propagate via trophic web. Holistic indicators of the ecosystem were estimated each year and possible alternate stable states of the ecosystem and their (approximate) limits over time were identified. It was determined that in 100 more years, the system would change to a state with a greater degree of order and capacity for self-organization, which is interpreted as greater resilience. For the simulated scenario there is a proportional relationship between resilience and SST. It is predicted that the increase in temperature, associated with climate change, will have its greatest effects at the end of the century and will produce a high increase in the biomass of tropical species and the decrease of some species such as the Galápagos sailfin grouper, *Mycteroperca olfax*. However, more in-depth studies are needed to elucidate more precisely the effects of climate change on the ecosystem. Four alternate periods of ecosystem stability were identified: (1) 2001-2033; (2) 2034-2047; (3) 2048-2056; and (4) 2057-2098. Simulated differences in the structure of the ecosystem suggest that individual resource management measures must adapt over time to the new condition of each resource. The importance of adaptability as part of the management strategy of a dynamic and vulnerable system such as Galápagos, will make it possible to ensure the protection of endemic and threatened species, and improve management actions of fishery resources to anticipate changes due to disturbances such as climate change.

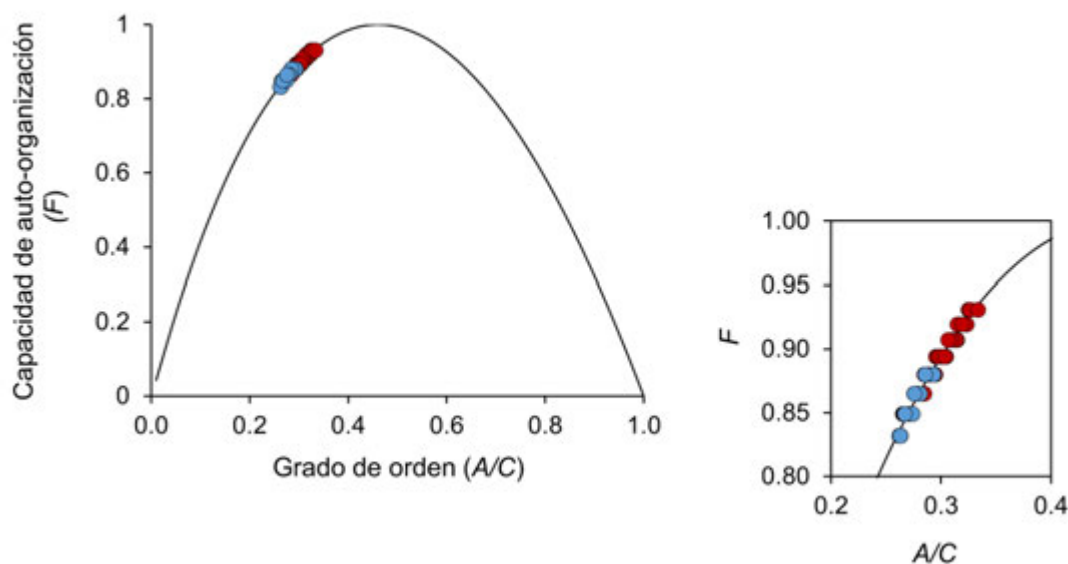


Figura 1. Comparación de la trayectoria de la capacidad de autoorganización (F) del ecosistema durante la simulación de 100 años bajo efectos de cambio climático (puntos rojos) y durante el

periodo base 2001-2015 (puntos azules). La línea en negro representa la relación teórica entre el grado de orden del ecosistema y F.

Figure 1. Comparison of the trajectory of the self-organization capacity (F) of the ecosystem during the 100 years simulation of the effects of climate change (red dots) and during the base period 2001-2015 (blue dots). The black line represents the theoretical relationship between the degree of order (A/C) of the ecosystem and F.

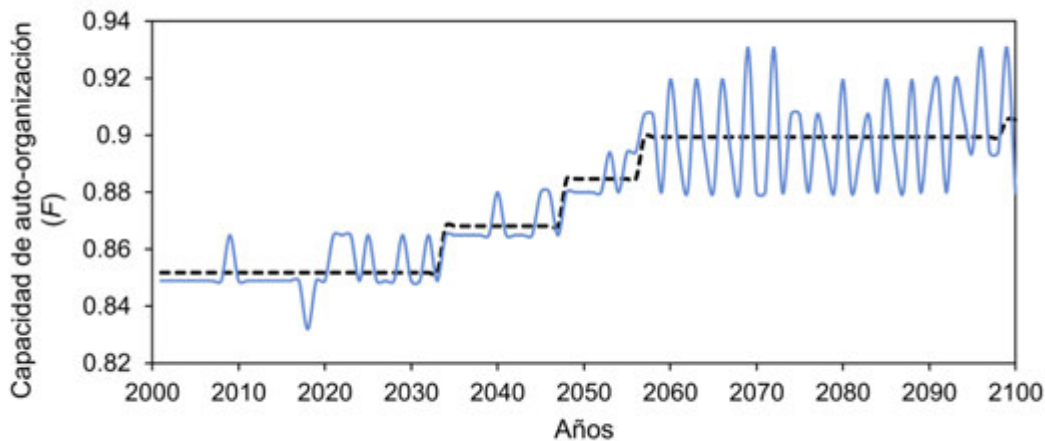


Figura 2. Comportamiento de la capacidad de autoorganización (F) del ecosistema de plataforma del sureste de Galápagos a lo largo del periodo 2001-2100 bajo el efecto del cambio climático tomando como referencia las proyecciones de las anomalías de temperatura superficial del mar. La línea punteada representa periodos distintos de F. Periodo 1: 2001-2033; periodo 2: 2034-2047; periodo 3: 2048-2056; periodo 4: 2057-2098.

Figure 2. Behavior of the capacity of self-organization (F) of the platform ecosystem of the southeast of Galápagos throughout the period 2001-2100 under the effect of climate change taking as a reference the projections of sea surface temperature anomalies. The dotted line represents different periods of F. Period 1: 2001-2033; period 2: 2034-2047; period 3: 2048-2056; period 4: 2057-2098.

**Tiburones en aislamiento: Un acercamiento integrado para la conservación de las especies /
Sharks in isolation: An integrated approach to species conservation management.**

Maximilian Hirshfeld^{1,2*}, Adam Barnett², Juan Garcia³, Jaime Chavez^{1,2}, Christine Dudgeon⁴,
Marcus Sheaves²

¹ Galapagos Science Center

² James Cook University

³ Galapagos National Park

⁴ University of Queensland

*Correo electrónico: maxh@enphocus.net

Resumen

El planeta tierra está experimentando la sexta extinción masiva, esta vez es causada por la actividad humana. Para contrarrestar este proceso el desarrollo de estrategias de manejo para el uso de los recursos naturales es fundamental. Se requiere de regulaciones basadas en la ciencia a escala global y local y desde el nivel de ecosistemas hasta el nivel de especies. Sin embargo, en muchos casos el conocimiento científico actual no basta para diseñar planes de manejo adecuados. Los tiburones, por ejemplo, son un grupo de vertebrados que se encuentran amenazados por la explotación pesquera y la degradación de su hábitat. Pero casi la mitad (45%) de las especies de tiburones carecen de información para evaluar su riesgo de extinción. Los siguientes factores son indispensables para evaluar el riesgo de extinción de una especie a escala global: 1) La abundancia de la especie, 2) la distribución geográfica, y 3) la estructura demográfica. No obstante, a una escala más pequeña se necesita investigar la estructura y la conectividad genética y demográfica de una población para poder identificar unidades apropiadas para ser considerados en el manejo local.

Galápagos es un archipiélago oceánico aislado por enormes distancias de aguas profundas. A pesar de su aislamiento, algunas especies de elasmobranchios (tiburones y rayas) de aguas someras lograron establecerse en las islas. El tiburón gato de Galápagos (*Heterodontus quoyi*), tiene una distribución geográfica restringida al archipiélago de Galápagos y el norte de Perú. Sin embargo, no existen datos científicos para poder ponderar su riesgo de extinción. Este proyecto integra métodos científicos de varias disciplinas con la ciencia ciudadana para establecer una base para el manejo global, regional y local de esta especie. Se estudia la distribución espacial y los requerimientos de hábitat, así como la estructura y conectividad genética y demográfica usando una combinación de técnicas no-invasivas. Desde el 2015, se registraron tiburones gatos a través del monitoreo científico, de entrevistas y de la ciencia ciudadana. Los registros sugieren que estos tiburones tienen una preferencia hacia los hábitats de agua fría in el oeste del archipiélago, mientras que no se presenta una segregación por el sexo o clases de edad. Aquí presentamos mediciones morfológicas de 149 tiburones gato (67 hembras y 82 machos). En el futuro combinaremos la morfología con datos de tamaño de madurez sexual, y con técnicas genéticas/genómicas para determinar la estructura y conectividad genética y demográfica de la población en el Pacífico este. Se espera que este acercamiento pueda mejorar la descripción de unidades de la población de tiburones gato de Galápagos, que se distinguen por su ecología y su genética, cubriendo su rango geográfico completo. Los resultados podrán ser usados para desarrollar estrategias de manejo de conservación a escala local, regional e internacional. Dentro de un contexto más amplio, este acercamiento interdisciplinario se podría aplicar al estudio de otras especies marinas y terrestres de Galápagos, apoyando a la lucha contra la extinción biológica y conservando los recursos naturales de las islas vitales para la subsistencia y el bien estar de sus residentes.

Abstract

Planet earth is experiencing the sixth mass extinction, this time caused by human activity. To counteract this process, the development of effective management strategies for the use of natural resources is fundamental. Science based regulations are needed at global and local scales and from ecosystem to species level. However, current scientific knowledge is often insufficient to design suitable management plans. Sharks, for example, are increasingly threatened through fishery exploitation and habitat degradation, but data to evaluate the risk of extinction is missing for almost half (45%) of the known shark species. To evaluate a species' extinction risk on a global scale the following factors are essential: 1. Population abundance, 2. geographic distribution, 3. demographic structure. At a smaller scale, however, we need to examine the genetic and demographic structure and connectivity of a given population to identify appropriate target units for local management.

The Galápagos are an isolated oceanic archipelago surrounded by vast distances of deep ocean. Despite their remoteness, some shallow-water demersal elasmobranchs (sharks and rays) have managed to colonize the volcanic islands. The Galápagos bullhead shark (*Heterodontus quoyi*), is thought to have a small geographic distribution comprising the Galápagos archipelago and the northern coast of Perú. However, no scientific data is available to gauge their current risk of extinction. Therefore, we integrate scientific methods from various disciplines and citizen science to provide a base for the global, regional and local management of Galápagos bullhead sharks. The population's small-scale distribution and habitat requirements, demographic and genetic structure and connectivity are studied using a combination of non-invasive methods. Since 2015, Galápagos bullhead sharks have been recorded through scientific surveys, interviews and citizen scientists. The records suggest that the species displays a preference for cold water habitats in the western archipelago, but no distinct pattern in ontogenetic or sexual habitat segregation was found. Here we present detailed morphological data from 149 (67 females and 82 males) bullhead sharks. In the future we will combine morphological measurements with life history data, such as size at maturity, and genetic/genomic techniques to assess genetic and demographic population structure and connectivity in the eastern Pacific. This integrative approach may improve the description of ecologically and genetically distinct units of the Galápagos bullhead shark population covering its entire geographic range. The results may ultimately be used to develop effective strategies for species conservation management at the local, regional and global scale. In a broader context, the interdisciplinary approach may also be applied to the study of other Galápagos marine and terrestrial species, in the struggle against biological extinction and for preserving the islands' natural resources that sustain local livelihoods and wellbeing.



Figura 1. Hembra subadulta de tiburón gato de Galápagos (*Heterodontus quoyi*).

La belleza de las micro interacciones: microbios y corales en un océano ácido / The beauty of micro-interactions: microbes and corals under an acidic ocean.

Nataly Guevara^{1*}, Margarita Brandt¹, Paul Rosero¹

¹ *Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales, Colegio de Comunicación y Arte Contemporáneo, Galápagos Science Center GSC, Universidad San Francisco de Quito USFQ, Campus Cumbayá, Casilla Postal 17-1200- 841, Quito 170901, Ecuador.*
*Correo electrónico: mbrandt@usfq.edu.ec

Resumen

Las actividades antropogénicas han desencadenado la acumulación exacerbada de CO₂ en la atmósfera, causando cambios ambientales como la acidificación oceánica. El aumento de la acidez en los océanos tiene efectos dramáticos en invertebrados marinos, ya que la disminución de la saturación de carbonato de calcio en el agua del mar puede afectar tasas de crecimiento y calcificación en organismos formadores de estructuras calcáreas, tales como coccolitóforos, foraminíferos, gasterópodos y corales pétreos. La mayoría de los invertebrados marinos dependen obligatoriamente de las estrechas interacciones que tienen con otros organismos, en su mayoría microscópicos. Estudios recientes han revelado la importancia del microbioma bacteriano en la salud de sus huéspedes. Debido a que las comunidades bacterianas son capaces de evolucionar rápidamente en respuesta a condiciones ambientales cambiantes, se piensa que estos simbioses podrían contribuir positivamente a la salud y supervivencia de comunidades de invertebrados en condiciones de acidificación.

Se han documentado (Guevara et al. 2018) comunidades de invertebrados sésiles (esponjas y corales) prosperando en las proximidades de Roca Redonda, un volcán submarino en el norte del Archipiélago de Galápagos (Figs. 1-3). El dióxido de carbono y otros gases generados por la actividad volcánica son liberados a través de numerosas aberturas a profundidades de 12 a 20 m, acidificando la columna de agua a un promedio de pH 7.2 (Guevara et al. 2018). Por esta razón, el presente estudio pretende ser el primero en proporcionar evidencia *in situ*, sobre cómo esta comunidad de invertebrados logra prosperar en condiciones de acidificación, documentando este hecho, tanto científica, como artísticamente. Aquí, presentamos parámetros ambientales de pH y temperatura de 15 estaciones de muestreo (Tabla 1). Cada estación fue seleccionada en base a la evidencia de crecimiento de corales *Tubastraea coccinea* expuestos a ventiladeros volcánicos (Fig. 4). Como se esperaba, existe una correlación positiva ($R: 0.71, p < 0.05$) entre la temperatura y el pH de cada estación (Fig. 5). También se puede apreciar un claro gradiente de pH que va desde 7.42 hasta 8.02 (Tabla 1, Fig. 5). Para el análisis de las comunidades microbianas presentes en la columna de agua, se colectó 5 L de agua circundante a cada estación de muestreo. El agua se filtró a través de una línea de filtros de policarbonato, para separar las porciones microbianas (porción libre, particulada y viral). Adicionalmente para el análisis genético de corales y sus simbioses, se colectaron copas de corales adultos y visiblemente sanos de dos colonias distintas por cada estación de muestreo, sumando un total de 30 individuos de *Tubastraea coccinea*. Los resultados que obtengamos nos servirán para conocer cambios en la estructura de la comunidad microbiana y la expresión génica en microorganismos asociados a los corales a lo largo del gradiente de pH, que podrían estar contribuyendo a la adaptación del huésped bajo factores de

estrés climático como lo es la acidificación. Para el componente artístico, se filmó en video de alta definición en distintas fumarolas. Las tomas son macro y se enfocan en la relación de las especies con las burbujas de las fumarolas.

Abstract

Anthropogenic activities have resulted in the accumulation of CO₂ in the atmosphere, causing environmental changes such as ocean acidification. An increase in acidity of the oceans has dramatic effects on marine invertebrates. One well-known impact is the decrease of calcium carbonate saturation in the seawater, which affects calcification and growth rates in shell-forming marine organisms such as coccolithophorids, foraminifera, gastropods and hard corals. Most marine invertebrates obligatorily depend on the close interactions they have with microorganisms. Recent studies have revealed the importance of the bacterial microbiome in the health of its hosts. Such microbes are capable of quickly evolving, rapidly altering their gene expression patterns or changing essential functions in response to changing environmental conditions. Therefore, these symbionts could contribute positively to the health and survival of invertebrate communities under acidification conditions.

Communities of invertebrates (sponges and corals) that thrive in the proximity of Roca Redonda (Figs. 1-3), an underwater volcano about 25 km north of the Galápagos Archipelago were documented (Guevara et al. 2018). Carbon dioxide and other gases, generated by volcanic activity, were released through numerous vents at depths of 12 to 20 m, acidifying the water column to an average pH of 7.2 (Guevara et al. 2018). Because of this, the present study aims to be the first to provide *in situ* evidence on how this invertebrate community manages to thrive under conditions of acidification using a scientific and artistic approach. Here, we present environmental parameters of pH and temperature at 15 sampling stations at Roca Redonda (Table 1). Each station was selected based on evidence of growth of *Tubastraea coccinea* corals exposed to volcanic vents (Fig. 4). As expected, there is a positive correlation ($R: 0.71, p < 0.05$) between temperature and pH (Fig. 5). Also, there is a clear pH gradient from 7.42 to 8.02 (Table 1, Fig. 5). For the analysis of the microbial communities present in the water column, 5 L of water were collected at each sampling station. The water was filtered through a line of polycarbonate filters, to separate the microbial portions (free, particulate and viral portion). Additionally, for the genetic analysis of corals and their symbionts, adult and visibly healthy coral cups were collected from two different colonies at each sampling station. The results obtained will help us evidence changes in the structure of the microbial community and of gene expression of the microorganisms associated with the corals along the pH gradient. This will help us understand how microbes are contributing to the adaptation of the host under climatic stress, such as acidification. For the artistic component, different fumaroles were filmed in high definition video. The shots are macro and focus on the relationship of the species within the bubbles of the fumaroles.

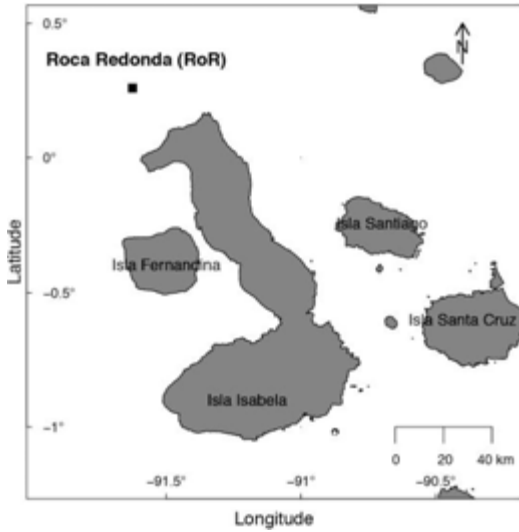


Fig. 1. Ubicación de Roca Redonda en las Islas Galápagos.

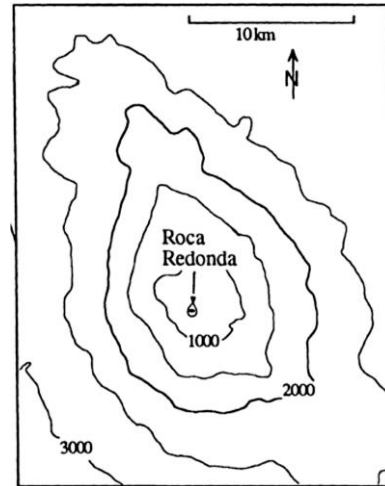


Fig. 2. Topografía alrededor de Roca Redonda.



Fig. 3. Roca Redonda, situada a ~25 km al norte de Isabela, es el pico naciente de un volcán submarino.



Fig. 4. Estación de muestreo. Corales *Tubastraea coccinea* expuestos a gases volcánicos.

Tabla 1. Datos de Temperatura [°C], pH y Profundidad [m] en las 15 estaciones de muestreo de Roca Redonda

Estación	Temperatura	pH	Profundidad
S1	17.30	7.49	16.40
S2	17.30	7.49	16.00
S3	17.00	7.45	11.20
S4	18.00	7.88	16.40
S5	17.30	7.49	12.20
S6	17.80	7.74	16.20
S7	18.80	7.82	14.40
S8	19.00	7.95	15.50
S9	17.60	7.65	16.00
S10	19.00	7.81	16.50
S11	19.00	7.94	13.90
S12	17.70	7.76	16.00
S13	17.50	7.62	17.00
S13	17.60	7.89	16.80
S14	17.40	7.55	17.00
S15	20.00	8.06	18.50
Max	20.00	8.06	18.50
Promedio	17.80	7.72	15.60
Min	17.00	7.45	11.20
sdv	1.10	0.19	1.80

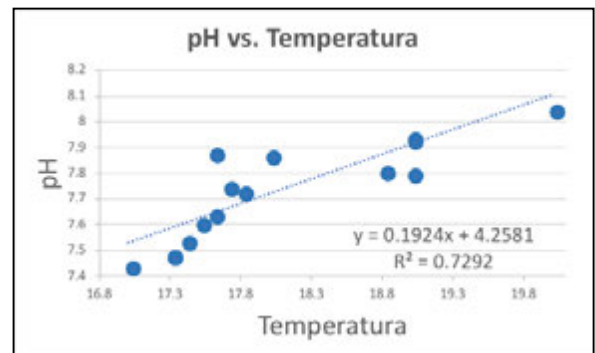


Fig. 5. Correlación entre la Temperatura [°C] y el pH en las 15 estaciones de muestreo de Roca Redonda.

Literatura Citada / Literature Cited

Guevara Campoverde NC, Hassenruck C, Buttigieg PL and A Gardes. 2018. Characterization of bacterioplankton communities and quantification of organic carbon pools off the Galapagos Archipelago under contrasting environmental conditions. *PeerJ*: DOI 10.7717/peerj.5984.

Caracterización molecular y funcional de patógenos endémicos que afectan a la mora invasora (*Rubus niveus*) de la isla San Cristóbal del archipiélago de Galápagos / Molecular and functional characterization of endemic isolated pathogens from the invasive raspberry (*Rubus niveus*) of San Cristóbal island in the archipelago of Galápagos.

Noelia Barriga^{1,3*}, Tia Decker^{2,5}, Andrés León-Reyes⁴, Valerie Dong², Catherine Worley², Carlos Ruales¹, Antonio León-Reyes^{1,2,3,4}

¹ Laboratorio de Biotecnología Agrícola y de Alimentos, Ingeniería en Agronomía, Colegio de Ciencias e Ingenierías, Universidad San Francisco de Quito, Campus Cumbayá, Quito, Ecuador.

² Galápagos Science Center (GSC), Universidad San Francisco de Quito, San Cristóbal-Ecuador.

³ Instituto de Microbiología, Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales COCIBA Universidad San Francisco de Quito USFQ, Campus Cumbayá, Quito, Ecuador.

⁴ Instituto de Investigaciones Biológicas y Ambientales BIÓSFERA, Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales COCIBA Universidad San Francisco de Quito USFQ, Campus Cumbayá, Quito, Ecuador.

⁵ Environmental Sciences, University of North Carolina, Chapel Hill, NC 27599

*Correo electrónico: nnbarriga@usfq.edu.ec

Resumen

Desde que las Islas Galápagos fueron descubiertas, los seres humanos han introducido muchas especies de plantas y animales al archipiélago. Algunas especies se han convertido en invasoras, la mora (*Rubus niveus*), que ha invadido la mayoría de las partes más húmedas de las islas y se estima que cubre más de 35.000 hectáreas. En la actualidad, el control se los realiza con la erradicación manual y la aplicación de herbicidas, pero el rápido crecimiento de la mora y diseminación de las semillas hacen que estos métodos sean demasiado caros y, en última instancia, no sean exitosos. Se estima que esta planta (no nativa) se introdujo a finales de los años 60s la cual ha causado graves problemas para la biodiversidad local y la agricultura. Actualmente, se considera una de las peores malezas que afectan a las islas. Altos arbustos espinosos densos de mora pueden crecer hasta tres a cuatro metros de altura, formando barreras impenetrables para el hombre. El control biológico clásico (o biocontrol) se utiliza en todo el mundo para suprimir la población de especies invasoras no nativas distribuidas ampliamente. Este método utiliza organismos vivos - enemigos naturales de las especies invasoras, tales como insectos/patógenos para reducir el problema. La selección del agente usado para el control biológico debe solamente colonizar a las especies invasoras o de destino reduciendo su impacto. Un agente de control biológico exitoso mantendrá la planta invasora bajo control, sobre todo, mantener los costos del control de la mora significativamente menor. Además, no sólo reducirá el costo de la gestión de los agricultores y el Parque Nacional Galápagos, sino que también se podría recuperar la vegetación nativa y su fauna asociada. En la actualidad nos encontramos realizando pruebas de patogenicidad donde se colocan los hongos, previamente aislados de muestras de mora enfermas (obtenidas de la zona alta de la isla San Cristóbal), en muestras de mora sanas, realizando cámara húmeda. De un total de 161 aislados de hongos hasta el momento, hemos encontrado 3 hongos que pueden infectar a la mora (figura 1) mostrando diferentes niveles de daño en las hojas de la mora (Figura 2). Estas especies de hongos están siendo caracterizadas microscópicamente y posteriormente serán identificadas usando métodos moleculares a base de ADN. Por el momento tenemos algunos géneros caracterizados morfológicamente como son, *Fusarium*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Acremonium*, *Colletotricum*, *Pestalotia* y *Cladosporium*.¹ Resultados preliminares de esta investigación serán presentados en el simposio.

Abstract

A major threat to the Galápagos ecosystem is the introduction of invasive plant species that often results in the displacement of native and endemic species. There are a total of 238 endemic plant species on the Galápagos and out of 190 species of the endemic flora, 60% is threatened by the introduction of invasive plant species introduced by anthropogenic activities. *Rubus niveus* is an invasive plant species that poses one of the greatest threats to the Galápagos ecosystem with the potential to damage the archipelagos economic system. *Rubus niveus* (commonly known as the Mysore, or hill, raspberry) is an invasive plant species originally from Asia that poses an extreme threat to the native plant species on several of the islands in the Galápagos archipelago. It was first introduced to the island of Santa Cruz in the 1960's and *R. niveus* has been covering an estimated 35,000 hectares throughout the archipelago; exhibiting that the plants ability to spread and reproduce is extremely high when given suitable climate conditions. *R. niveus* invades bracken, grass, shrub land and forests by forming dense thickets up to four meters high. Its quick ability to grow allows *R. niveus* to displace native vegetation and threaten native communities of plants including *Scalesia pedunculata* forests found on Santa Cruz, which costs the Galápagos National Park Service approximately \$400 US ha/yr to manage. Currently, *Rubus niveus* is unsuccessfully being managed by manual removal and herbicide application. Therefore, it is necessary to find alternative ways to control the spread of *Rubus niveus* with the intentions of removing it entirely from the ecosystem of the Galápagos Islands. Classical biological control (CBC or biocontrol) is used throughout the world to suppress the population of non-native invasive species, distributed widely, such as weeds. This method uses living organisms - natural enemies of invasive species, such as fungal pathogens – to reduce the problem. Since 1972, over 25 introductions of fungal pathogens have been made worldwide in an effort to control invasive weeds – with results showing the reduction of the impact of the invasive. A successful biological control agent will keep the invasive plant under control and above all, reduce costs of controlling mora significantly. In addition, it will not only reduce the cost of the management of the farmers and the Galápagos National Park, but it would revitalize the native vegetation and its associated fauna. The research proposed was to identify and evaluate the use of a phytopathogen that is endemic to the Galapagos, which would bring an alternative to the control of the invasive plant *Rubus niveus*. The pathogen that has been observed occasionally growing on the fruit or leaves of the raspberry plant growing naturally in San Cristóbal Island, was brought to GSC Galápagos Science Center for isolation under potato dextrose agar (PDA) medium. After isolation and purification, we succeeded having 161 isolates. Using microscopic analysis, we identified *Fusarium*, *Cladosporium*, *Penicillium*, *Acremonium*, *Pestalotia*, *Colletotricum* and *Aspergillus*. Further, 161 isolates of fungi were tested for its pathogenicity in the lab, leading to 3 candidates which presented lesions over 30 mm of length. These fungi will be further identity and characterize by DNA analysis. New data on this will be presented at the symposia.

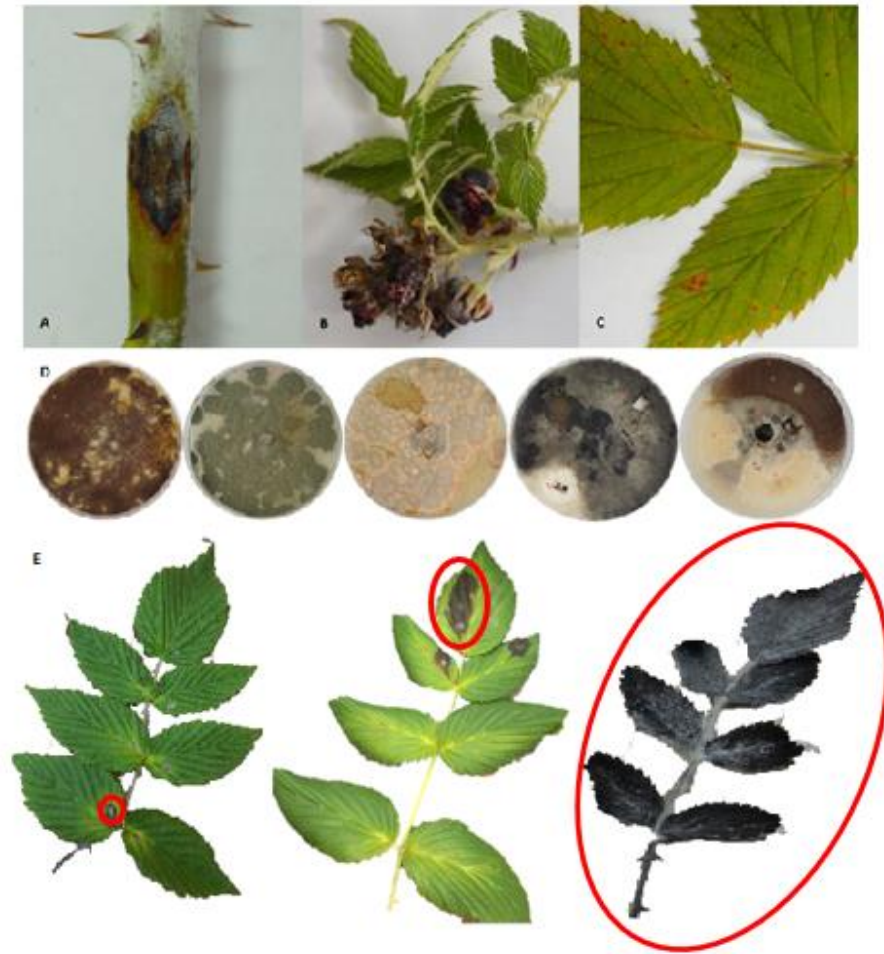


Fig. 1. Muestras de *Rubus niveus* que presentan daño aparentemente por fitopatógenos, A) en tallo, B) en fruto y C) en hoja. D) Aislamientos de microorganismos provenientes de muestras en medio de cultivo selectivo para hongos (Potato Dextrose Agar, PDA). E) Pruebas de patogenicidad (se indica la lesión en círculos rojos).

Fig. 1. *Rubus niveus* samples showing damage apparently caused by phytopathogens, A) stem, B) fruit and C) leaf. D) Isolation of microorganisms from samples in a select Fig. 1. Muestras de *Rubus niveus* que presentan daño aparentemente por fitopatógenos, A) en tallo, B) en fruto y C) en hoja. D) Aislamientos de microorganismos provenientes de muestras en medio de cultivo selectivo para hongos (Potato Dextrose Agar, PDA). E) Pruebas de patogenicidad (se indica la lesión en círculos rojos).

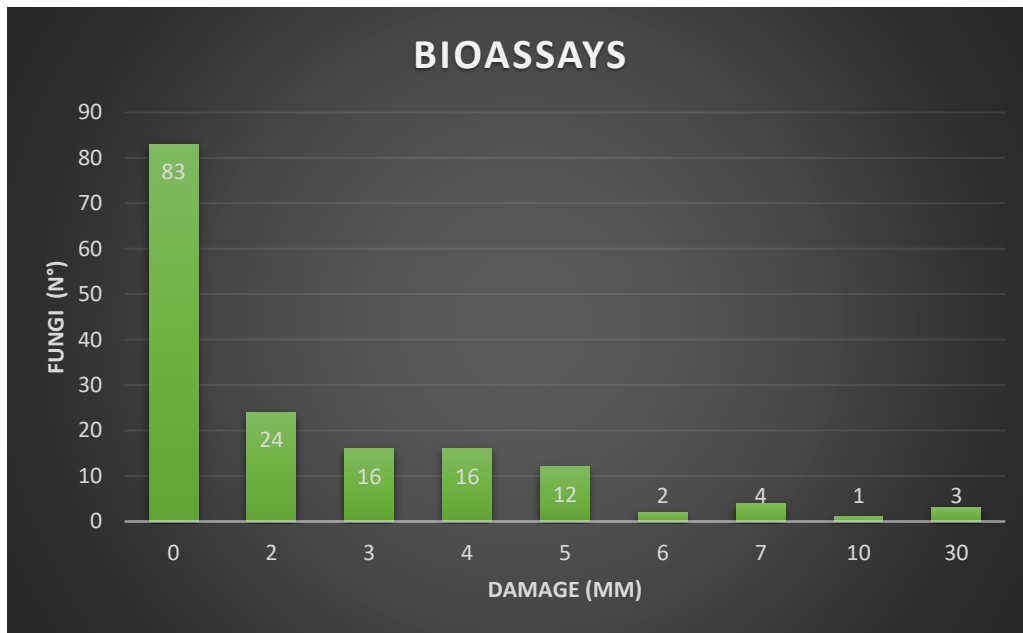


Fig. 2. Bioensayos o ensayos de patogenicidad. Nivel de infección de 161 hongos. Daño representado en expansión de la lesión en mm.

Fig. 2. Bioassays or test of pathogenicity. Infection level of 161 fungi isolates. Lesion progression is measured in mm.

Diversidad microbiana de sedimentos provenientes de lagunas volcánicas /Microbial communities diversity in sediments of Ecuador's volcanic lagoons.

Pablo Roberto Egas Vivero^{1,3*}, Lotfi Boubekeur^{1,5}, Nataly Guevara^{1,4}, Carlos Peña Garay², Sonia Zapaa^{1,3}

¹ Universidad San Francisco de Quito. Quito, Ecuador.

² I2sysBio, Universitat de Valencia. Valencia, España.

³ Instituto de Microbiología, USFQ. Quito, Ecuador.

⁴ Laboratorio de Biología Evolutiva, USFQ. Quito, Ecuador.

⁵ Politécnico – Colegio de Ciencias e Ingenierías, USFQ. Quito, Ecuador.

*Correo electrónico: pabloegasv@gmail.com

Resumen

La diversidad de especies endémicas es sin duda uno de los principales motivos de estudio de las islas Galápagos. En el presente estudio, se caracterizó el microbioma de ciertos sedimentos provenientes de lagunas de origen volcánico, las cuales muestran señales de actividad microbiana. Las características de alta osmolaridad que presentan los sedimentos de estas lagunas son deseables para tratamientos de aguas residuales y bioelectrogénesis. Los resultados iniciales muestran gran diversidad de géneros bacterianos, entre los principales: bacterias púrpuras del azufre (*Allochromatium*), bacterias ubicuas del suelo (*Ralstonia*), bacterias extremófilas no cultivables (*Rubrobacter*), bacterias verdes del azufre (*Prosthecochloris*) y bacterias descritas por su capacidad electrogénica (*Geobacter*, *Shewanella*, *Clostridium*, *Citrobacter*, *Photobacterium*). Además, este trabajo busca aprovechar las características de los microorganismos autóctonos de esta región, principalmente enfocándose en microorganismos con capacidad bioelectrogénica. En los ensayos de bioelectrogénesis, el sedimento de Cerro Brujo ha mostrado una actividad electrogénica estable, lo cual puede deberse a la presencia de microorganismos extremófilos y fotosintéticos; esto se corrobora con los resultados del secuenciamiento de genomas de nueva generación (NGS), en donde se encontró diferentes géneros de arqueas (*Halorubrum*), cianobacterias (*Synechococcus*), y otros previamente descritos como electrogénicos (*Geobacter*, *Shewanella*, *Clostridium*, *Citrobacter*, *Photobacterium*). Esta es una aproximación inicial, la perspectiva a futuro es realizar estudios de metabolómica para relacionar actividad enzimática con ciertos géneros de microorganismos presentes en las lagunas de alta osmolaridad.

Objetivos principales del estudio:

- Analizar la composición y diversidad de la comunidad microbiana, enfocándose principalmente en el estudio y aplicación de los microorganismos bioelectrogénicos.

Abstract

Endemic species diversity is undoubtedly one of the main reasons for studying the Galápagos Islands. In the present study, we characterized the microbiome of certain volcanic lagoons, which showed signs of microbial activity. The high osmolarity of these lagoon sediments are desirable for wastewater treatment and microbial electrogenesis. Initial results showed great diversity of bacterial genera, in example, purple sulfur bacteria (*Allochromatium*), ubiquitous soil bacteria (*Ralstonia*), non-culturable extremophilic bacteria (*Rubrobacter*), green sulfur bacteria (*Prosthecochloris*) and

bacteria described for their electrogenic capacity (*Geobacter*, *Shewanella*, *Clostridium*, *Citrobacter*, *Photobacterium*). Furthermore, this work is trying to take advantage of the endemic microorganisms, mainly focusing on those who have bioelectrogenic potential. In bioelectrogenesis assays, a sludge from Cerro Brujo has preserved its electrogenic activity, which may be due to the presence of extremophiles and photosynthetic microorganisms, which is corroborated by the results of the new generation sequencing (NGS), where different genera of archaea (*Halorubrum*), cyanobacteria (*Synechococcus*), and other bacteria previously described as electrogenic (*Geobacter*, *Shewanella*, *Clostridium*, *Citrobacter* *Photobacterium*) were found. This is an initial approach; the future perspective is to perform metabolomics studies, to relate enzymatic activity with certain genera of microorganisms present in high salinity lagoons.

Objectives of the study:

- Analyze the composition and diversity of microbial community in sludges from volcanic lagoons, focusing on the study and applications of electrogenic microorganisms.

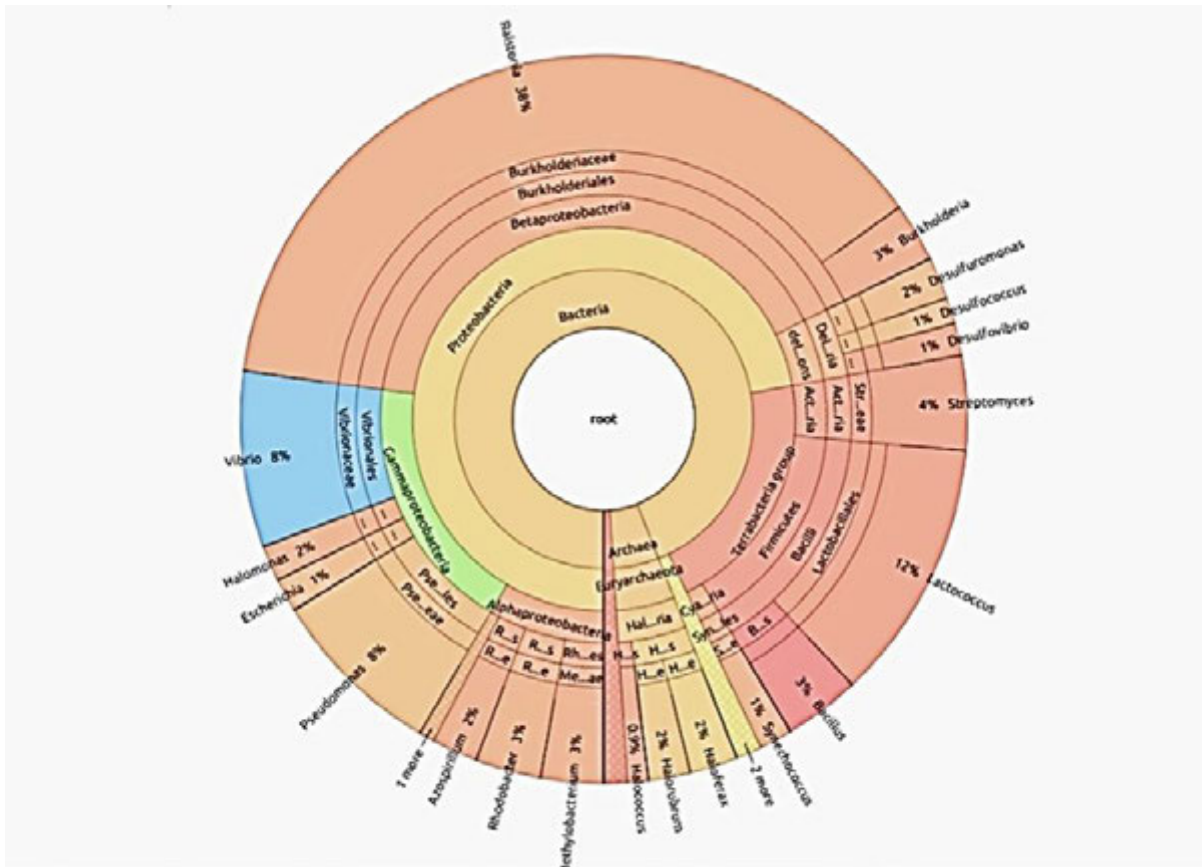


Figura 1.- Géneros de arqueas y bacterias compartidos entre los sedimentos de Cerro Brujo (CB), Punta Pitt (PP) y Bahía Sardina (BS). Imagen generada en el programa de análisis de secuencias genómicas Recentrifuge. Fuente: *Recentrifuge: robust comparative analysis and contamination removal for metagenomic data*. BioRxiv (2017). doi: <https://doi.org/10.1101/190934>

Figure 1.- Archaeal and bacterial genera shared between the sediments from Cerro Brujo (CB), Punta Pitt (PP) and Bahía Sardina (BS). Image created in *Recentrifuge* genomic sequence analysis program. Source: *Recentrifuge: robust comparative analysis and contamination removal for metagenomic data*. BioRxiv (2017). doi: <https://doi.org/10.1101/190934>

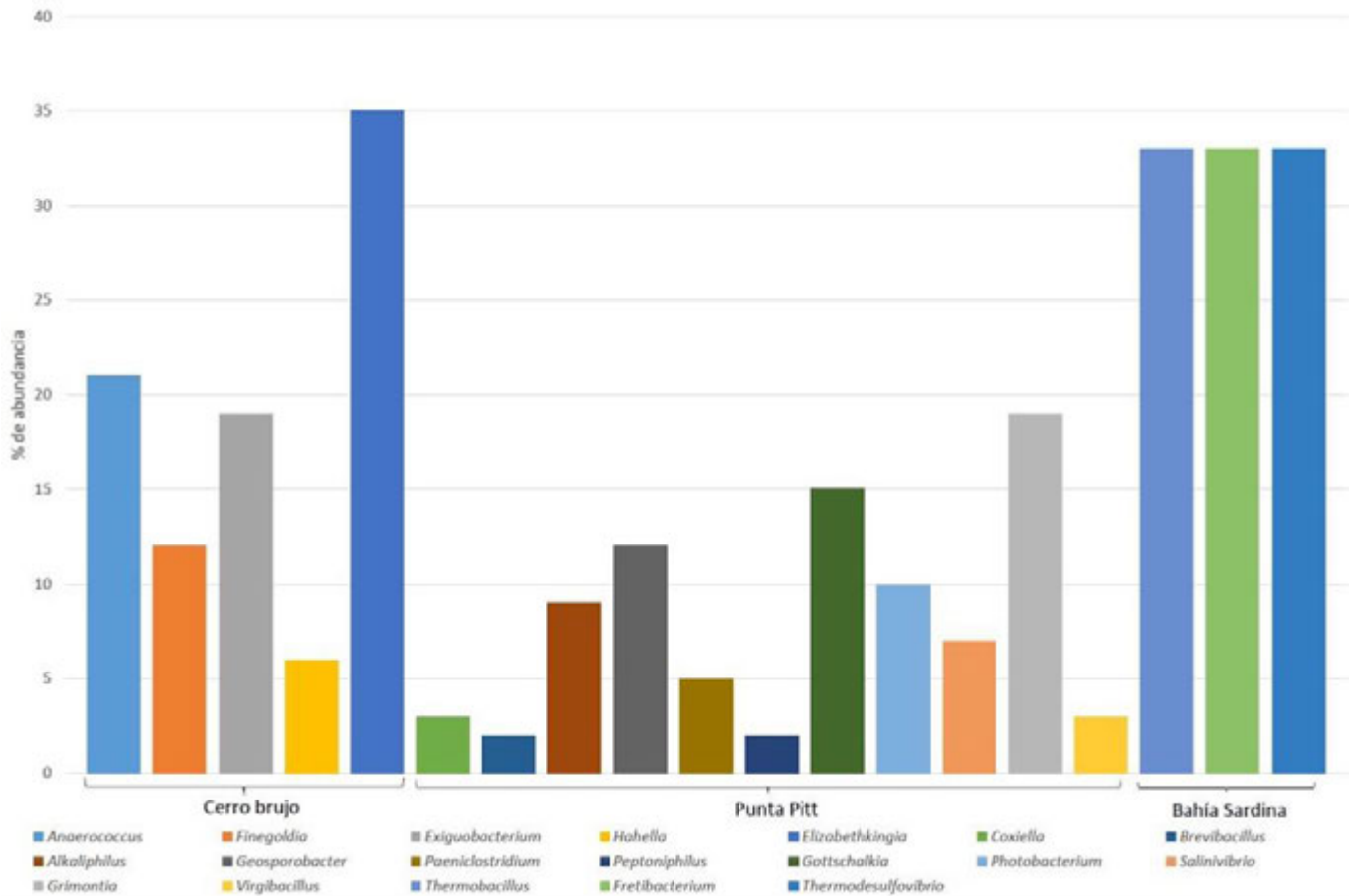


Tabla 1.- Géneros bacterianos exclusivos de cada sedimento. El porcentaje de abundancia indica la fracción que representa el género bacteriano dentro de la población exclusiva de cada sedimento. En la muestra de Cerro Brujo se encontró 5 géneros exclusivos: *Anaerococcus*, *Finegoldia*, *Exiguobacterium*, *Hahella* y *Elizabethkingia*; en la muestra de Punta Pitt se identificó 11 géneros exclusivos: *Coxiella*, *Brevibacillus*, *Alkaliphilus*, *Geosporobacter*, *Paeniclostridium*, *Peptoniphilus*, *Gottschalkia*, *Photobacterium*, *Salinivibrio*, *Grimontia* y *Virgibacillus*; y en la muestra de Bahía Sardina fueron 3 los géneros exclusivos: *Thermobacillus*, *Fretibacterium* y *Thermodesulfovibrio*.

Table 1.- Bacterial genera unique from each sediment. The percentage of abundance specifies the fraction of bacterial genera within the exclusive population of each sediment. In Cerro Brujo sample, we found 5 exclusive genera: *Anaerococcus*, *Finegoldia*, *Exiguobacterium*, *Hahella* and *Elizabethkingia*; in Punta Pitt sample, 11 exclusive genera were identified: *Coxiella*, *Brevibacillus*, *Alkaliphilus*, *Geosporobacter*, *Paeniclostridium*, *Peptoniphilus*, *Gottschalkia*, *Photobacterium*, *Salinivibrio*, *Grimontia* and *Virgibacillus*; finally, the sample from Bahía Sardina had 3 exclusive genera: *Thermobacillus*, *Fretibacterium* and *Thermodesulfovibrio*.

El papel de la niebla, la orografía, y las estaciones en una isla tropical semiárida/ The role of fog, orography and seasonality on precipitation in a semi-arid, tropical island

Riveros-Iregui, D.A.^{1*}, Schmitt, S.R.¹, Hu, J²

¹ *Department of Geography, University of North Carolina, Chapel Hill, NC, United States of America*

² *School of Natural Resources and the Environment, University of Arizona, Tucson, AZ, United States of America*³ *Instituto de Microbiología, USFQ. Quito, Ecuador.*

*Correo electrónico: diegori@unc.edu

Resumen

Los isótopos de agua ($2\text{H}/1\text{H}$ y $18\text{O}/16\text{O}$) se usan comúnmente para rastrear procesos hidrológicos como el reciclaje de humedad, la pérdida por evaporación y la zona fuente de la humedad atmosférica, y con frecuencia varían temporalmente en una región determinada. Este estudio presenta una caracterización por primera vez de los mecanismos de precipitación temporales variables de la Isla San Cristóbal, Galápagos. Reportamos muestras de niebla y lluvia durante tres temporadas de campo para entender los mecanismos que dominan la variabilidad estacional basados en eventos en la composición isotópica de las precipitaciones en Galápagos. Establecemos que la niebla es un fenómeno común en San Cristóbal, especialmente durante la estación seca, y encontramos que la niebla está isotópicamente enriquecida en 18O en comparación con la lluvia recolectada al mismo tiempo. Sugerimos además que la contribución relativa de la niebla formada a través de diferentes mecanismos (orográficos, advectivos, radiaciones) varía estacionalmente. Encontramos que la zona fuente es el control más dominante de la composición isotópica de la lluvia en Galápagos, tanto a nivel estacional como de evento singular, pero los procesos de evaporación por debajo de las nubes (la manifestación no tradicional del efecto de la cantidad) se convierten en un control dominante en la composición isotópica de la lluvia durante la estación seca. En general, nuestros resultados sugieren que la comprensión de los mecanismos de generación de agua estacionalmente variables es necesaria para el manejo eficaz de los recursos hídricos en la Isla San Cristóbal y otros ecosistemas de islas semiáridas bajo los regímenes actuales y futuros de cambio climático.

Abstract

Isotopes of water ($2\text{H}/1\text{H}$ and $18\text{O}/16\text{O}$) are commonly used to trace hydrological processes such as moisture recycling, evaporation loss, and moisture source region and often vary temporally in a given region. This study provides a first-ever characterization of temporally-variable precipitation mechanisms San Cristóbal Island, Galápagos. We collected fog, rainfall, and throughfall samples over three field seasons to understand the mechanisms driving seasonal and event-based variability in the isotopic composition of precipitation in Galápagos. We establish that fog is a common phenomenon on San Cristóbal, especially during the dry season, and we found that fog is consistently enriched compared to co-collected rainfall. We further suggest that the relative contribution of fog formed via different mechanisms (orographic, advective, radiation) varied seasonally. We found that the source region is the most dominant control of the isotopic composition of rainfall in the Galápagos at both the seasonal and event scales, but sub-cloud evaporative processes (the non-traditional manifestation of the amount effect) became a dominant control on the isotopic composition of rainfall during the dry season. Overall, our findings suggest that

understanding seasonally-variable water-generating mechanisms is required for effective water resource management on San Cristóbal Island and other semi-arid island ecosystems under current and future regimes of climate change.

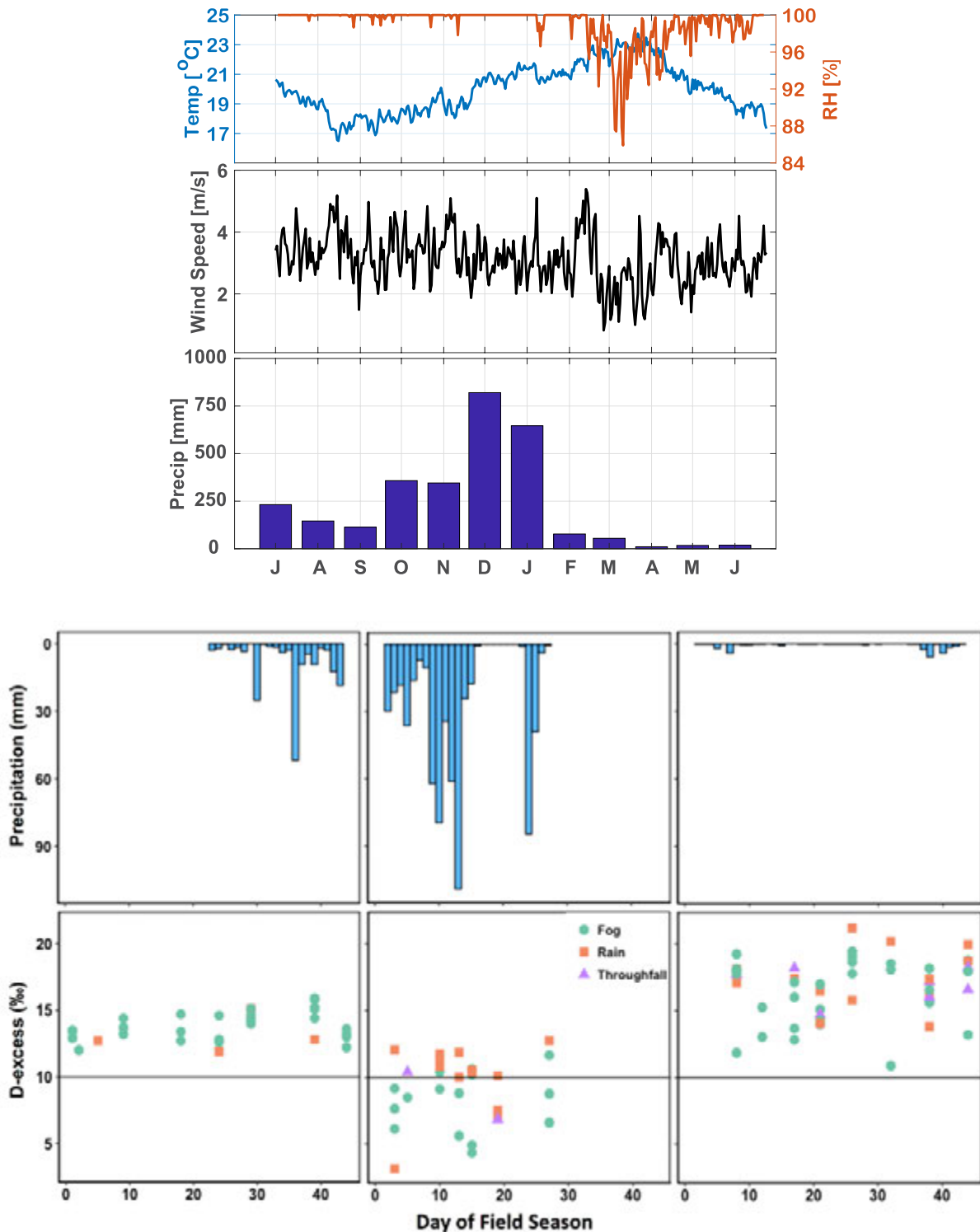


Figure 4. Precipitation and deuterium excess values of precipitation samples in the Very Humid zone of San Cristóbal Island, Galápagos. Each box represents a field season of study (FS1, FS2, FS3). Note that precipitation data is missing prior to ~day 20 of FS1.

Impactos ecológicos y filtros ambientales de la herbivoría en arrecifes de Galápagos / Ecological impacts and environmental filters of herbivory in the Galápagos rocky subtidal.

Robert W. Lamb^{1,2*}, Jon D. Witman¹

¹ *Brown University, Department of Ecology and Evolutionary Biology, Providence, RI, USA.*

² *Charles Darwin Research Station. Av Charles Darwin s/n, Puerto Ayora, Galápagos Islands, Santa Cruz, Ecuador.*

*Correo electrónico: robert_lamb@brown.edu

Resumen

Herbivoría sobre algas bénticas es un proceso ecológico esencial para la salud de arrecifes de coral, pero ha recibido poco interés de estudio científico en arrecifes rocosos sub-tropicales como la Islas Galápagos. El establecimiento y expansión de “urchin barrens” (desiertos sin algas formadas por la herbivoría de erizos) en las últimas décadas subraya la necesidad de entender el papel que juega cada tipo de herbívoro para el ecosistema marino y cuáles son los factores que regulan sus actividades. Estudiamos la composición de herbívoros invertebrados y peces en arrecifes rocosos en la Reserva Marina de Galápagos, promovido por la hipótesis de que sus actividades e impactos sobre comunidades de algas bénticas varía según la exposición al oleaje. Cuantificamos oleaje en sitios expuestos y protegidos de olas provenientes del sur, midiendo flujo de agua cada 3s. En cada sitio (4), cuantificamos la comunidad de peces, invertebrados, y algas bénticas, y medimos tasas de herbivoría con censos y videos. Realizamos un experimento de exclusión de herbívoros en cuatro tratamientos: control (+peces, +erizos), exclusión (-peces, -erizos), pez (+peces, -erizos), y erizo (-peces, +erizos). Recuperamos algas bénticas después de dos meses, y pesamos e identificamos cada una. Se repitió el experimento dos veces en dos años, y también realizamos pruebas con pedazos de *Ulva* estandarizados. Oleaje llegó a una velocidad de 289.6 cm/s, pero la biomasa de peces era 67.8 veces mayor en sitios de mayor oleaje. Vimos varias familias de peces herbívoros (Acanthuridae, Scarinae, Kyphosidae) alimentándose en este ambiente energético entre olas. En contraste, erizos (*Eucidaris galapagensis*) llegaron a una densidad 2.7 veces mayor en sitios protegidos del oleaje, donde 28% de individuos estaban alimentándose encima de las piedras. Menos del 1% de los erizos estaban alimentándose en sitios de alto oleaje, donde el constante flujo de agua les obligó a permanecer escondidos entre piedras. La comunidad de algas bénticas en estos sitios protegidos era formada exclusivamente de alga crustosa coralina, típico de los urchin barrens, mientras que la comunidad de algas bénticas en sitios de alto oleaje era diversa y de alta biomasa. El impacto de los erizos sobre biomasa de algas era más de 500 veces mayor en sitios protegidos que en sitios de alto oleaje. En cambio, los peces siguieron con la capacidad de consumir algas incluso en sitios de mayor oleaje. Nuestros resultados indican que la herbivoría por los peces y el control que este proceso ejerce sobre comunidades de algas bénticas es impervio a la fuerza de oleaje, comparado con erizos, que son fuertemente controlados por el oleaje. A pesar de su alta capacidad de consumir algas bénticas, los peces se alimentan de manera cortada, sin remover todas las algas en cada sitio y promoviendo una comunidad diversa de algas. Cuando el estrés ambiental es menor, los erizos son el dominante competitivo, con la potencial de formar urchin barrens donde tasas de reclutamiento y mortalidad lo permiten.

Abstract

Herbivory on benthic algae is an essential ecological process on coral reefs but is poorly studied on sub-tropical rocky reefs such as the Galápagos Islands. The local establishment and expansion of urchin barrens in recent decades has heightened the need for understanding the roles played by different herbivore guilds and what factors control their feeding behavior. We studied the composition of macroinvertebrate and fish herbivore assemblages on rocky subtidal reefs in the Galápagos and hypothesized that their grazing activity and effects on benthic algal communities would vary across a wave stress gradient. We quantified wave stress at paired exposed/sheltered locations measuring flow every 3s. Fish and macroinvertebrate assemblages, benthic communities, and bite rates on the substrate were quantified by visual census and video. Herbivore exclusion cages were bolted to the rock in 4 treatments: open (+fish +urchins), cage (-fish - urchins), fence (+fish - urchins), and roof (-fish +urchins). Algal settlement plates were recovered after two months and all algae were weighed and identified. Despite peak wave velocities of 289.6 cm/s, herbivorous fish biomass was 67.8 times greater at exposed sites. Several families of fishes (primarily Acanthuridae) were observed feeding in this high-energy environment, where bite rates were concentrated during lulls in flow speeds in between wave sets. In contrast, urchin densities were 2.7 times greater at protected sites, where 28% of individuals were observed feeding outside of refuges. Less than 1% of urchins were feeding at exposed sites, where constant wave action forced them to remain hidden in rock crevices. Benthic cover at protected sites was exclusively crustose coralline algae, typical of urchin barrens, whereas exposed sites contained a diverse algal community. Allowing access only to urchins, experimental fish exclusions (roofs) resulted in algal biomass that was 502 times greater at exposed vs sheltered locations, revealing strong limitation of urchin feeding in high wave environments. In contrast, when urchins were excluded, algal biomass was only 23 times greater at exposed sites indicating minimal flow limitation of fish herbivory. Combined, our results indicate that fish herbivory and top-down control is only mildly suppressed at extreme flow conditions relative to urchins. Despite a high capacity to consume algal biomass, herbivorous fishes feed patchily across the reef, allowing a diverse community of benthic algae to persist. At milder levels of environmental stress, urchins appear to be competitively dominant, with the potential to form urchin barrens when recruitment and mortality rates allow.

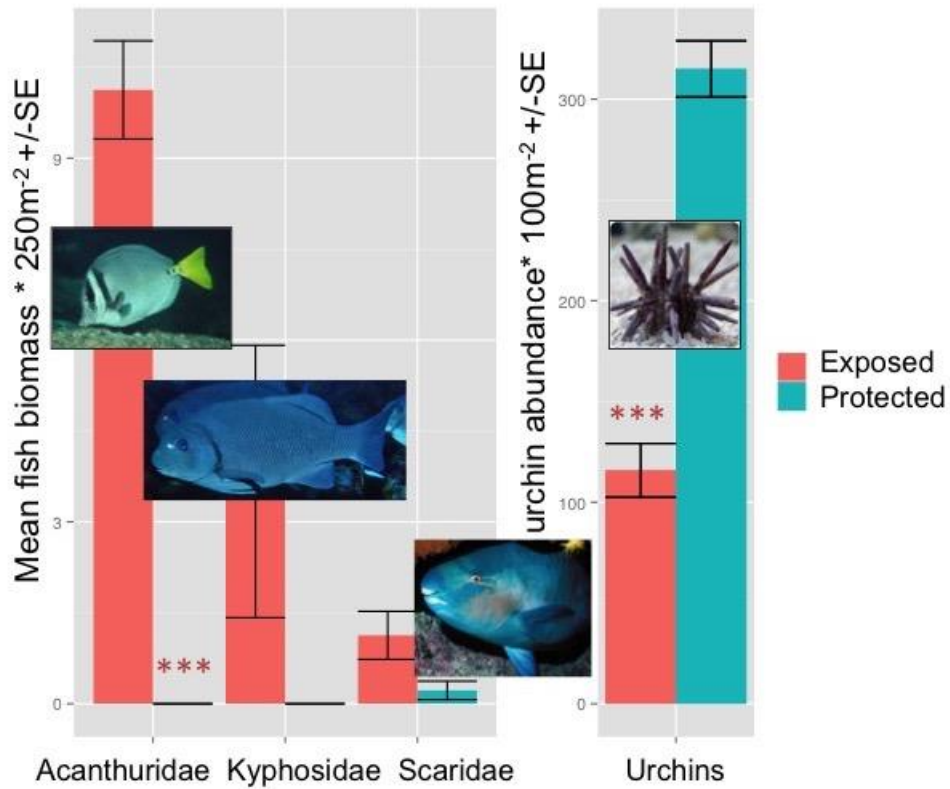


Figura 1. Mientras que varios grupos de peces herbívoros mostraban mayor densidad en sitios de mayor oleaje, los erizos tuvieron mayores densidades en sitios protegidos del oleaje.

Figure 1. Whereas several families of herbivorous fishes were at higher densities in sites with high flow speeds, urchins showed the opposite trends, with greater densities in sites protected from waves.

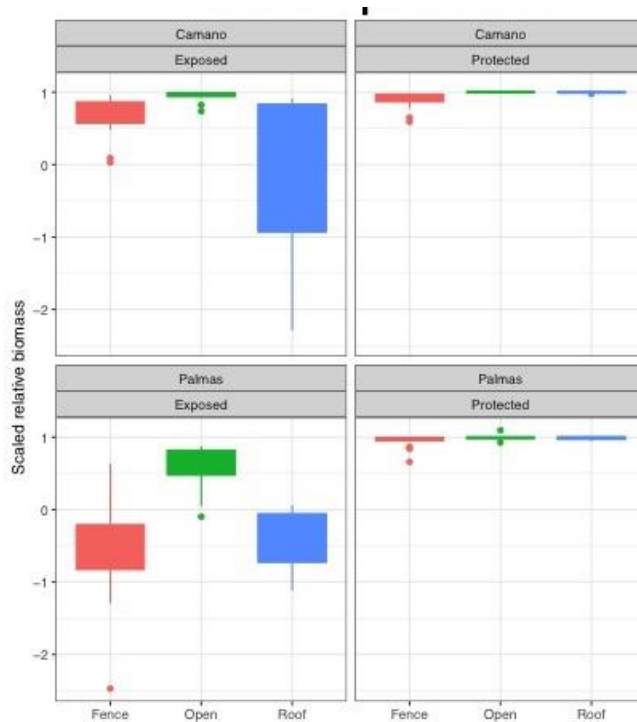


Figura 2. Efecto de peces (rojo) y erizos (azul) comparado con el efecto de ambos (verde) sobre la mayor cantidad de algas posibles. Valores positivos indican mayor herbivoría, con un valor de 1 igual a 100% de la biomasa consumida.

Figure 2. Effect of fish (red) and urchins (blue) compared to the effect of both (green) upon total algal biomass. Positive values indicate greater herbivory rates, with a value of 1 equal to 100% of potential biomass consumed.

Anaplasmosis y agentes patógenos transmitidos por las garrapatas en ganado de las Islas Galápagos / Anaplasmosis and pathogenic agents transmitted by ticks in livestock of the Galápagos islands.

G.V. Gioia^{1,2}, R. L. Vinueza^{3*}, M. Marsot¹, E. Devillers⁴, M. Cruz⁵, E. Petit⁴, H. J. Boulouis⁴, S. Moutailler⁴, F. Monroy³, M. A. Coello³, M. Gondard⁴, L. Bournez⁶, N. Haddad⁴, G. Zanella¹

¹ *Epidemiology Unit, Laboratory for Animal Health, ANSES, University Paris Est, Maisons-Alfort, France.*

² *UBL, MAN-IMAL IDEFI ANR 11-0003, Atlantic National College of Veterinary, Medicine, Food Science and Engineering (Oniris), Nantes, France.*

³ *Universidad San Francisco de Quito (USFQ), Escuela de Medicina Veterinaria, Quito, Ecuador.*

⁴ *UMR BIPAR, Laboratory for Animal, Health, ANSES, INRA, Ecole Nationale, Veterinaire d'Alfort, University Paris-Est, Maisons-Alfort, France.*

⁵ *Agencia de Regulación y Control de la Bioseguridad y Cuarentena para Galápagos (ABG), Puerto Ayora, Ecuador.*

⁶ *Nancy Laboratory for Rabies and Wildlife, ANSES, Nancy, France.*

*Correo electrónico: rvinueza@usfq.edu.ec

Resumen

Un estudio transversal para determinar la especie de *Anaplasma spp.*, y estimar su prevalencia en bovinos fue realizado en las tres principales islas productoras de ganado en Galápagos (Santa Cruz, San Cristóbal e Isabela). En el estudio se utilizó PCR indirectas, secuenciación genética y tests ELISA. Además, se recolectó garrapatas del ganado que fueron escaneadas para detectar 47 agentes patógenos transmitidos por garrapatas, utilizando un chip de PCR en tiempo real de 48 x 48 pozos. Los factores de riesgo potenciales que podrían explicar la infección en el ganado fueron analizados a través de una regresión logística de efectos mixtos. No se detectó *A. phagocytophilum* en ninguno de los animales muestreados. La secuenciación genética permitió la detección de cepas similares a *platys* en 11 (36,7%) de las 30 muestras positivas de *Anaplasma spp.* La presencia de *A. marginale* es generalizada en las tres islas con una prevalencia global entre hatos del 100% [89; 100]_{IC95%} y una mediana de prevalencia dentro del hato del 93%. Se encontró una asociación significativa entre la infección por *A. marginale* y la edad de los animales con mayor probabilidad de contagio para los adultos (OR = 3.3 [1.2; 9.9]_{IC Bootstrap 95%}). Todas las garrapatas recolectadas fueron identificadas como *Rhipicephalus microplus*. En las garrapatas analizadas se detectó la presencia de *A. marginale*, *Babesia bigemina*, *Borrelia theileri* y *Francisella-like* endosymbiont. Estos resultados muestran que *A. marginale* es endémica en la ganadería bovina de las Islas Galápagos.

Abstract

A cross-sectional study was conducted to determine the species of *Anaplasma spp.* and estimate its prevalence in cattle of the three main cattle-producing Galápagos Islands (Santa Cruz, San Cristóbal and Isabela) using indirect PCR assays, genetic sequencing and ELISA. Ticks were also collected from cattle and scanned for 47 tick-borne pathogens in a 48 x 48 real-time PCR chip. A mixed effects logistic regression was performed to identify potential risk factors explaining *Anaplasma* infection in cattle. *A. phagocytophilum* was not detected in any of the tested animals. Genetic sequencing allowed detection of *A. platys*-like strains in 11 (36.7%) of the 30 *Anaplasma spp.*^{1,2}

positive samples analyzed. *A. marginale* was widespread in the three islands with a global between-herd prevalence of 100% [89; 100]_{95%CI} and a median within-herd prevalence of 93%. A significant association was found between *A. marginale* infection and age with higher odds of being positive for adults (OR = 3.3 [1.2; 9.9]_{95% Bootstrap CI}). All collected ticks were identified as *Rhipicephalus microplus*. *A. marginale*, *Babesia bigemina*, *Borrelia theileri* and *Francisella-like* endosymbiont were detected in tick pools. These results show that the Galápagos Islands are endemic for *A. marginale*.

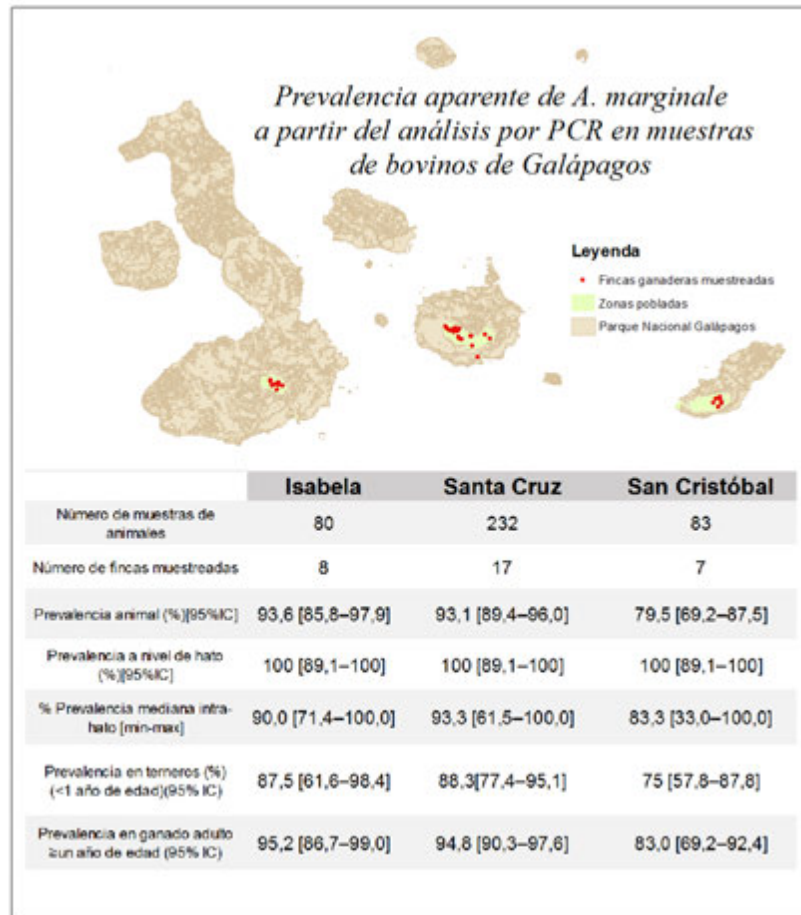


Figura 1. Valores de prevalencia aparente de *Anaplasma marginale* por hato, terneros y ganado adulto, de acuerdo a los resultados de PCR, en cada una de las Islas. Los valores de prevalencia considerablemente altos de *A. marginale* encontrados en las Islas Galápagos indican que la anaplasmosis bovina es endémica.

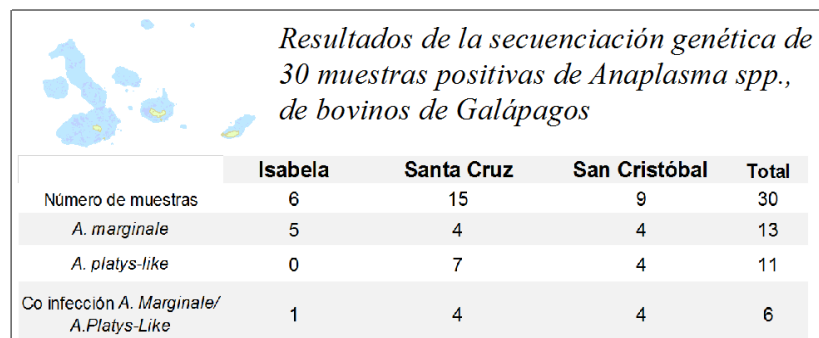


Figura 2. Clasificación de *Anaplasma marginale* y *Anaplasma platys-like*, por isla, a partir de la secuenciación genética de bovinos positivos a *Anaplasma spp.*

Dispersores potenciales de guayaba *Psidium guajaba* en San Cristóbal, Galápagos / Potential dispersers of guava *Psidium guajaba* in San Cristóbal, Galápagos.

Stella de la Torre^{1*}, Alejandra Romero¹

¹ Universidad San Francisco de Quito - Galápagos Science Center

*Correo electrónico: sdelatorre@usfq.edu.ec

Resumen

Las especies invasoras pueden causar cambios importantes en la estructura de la comunidad de plantas y animales nativos. Para entender mejor los impactos biológicos de las plantas invasoras como la guayaba (*Psidium guajaba*), debemos conocer cómo esta especie interactúa con los animales nativos e introducidos que son afectados y afectan a su dispersión. En una fase previa de nuestra investigación sobre los efectos de cambios en el uso del suelo sobre la estructura y las funciones ecosistémicas en la parte alta de San Cristóbal, Galápagos, llevamos a cabo una evaluación preliminar del papel de mamíferos introducidos en la dispersión de la guayaba. Encontramos evidencia de que los caballos son dispersores más efectivos que el ganado vacuno. Ahora complementamos estos resultados con observaciones de árboles focales realizadas en dos áreas de guayaba y pasto a dos altitudes diferentes, en la Hacienda Tranquila, recinto La Soledad (400 msnm) y en la finca de la USFQ, sector Las Goteras (530 msnm). Las observaciones se realizaron en julio y agosto de 2017 en 10 árboles focales de guayaba en cada área. Los árboles focales fueron seleccionados de aquellos que estaban en un radio de 10 m de cada uno de los cuadrantes permanentes que usamos en los muestreos de suelo y vegetación para análisis de nutrientes. Todos los árboles focales tenían guayabas maduras cuando realizamos las observaciones (promedio: 5 guayabas maduras \pm 3). Cada observación de un árbol focal duró 20 minutos y fue realizada por un investigador ubicado a 5 m del árbol focal. Todos los vertebrados (aves y mamíferos) que ocuparon el árbol focal en ese periodo fueron registrados, así como su actividad. Se hicieron 6 observaciones por árbol focal, dos en la mañana (07h00 - 10h00), dos al medio día (11h00 - 14h00) y dos en la tarde (15h00 - 18h00). Un total de 6 especies de aves nativas y una especie de mamífero introducida fueron observadas usando los árboles de guayaba en el área con menor altitud (La Tranquila) (Fig 1), mientras que cuatro especies de aves nativas y ninguna de mamífero fueron registradas en el área de mayor altitud (finca USFQ) (Fig 2). Cuatro de las seis especies de aves y el mamífero introducido en La Tranquila se alimentaron ocasionalmente de guayabas maduras; el pinzón terrestre pequeño (*Geospiza fuliginosa*) fue la especie que se alimentó más frecuentemente de guayaba en esta área. No registramos a ninguna especie de ave alimentándose de guayaba en la finca de la USFQ. Los árboles de guayaba también fueron usados por las aves en las dos áreas para buscar y cazar insectos y para descansar. Actualmente estamos investigando cómo la producción de fruta podría afectar al número de visitas y a la actividad de las especies visitantes para entender mejor cómo se dispersa la guayaba en las tierras altas de San Cristóbal.

Abstract

Invasive plant species can cause profound changes in the community structure of native plants and animals. To better understand the biological impacts of invasive plants, like the guava (*Psidium guajaba*), we must know how this species interacts with native and introduced animals that are affected by and affect its spreading of this invasive. In a previous phase of our research on the effects

of land use change on ecosystem structure and functions in the highlands of San Cristóbal Island, Galápagos, we carried out a preliminary evaluation of the role of introduced mammals as seed dispersers of the guava. We found evidence that horses are more effective dispersers of the guava than cattle. We now complement these findings with focal tree observations carried out in two areas of guava and pasture located at different altitudes in Hacienda Tranquila in the site of La Soledad (400 masl), and in the USFQ farm, in the site Las Goteras (530 masl). Focal tree observations were carried out in July and August 2017 in 10 guava trees in each area. Focal trees were randomly selected from those in a 10 m radius of each of the permanent quadrats we used to sample soil and vegetation for nutrient analyses. All focal trees had ripe guavas when the observations were carried out (mean: 5 ripe guavas \pm 3). Each focal tree observation lasted 20 minutes and was carried out by one field researcher located at 5 m from the focal tree. All vertebrates (birds and mammals) that occupy the focal tree in this period were recorded, as well as their activity. Six observations were carried out for each focal tree, two in the morning (07h00 - 10h00), two at midday (11h00 - 14h00) and two in the afternoon (15h00 - 18h00). A total of 6 native bird species and one introduced mammal species were observed using the guava trees in the lower altitude area (La Tranquila) (Fig 1), whereas in the higher altitude site (USFQ farm) we recorded 4 native bird species and no mammals (Fig 2). Four of the six bird species and the introduced mammal in La Tranquila fed occasionally on ripe guava; the small-ground finch (*Geospiza fuliginosa*) was the species that fed more frequently on guava in this site. We did not record any of the bird species at USFQ farm feeding on guava. Guava trees were also used for insect foraging and resting by birds at both sites. We are currently looking at how fruit production may affect the number of visits and the activity of the visiting species to better understand how guava is dispersed in the highlands of San Cristóbal.

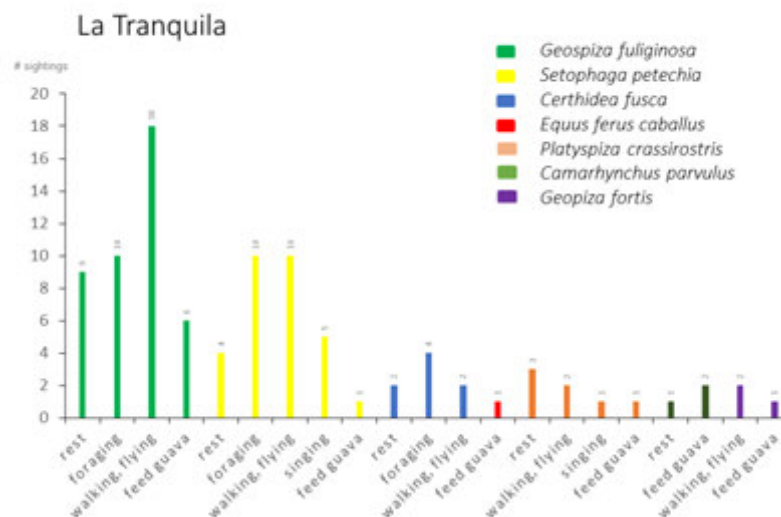


Figura 1. Especies de vertebrados visitantes de los árboles de guayaba en la Hacienda La Tranquila, frecuencia de avistamientos de las actividades específicas registradas para los individuos de cada especie.

Figure 1. Species of vertebrates visiting guava trees in Hacienda La Tranquila, frequency of sightings for the specific activities performed by individuals of each species.

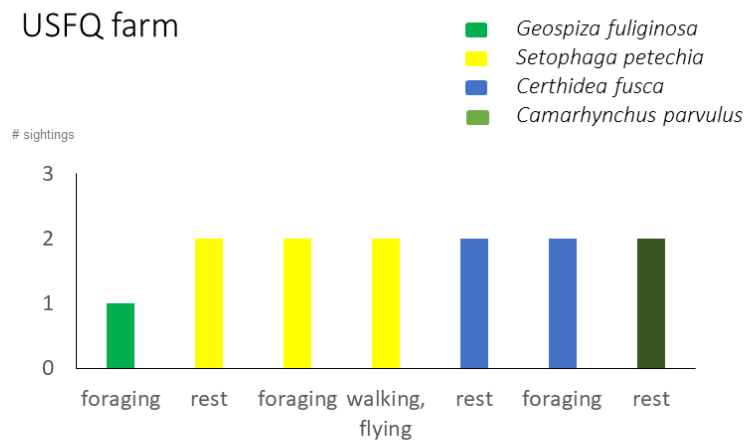


Figura 2. Especies de vertebrados visitantes de los árboles de guayaba en la finca USFQ, frecuencia de avistamientos de las actividades específicas registradas para los individuos de cada especie.

Figure 2. Species of vertebrates visiting guava trees in USFQ farm, frequency of sightings for the specific activities performed by individuals of each species

Modelando las interacciones humanas-ambientales en las Islas Galápagos: Enfoques y perspectivas / Modeling human-environment interactions in the Galápagos Islands: Approaches and perspectives.

Stephen J. Walsh¹, Carlos F. Mena²

¹ *University of North Carolina at Chapel Hill, USA*

² *Universidad San Francisco de Quito, Ecuador.*

Correo: swalsh@email.unc.edu

Abstract

Dynamic Systems Models (DSMs) and Agent-Based Models (ABMs) are used to examine complex human-environment interactions in the Galápagos Islands. DSMs manage complex feedback systems through the collection of interacting elements that function together in a specified system. Properties include quantities that vary over time, whose variability is described causally, and whose influences are contained within a closed-system feedback loop. Feedback loops are the key to understanding system dynamics as an initial cause can ripple through a chain of causation factors ultimately to “re-affect” itself. An ABM is a computational laboratory for experimenting with complex systems, i.e., sets of heterogeneous agents and frameworks for simulating each agent’s decisions and interactions within a dynamic environment, responding to endogenous and exogenous forces, factors, and dynamics. Such systems evolve through time, using a description of the changing behaviors of individual agents and the environment that they engage through feedback mechanisms that link people and environment.

The goals of our models are to describe key elements, relationships, and processes to enhance our understanding of coupled human-natural systems. By formalizing our knowledge of how systems operate and the manner in which key elements are linked, we specify rules, relationships, and rates of exchange between social and ecological features derived through statistical functions and/or functions specified in theory or practice. Our models offer insights about decision-makers, for instance, the complex processes involved in tourism using DSMs, and the behavior of fishers regarding alternative household livelihood strategies using an ABM. In our DSMs, the central actors generate (1) a labor market for different segments of the population, (2) agricultural markets limited by the supply and demand of agricultural products and the attributes of firms, and (3) tourism firms creating construction demands and service jobs in the community. In the ABM, we consider strategies of household livelihood alternatives with the central proposition that fishers are being “pushed” and “pulled” into the tourism industry, but not all fishers are able to obtain alternate employment nor do they want to transition to full or part-time employment in non-fishing activities.

In sum, the social-ecological processes in our models help us understand coupled human-natural systems in the Galápagos Islands and beyond. We examine adaptation and learning of agents, social networks and power relationships, critical thresholds and triggers that influence alternate behaviors, and feedback loops between people and environment. Together, these factors add richness to our models, enhance our understanding of how systems behavior, and link exogenous and endogenous forces and factors to baseline conditions to assess scenarios of change.

Valoración de preferencias hacia la protección de megafauna marinas en peligro como una estrategia para promover la conservación de MPAs: Un estudio de caso de las Islas Galápagos / Valuing preferences towards protection of marine endangered megafauna as a strategy for promoting conservation of MPAs: A case study of the Galápagos islands.

Susana Cardenas^{1,2*}, Daniel K. Lew^{2,3}

¹ *College of Biological and Environmental Sciences & Institute of Applied Ecology, Universidad San Francisco de Quito.*

² *Dept. Environmental Science and Policy, University California Davis.*

³ *Alaska Fisheries Science Center, NOAA Fisheries*

*Correo electrónico: sacardenas@usfq.edu.ec

Abstract

Accounting for ecosystem service values associated with the protection and conservation of marine endangered species is now recognized as an important component of ecosystem-based management of marine protected areas (MPAs). For MPAs that are important tourist attractions, this can be particularly important. The Galápagos is the largest and most visited MPA in the region, which makes it a good starting point to explore tourist preferences for endangered and migratory marine megafauna in the Eastern Tropical Pacific region. In this study, we analyze stated preference data from a survey of tourists in the Galápagos National Park and its marine reserve, in Ecuador, to investigate their willingness to pay for the recovery of two marine endangered species--the hammerhead shark and green sea turtle—through visitor fees and donations. The results suggest that tourists have a positive willingness to pay for improvements in the recovery of the two endangered marine species in the Galapagos. This information can help inform efforts to fund the conservation of marine endangered species in the Galápagos marine reserve. Visitor fees or donations from MPA tourists represents a source of funding for the conservation of marine biodiversity and coastal livelihoods. At the broader regional level, this topic is timely for the debate over alternative funding mechanisms being considered for the Eastern Tropical Pacific marine corridor (CMAR), a governmental initiative to create and promote the conservation of the archipelagos in Costa Rica, Panama, Colombia, and Ecuador. One of the main goals of the initiative is to enhance protection of key migratory and endangered marine species by increasing the global coverage of MPAs and creating networks of marine protected areas. Potential revenue from tourists can therefore be a feasible avenue through which funding for the CMAR initiative can occur.

Determinación de los factores que influyen en la productividad y sostenibilidad de los sistemas de producción prevalentes en las islas Santa Cruz y San Cristóbal, Galápagos / Determination of the factors that influence the productivity and sustainability of the prevalent production systems in the Santa Cruz and San Cristóbal islands, Galápagos.

Victor Barrera Mosquera¹, Marilú Valverde Vanegas¹, Joana Allauca Vizuete¹

¹ *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias -INIAP-Galápagos*

Resumen

En el actual contexto de cambios climáticos, incremento de temperatura y disminución de lluvias, y de explotación intensiva de recursos, que se experimentan en el Archipiélago, es necesario redefinir el papel de la agricultura y su contribución al desarrollo sostenible de las islas. Conseguir que la agricultura asuma eficientemente el reto de garantizar de manera simultánea la conservación de sus agro ecosistemas y la seguridad alimentaria de la población insular, actual y futura, en equilibrio con el ambiente, es el desafío de todos. De manera general, el bajo nivel de productividad agropecuaria en el interior de las UPAs en la región insular es provocado por la falta de tecnologías sustentables acorde al régimen de conservación insular, ya que hasta ahora los procesos de transferencia que se llevan a cabo a través de actividades de asistencia técnica, se basan en tecnologías que no han sido generadas y validadas para las condiciones de Galápagos, haciendo que los productores enfrenten baja productividad, pérdidas económicas que redundan en bajos niveles de ingresos económicos que provocan cambio de actividades agropecuarias a actividades turísticas con el consiguiente abandono de tierras donde la presencia de especies invasoras y patógenos constituyen una seria amenaza a la biodiversidad del Parque Nacional Galápagos, que se incrementa cada año. Ante esta realidad, el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), lidera el Plan de Bioagricultura para Galápagos, a través del cual se busca reducir el volumen de alimentos introducidos desde el continente, motivando la productividad basada en la agroecología, convirtiendo a la agricultura como la primera actividad corresponsable de la conservación de las islas; para el efecto, solicita la participación del INIAP, que desde 2016, a través del Programa “Investigación, transferencia de tecnologías agropecuarias sustentables y amigables con el ecosistema de Galápagos” contribuye al incremento de la productividad de cultivos de consumo masivo con la finalidad de promover el autoabastecimiento de las islas en el mediano y largo plazo. Sin embargo, para cumplir de manera eficiente este objetivo, constituye prioridad la caracterización y tipificación de los sistemas de producción presentes en las islas, que permitan determinar los factores que influyen en la productividad y sostenibilidad de los sistemas de producción prevalentes en las islas, con el propósito de promover alternativas tecnológicas amigables con el ecosistema de Galápagos. Metodológicamente se utilizará el “Método Inductivo”, que permite generar información primaria a través de entrevistas con un cuestionario bien estructurado y precodificado, aplicadas a una muestra de productores, establecida mediante un “Muestreo Aleatorio Simple” y seleccionada aleatoriamente; la muestra elegida deberá cumplir los requisitos de ser probabilística, cuya relevancia radica en la posibilidad de estimar el grado de precisión de los principales indicadores estadísticos a ser calculados. La caracterización de los sistemas de producción permitirá identificar la realidad de esos sistemas y analizar los factores que los afectan o promueven, hacia su objetivo de ser productivos y sostenibles en el tiempo; en cambio, la tipificación de los sistemas de producción, agrupará a los sistemas de producción en base a variables con similar comportamiento, lo cual permitirá diseñar, validar y transferir alternativas tecnológicas que promuevan a cada uno de estos grupos de sistemas de producción. Para los análisis de rigor científico se utilizarán estadísticas descriptivas y multivariadas como las de Componentes Principales y Clúster Análisis.

Palabras claves: Caracterización; Tipificación; Islas, Método Inductivo; Sistemas de producción.

Abstract

In the current context of climatic changes, increase of temperature and decrease of rains, and of intensive exploitation of resources, which are experienced in the Archipelago, it is necessary to redefine the role of agriculture and its contribution to the sustainable development of the islands. To ensure that agriculture efficiently assumes the challenge of simultaneously guaranteeing the conservation of its agro-ecosystems and the food security of the island population, current and future, in balance with the environment, is everyone's challenge. In general, the low level of agricultural productivity within the UPAs in the insular region is caused by the lack of sustainable technologies according to the insular conservation regime, since up to now the transfer processes that are carried out through of technical assistance activities, are based on technologies that have not been generated and validated for Galápagos conditions, causing producers to face low productivity, economic losses that result in low levels of economic income that cause changes in agricultural activities to tourism activities with the consequent abandonment of lands where the presence of invasive species and pathogens constitute a serious threat to the biodiversity of the Galápagos National Park, which increases every year. Faced with this reality, the Ministry of Agriculture and Livestock (MAG), leads the Bioagriculture Plan for Galapagos, through which it seeks to reduce the volume of food introduced from the continent, motivating productivity based on agroecology, converting agriculture as the first co-responsible activity for the conservation of the islands; for this purpose, it requests the participation of INIAP, which since 2016, through the Program "Research, transfer of sustainable agricultural technologies and friendly to the Galápagos ecosystem", contributes to the increase of the productivity of mass consumption crops in order to promote the self-sufficiency of the islands in the medium and long term. However, in order to efficiently fulfill this objective, the characterization and typification of the production systems present in the islands, which allow determining the factors that influence the productivity and sustainability of the production systems prevalent in the islands, is a priority. the purpose of promoting technological alternatives friendly to the Galápagos ecosystem. Methodologically, the "Inductive Method" will be used, which allows generating primary information through interviews with a well-structured and pre-codified questionnaire, applied to a sample of producers, established by means of a "Random Simple Sampling" and randomly selected; The sample chosen must meet the requirements of being probabilistic, whose relevance lies in the possibility of estimating the degree of precision of the main statistical indicators to be calculated. The characterization of production systems will identify the reality of these systems and analyze the factors that affect or promote them, towards their goal of being productive and sustainable over time; On the other hand, the typification of production systems will group production systems based on variables with similar behavior, which will allow the design, validation and transfer of technological alternatives that promote each of these groups of production systems. For the analyzes of scientific rigor, descriptive and multivariate statistics will be used, such as those of Main Components and Cluster Analysis.

Keywords: Characterization; Typification; Islands, Inductive Method; Production systems.

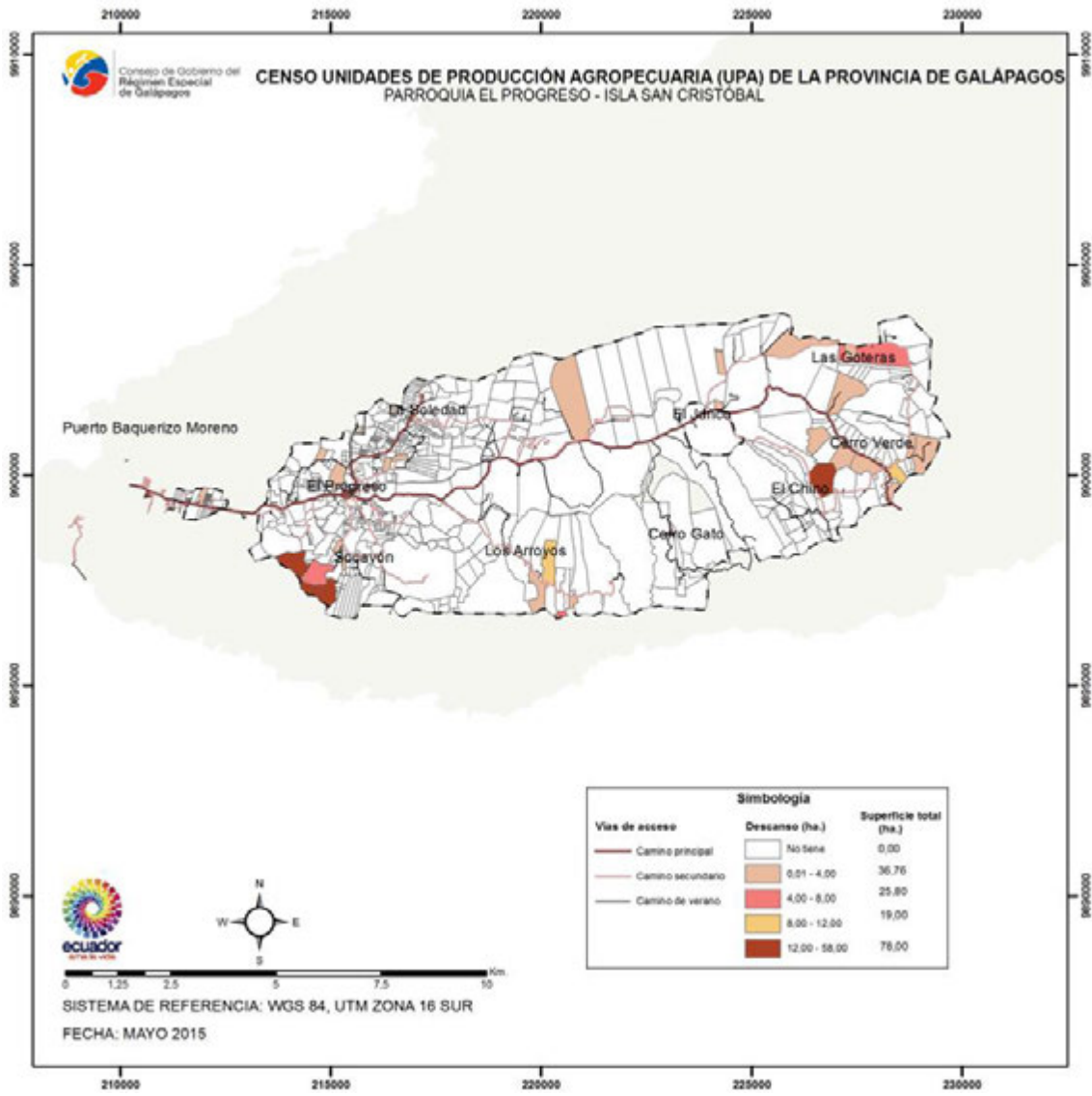


Figura1: Mapa de la Parroquia El Progreso, dónde se realizarán las encuestas para caracterizar los sistemas de producción en San Cristóbal-Galápagos.

Fuente: Censo Agropecuario Galápagos CGREG, 2014.

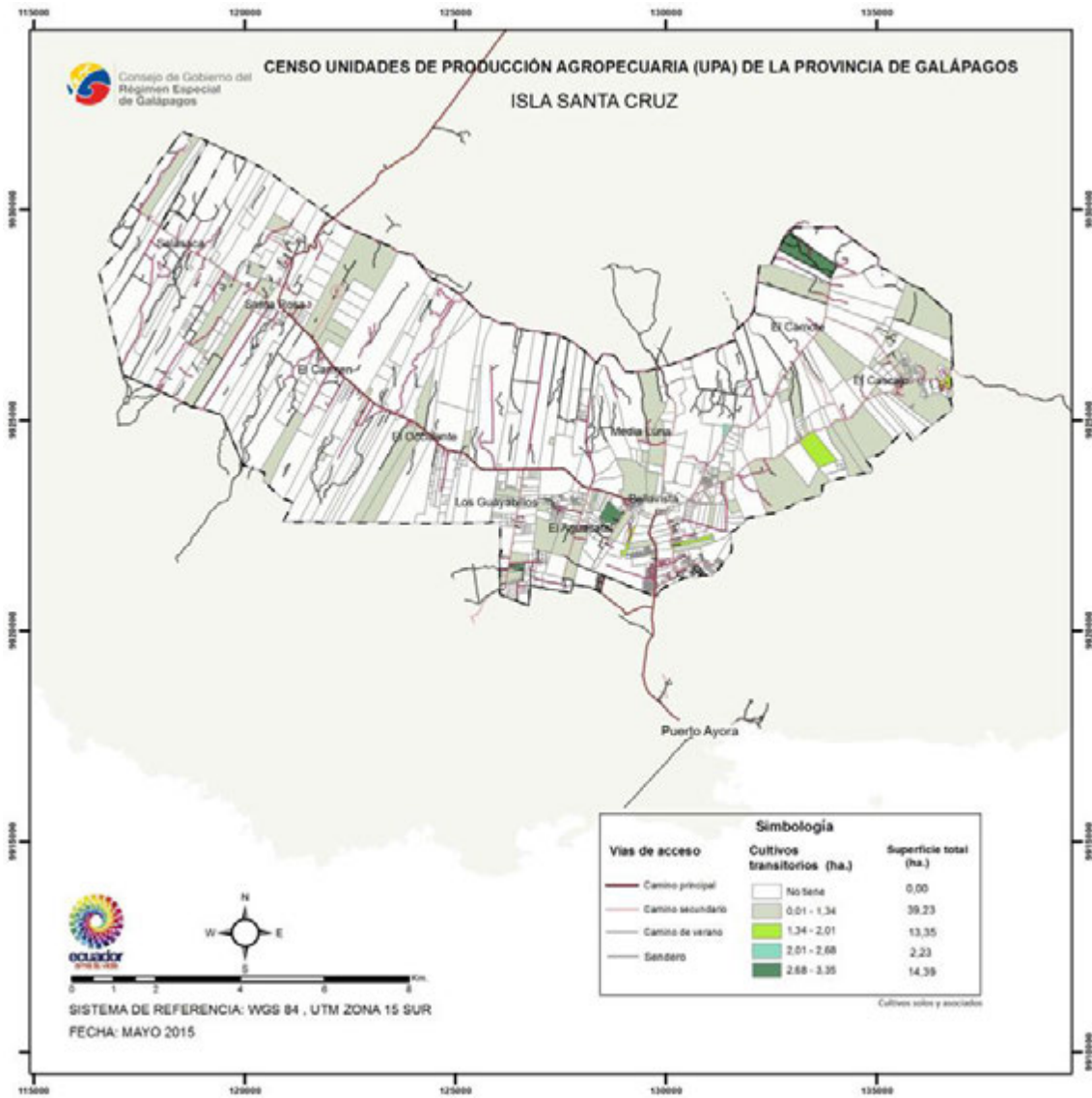


Figura 2: Mapa de la Zona agropecuaria de Santa Cruz, dónde se realizarán las encuestas para caracterizar los sistemas de producción.

Fuente: Censo Agropecuario Galápagos CGREG, 2014

¿Cómo pueden los aerosoles atmosféricos colectados en las islas Galápagos? ayudar a entender el cambio climático? / How can atmospheric aerosols collected on the Galápagos islands help us understand climate change?

William Vizquete^{1*}, Tessa Szalkowski¹, Ryan Schmedding¹, Jason Surratt¹, Julieta Juncos², María del Carmen Cazorla², Zhang Yuqiang¹

¹ *University of North Carolina Chapel Hill, Department of Environmental Sciences and Engineering, Chapel Hill, NC 27599*

² *Universidad San Francisco de Quito, Quito, Ecuador*

*Correo electrónico: vizquete@unc.edu

Abstract

Atmospheric aerosols play a critical role in Earth's climate system by either directly changing the radiative balance in the atmosphere or indirectly impacting the balance through cloud interactions. Climate studies of aerosol impacts on clouds and radiation therefore require predictive models with an accurate representation of the formation processes of these aerosols. Aerosol formation processes are complex and produce aerosols with a wide variety of inorganic and organic chemical species. These organic species can be further classified as primary organic aerosol (POA) or secondary organic aerosol (SOA). POA are emitted directly into the atmosphere through diesel and gasoline vehicle exhaust, meat cooking, and biomass burning. SOA are derived from the oxidative processing in the atmosphere of volatile organic compounds (VOCs) into lower volatility or more water soluble products. These oxidation products can then condense onto existing aerosols, undergo absorptive partitioning into existing organics, or partition into the aerosol/cloud water. Once in the aqueous phase VOCs can react further to form products that remain in the condensed phase producing SOA. While most inorganic constituents of atmospheric aerosols are identified, the SOA and POA components are largely uncharacterized. Thus, our understanding of aerosol formation processes is hampered by this lack of knowledge and causes uncertainties in our climate predictions.

Critical for improving climate models are integrating the latest science concerning aerosol formation from marine sources. In the marine environment, sources of organic aerosols include POA from the surface micro layer (SML). The SML is formed due to ocean upwelling and has been hypothesized to be enriched by organic matter from oceanic living species and dead organisms. Organic matter is then released from the SML during the wave breaking process producing air bubbles that burst and release POA to the atmosphere. It remains unclear what the exact POA constituents are, which hinders our ability to identify sources. It is also hypothesized that there also exists marine SOA formed via reactions with isoprene. Isoprene is released into the atmosphere in the marine environment from heterotrophic bacteria, marine phytoplankton, seaweeds, and aquatic plants. Isoprene could lead to marine SOA through acid-catalyzed heterogeneous reactions within acidic sulfate aerosols containing methanesulfonate (MSA), an oxidation product of dimethyl sulfide (DMS). The Galápagos islands present a pristine environment and unique place to investigate marine aerosols and identify sources of POA and the existence of SOA. We have started collecting aerosols on the islands from the rooftop of the Galápagos Science Center (GSC) using a high-volume aerosol instrument operating in the summer from 2017-2020. The high-volume instrument is used to collect aerosols onto filters to later determine molecular tracers by using gas chromatography interfaced to an electron ionization quadrupole mass spectrometer. Sulfate, oxalate, and other ions were measured using ion chromatography, and MSA measured using ultra-performance liquid chromatography¹⁴

interfaced to a high-resolution quadrupole time-of-flight mass spectrometer equipped with electrospray ionization. The data collected at this site will improve our understanding of the composition and sources of marine aerosols and ultimately its contribution to the global climate.

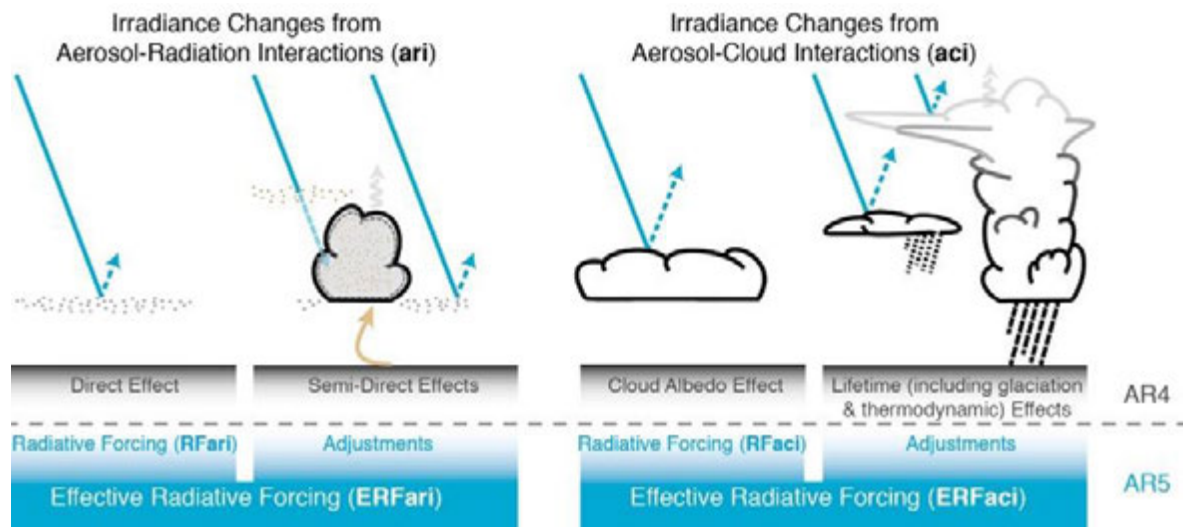


Figure 1. Diagram showing direct and indirect impacts on the atmospheric radiative budget due to aerosols and aerosol–cloud interactions. The blue arrows depict solar radiation, the grey arrows terrestrial radiation and the brown arrow symbolizes the importance of couplings between the surface and the cloud layer for rapid adjustments (IPCC, 2013).

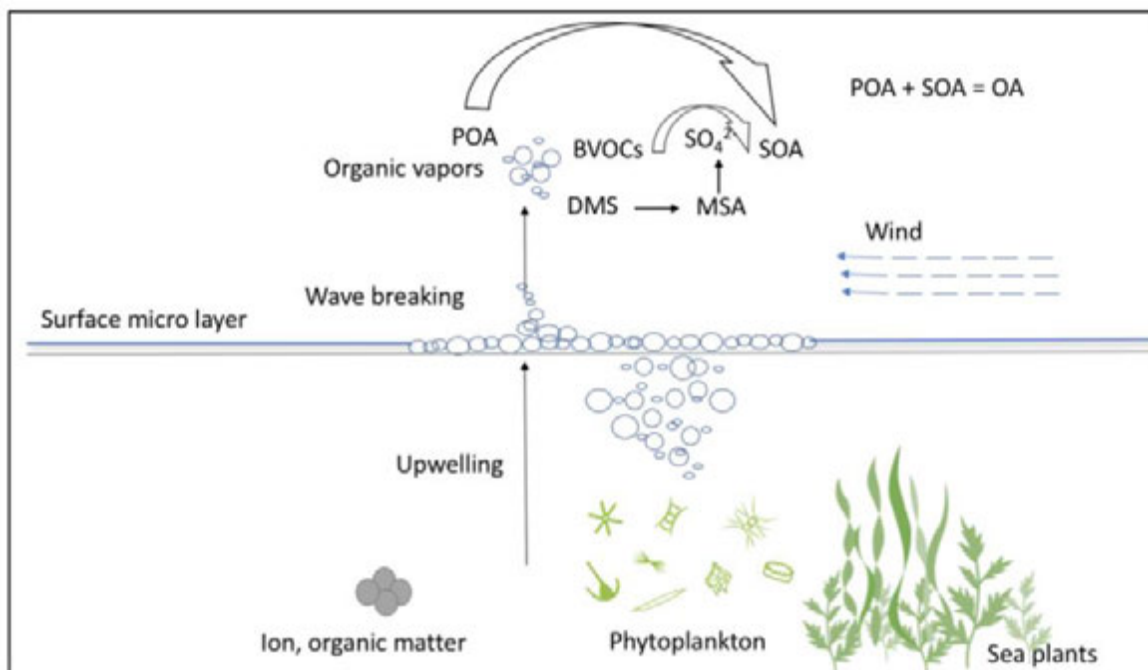


Figure 2. Diagram of sources of marine aerosols including organic aerosols (OA) classified as either primary organic aerosols (POA), or secondary organic aerosols (SOA). Upwelling generates the surface micro layer where wave breaking processes produce POA. Emissions of organic vapors and biogenic volatile organic compounds (BVOCs) from phytoplankton and sea plants undergo acid catalyzed reactions to produce SOA.

Ensamblaje de peces en tres bahías de manglares del sureste de la isla Santa Cruz, Reserva Marina de Galápagos / Fish assemblages in three fringed mangrove bays of southeast from Santa Cruz Island, Galápagos Marine Reserve

Yasmania Llerena- Martillo^{1*}, Cesar Peñaherrera-Palma², Eduardo Espinoza³

¹ *San Francisco of Quito University – Galapagos Institute for the Arts and Sciences (GAIAS), Charles Darwin St., San Cristóbal island, Ecuador*

² *Pontifical Catholic University of Ecuador – Manabí, Eudoro Llor St. Portoviejo, Manabí, Ecuador.*

³ *Marines Ecosystems Monitoring, Galapagos National Park Directorate, Charles Darwin St., Santa Cruz island, Ecuador*

*Correo electrónico: yasmania.llerena@gmail.com

Resumen

Las bahías de manglar son ecosistemas muy variables que proveen hábitats críticos para especies de peces. En este estudio se evaluó los ensamblajes de peces de tres bahías de manglar (Punta Rocafuerte, Saca Calzón y Garrapatero) ubicadas en el sureste de la isla Santa Cruz, Reserva Marina de Galápagos. Usando redes de trasmallos iguales a los usados por la pesca artesanal, se llevaron a cabo un total de 108 salidas de campo entre los meses de enero del 2010 y diciembre del 2011. Un total 1773 peces óseos y 740 peces cartilagosos correspondiendo a 26 especies y 15 familias fueron capturados, identificados y liberados con vida. La riqueza de especies fue mayor en Garrapatero (sitio protegido) que en Punta Rocafuerte y Saca Calzón (sitios abiertos a la pesca). Las mayores capturas estuvieron representadas por el tiburón punta negra (*Carcharhinus limbatus*; n = 729), seguido la lisa rabo negro (*Mugil thoburni*; n = 492), la mojarra peruana (*Diapterus peruvianus*; n = 440), la diabla (*Chanos*; n = 206) y la mojarra rayada (*Gerres cinereus*; n = 197). A pesar de que éstas especies fueron consistentemente las más importantes a través de los sitios y temporadas (caliente y fría), se observó una mayor abundancia de *C. limbatus* y *C. chanos* durante la temporada caliente (enero a abril), y de *M. thoburni*, *C. limbatus* y *G. cinereus* durante la temporada fría (junio a octubre). La temperatura fue determinada como el factor más importante que influye en la abundancia de *C. limbatus* y *C. Chanos*, mientras la salinidad lo fue para *Umbrina galapagorum*. Este estudio representa una importante contribución para el entendimiento de la composición de los ensamblajes de peces en las bahías de manglar de la Reserva Marina de Galápagos.

Abstract

Mangrove-fringed bays are highly variable ecosystems that provide critical habitats for fish species. In this study we assessed the fish assemblage in three mangrove-fringed bays (Punta Rocafuerte, Saca Calzón and Garrapatero) in the southeast side of Santa Cruz Island, Galápagos Marine Reserve. Using gillnets, we carried out a total of 108 fieldtrips from January 2010 to December 2011. A total of 1773 bony and 740 cartilaginous fishes belonging to 26 species and 15 families were identified at the same sampling sites. Species richness was higher in the protected bay (Garrapatero) than in those open to fishing (Punta Rocafuerte, Saca Calzón). Blacktip sharks (*Carcharhinus limbatus*, n = 729), Thoburn's mullets (*Mugil thoburni*, n = 492), Peruvian mojarras (*Diapterus peruvianus*, n = 440), milkfish (*Chanos chanos*, n = 206) and the yellow fin mojarras (*Gerres cinereus*, n = 197) were the most common species across sites and seasons (cold and warm). The abundance of the most common species varied seasonally, with *C. limbatus* and *C. chanos* being more abundant in the warm season⁴

(December to April), and *M. thoburni*, *C. limbatus* and *G. cinereus* in the cold season (June to October). Temperature was the most important driver of abundance in *C. limbatus* and *C. chanos*, while salinity influenced *Umbrina galapagorum*. This study represents the first evaluation of the fish assemblage composition and dynamics in mangrove-fringed bays in the Galápagos Marine Reserve.

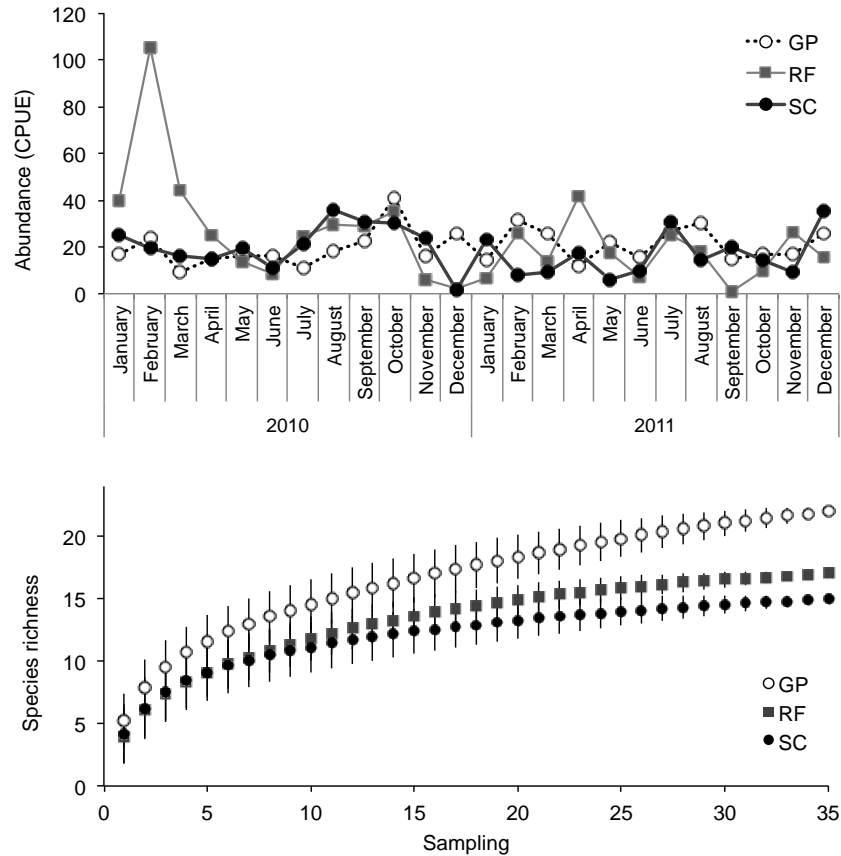


Fig. 1. Above: Monthly variation in the total fish abundance (CPUE) registered at the three study sites. Below: Cumulative species richness curve per site. Punta Rocafuerte (RF) and Saca Calzón (SC) were fishing grounds, and Garrapatero (GP) was protected from fishing.

Fig. 1. Arriba: Variación mensual de la abundancia total de peces (CPUE) registrada en los tres sitios de estudio. Abajo: Curva de riqueza de especies por sitio. Punta Rocafuerte (RF) y Saca Calzón (SC) fueron áreas de pesca, y Garrapatero (GP) fue área protegida de pesca.

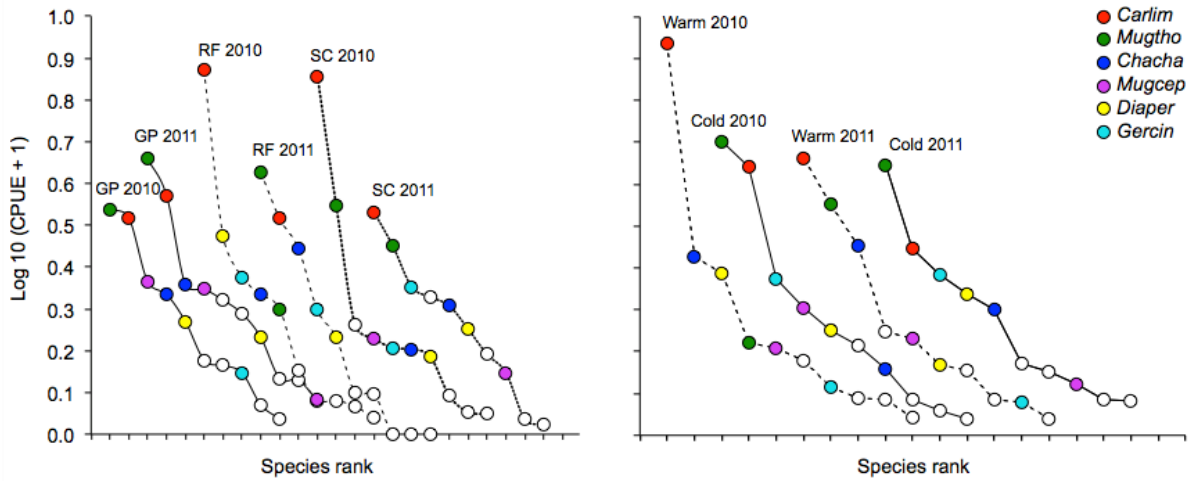


Fig. 2. Species rank of the six more important species per site (left) and season (right). Carlim = *Carcharhinus limbatus*; Mugtho = *Mugil thoburni*; Chacha = *Chanos chanos*; Muggal = *Mugil cephalus*; Gerper = *Diapterus peruvianus*; Mugcin = *Gerres cinereus*.

Fig. 2. Ranking de especies de las seis especies más importantes por sitio (izquierda) y temporada (derecha). Carlim = *Carcharhinus limbatus*; Mugtho = *Mugil thoburni*; Chacha = *Chanos*; Muggal = *Mugil cephalus*; Gerper = *Diapterus peruvianus*; Mugcin = *Gerres cinereus*.

Identificación de cepas con determinantes genéticos Chlamydiales en aves marinas de Galápagos

Rommel Lenin Vinueza^{1*}, Gustavo Jiménez-Uzcátegui², Rachid Aaziz³, Gina Zanella⁴, Karine Laroucau³

¹Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad San Francisco de Quito, Quito-Ecuador.

²Estación Científica Charles Darwin, Puerto Ayora, Galápagos-Ecuador.

³Bacterial zoonoses Unit, Laboratory for Animal Health, ANSES, University Paris Est, Maisons-Alfort, France.

⁴Epidemiology Unit, Laboratory for Animal Health, ANSES, University Paris Est, Maisons-Alfort, France.

*Correo electrónico: rvinueza@usfq.edu.ec

Resumen

Los pingüinos (*Spheniscus mendiculus*), cormoranes no voladores (*Phalacrocorax harrisi*), y albatros (*Phoebastria irrorata*), figuran entre las especies más vulnerables a factores naturales y antropogénicos en las Islas Galápagos. Uno de los hechos que preocupa a los investigadores de Galápagos, es la posibilidad del apareamiento y difusión de enfermedades provenientes de especies domésticas e invasoras, desechos de la producción animal, barcos de pesca y turismo, y otros que puedan alcanzar y afectar a las aves marinas. Debido a que algunos de estos patógenos han sido detectados anteriormente en aves domésticas de Galápagos. Con el interés de contribuir al monitoreo que realizan la Fundación Charles Darwin y la Dirección del Parque Nacional Galápagos en estas especies, se realizó un estudio transversal con el objeto de detectar cepas con determinantes genéticos chlamydiales. Para el estudio se recolectaron durante el mes de junio 2017 y de siete áreas de anidación, un total de 137 muestras de hisopos cloacales (albatros n=59, Pingüinos n=68 y cormoranes n=10). El muestreo fue realizado a través de frotis de la cloaca, conforme a un procedimiento estandarizado para el manejo de aves silvestres. Los hisopos fueron conservados en tubos estériles siguiendo la cadena de frío hasta el momento de su análisis. Utilizando un kit comercial fue extraído el ADN de los hisopos y luego analizado utilizando el método de PCR en tiempo real dirigido al gen 23S conservado de la familia *Chlamydiaceae*. La presencia de *Chlamydiaceae* fue detectada únicamente para albatros de Punta Suárez, isla Española, obteniéndose 24 muestras positivas (41%). A partir de una caracterización preliminar se identificó una cepa relacionada con la especie *C. abortus*, requiriéndose una caracterización adicional para determinar si las cepas albergadas por estos albatros están o no relacionadas con las cepas aviarias *C. abortivas* recientemente descritas para aves marinas en Polonia.

Palabras clave: Galápagos, Chlamydia, aves marinas, Pingüino, Albatros, Cormorán, PCR

Abstract

The Galápagos penguins (*Spheniscus mendiculus*), flightless cormorants (*Phalacrocorax harrisi*), and albatrosses (*Phoebastria irrorata*), are listed among the species most vulnerable to natural and anthropogenic threats on the Galápagos Islands. One of the facts that worry Galápagos researchers is the possibility of the appearance and spread diseases from domestic and invasive species, animal production waste, fishing boats and tourism, and others that may reach and affect seabirds. Some of these pathogens have been detected previously in domestic birds of Galápagos. With the interest of

contributing to the monitoring carried out by the Charles Darwin foundation and Direction of Galápagos National Park in these species, a cross-sectional study was conducted to detecting chlamydial genetic determinants. For the study, a total of 137 samples of cloacal swabs (albatrosses $n = 59$, Penguins $n = 68$ and cormorants $n = 10$) was collected during the month of June 2017 and from seven nesting areas. The collection of samples was performed through cloacal swabs, following a standardized procedure for the management of wild birds. The swabs were preserved in sterile tubes keeping the cold chain until analysis. DNA from these swabs were extracted using a commercial kit and analyzed using the real-time PCR method targeting the conserved 23S gene of the *Chlamydiaceae* family. The presence of *Chlamydiaceae* was only detected for Albatrosses from Punta Suarez, on Española Island, with 24 positive specimens (41%). A preliminary characterization of the strain involved identified the *C. abortus* species. Further characterization now needs to determine if strains harbored by these Albatrosses are or not related to the avian *C. abortus* strains recently described for seabirds in Poland.



Figura 1. Sitios de muestreo para la identificación de cepas chlamydiales a través de PCR-RT, en pingüinos (*Spheniscus mendiculus*), cormoranes no voladores (*Phalacrocorax harrisi*), y albatros (*Phoebastria irrorata*) de Galápagos.

Genomas al rescate: Salvando a los cucuves de Darwin (*Mimus spp.*) de la extinción / Genomes to the rescue: Saving Darwin's mockingbirds (*Mimus spp.*) from extinction

Espinoza-Ulloa Sebastian^{1*}, Chaves Jaime², Andrés José³

¹ *Department of Biology, University of Saskatchewan, Saskatoon, SK. (Canada) & Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito-Ecuador.*

² *Universidad San Francisco de Quito, Quito-Ecuador.*

³ *Department of Biology, University of Saskatchewan, Saskatoon, SK. Canada.*

*Correo electrónico: sebastian.espinoza@usask.ca

Resumen

Casi una cuarta parte de todas las aves están amenazadas. Los estudios genéticos en especies de aves en peligro de extinción a menudo se han centrado en los efectos del declive demográfico en la variabilidad genética y la diferenciación de la población. Hasta la fecha, se ha prestado poca atención para descifrar el panorama genómico de las mutaciones deletéreas, una consecuencia insidiosa de la fragmentación de la población y la preponderancia de la deriva genética en poblaciones pequeñas. Los cucuves de las Islas Galápagos (*Mimus spp.*), un complejo de cuatro especies aisladas con características demográficas contrastantes, son un buen modelo de sistema para estudiar el alcance y la naturaleza de las variaciones perjudiciales en las poblaciones naturales de diferentes tamaños. Mi objetivo actual es llevar a cabo un análisis completo de la secuencia del genoma para identificar dramáticos cuellos de botella en la población que podrían haber dejado un fuerte aumento en la heterocigosidad deletérea en el genoma de los cucuves de Darwin. Como primer paso para proporcionar información a escala de genoma sobre la casi extinción de esta ave, hemos tomado el genoma del cucuve de San Cristóbal (*Mimus melanotis*). Esta especie, caracterizada por un tamaño de población relativamente grande, servirá como referencia para determinar las consecuencias genómicas del pequeño tamaño de la población y los cuellos de botella de la población. En última instancia, nuestros resultados establecerán la base de un programa de rescate asistido por marcadores genéticos para los cucuves de Darwin.

Abstract

Nearly one-quarter of all birds are either threatened. Genetic studies in endangered avian species have often focused on the effects of demographic decline in genetic variability and population differentiation. To date, little attention has been paid to decipher the genomic landscape of deleterious mutations, an insidious consequence of population fragmentation and the preponderance of genetic drift in small populations. The mockingbirds of the Galápagos Islands (*Mimus spp.*), a complex of four isolated species with contrasting demographics, are a good model system to study the extent and nature of deleterious variations in natural populations of different sizes. My current goal is to carry out a complete genome sequence analysis to identify dramatic population bottlenecks that could have left a sharp increase in the deleterious heterozygosity in the Darwin's mockingbirds' genome. As first step to provide genome-scale insights into the near-extinction of this bird, I have assembled the genome of the San Cristóbal mockingbird (*Mimus melanotis*). This species, characterized by a relatively large population size, will serve as a reference to determine the genomic consequences of small population size and population bottlenecks. Ultimately, my results will set the basis for a genetic for a marker assisted rescue program of Darwin's mockingbirds.

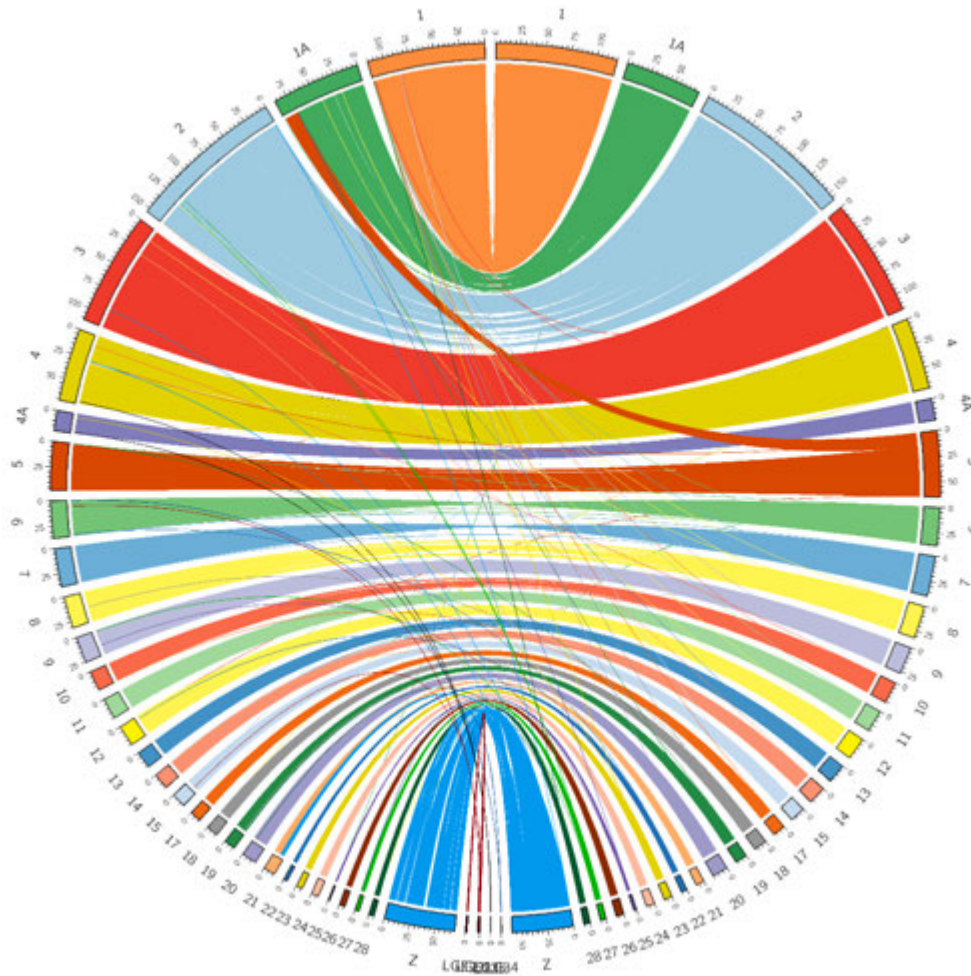


FIGURA 1. Chromosomal arrangements based on synteny between *Ficedula albicollis* (collared flycatcher, our reference genome <right>) and *Mimus melanotis* (San Cristóbal Mockingbird <left>). The links represent the correspondence of loci between genomes. Each chromosomal set starts in Chromosome 1 and ends in the LGE22 group. Graphical analyses show a high degree of synteny with only a few major chromosomal rearrangements (see chromosome 5).

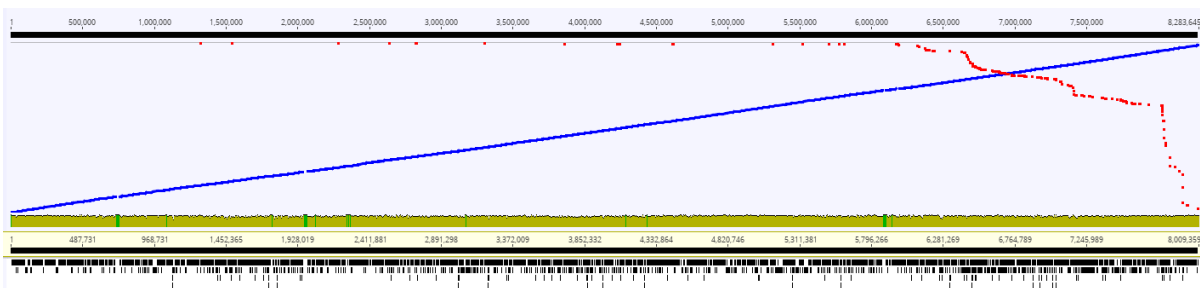


FIGURA 2. Pseudochromosomes construction based on synteny against to a reference genome (collared flycatcher, *Ficedula albicollis*).



ISBN: 978-9978-68-141-1

