



Archivos Académicos USFQ



II do Simposio de Investigación y Conservación DPNG-GSC en Galápagos

II Galápagos Conservation and Research Symposium
DPNG-GSC



Archivos Académicos USFQ

Número 19

Memorias del 2do Simposio de Investigación & Conservación en Galápagos GSC– DPNG | Proceedings of the 2nd Galápagos Conservation & Research Symposium GSC–DPNG

Editores:

Juan Pablo Muñoz-Pérez¹, Sofia Tacle¹, Maryuri Yépez² y Cristina Vintimilla-Palacios ¹

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-Palacios ¹

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:

Adrian Marchetti, PhD.

Alyssa Grube, PhD.

Amanda Thompson, PhD., MPH.

Anne Guézou

David Anchundia

David Scott Steinberg, PhD.

Diana Burbano Noriega

Diego F. Cisneros-Heredia

Diego Páez-Rojas

Fernando J. Astudillo, PhD(c)

Gabriela Sevillano

Gonzalo Rivas-Torres, PhD.

Gregory A. Lewbart, MS, VMD, DACZM,
DECZM (Zoo Health Mgt.)

José M. Barreiro S. PhD.

Manuel Mejía

Margaret Bentley, MA PhD y Jaime Ocampo,
MA, PhD, MD

Margarita Brandt, PhD.

Maria de Lourdes Torres, PhD

Marilú Valverde Vanegas

Mario Calixto Ruiz Romero, PhD

Maximilian Hirschfeld

Mgs. Danny Rueda Córdova

Santiago J. Bucaram V., PhD

Stella de la Torre

Stephen Blake

Stephen J. Walsh

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: 978-9978-68-140-4

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, C. 1 Tacle, S. (Eds.) (2017). Memorias del 2do Simposio de Investigación & Conservación en Galápagos GSC–DPNG | Proceedings of the 2nd Galápagos Conservation & Research Symposium GSC–DPNG. Archivos Académicos USFQ, 19, 6–70.

Citación recomendada de un resumen: Barriga, N., Decker, T., Leon-Reyes, A., Leon-Reyes, A. (2017) Caracterización molecular y funcional de microorganismos aislados de la Mora invasora (*Rubus niveus*) de las Islas Galápagos. Memorias del 2do Simposio de Investigación & Conservación en Galápagos GSC–DPNG | Proceedings of the 2nd Galápagos Conservation & Research Symposium GSC–DPNG. Archivos Académicos USFQ, 19, 6–70.

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.



Con el gentil apoyo de:



THE UNIVERSITY
of NORTH CAROLINA
at CHAPEL HILL



Memorias del 2do Simposio de Investigación & Conservación en Galápagos GSC–DPNG
Proceedings of the 2nd 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

Investigando los enlaces entre el océano, el ciclo de carbono, y el microbioma de Galápagos / Investigating the linkages between ocean physics, carbon cycling and the Galápagos microbiome	9
Long-term water quality monitoring program on San Cristóbal: summary of results	11
Birth practices and infant immune development in the Galápagos and on the continent	13
Ciencia para promover acción en conservación en la juventud galapagueña/ Science to engage Galápagos youth in conservation	15
Modelo de gestión: plan de manejo de las áreas protegidas de Galápagos para el buen vivir / Management model: management plan of the protected areas of Galápagos for the well being	17
Estado y conservación de las aves terrestres de Galápagos.....	19
Avances del estudio a largo plazo sobre la ecología de población, el comportamiento y la fisiología de la iguana marina (<i>Amblyrhynchus cristatus</i>) / Update on a long-term study of the population ecology, behavior, and physiology of the marine iguana (<i>Amblyrhynchus cristatus</i>)	22
Resource-based livelihoods in the Galápagos islands: common and contrasting dynamics in fishing and farming sectors.....	23
Especies introducidas de vertebrados terrestres silvestres en las islas Galápagos: conocimiento actual y perspectivas futuras sobre anfibios, reptiles y aves no-nativos .	26
Estatus poblacional del lobo marino de Galápagos en la Isla San Cristóbal y el Sudeste del Archipiélago/ Population Status of Galápagos Sea Lion in San Cristóbal Island and the Southeastern of Archipelago	27
Arqueología Histórica Ambiental de las Islas Galápagos: Paleoetnobotánica de la Hacienda El Progreso, 1870-1904 / Environmental Historical Archeology of the Galápagos Islands: Paleoetnobotany of Hacienda El Progreso, 1870-1904.	29
Identificación de parásitos gastrointestinales del filo apicomplexa en tortugas gigantes (<i>Chelonoidis</i> spp.) en las islas Galápagos	30
Verdad o mito: ¿Existen los ecosistemas noveles en Galápagos? ¿Se pueden restaurar? / Truth or myth: Does novel ecosystems exists in the Galápagos, can they be restored?	32
Radiography of Galápagos marine iguanas (<i>Amblyrhynchus cristatus</i>): techniques for investigating shrinkage and growth	36
Nuevos métodos para testar hipótesis de evolución y ecología en los pinzones de Darwin / New methods for hypothesis testing in evolution and ecology of Darwin's finches.	38
Salud en las islas Galápagos: explorando percepciones de salud en San Cristóbal/ Health on the Galápagos: exploring perceptions of health and care on San Cristóbal.	40
Influencia de la biogeografía y la oceanografía en la diversidad funcional y taxonómica de la Reserva Marina Galápagos / The influence of biogeography and ENSOs on the relationship between species and functional diversity in the Galápagos Marine Reserve	42

Determinación de la diversidad genética y estructura poblacional de la guayaba (<i>Psidium guajava</i>) y el guayabillo (<i>Psidium galapageium</i>) en las islas Santa Cruz e Isabela, Galápagos / Genetic diversity and population structure of guava (<i>Psidium guajava</i>) and guayabillo (<i>Psidium galapageium</i>) in Santa Cruz and Isabela islands, Galápagos	44
Agrobiodiversidad en la isla San Cristóbal – Galápagos / Agrobiodiversity in the San Cristóbal island – Galápagos.	48
Identificación molecular y distribución de garrapatas que parasitan equinos en la isla Santa Cruz / Molecular identification and distribution of ticks that parasitize equines in Santa Cruz Island	52
Investigación y monitoreo sísmico de los volcanes activos del occidente de las islas Galápagos / Research and monitoring of active volcanoes in western Galápagos islands.	54
Diatom community structure on Green Turtles (<i>Chelonia mydas</i>) from two different localities	57
Tiburones en aislamiento / Sharks in isolation.....	59
Evaluación de los efectos pesqueros más allá de las fronteras de una AMP: la Reserva Marina de Galápagos y la pesquería de atún pelágico / Assessing fishing effects beyond MPA borders: the Galápagos Marine Reserve and pelagic tuna fisheries	61
Evaluación preliminar del papel de los caracoles nativos e introducidos en la descomposición de hojarasca en San Cristóbal, Galápagos.	64
La variación ambiental estructura estrategias reproductivas en un mega-herbívoro en las Islas Galápagos.....	66
Sensores Remotos en las Playas de las Islas Galápagos y Evaluaciones de Vulnerabilidad.....	69

2DO SIMPOSIO DE INVESTIGACIÓN & CONSERVACIÓN EN GALÁPAGOS GSC–DPNG

El segundo simposio anual sobre investigación y conservación en Galápagos, organizado por la **Dirección Parque Nacional Galápagos (DPNG)** y el **Galápagos Science Center (GSC)**, fue 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 simposio pretendió compartir el conocimiento generado por la mayor parte de investigadores nacionales e internacionales que trabajan en Galápagos 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 segundo simposio anual se llevó a cabo el **10 Y 11 DE JULIO DEL 2017 EN EL CENTRO DE CONVENCIONES CHARLES DARWIN EN LA ISLA SAN CRISTÓBAL-GALÁPAGOS**. Además de proporcionar las muchas ventajas de estar en la capital del Archipiélago, el simposio en San Cristóbal ofreció la oportunidad de estar en contacto estrecho con la flora y fauna extraordinarias de las Islas.

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. Esta reunión también proporcionó una oportunidad única para que los participantes colaboren en proyectos, crear nuevas asociaciones y crear las redes nacionales e internacionales vitales para la conservación exitosa.

Para más información acerca del simposio www.galapagossience.org.

2ND GALÁPAGOS CONSERVATION & RESEARCH SYMPOSIUM GSC–DPNG

The second annual symposium on research and conservation in Galapagos, organized by the **Galápagos 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 an interest and objective common: applied research and conservation of Galápagos and its environment.

The symposium aimed to share the knowledge generated by the majority of national and international researchers working in the Galápagos 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 second annual symposium was held on **JULY 10 AND 11, 2017 AT THE CHARLES DARWIN CONVENTION CENTER IN SAN CRISTÓBAL-GALÁPAGOS ISLAND**. In addition to providing the many advantages of being in the capital of the Archipelago, the symposium in San Cristóbal offered the opportunity to be in close contact with the extraordinary flora and fauna of the Islands.

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. This meeting also provided a unique opportunity for participants to collaborate on projects, create new partnerships and create the national and international networks vital to successful conservation.

For more information about the symposium www.galapagossience.org .

Investigando los enlaces entre el océano, el ciclo de carbono, y el microbioma de Galápagos
Investigating the linkages between ocean physics, carbon cycling and the Galápagos
microbiome

Adrian Marchetti*, Scott Gifford, Harvey Seim

Department of Marine Sciences, University of North Carolina at Chapel Hill

*Correo electrónico: amarchetti@unc.edu

Resumen

Desde los días de los viajes de Charles Darwin en el *HMS Beagle*, los científicos han estado intrigados por la riqueza y la singularidad del ecosistema de las Islas Galápagos. Aunque mucho se ha aprendido de la investigación centrada en la megafauna carismática que habitan las islas, sorprendentemente poco se sabe sobre el microbioma marino de Galápagos. En el 2014, los miembros del Departamento de Ciencias del Mar de la UNC comenzaron colaboraciones con científicos de la Universidad San Francisco de Quito y el Parque Nacional Galápagos a través de una serie de cruceros de investigación. Donde las propiedades físicas, químicas y biológicas de los océanos se midieron a través de una amplia gama de niveles tróficos que coincidió con el reciente evento ENSO 2015/2016. Se hizo especial hincapié en la comprensión de cómo determinados procesos oceánicos físicos influyen en la productividad primaria y en las comunidades microbianas (es decir, fitoplancton y bacterias) resultantes en las aguas marinas del archipiélago. Durante esta charla, los hallazgos de los cruceros anteriores serán presentados junto con una discusión sobre las hipótesis que establecen el marco para futuras direcciones de investigación.

Abstract

Since the days of Charles Darwin's voyages on the *HMS Beagle*, scientists have long been intrigued by the richness and uniqueness of the Galápagos Islands ecosystem. Although much has been learned from research focusing on the charismatic megafauna that inhabit the islands, surprisingly little is known about the Galápagos marine microbiome. In 2014, members of the UNC Department of Marine Sciences began collaborations with scientists at the University of San Francisco Quito and the Galápagos National Park through conducting a series of research cruises on board GNP vessels. The cruises were surveys across most of the archipelago where physical, chemical and biological ocean properties were measured across a wide range of trophic levels that coincided with the recent 2015/2016 ENSO event. A particular focus was on understanding how specific physical ocean processes influence primary productivity and the resulting microbial (i.e., phytoplankton and bacteria) communities in the marine waters of the archipelago. During this talk, findings from the past cruises will be presented along with a discussion on the hypotheses that lay the framework for future research directions.

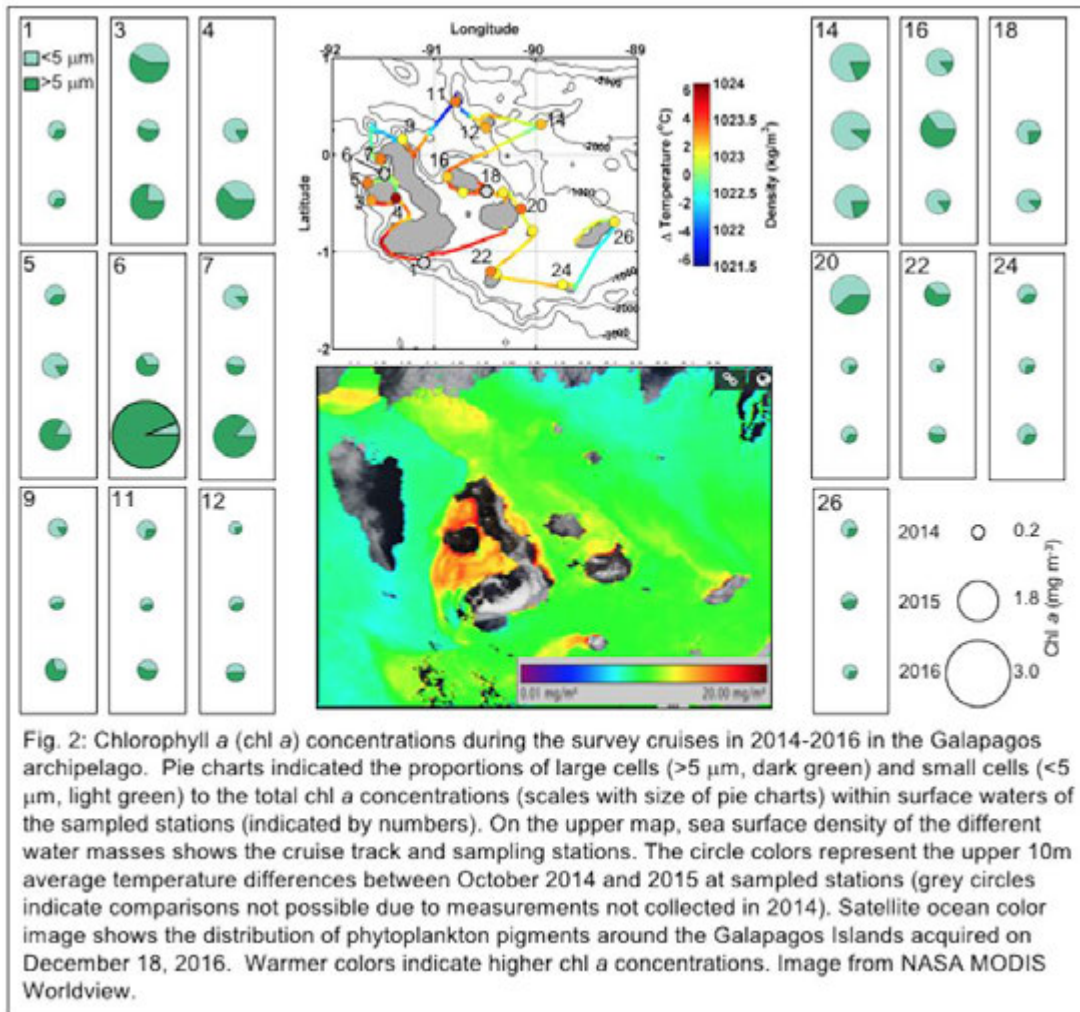


Fig. 2: Chlorophyll *a* (chl *a*) concentrations during the survey cruises in 2014-2016 in the Galapagos archipelago. Pie charts indicated the proportions of large cells (>5 μm, dark green) and small cells (<5 μm, light green) to the total chl *a* concentrations (scales with size of pie charts) within surface waters of the sampled stations (indicated by numbers). On the upper map, sea surface density of the different water masses shows the cruise track and sampling stations. The circle colors represent the upper 10m average temperature differences between October 2014 and 2015 at sampled stations (grey circles indicate comparisons not possible due to measurements not collected in 2014). Satellite ocean color image shows the distribution of phytoplankton pigments around the Galapagos Islands acquired on December 18, 2016. Warmer colors indicate higher chl *a* concentrations. Image from NASA MODIS Worldview.

Long-term water quality monitoring program on San Cristóbal: summary of results

Alyssa Grube¹, Jill Stewart^{1,2}, Valeria Ochoa-Herrera³

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

² UNC Galápagos Initiative, Center for Galápagos Studies

³ Universidad San Francisco de Quito, Department of Environmental Engineering, Quito, Ecuador

Resumen

Agua potable de buena calidad es esencial para la salud y el bienestar de los seres humanos. El crecimiento del turismo y de la población local podría poner presión sobre la infraestructura del agua en San Cristóbal, Galápagos. Aquí en el Galápagos Science Center (GSC) hemos desarrollado la capacidad de monitorear la calidad del agua a través de un proyecto colaborativo entre estudiantes de la Universidad San Francisco de Quito (USFQ) y de la Universidad de Carolina del Norte en Chapel Hill, USA. Aquí comunicamos los resultados de un programa de monitoreo de la calidad del agua que inició en marzo de 2015 y continuó hasta diciembre de 2016. En total, analizamos 18 muestras de agua mensuales provenientes de las fuentes de agua dulce, las plantas de tratamiento de agua potable, varios puntos en el sistema de distribución de agua potable, la planta de tratamiento de aguas residuales, y dos playas recreativas. Parámetros microbiológicos fueron medidos a través de los métodos estándar IDEXX Colilert y Enterolert para detectar coliformes totales y coliformes fecales (i.e. *E. coli*) en aguas dulces y *Enterococci* en agua marina, respectivamente. Adicionalmente, analizamos varios parámetros físicos y químicos para asegurar cumplimiento con las recomendaciones nacionales e internacionales para agua de consumo humano. Los resultados indican que las plantas de tratamiento de agua reducen la concentración de los coliformes fecales, en el efluente tratado *E. coli* fue detectada en solamente 2 de 40 muestras de agua. Sin embargo, *E. coli* fue detectada de vez en cuando en puntos del sistema de distribución de agua potable (23 de 140 muestras). Estos resultados en conjunto indican que se debe considerar la distribución, el almacenamiento, y el manejo del agua potable para prevenir su contaminación una vez que el agua salga de las plantas del tratamiento para su distribución.

Abstract

Clean drinking water is essential to health and wellbeing. Increased tourism and local population growth on San Cristóbal island could stress water infrastructure. We at the Galápagos Science Center (GSC) have developed the capacity to measure water quality as a collaborative project between students from the Universidad de San Francisco de Quito USFQ, Ecuador and the University of North Carolina at Chapel Hill, USA. Here we report the results of a comprehensive baseline water quality study that began in March 2015 and continued through December 2016. Samples were collected monthly from freshwater sources, the influent and effluent from the drinking water plant, various points in the distribution system, the influent and effluent from the wastewater treatment plant, and recreational beaches. Microbiological measurements were made using the standard IDEXX Colilert and Enterolert methods to detect total coliforms and *E. coli* in freshwater and *Enterococci* in marine water, respectively. We additionally measured a suite of physical and chemical parameters to ensure compliance with national and international drinking water guidelines. Results showed that the water treatment plants significantly reduced the number of fecal indicator bacteria in the water, with *E. coli* detected in the water treatment plant effluent in only 2 of 40 samples. However, *E. coli* was sometimes detected at household points-of-use (23 of 140 samples). Taken together, these results indicate that distribution, storage, and handling of drinking water must be considered in order to prevent contamination once water leaves the treatment plant.



Birth practices and infant immune development in the Galápagos and on the continent

Amanda Thompson^{1,2*}, Hannah Jahnke¹, Kely Houck¹, Margaret Bently²

¹ Department of Anthropology, University of North Carolina at Chapel Hill, 301 Alumni Building, CB #3115, UNC-CH, Chapel Hill, NC, 27599

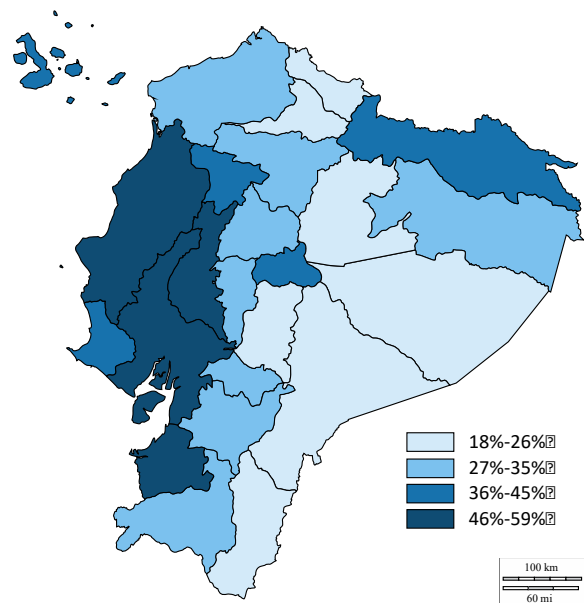
² Department of Nutrition, Gillings School of Global Public Health, University of North Carolina at Chapel Hill, 130 Rosenau Hall, CB #7400, Chapel Hill, NC 27599

*Correo electrónico: althomps@email.unc.edu

Abstract

The proportion of infants born by Caesarian-section is increasing in Ecuador. Elective C-sections have been linked to a number of inflammatory conditions in childhood and adolescence, including increased allergy and asthma and elevated risk of overweight or obesity. We test the impact of C-sections on the development of the immune system in the first year of life. Data come from Ecuador's 2012 ENSANUT study, a nationally representative health and nutrition survey, and our Birth Practices Study in San Cristóbal, Galápagos. We found that 40.8% of infants in the national survey and 58.5% in the Galápagos were born by C-section. Infants born by C-section were less likely to have moderate inflammation, more likely to have iron deficiency and more likely to have illness symptoms. These results suggest that birth practices may be associated with altered immune function in infancy, highlighting the need to understand the pathways linking early life exposures to long-term health outcomes.

C-Section Prevalence, 2011-2013



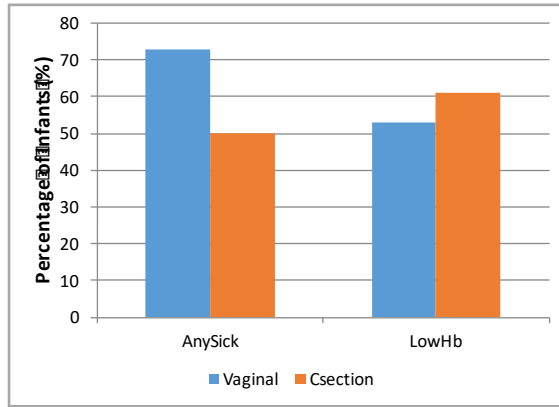
Delivery type

57.5%
(23)

42.5%
(17)

Vaginal
Csection

Infant morbidity measures by delivery type



Ciencia para promover acción en conservación en la juventud galapagueña/ Science to engage Galápagos youth in conservation

Anne Guezon^{1*}, Stephen Blake², Fredy Cabrera³, Anna Maria Loose⁴, Jens Jones¹, Juan-Sebastián Torres⁴

¹ Galápagos Conservation Trust, Charles Darwin Suite, 28 Portland Place, London

² Max Planck Institute for Ornithology, Am. Obsterg 1, D-78315, Radolfzell, Germany

³ Fundación Charles Darwin, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador

⁴ Ecology Project International, Puerto Ayora, Galápagos

*Correo electrónico: anne.guezou8@gmail.com

Resumen

El Programa de Ecología del Movimiento de Tortugas de Galápagos se inició en 2009. El objetivo es ayudar a la Dirección del Parque Nacional Galápagos a conservar las tortugas gigantes de Galápagos mediante la realización de ciencias aplicadas y el desarrollo de un programa de divulgación y educación basado en ecología de tortugas.

Hemos desplegado cerca de 100 etiquetas GPS en cuatro especies de tortugas en tres islas diferentes para entender los motores de las estrategias de movimiento en estas especies, incluyendo la migración, el nomadismo y la residencia. Muchas lecciones importantes de conservación han surgido, incluyendo la importancia de la migración para el éxito reproductivo de las tortugas y la necesidad de un manejo a escala de paisaje, incluso en tierras privadas.

Sin embargo, estas lecciones aprendidas se aplicarán plenamente sólo en la medida en que estas sean conocidas y entendidas por las comunidades locales. La educación es un eje clave para la conservación de los ecosistemas y el uso sostenible de los recursos. El educar en ciencia permite que los estudiantes desarrollen una comprensión profunda de los contenidos, y adquieran el conocimiento y las habilidades esenciales para enfrentar los desafíos de conservación local y global. Colaboramos con educadores profesionales e instituciones educativas para difundir los resultados de nuestra investigación a una gran audiencia local. Hemos desarrollado e implementado currículos sobre el papel ecológico y la ecología de movimiento de las tortugas que son utilizados por Ecology Project International a través de actividades de educación experiencial fuera del aula. Al participar en programas de campo basados en la investigación, los jóvenes desarrollan una conciencia científica y una mayor comprensión de las relaciones interdependientes que existen en los sistemas naturales. El objetivo es, de esta manera, promover cambios en las disposiciones y los comportamientos de los estudiantes. Los recursos educativos independientes producidos incluyen "Discovering Galápagos", un sitio web interactivo; un paquete educativo de actividades y planes de estudios dedicados a temas de conservación de la biodiversidad y las tortugas. Se han organizado varios talleres de capacitación para educadores de instituciones locales y de la Dirección del Parque Nacional Galápagos. En los últimos años, hemos alcanzado a cientos de estudiantes, y, a través del sistema de evaluación de Ecology Project International, hemos demostrado un cambio positivo en la conciencia ambiental, las disposiciones y la voluntad de actuar en pro de la conservación, en los jóvenes de Galápagos.

Abstract

The Galápagos Tortoise Movement Ecology Programme was initiated in 2009. The goal is to assist the Galápagos National Park Directorate to effectively conserve giant Galápagos tortoises by conducting cutting edge applied science, and developing an inspirational tortoise-based outreach and education programme.

We have deployed nearly 100 GPS tags into four species of tortoise from three different islands to elucidate the drivers of movement strategies in these species, including migration, nomadism, and residency. Many important conservation lessons have emerged including the importance of migration for tortoise reproductive success and the need for landscape scale management, including in private lands.

However, these lessons will only be applied fully if they are known and understood by local communities. Education is a key axis for the conservation of ecosystems and the sustainable use of resources. An education in science allows students to develop a deep understanding of content, and acquire the knowledge and skills that will serve to meet the challenges of conservation. We collaborate with professional educators and educational institutions to disseminate the results of our research to a large local audience. We have developed and implemented curricula on the ecological role of tortoises and their movement ecology that are used by the Ecology Project International through hands on activities in the field. Through research-based experiential field programs, scientific awareness is developed in young people to generate a greater understanding of the interdependent relationships that exist in natural systems. The objective is to promote changes in student dispositions and behaviors. Stand-alone educational resources produced include “Discovering Galápagos”, an interactive web site; an education package of activities and curricula devoted to biodiversity and tortoise-based conservation themes. We have held several training workshops for local institutions’ educators, including the Galápagos National Park Directorate. Over the last several years, we have reached hundreds of students, and through the EPI impact-monitoring system, have demonstrated positive change toward conservation awareness, as well as in attitude and willingness to act for conservation goals, in Galápagos youth.

**Modelo de gestión: plan de manejo de las áreas protegidas de Galápagos para el buen vivir /
Management model: management plan of the protected areas of Galápagos for the well being**

Danny Rueda Cordoba

Dirección del Parque Nacional Galápagos

Correo electrónico: danny.rueda@gmail.com

Resumen

El Plan de Manejo de las Áreas Protegidas de Galápagos realizado durante el año 2012-2013 se enmarca como una sola herramienta de manejo que propone que la toma de decisiones se conciba y entienda al archipiélago como un todo y no sobre la base de sus límites administrativos, propiciando de esta forma una gestión integral para áreas protegidas y pobladas. Desde esa perspectiva el plan al abarcar la gestión de casi la totalidad del territorio insular y marino (97% insular y 100% marino) propone una base conceptual y técnica aplicable a todo el archipiélago entendido como un socioecosistema y por lo tanto se convierte en parte integrante de la planificación y ordenamiento territorial de la provincia y su régimen especial.

La conceptualización de Galápagos como un socioecosistema permite poner en evidencia el altísimo valor social que tienen las áreas protegidas como la base y sustento del buen vivir de la población local, a través de la provisión de servicios de los ecosistemas y su biodiversidad.

Este Plan de Manejo desarrolla sus estrategias de conservación en cuatro ámbitos como ejes transversales; el de conservación, territorial, institucional y social, los cuales incluyen los programas de manejo y actividades que se implementarán en los próximos diez años, tomando en cuenta evaluaciones temporales y manejo adaptativo para ajustar las acciones de manejo si se requiere.

Este Plan de Manejo reconoce al sistema de zonificación de las áreas protegidas de Galápagos como una herramienta de manejo que contribuye en la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad en Galápagos, tiene su fundamento en que los mismos proveen servicios ambientales que benefician a la comunidad. No obstante, casi la totalidad de los servicios ambientales que resultan imprescindibles para la sociedad galapagueña, no son reconocidos en los sistemas de mercado, por lo que no tienen valor de uso directo y por tanto, no poseen precio.

Abstract

The Management Plan for Protected Areas of Galápagos carried out during the year 2012-2013 is framed as a single management tool that proposes that the decision making is conceived and understood by the archipelago as a whole and not based on its administrative limits, thus promoting an integrated management for protected and populated areas. From that perspective, the plan, covering almost all the island and marine territory (97% insular and 100% marine) proposes a conceptual and technical basis applicable to the whole archipelago understood as a socioecosystem and therefore becomes part of the planning and territorial order of the province and its special regime.

The conceptualization of the Galápagos as a socioecosystem allows to highlight the high social value that protected areas have as the basis and sustenance of the well-being of the local population,

through the provision of ecosystem services and their biodiversity.

This Management Plan develops its conservation strategies in four areas as transversal axes; the conservation, territorial, institutional and social, which include management programs and activities to be implemented in the next ten years, taking into account temporary assessments and adaptive management to adjust management actions if required.

This Management Plan recognizes the zoning system of protected areas of the Galápagos as a management tool that contributes to the conservation of ecosystems and biodiversity in Galapagos, is based on the fact that they provide environmental services that benefit the community. However, almost all of the environmental services that are essential for Galápagos society are not recognized in the market systems, so they have no direct use value and therefore have no price.



Estado y conservación de las aves terrestres de Galápagos

David Anchundia^{1*}, Brigit Fess¹, Charlotte Causton¹, Jorge Carrión², Denis Mosquera¹, Erwin Nemeth³, Christian Sevilla², Beate Wendelin⁴

¹ Fundación Charles Darwin, Santa Cruz, Galápagos
² Dirección del Parque Nacional Galápagos, Santa Cruz Galápagos
³ BirdLife Viena, Austria
⁴ Oficina de Ecología de Paisaje, Gols, Austria

*Correo electrónico: david.anchundia@fcdarwin.org.ec

Resumen

Una evaluación reciente (UICN, 2016) identifica a 14 de las 28 aves terrestres pequeñas (paseriformes, cuclillos, palomas) nativas o endémicas de Galápagos como amenazadas. Además, en las islas con asentamientos humanos, censos indican que varias poblaciones o subespecies han experimentado disminuciones substanciales, o están extintas. Siendo seriamente afectadas por depredadores introducidos, la mosca parásita *Philornis downsi*, enfermedades y alteraciones del hábitat.

Desde el 2012 un equipo de investigadores de múltiples instituciones coordinados por la Fundación Charles Darwin y Dirección del Parque Nacional Galápagos, están desarrollando herramientas para la protección y eventual recuperación de las especies de aves terrestres. Actividades incluyen 1) establecer un programa de monitoreo de aves a largo plazo para todas las islas de un tamaño >5 km², 2) estudios de ecología de algunas especies claves y los factores que están causando su disminución, y 3) búsqueda de mecanismos para proteger las aves de la amenaza principal, *Philornis downsi*.

Por primera vez, existen datos de línea base para la mayoría de las aves terrestres de las islas habitadas. En la isla Santa Cruz, se observó declive de seis especies entre 1997 y 2008, y datos recientes muestran que algunas especies parecen estar estabilizadas alrededor de los valores más bajos calculados en el 2008, mientras que otras especies (pinzón cantor verde, pinzón grande de árbol) continúan disminuyendo. Los pájaros brujos son raros, el estimado poblacional está entre 30 y 40 parejas actualmente.

En Floreana, además de tres especies ya extintas (pájaro brujo, pinzón grande de árbol, pinzón cantor gris), no se encontró el pinzón vegetariano y la paloma de Galápagos es muy rara. Como noticia positiva, el pinzón mediano de árbol, en peligro crítico, se encontró más ampliamente distribuido que lo pensado y con números más saludables entre 3900 y 4700 territorios estimados.

En San Cristóbal, de las 11 especies de aves terrestres pequeñas mencionadas por Swarth en 1931, no se encontró al pájaro brujo (visto por última vez en 2008), solamente pocas palomas de Galápagos y pinzones comunes de cactus. Al contrario, la población del cucuve amenazado es más grande (10-15,000 parejas) que lo que fue estimado en 2005 y es hallado en todas las zonas de vegetación.

En la zona agrícola de Isabela los números poblacionales de las aves son parecidos a los de la comunidad de aves en la parte alta de Santa Cruz. Además, el pinzón grande de árbol está restringido en áreas con árboles altos mientras que el pájaro brujo está ampliamente distribuido y común entre

los 550 y 1050 m de altura.

El énfasis ahora es ampliar la participación del público local en el monitoreo de las especies que son más fáciles de identificar como las palomas, el pájaro brujo y la golondrina de Galápagos. La aplicación gratuita Galápagos Bird App, con gráficos e información sobre el estado de conservación, ayudará en la identificación de las aves y los usuarios serán invitados a reportar sus avistamientos a través de otras plataformas de ciencia ciudadana como eBird. Junto con un programa de monitoreo profesionalmente dirigido, esperamos recoger datos útiles, y al mismo tiempo, hacer conciencia e incrementar la participación local.

Abstract

A recent assessment (IUCN, 2016) identifies 14 of the 28 small native or endemic land birds (passerines, cuckoos, doves) as threatened with extinction. In addition, on islands with human settlements, census data indicate that several populations or subspecies have experienced substantial declines or are extinct due to the impacts of introduced predators, the parasitic fly *Philornis downsi*, disease and habitat reduction.

Since 2012, teams of researchers from multiple institutions are developing tools for the protection and eventual recovery of land bird species. These activities are coordinated by the Charles Darwin Foundation and the Galápagos National Park Directorate and include 1) establishing a long-term bird monitoring program for all islands of a size >5km², 2) studies of the ecology of some key species and factors that are causing their decline, and 3) finding mechanism to protect the birds from their main threat, *Philornis downsi*.

For the first time, baseline data is available for most landbirds on the inhabited islands. On Santa Cruz, six species declined between 1997 and 2008, but recent data suggests that some species appear to have stabilized around the lower values estimated in 2008. Others (Green Warbler-finch, Large Tree-finch) continue to decline. The Vermilion Flycatchers are rare: the estimated population is between 30 and 40 pairs.

On Floreana, in addition to three already extinct species (Vermilion Flycatcher, Large Tree-finch, Grey-Warbler-finch), we did not find the Vegetarian Finch and only a few Galápagos doves. On a positive note, the critically endangered Medium Tree-finch was found to be more widely distributed than thought with a healthier 3900 and 4700 estimated territories.

On San Cristóbal, of the 11 small landbird species mentioned by Swarth in 1931, we did not find the Least Vermilion Flycatcher (last seen in 2008) and found very few Galápagos Doves and Common Cactus-finches. In contrast, the population of the threatened Mockingbird is larger (10-15,000 pairs) than estimated in 2005 and it is found in all vegetation zones.

In the agricultural zone of Isabela, the population numbers of small landbirds were similar to those of the bird community in the highlands of Santa Cruz. In addition, the Large Tree-finch is restricted to areas with tall trees. On the other hand, the Vermilion Flycatcher is widely distributed and common at elevations between 550 and 1050 m.

Emphasis now is on increasing public participation in the monitoring of easy-to-identify species, such as Galápagos Dove, Vermilion Flycatcher and Galápagos Martin. The free Galápagos Bird App, with graphics and information on conservation status, will help in bird identification and users will be invited to report their sightings through other citizen science platforms such as eBird.

Together with a professionally managed monitoring program, we hope to gather usable data and, at the same time, raise awareness and increase local involvement.



Avances del estudio a largo plazo sobre la ecología de población, el comportamiento y la fisiología de la iguana marina (*Amblyrhynchus cristatus*) / Update on a long-term study of the population ecology, behavior, and physiology of the marine iguana (*Amblyrhynchus cristatus*)

David Steinberg^{1*}, Kenneth Lohmann¹, Gregory Lewbart², Juan Pablo Muñoz³, Maximilian Hirschfeld⁴

¹ Department of Biology, University of North Carolina at Chapel Hill, Chapel Hill, North Carolina, USA.

² College of Veterinary Medicine, North Carolina State University, Raleigh, North Carolina, USA.

³ Galápagos Science Center, Universidad San Francisco de Quito, San Cristóbal, Galápagos, Ecuador

⁴ Galápagos Science Center, Universidad San Francisco de Quito, San Cristóbal, Galápagos, Ecuador, James Cook University

*Correo electrónico: lucypenn@email.unc.edu

Resumen

En los últimos cuatro años, hemos estudiado la morfología, la fisiología, el comportamiento y la ecología poblacional de iguanas marinas (*Amblyrhynchus cristatus*) en Galápagos. Esta investigación, aunque amplia, está unificada por el objetivo de entender los factores que impulsan la evolución de la iguana marina en el archipiélago, en un esfuerzo de informar mejor las futuras políticas de conservación. Aquí presentamos nuestros resultados hasta la fecha y ofrecemos sugerencias para futuras orientaciones de investigación. En concreto, identificamos los efectos de un evento El Niño débil sobre el tamaño corporal y la química sanguínea de iguanas marinas en Isla Lobos, frente a la costa de San Cristóbal, y exploramos las posibles consecuencias a largo plazo de estos efectos. También discutimos la variación en la coloración corporal en iguanas de San Cristóbal y Española y los posibles factores evolutivos de esta diversidad. Por último, se presenta un nuevo estudio sobre el comportamiento buceo y la fisiología de las iguanas marinas utilizando registradores de temperatura-profundidad. Este nuevo trabajo tiene el potencial de mejorar substancialmente nuestra comprensión del comportamiento de las iguanas marinas una vez que están en el agua.

Abstract

For the past four years, we have studied the morphology, physiology, behavior, and population ecology of marine iguanas (*Amblyrhynchus cristatus*) in the Galápagos. This research, while wide-ranging, is unified by a goal to understand the factors driving marine iguana evolution in the Archipelago in an effort to better inform future conservation policy. Here we report our results to date and provide suggestions for future research directions. Specifically, we identify the effects of a weak El Niño event on the body size and blood chemistry of marine iguanas on Isla Lobos, off the coast of San Cristóbal, and explore the potential long-term consequences of such effects. We also discuss variation in body coloration in iguanas from San Cristóbal and Española and the possible evolutionary drivers of this diversity. Finally, we present a new study on the dive behavior and physiology of marine iguanas using temperature-depth recorders. This new work has the potential to vastly enhance our understanding of the behavior of marine iguanas once they are in the water.

Resource-based livelihoods in the Galápagos islands: common and contrasting dynamics in fishing and farming sectors

Diana Burbano*, Thomas Meredith

McGill University, Department of Geography, Montreal – Canada

*Correo electrónico: diana.burbano@mail.mcgill.ca

Resumen

El manejo de las Islas Galápagos es discutido continuamente en términos de “Sistemas Socio Ecológicos” (SES). Los objetivos principales de manejo están relacionados con la conservación de la biodiversidad, pero también asociados a la importancia del desarrollo del turismo de naturaleza. Sistemas de subsistencia tradicionales como la pesca y la agricultura son aún importantes tanto social como económicamente, y son parte determinante de la dinámica de los ecosistemas locales. Por lo tanto, comprender las dinámicas de estos sistemas de subsistencia ha sido y continuará siendo importante para el manejo sostenible de los SES de las islas. La pesca y agricultura han sido importantes actividades económicas desde los primeros asentamientos de la población. Sin embargo, en décadas recientes, otras actividades económicas como el comercio al por mayor y menor, la administración pública, y especialmente el turismo de naturaleza, han asumido un papel más significativo. Este artículo explora comparativamente las dinámicas de los sectores de pesca y agricultura para determinar cómo éstos funcionan dentro del SES de las islas más pobladas. En la medida en que cada isla pueda ser vista como un SES único, la dinámica específica del sitio estará vinculada a factores tales como el contexto histórico de cada isla, los procesos individuales de su desarrollo, el grado en que el entorno regulador ha cambiado, y en qué medida se han establecido actividades relacionadas con el turismo.

Este artículo está basado en trabajo de campo que incluye cuestionarios y entrevistas con actores claves para evaluar las preocupaciones sociales y económicas relacionadas con la dinámica de los sectores pesquero y agropecuario; específicamente en relación a: 1) ideas y motivaciones de las personas en relación al cambiante marco regulatorio ambiental, específicamente como éste impacta en estos medios de subsistencia; 2) los cambios percibidos en relación a la rentabilidad y viabilidad de estos medios de subsistencia dentro del proceso de desarrollo de cada isla; 3) el apoyo institucional y cómo éste es percibido en términos de ventaja/desventaja para el desarrollo individual de sus sistemas de subsistencia; 4) organización sectorial en términos de la habilidad de estos sectores para organizarse y relacionarse con las estructuras de gobernanza; 5) la naturaleza de la participación de los actores de cada sector en los procesos participativos de la toma de decisiones; y 6) cómo las personas visualizan el futuro de sus medios de subsistencia.

Para aquellos dentro de los sectores basados en recursos naturales, oportunidades económicas emergentes parecen ser “factores atractivos” que alientan la transición, mientras que las regulaciones que restringen estas prácticas aparecen como “factores de empuje” que disminuye las oportunidades para seguir dependiendo de la pesca y la agricultura. Algunos agricultores y pescadores han cambiado su actividad, pero aún para muchos, hay otras motivaciones para mantenerlos trabajando en sus sectores “tradicionales”. Consecuentemente, muchos todavía dependen de éstos, y continuarán dependiendo de estos sistemas de subsistencia. También, desde la perspectiva de conservación, al menos con relación al sector agropecuario, hay razones importantes para mantener estos medios de vida dentro del SES de las islas. La importancia del programa de conservación en Galápagos es

ampliamente reconocida por los sectores económicos basados en los recursos, y los administradores de la conservación reconocen que seguirán requiriendo un compromiso activo y efectivo con los agricultores y los pescadores. Los éxitos de las Galápagos proveerán ejemplos importantes para la conservación en otras áreas donde es necesario equilibrar los intereses en conflicto y negociar las “compensaciones” de la toma de decisiones y manejo.

Abstract

Management of the Galápagos Islands is increasingly discussed in terms of “Social-Ecological Systems” (SES). The principle management objectives are related to biodiversity conservation but recognize the importance of associated nature tourism development. However, the traditional resource-based livelihoods of fishing and farming are still important, both socio-economically, and as determinants of local ecosystem dynamics. Understanding the dynamics of these livelihood sectors has been, and will continue to be, important to sustainable management of the islands’ SES, and lessons learned in the Galápagos will be valuable in other conservation programs. Fishing and farming have been important economic activities on Galápagos since the onset of permanent settlement, around 1830. In recent decades, other economic activities, such as wholesale and retail trade, public administration, and especially nature tourism, have assumed a larger role. Simultaneously, regulations affecting fishing and farming have increased. This paper explores the dynamics of the farming and fishing sectors to determine how they function within the SES of the inhabited islands. To the extent that each island can be viewed as a unique SES, site-specific dynamics will be linked to factors such as the historical context of each island, the individual paths of development, the degree to which the regulatory environment has changed, and the extent to which tourism-related activities have become established.

The research is based on field surveys and key-informant interviews conducted to assess social and economic concerns related to the dynamics of the fishing and farming sectors, specifically with respect to: 1) ideas and concerns of resource users regarding the evolving regulatory environment, particularly as it impacts on their livelihoods; 2) perceived changes in profitability and viability of their livelihoods within the island’s economy, and the perceived livelihood opportunities in the expanding tourism sector; 3) institutional support and how it is perceived as an advantage or a drawback to the development of individual livelihoods, 4) sectorial organization (actors’ ability to organize themselves and to engage with institutional structures), 5) the nature of engagement of actors from within each sector in participatory decision-making processes; and 6) how people envision the future of their resource-based livelihoods.

To those within the resource-based sectors, emerging economic opportunities appear as “pull-factors” that encourage transition, while regulations that restricted established practices appear as “push-factors” that diminish opportunities for continued reliance on fishing and farming. Some farmers and fishers have changed livelihoods, but for many, there are other motivations to continue working in “traditional” sectors. Consequently, many still depend on, and will continue to depend on resource-based livelihoods. Furthermore, from the conservation perspective, at least with respect to farming, there are important reasons to maintain active resource-based livelihoods within the islands’ SES.

The importance of the conservation agenda is widely recognized by those in resource-based economic sectors, and conservation managers recognize that they will continue to require active and effective engagement with farmers and fishers. Successes from the Galápagos will provide important examples for conservation in other areas where it is necessary to balance conflicting interests and negotiate management trade-offs.



Especies introducidas de vertebrados terrestres silvestres en las islas Galápagos: conocimiento actual y perspectivas futuras sobre anfibios, reptiles y aves no-nativos

Diego F. Cisneros-Heredia

Universidad San Francisco de Quito USFQ, Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales, Instituto de Zoología, Museo de Zoología Terrestre / Instituto de Geografía / Instituto Biósfera, Quito 170901, Ecuador

*Correo electrónico: dcisneros@usfq.edu.ec

Resumen

A pesar de que han transcurrido tan sólo cinco años desde la más reciente evaluación de los vertebrados terrestres que no son nativos en Galápagos, el panorama ha cambiado de manera importante. La mayoría de estudios anteriores que han tratado sobre los impactos y manejo de especies no-nativas en Galápagos se han enfocado en especies domésticas que luego de introducirse de manera voluntaria se han convertido en ferales. Lastimosamente, se dispone de muy poca información sobre especies no-nativas silvestres que se han introducido involuntariamente. Por lo tanto, en este estudio, analicé la situación actual de todos los anfibios, reptiles y aves silvestres no-nativos que se han reportado en las Islas Galápagos. Aportaré nuevas evidencias sobre su relación con especies nativas y no-nativas, y comentaré sobre su potencial de invasión e impacto. En particular, resaltaré que la nueva ola de especies introducidas en Galápagos está formada por pequeñas especies polizontes, que son pasadas por alto con facilidad, que pueden viajar en gran número, y que están altamente ligadas a entornos antropogénicos. La información disponible sobre los vertebrados terrestres no-nativos en Galápagos es todavía básica e insuficiente para entender su historia natural y patrones ecológicos generales. El conocimiento de las especies no-nativas es primordial para entender si su control debe ser un objetivo de conservación en el archipiélago y, en caso afirmativo, cómo podría lograrse mejor. La investigación futura sobre especies no-nativas en Galápagos debería proporcionar información sobre el uso del hábitat, la fisiología y el crecimiento, la tolerancia intra-poblacional a los factores abióticos y bióticos, la biología reproductiva y la dinámica poblacional, la dieta y las interacciones tróficas, tanto en Galápagos como en su distribución nativa. Aún más, es vital que vayamos más allá del paradigma de que el impacto principal de las especies no nativas está enmarcado por sus efectos directos sobre las especies nativas, es decir, la competencia directa o la depredación. Es necesario comprender los efectos ecosistémicos de las especies no nativas, por ejemplo, sobre la dinámica de los nutrientes y los efectos acumulativos en las redes alimenticias a través de interacciones tróficas y no tróficas. De igual forma, necesitamos más investigación sobre cómo las especies nativas están evolucionando cuando se enfrentan y viven con especies no nativas, ya que con frecuencia las especies nativas desarrollan rápidamente rasgos para tolerar o explotar mejor a los invasores.

Estatus poblacional del lobo marino de Galápagos en la Isla San Cristóbal y el Sudeste del Archipiélago/ Population Status of Galápagos Sea Lion in San Cristóbal Island and the Southeastern of Archipelago

Diego Páez-Rojas^{1,2}, Jorge Torres-Guamanquispe², Jefferson Herrera², Francisco Arreguin-Sánchez³, Majorie Riofrio-Lazo^{1,3}

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

² *Dirección Parque Nacional Galápagos, Unidad Técnica Operativa San Cristóbal. Galápagos, Ecuador.*

³ *Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Baja California, México*

Resumen

Existe una gran preocupación con respecto al estatus poblacional del lobo marino de Galápagos (LMG), especie que se encuentra en peligro de extinción debido a que su población ha disminuido dramáticamente en los últimos 30 años. En este trabajo se estimó el tamaño y la tendencia de crecimiento de las poblaciones de LMG en la colonia de El Malecón, la isla San Cristóbal (SC) y la región sureste de Galápagos (RSE), basados en datos de censos poblacionales realizados en las tres unidades poblacionales: 1) RSE (2011 ± 2016), incluyendo 13 colonias presentes en cuatro islas (San Cristóbal, Española, Floreana y Santa Fe), región donde se asienta el 58% de la población del archipiélago; 2) SC (2011 ± 2016), incluyendo cinco colonias (El Malecón, La Lobería, Isla Lobos, Cerro Brujo y Punta Pitt), isla que contiene el 52% de la población de RSE; Y 3) Colonia El Malecón (2005 ± 2016), sitio que representa el mayor asentamiento de animales en SC y la SER (43% de SC y 22% de SER). También se analizó la influencia de la variabilidad ambiental en la abundancia de cachorros en estas colonias. El tamaño actual de la población de GSL en la RSE, después de aplicar factores de corrección a los censos, fue de aproximadamente 2300 ± 4100 individuos, con una tasa de disminución a promedio anual (λ) del 8,7% en los últimos cinco años. Se observó una tendencia similar para SC, pero con un valor de $\lambda = 1,4\%$ durante el mismo período. Para la colonia de El Malecón, se realizó un análisis de viabilidad poblacional basado en los datos de los censos y utilizando un enfoque de aproximación por difusión, logrando observar un aumento en la población entre el 2005 y 2016 ($\lambda = 2\%$). La variabilidad interanual en la abundancia de los cachorros se asoció con anomalías en la temperatura superficial del mar, mismas que influyen en la abundancia y disponibilidad de presas, y pueden llegar a incidir en el éxito reproductivo de la población. Dado que las colonias de la RSE tuvieron diferentes tendencias poblacionales, las acciones de manejo deben ser implementadas en base a sus condiciones específicas de cada lugar, dando prioridad a las colonias como El Malecón, que a pesar de mostrar una tendencia poblacional ligeramente creciente, está expuesta a perturbaciones antropogénicas y variabilidad ambiental, interacciones que pueden afectar su crecimiento y supervivencia.

Abstract

There is great concern regarding the population status of Galápagos sea lion (GSL) because it has drastically decreased over the last 30 years. We determined the population size and growth trend of the GSL in the Galápagos southeastern region (SER) at three population levels based on the available census data: 1) SER (2011±2016), including 13 rookeries on the four islands (San Cristóbal, Española, Floreana, and Santa Fe), comprising 58% of the archipelago's population; 2) SC (2011±2016), including five rookeries (El Malecón, La Lobería, Isla Lobos, Cerro Brujo and Punta

Pitt), comprising 52% of the SER population; and 3) El Malecon (2005±2016), the largest rookery on SC and in the SER (43% of the population on SC and 22% in the SER). We also analyzed the influence of environmental variability on pup abundance in these rookeries. The current GSL population size in the SER, after applying correction factors to the counts, is estimated at approximately 2300±4100 individuals and has declined at an average annual rate (λ) of 8.7% over the last five years. A similar trend was determined for SC but at $\lambda = 1.4\%$ during the same period.

For El Malecon, a count-based population viability analysis using a diffusion approximation approach showed that the population increased from 2005 to 2016 at $\lambda = 2\%$. The inter-annual variability in pup abundance was associated with anomalies in sea surface temperature linked to oceanographic-atmospheric events, which impact the abundance and availability of prey, and ultimately may determine the population's reproductive success. Since rookeries in the SER had different population trends, management actions should be implemented based on their specific conditions, giving priority to rookeries such as El Malecon, which, despite showing a slightly increasing population trend, still faces a high risk of extinction due to anthropogenic disturbances and environmental variability that may affect its growth and survival.

Arqueología Histórica Ambiental de las Islas Galápagos: Paleoetnobotánica de la Hacienda El Progreso, 1870-1904 / Environmental Historical Archeology of the Galápagos Islands: Paleoetnobotany of Hacienda El Progreso, 1870-1904.

Fernando J. Astudillo

*Department of Archaeology, Simon Fraser University. Burnaby, BC. V5A 1S6. Canada.
Colegio de Ciencias Sociales y Humanidades. Universidad San Francisco de Quito. Diego de Robles
s/n y Vía Interoceánica, Quito 170901, Ecuador*

Correo electrónico: fastudil@sfu.ca

Resumen

Las relaciones iniciales entre colonizadores y la vegetación nativa de la Isla San Cristóbal fueron estudiadas con el análisis de carbón, macro-restos botánicos, fitolitos y registros históricos. Se recolectaron muestras botánicas, arqueológicas y modernas de las tierras agrícolas de la antigua Hacienda El Progreso. Los restos arqueobotánicos muestran el uso de árboles nativos, la introducción de cultivos y malezas, aspectos de la dieta local y también evidencia de deforestación. El impacto ecológico se observa en la alteración de la vegetación nativa causada por la colonización de la Isla y la expansión de la tierra agrícola para las actividades de la plantación. Esta presentación proporciona una síntesis del estudio paleoetnobotánico en El Progreso y constituye una línea de base para futuras investigaciones paleoambientales en las Islas Galápagos.

Abstract

The initial relationships between colonizers and the native vegetation of San Cristóbal Island were studied based on the analysis of wood charcoal, macro-remains, phytoliths, and historical records. Archaeological and modern botanical samples were collected from an archaeological midden, the mill, and former agricultural land of the 19th century Hacienda El Progreso. The archaeobotanical remains show the use of native wood, the introduction of crops and weeds, aspects of local diet, and evidence of deforestation. Ecological impact is observed in the alteration of native vegetation caused by the colonization of the Island and the expansion of agricultural land for the plantation enterprise. This paper provides a synthesis of the paleoethnobotanical study at El Progreso which forms a baseline for future paleoenvironmental research in the Galápagos Islands.

Identificación de parásitos gastrointestinales del filo apicomplexa en tortugas gigantes (*Chelonoidis* spp.) en las islas Galápagos

Gabriela Sevillano^{1*}, Armando Reyna^{1,2}, Freddy Proaño^{1,2}

¹ *Departamento de Ciencias de la Vida, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE; Av. General Rumiñahui S/N, Sector Santa Clara - Valle de los Chillos, Sangolquí 170501, Ecuador.*

² *Grupo de Investigación en Sanidad Animal y Humana (GISAH), Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE; Av. General Rumiñahui S/N, Sector Santa Clara - Valle de los Chillos, Sangolquí 170501, Ecuador.*

*Correo electrónico: gsevillano@espe.edu.ec

Resumen

El parasitismo en las poblaciones de animales silvestres es reconocido como un factor fundamental que podría afectar la fecundidad y supervivencia, la mayoría de reptiles no presentan síntomas clínicos específicos, aunque pudieran estar afectados, por lo que la infección parasitaria es imperceptible la mayoría de veces. Las infecciones intestinales más comunes en reptiles de vida libre y en cautiverio son por coccidias. Las tortugas gigantes son fundamentales para los ecosistemas en Galápagos, y la evaluación de parásitos en sus poblaciones es esencial para la gestión de los procesos de conservación. El objetivo de esta investigación fue identificar parásitos gastrointestinales en la población de tortugas gigantes del Centro de crianza “Fausto Llerena” de la Isla Santa Cruz, en las Islas Galápagos, Ecuador, como parte del programa de restauración de especies de tortugas gigantes propuesto por Galápagos Conservancy. El estudio inicio con la realización de una necropsia en una tortuga joven, evidenciándose la presencia de nódulos en el intestino, compatibles con coccidiosis; por lo que se recolectaron 21 muestras de heces de tortugas gigantes mantenidas en el centro de crianza, se seleccionaron muestras fecales frescas blandas o diarreas de tortugas jóvenes, provenientes de las islas Santa Cruz, Santiago, Española y Pinzón. Las muestras fueron analizadas mediante la técnica coproparasitológica de flotación usando una solución sobresaturada de NaCl. Complementariamente se realizó el análisis molecular mediante PCR, usando cebadores específicos para coccidias, posteriormente los productos obtenidos fueron secuenciados mediante el método de Sanger en la empresa Macrogen (Korea). Los cromatogramas obtenidos tras la secuenciación fueron examinados utilizando el software bioinformático Sequencher (versión 5.4.6), fueron alineados y se realizó la filogenia utilizando el software bioinformática MEGA (versión 7.0.21).

Los resultados demostraron la presencia de ooquistes de coccidias en todas las muestras analizadas, además de huevos de nematodos pertenecientes a la familia Oxyuridae y Strongylidae. Los ooquistes encontrados en las diferentes muestras de heces presentaron una mayor prevalencia, intensidad, carga parasitaria, abundancia media y dominancia parasitaria, en comparación con los huevos de nematodos. El análisis molecular realizado en cuatro muestras de heces, presentaron resultados positivos para la infección por coccidias. La secuenciación y los análisis filogenéticos indicaron la presencia de una especie de coccidia no clasificada, formando un clado diferente junto con las Eimeriidae spp., y Eimeriidae ambiental, mostrando un porcentaje de similitud de 90% y 93%, respectivamente, determinándose que existe un grupo de coccidias no clasificados diferente a aquellas encontradas en otras especies. Esta es la primera caracterización molecular de coccidias realizada en tortugas gigantes Galápagos, planteando la posibilidad que esta primera secuencia reportada se trate de una nueva especie de coccidias, propia de estos individuos. En conclusión, la presencia de coccidias es generalizada, pudiendo ser la causa de enteritis y muerte de tortugas

jóvenes, como se evidenció en las lesiones encontradas en el intestino de la en la tortuga necropsiada; la presencia de ooquistes coccidiales en muestras de heces de tortugas gigantes plantea preguntas sobre las fuentes de infección, presumiblemente por contaminación del agua o de las plantas con las que se alimentan.

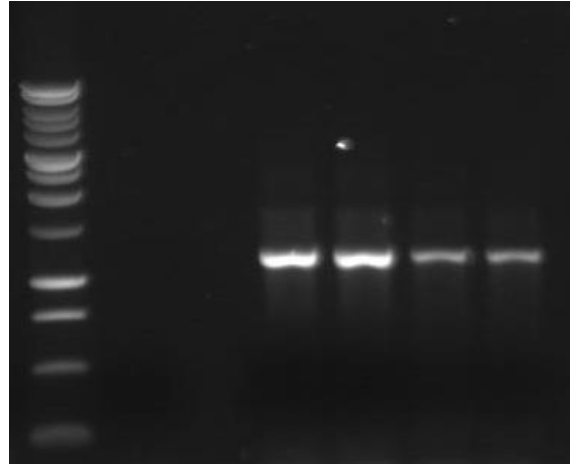


Figura 1. Reacción de cadena de la polimerasa (PCR) para identificación del tipo de coccidia en muestras de ADN fecal de tortugas gigantes. M=marcador, C (-) = control negativo; #1= Santa Cruz, 2016, 3; #2= Santiago, 2016,1; #3= Pinzón, 2016, 2; #4= Española, 2014, 3.

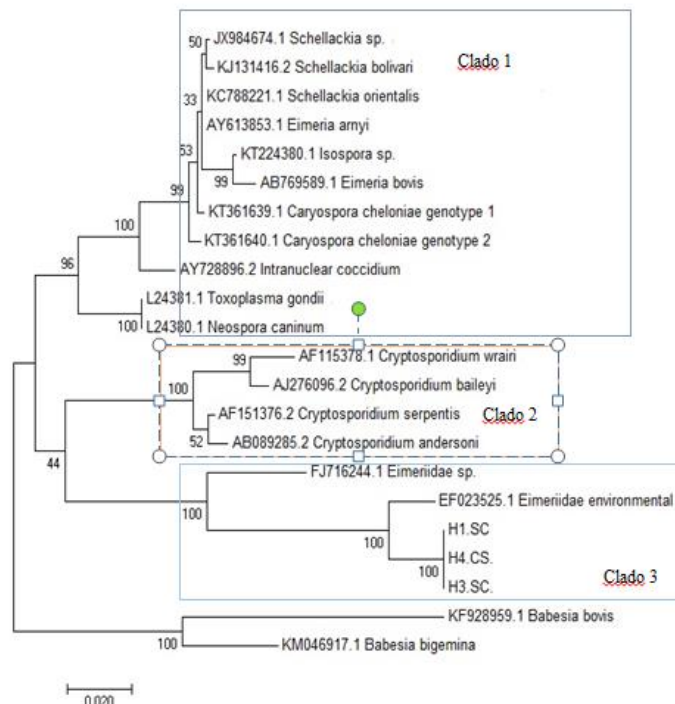


Figura 2. Análisis filogenético molecular por método de máxima verosimilitud de las secuencias parciales de nucleótidos 18S rRNA de coccidias con el software MEGA (versión 7.0.21).

Verdad o mito: ¿Existen los ecosistemas noveles en Galápagos? ¿Se pueden restaurar? / Truth or myth: Does novel ecosystems exists in the Galápagos, can they be restored?

Gonzalo Rivas-Torres^{1,2,3,7*}, S. Luke Flory⁴, Chris Wilson⁴, María Gloria Rivas⁵, Bette Loiselle^{3,6}

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

² *Galápagos Science Center, Universidad San Francisco de Quito – University of North Carolina at Chapel Hill, Galápagos-Ecuador*

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

⁴ *Agronomy Department, 3105 McCarty Hall B, University of Florida, Gainesville, FL 32611.*

⁵ *Bachelor student. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito-Ecuador. PO Box 17012184*

⁶ *Center for Latin American Studies, 319 Grinter Hall, University of Florida, Gainesville, FL. 32611.*

⁷ *Instituto de Investigaciones Biológicas y Ambientales-BIOSFERA, Universidad San Francisco de Quito, Ecuador*

*Correo electrónico: grivast@usfq.edu.ec

Resumen

Cedrela odorata L. (Meliaceae: Magnoliidae), árbol que se introdujo a Galápagos por su madera hace más de 50 años y que ahora abarca cerca de ~1600 hectáreas en la isla de Santa Cruz, está reemplazando al árbol altamente amenazado y endémico *Scalesia pedunculata*. A pesar de la evidente sustitución del bosque endémico de *Scalesia* por el de *Cedrela*, ningún estudio ha evaluado 1.si el bosque dominado por este árbol invasor sigue nuevas trayectorias en comparación con los ecosistemas históricos, 2.por qué *Cedrela* tiene tanto éxito en reemplazar árboles nativos, y; 3.si el bosque de *Cedrela* puede o no albergar especies de plantas nativas o ser restaurado a condiciones más naturales. Para responder a estas preguntas establecimos una red de parcelas ubicadas dentro de ambos bosques donde comparamos en una primera etapa aspectos de la comunidad; y en una segunda fase, experimentos (de exclusión de este árbol invasor) para evaluar los mecanismos de colonización de *Cedrela* y la viabilidad para restaurar este sitio invadido. Primero, encontramos que el bosque dominado por *Cedrela* tenía una diversidad de plantas no nativas 37% más alta y una composición vegetal muy disímil en comparación con el bosque de *Scalesia*. Además, el bosque invadido presentó características abióticas únicas, incluyendo un dosel más abierto y más alto, y significativamente mayor hojarasca que el bosque nativo. La presencia de *Cedrela* y sus cambios estructurales y forestales asociados, fueron los principales factores que mejor explicaron la mayor diversidad de plantas no nativas en este aparente ecosistema novel. Aquí planteamos hipotéticamente a partir de experimentos que el reclutamiento de *Cedrela* es facilitado por un conjunto de rasgos que incluyen la tolerancia a la sombra, significativamente menor ataque de herbívoros y alelopatía para reducir la competencia. En segundo lugar, se muestra que el crecimiento (altura y peso seco) de las plántulas del árbol nativo *Scalesia* se redujo significativamente en presencia de hojas y extractos de raíz de *Cedrela*. Específicamente, las plántulas de *Scalesia* irrigadas con extracto de hojas de *Cedrela* crecieron en promedio ~33% menos y pesaban 14% menos que las plantas bajo condiciones de control (riego con agua de lluvia). Finalmente, las exclusiones experimentales de *Cedrela* demuestran que la extracción benefició a algunas especies nativas como *Scalesia*, pero también promovió el crecimiento y el establecimiento de otras plantas invasoras. En conclusión, nuestros resultados demuestran los múltiples umbrales que las especies de plantas en peligro de Galápagos

deben superar para recuperar ecosistemas denominados noveles y cómo algunas de estas barreras biológicas podrían revertirse con prácticas adecuadas de restauración y manejo activo. Al momento estamos utilizando imágenes infrarrojas y de alta resolución tomadas por drones para determinar las zonas donde *Cedrela* está invadiendo el bosque de *Scalesia* a escalas de individuo, para informar al PNG sobre las condiciones más idóneas para el crecimiento de este árbol y consecuentemente, los lugares prioritarios para su control.

Abstract

Cedrela odorata L. (Meliaceae: Magnoliidae), which was introduced for timber more than 50 years ago and now covers ~1600 hectares on Santa Cruz Island in Galápagos, is replacing the highly threatened and endemic tree *Scalesia pedunculata* (Asteraceae: Magnoliidae). In spite of the evident replacement of the endemic-dominated forest by *Cedrela*, no studies had assess 1.if the forest dominated by this invasive tree is following novel trajectories when compared to historic ecosystems, 2.why *Cedrela* is so successful at replacing native trees and 3. whether or not *Cedrela* forest can harbor native plant species or be restored to more natural conditions. To answer these questions, we established a network of plots located within both forests where we compared in a first stage, community aspects; and on a second phase, experiments to assess *Cedrela* colonization mechanisms (by doing *Cedrela* exclusions) and the feasibility to restore this invaded site. First, we found *Cedrela* dominated forest had 37 percent higher non-native plant diversity, and highly dissimilar plant composition when compared to *Scalesia* forest. Also, the invaded forest had unique abiotic characteristics including a more open and taller tree canopy, and more leaf litter than native forest. *Cedrela* presence and its associated forest structural changes were the primary factors that best explained higher non-native plant diversity in this apparent novel ecosystem. We hypothesize that *Cedrela* recruitment is facilitated by diverse set of traits that include shade tolerance, low risk of herbivore attack, and allelopathy that reduces competition. Second, we show that growth (height and dry weight) of seedlings of the native tree *Scalesia* were significantly reduced in the presence of leaf and root extracts of *Cedrela*. Specifically, *Scalesia* seedlings irrigated with *Cedrela* leaf extract grew on average ~33% less and weighed 14% less than plants under control conditions (rainwater irrigation). And finally, our *Cedrela* removals demonstrate that extraction benefited some native species such as *Scalesia*, but also promoted increased growth and establishment of other invasive plants. In conclusion, our results demonstrate the multiple thresholds Galápagos endangered plant species must overcome to regain novel ecosystems and how some of these biological barriers could be reverted with adequate restoration practices and active management. At the moment, we are using infrared and high resolution images taken by drones to determine the areas where *Cedrela* is invading the *Scalesia* forest at individual scales in order to inform the GNP about the most suitable conditions for the establishment of this tree and consequently, the priority sites for control.

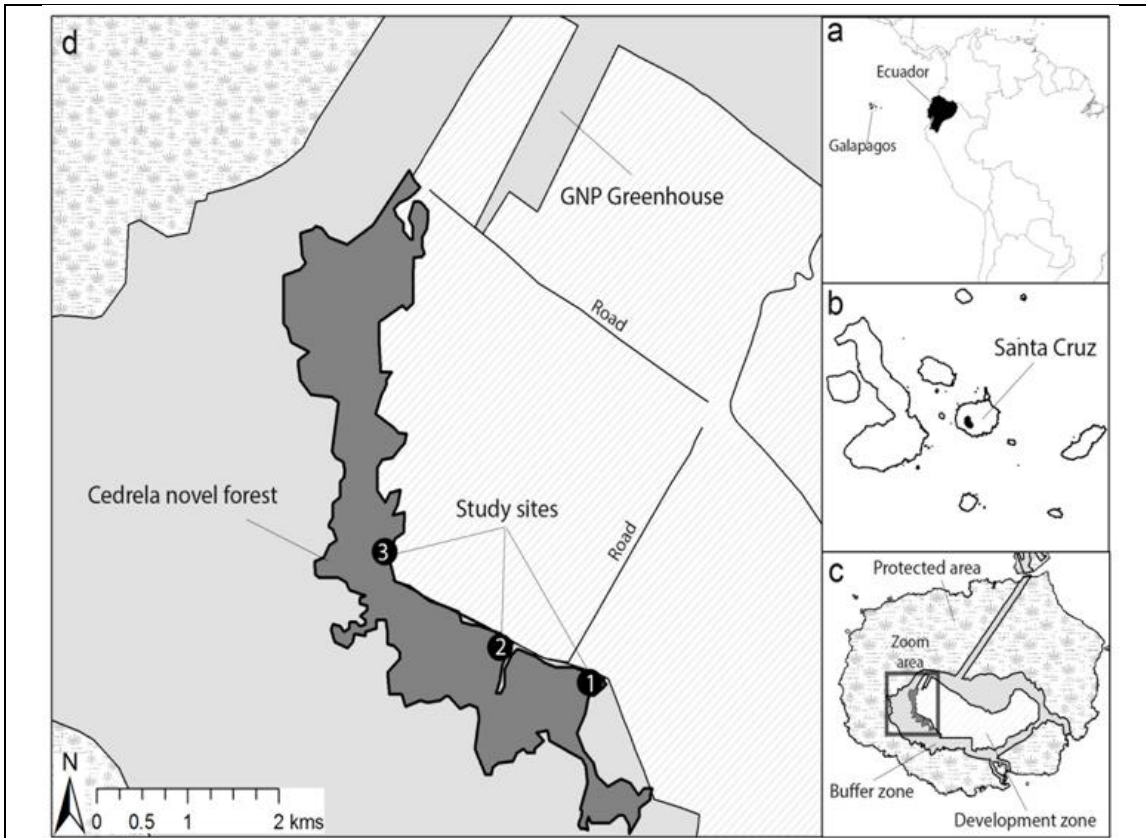


Figure 1. a) Map of study area showing the location of Galápagos islands in reference to continental Ecuador, b) location of Santa Cruz in relation to other islands in Galápagos, c) land use distribution within Santa Cruz highlighting the Cedrela “novel” forests within the Buffer Zone, and d) the three study sites where Cedrela exclusions were performed within this invasive-dominated forest. The “Buffer Zone” is part of the Galápagos National Park protected boundaries.

a) Mapa que muestra la ubicación de Galápagos en relación al Ecuador continental, B) ubicación de Santa Cruz en relación con otras islas en Galápagos, c) distribución del uso de la tierra en Santa Cruz, destacando los bosques "noveles" de Cedrela dentro de la “Zona de Amortiguamiento-Buffer”, y d) los tres sitios de estudio donde se hicieron exclusiones Cedrela dentro de este bosque dominado por invasoras. La " Zona de Amortiguamiento-Buffer " es parte de los límites protegidos del Parque Nacional Galápagos.

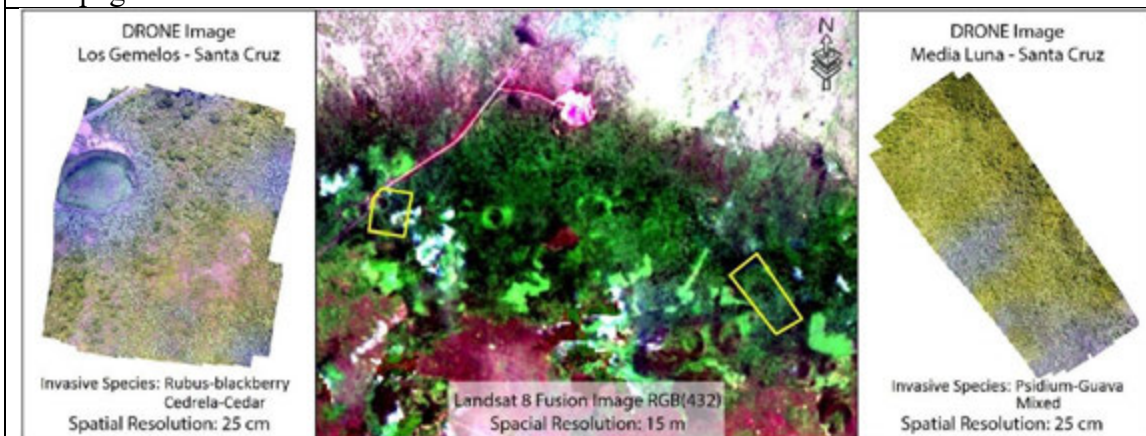


Figure 2. Ortho-mosaics from drone images obtained at the Scalesia forest that are used to identify Cedrela individuals invading this endemic-dominated area.

Ortho-mosaicos del bosque de Scalesia obtenidos a partir de imágenes de drones que se utilizan para identificar individuos de Cedrela que invaden esta área dominada por plantas endémicas.

Radiography of Galápagos marine iguanas (*Amblyrhynchus cristatus*): techniques for investigating shrinkage and growth

Gregory A. Lewbarts¹*, Eli Cohen¹, Maximilian Hirschfeld², Juan Pablo Muñoz², Juan García³, Andy Fu⁴, Emile P. Chen⁵, Kenneth J. Lohmann⁶

¹ *North Carolina State University, College of Veterinary Medicine, Raleigh, North Carolina, United States of America*

² *University San Francisco de Quito, Galápagos Science Center, Puerto Baquerizo Moreno, Galápagos, Ecuador.*

³ *Galápagos National Park Service, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador*

⁴ *VetRocket, LLC, Santa Clara, California, United States of America*

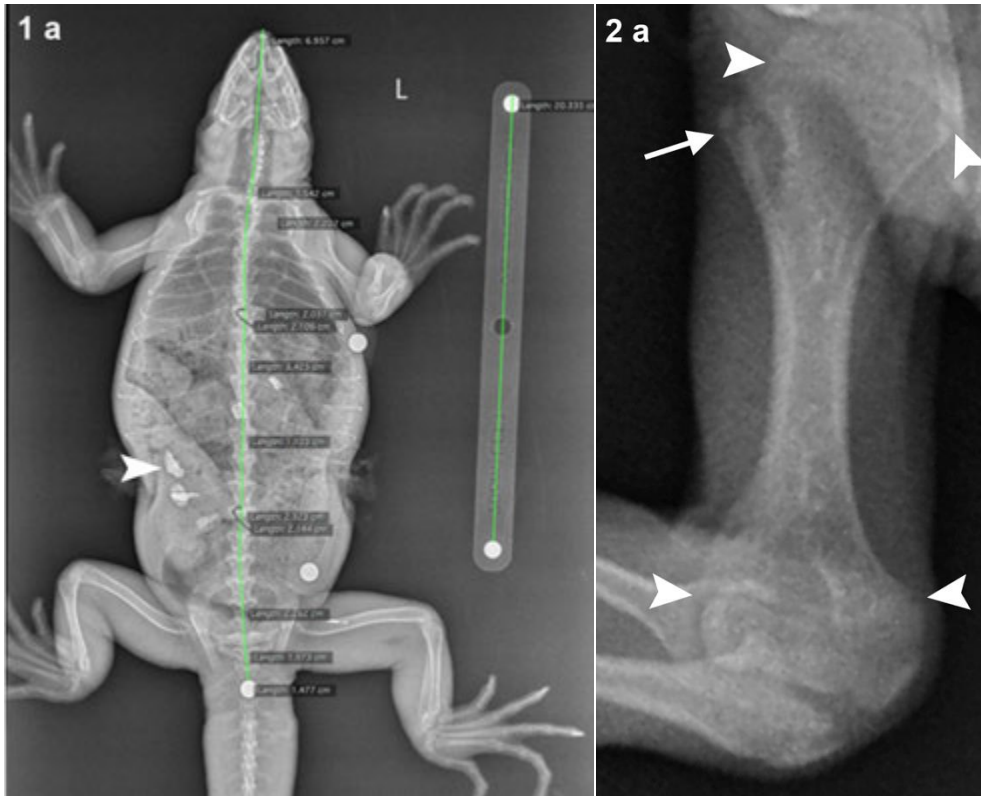
⁵ *GlaxoSmithKlein, Philadelphia, Pennsylvania, United States of America*

⁶ *Department of Biology, University of North Carolina, Chapel Hill, North Carolina, United States of America*

*Correo electrónico: galewbar@ncsu.edu

Abstract

The marine iguana, *Amblyrhynchus cristatus*, is an iconic lizard endemic only to the Galápagos Islands of Ecuador. Marine iguanas can shrink in body length to survive periods of severe food deprivation, but the anatomical structures and mechanisms that underlie body shortening are unknown. Several factors have made studies of shrinkage difficult, including: (1) standard methods for assessing body length in lizards rely on imprecise determinations of snout-vent length, typically made with tape measures; (2) a mechanistic understanding of shrinkage requires imaging of internal structures; and (3) the remote habitat of the lizards and their status as a vulnerable species makes transporting them to distant laboratories for analysis impractical. In this study we used portable radiography to acquire the first internal images of marine iguanas. In addition, we report radiography techniques that can be used at remote field sites to assess snout-vent length in this species, and which might also be used to quantify the size of skeletal and soft-tissue anatomical elements potentially involved in shrinking. With additional refinement, these new techniques can be used to investigate how marine iguanas shrink. They may also prove useful for physiological, ecological, and biomechanical studies in which reliable measurements of skeletal and soft-tissue dimensions must be acquired under field conditions.



Nuevos métodos para testar hipótesis de evolución y ecología en los pinzones de darwin / New methods for hypothesis testing in evolution and ecology of darwin's finches.

José M. Barreiro S.^{1*}, Jack Stenger¹, Ken Petren¹, Lucinda Lawson¹, Jaime A. Chaves²

¹ Department of Biological Sciences. University of Cincinnati. Cincinnati, OH 45221-0006. Carolina, USA.

² Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales, Universidad San Francisco de Quito, Diego de Robles s/n y Vía Interoceánica, Quito 170901, Ecuador.

*Correo electrónico: barreijm@mail.uc.edu

Resumen

Desde su introducción, los conceptos de desplazamiento de caracteres y exclusión competitiva han sido ampliamente utilizados para comprender los patrones de especiación y distribución de organismos. Un ejemplo importante de desplazamiento de caracteres es el cambio en el tamaño del pico en la población de *Geospiza fortis* (pinzón medio) en Daphne Major después de la colonización de *G. magnirostris*. Por otro lado, la exclusión competitiva es ampliamente aceptada como el mecanismo que reforzó la especiación en los pinzones de Darwin después de contacto secundario. En esta presentación discutiré nuevos métodos para probar hipótesis sobre la exclusión competitiva y el desplazamiento de caracteres en los pinzones de Darwin a través de la geografía y la historia.

Abstract

Since their introduction, the concepts of character displacement and competitive exclusion have been widely employed to understand the patterns of speciation and distribution of organisms. A major example of character displacement is the shift in beak size in the population of *Geospiza fortis* (medium ground finch) in Daphne Major after the colonization of *G. magnirostris* (large ground finch). On the other hand, competitive exclusion is largely accepted as the mechanism that reinforced speciation in Darwin's finches after secondary contact. In this presentation I will discuss novel methods for testing hypothesis about both competitive exclusion and character displacement in Darwin's finches across geography and history.

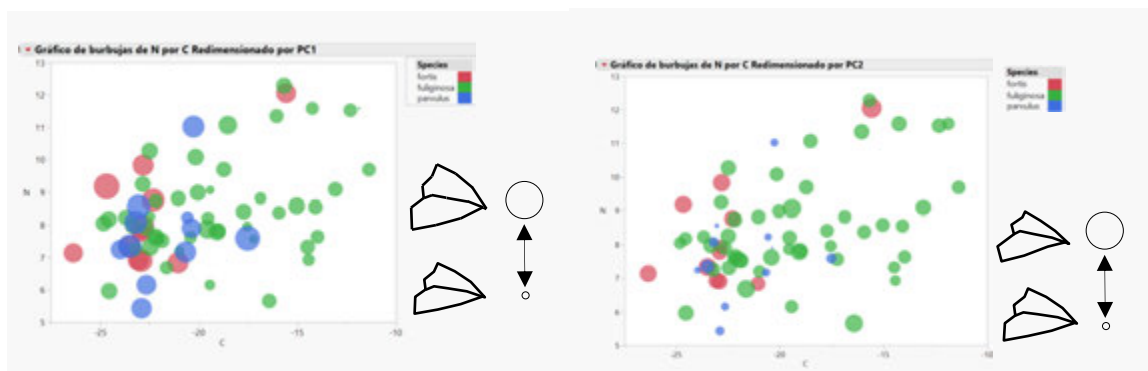


Figura 1. Variación de forma en el espacio de isótopos.

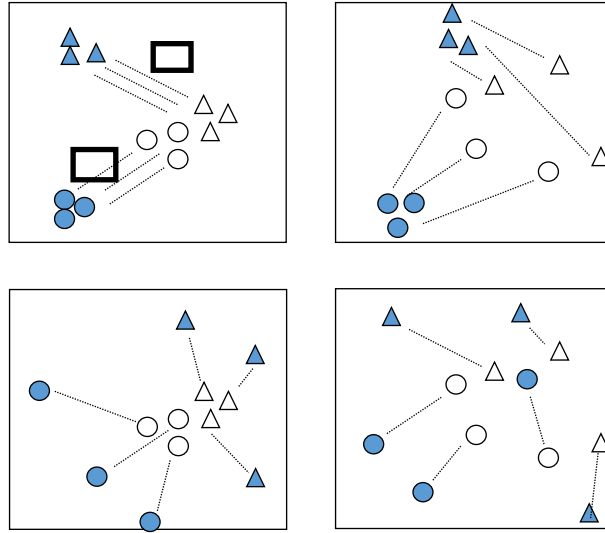


Figura 2. Hipótesis de desplazamiento de caracteres.

Salud en las islas Galápagos: explorando percepciones de salud en San Cristóbal/ Health on the Galápagos: exploring perceptions of health and care on San Cristóbal

Margaret Bently^{1*}, Jaime Ocampo^{2*}, Amanda Thompson^{1,3}, Christina Harlan⁴, Hanna Jahnke³, Norman Archer¹, María Belén Ocampo¹

¹ Department of Nutrition, Gillings School of Global Public Health, University of North Carolina at Chapel Hill, 130 Rosenau Hall, CB #7400, Chapel Hill, NC 27599

² Escuela de Salud Pública, Universidad San Francisco de Quito, Diego de Robles y Vía Interoceánica

³ Department of Anthropology, University of North Carolina at Chapel Hill, 301 Alumni Building, CB #3115, UNC-CH, Chapel Hill, NC, 27599

⁴ School of Nursing, University of North Carolina at Chapel Hill, School of Nursing, Carrington Hall, CB #7460, Chapel Hill, NC, 27599

*Correo electrónico: pbentley@unc.edu y jocampo@usfq.edu.ec

Resumen

En colaboración con el Dr. Byron Tobar, director del hospital Oskar Jandl, investigadores de la Universidad de Carolina del Norte en Chapel Hill (UNC) diseñaron un estudio sobre el uso limitado del hospital desde su apertura en el año 2014. El equipo de investigadores incluyó expertos en antropología, salud pública y enfermería. En el período entre junio 27 – julio 7 del 2016, el equipo de investigadores de la Universidad de Carolina del Norte en Chapel Hill entrevistó al personal del hospital Oskar Jandl, a informantes clave en la comunidad, madres de niños pequeños, y estudiantes sobre su percepción problemas y disponibilidad de servicios de salud. La mayoría de las entrevistas fueron grabadas, y se utilizaron métodos de análisis de datos cualitativos para identificar tendencias en las respuestas. Se presentarán los resultados relativos a las preocupaciones sobre la salud en la isla y la atención primaria de salud.

Abstract

In collaboration with the Dr. Byron Tobar, the director of Hospital Oskar Jandl, researchers at the University of North Carolina at Chapel Hill (UNC) designed a study to investigate the limited community utilization of Hospital Oskar Jandl since its opening in 2014. The research team included experts in anthropology, public health, and nursing. From June 27 – July 7, 2016, researchers from the University of North Carolina at Chapel Hill interviewed hospital personnel at Hospital Oskar Jandl, key informants from the community, mothers of young children, and students about their perceptions of key health concerns on San Cristóbal as well as their perceptions of health services available on the island. The majority of these interviews were recorded, and qualitative data analyses were used to identify themes in responses. Results regarding concerns about health on the island and primary health care will be presented.

Tabla 1. Preocupación sobre temas de atención primaria de salud general

Personal del hospital	Informantes clave	Madres de niños pequeños	Estudiantes
Diabetes Hipertensión Obesidad	Diabetes Mala calidad del agua	Agua contaminada y alto costo de agua embotellada	Resfriados Gripes Gastroenteritis

<p>Cálculos renales Problemas gastrointestinales Infecciones de las vías urinarias Mala nutrición Dermatitis Violencia familiar Abuso del alcohol Consumo de drogas (cocaína)</p>	<p>Malnutrición Bajos niveles de actividad física Gastroenteritis Infecciones respiratorias Cáncer Asbestos Consumo excesivo de alcohol Falta de especialistas Aislamiento geográfico</p>	<p>Escasez y alto costo de alimentos saludables y frescos Enfermedades gastrointestinales</p>	<p>Diarrea Escasez de medicamentos y dificultad para conseguirlas, Dificultad de llevar a los pacientes al hospital a tiempo en casos de emergencias El hospital no tiene suficiente sangre en el banco de sangre ni los recursos necesarios para recibir donaciones de sangre</p>
---	---	---	--

Tabla 2. Mejoras potenciales para el hospital

Personal del hospital	Informantes clave	Madres de niños pequeños	Estudiantes
<p>Más especialistas Más personal de enfermería Mayor apreciación al personal de enfermería y sus recomendaciones Más recursos, específicamente medicamentos Mejora en el tiempo de entrega de suministros</p>	<p>Más especialistas Encontrar formas para capacitar a especialistas en San Cristóbal Rotación de especialistas del continente Mejora en el tiempo de transporte de pacientes al continente cuando sea necesario</p>	<p>Más especialistas Mejorar el tiempo de atención y reducir el tiempo de espera Mejorar la eficiencia</p>	<p>Más especialistas Mejorar el banco de sangre y el centro de donación</p>

Influencia de la biogeografía y la oceanografía en la diversidad funcional y taxonómica de la Reserva Marina Galápagos / The influence of biogeography and ENSOs on the relationship between species and functional diversity in the Galápagos Marine Reserve

Margarita Brandt ^{1*}, Franz Smith ², Stuart Banks³, Diego Ruiz⁴, Jon Witman²

¹ *Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales, Universidad San Francisco de Quito, Diego de Robles s/n y Vía Interoceánica, Quito 170901, Ecuador.*

² *Ecology and Evolutionary Biology Department, Brown University, Box G-W, Providence, RI 02912*

³ *Conservación Internacional, Pto. Ayora, Santa Cruz, Galápagos, Ecuador*

⁴ *Instituto de Investigaciones Marinas, NAZCA, Ecuador*

*Correo electrónico: mbrandt@usfq.edu.ec

Resumen

El determinar cuánta redundancia existe en comunidades naturales es importante en conservación, porque puede determinar qué tan rápido un sistema se recupera luego de una perturbación que implique una pérdida de especies. Una manera de hacerlo es al investigar la fuerza y la naturaleza de la relación entre diversidad funcional y taxonómica. Una relación lineal positiva sugerirá poco solapamiento de los rasgos funcionales entre las especies, mientras que una relación con una pendiente más suave o una relación no-lineal podría indicar redundancia. Aquí investigamos esta relación en comunidades diversas de algas, peces y de invertebrados móviles y sésiles que ocurren simultáneamente en los arrecifes rocosos de las Islas Galápagos. Examinamos la influencia de dos componentes de variación espacial (región biogeográfica, zonas de conservación de la Reserva Marina de Galápagos) y un componente de variación temporal (eventos El Niño/La Niña) en las relaciones entre diversidad funcional y taxonómica. En general encontramos poca redundancia debido a un fuerte acoplamiento de la riqueza de especies con la riqueza de funciones. Sin embargo, la región biogeográfica del centro-sur-este, así como un evento de La Niña revelaron relaciones no lineales, lo que sugiere redundancia. Sorprendentemente no encontramos diferencias de la composición de grupos funcionales entre las zonas abiertas y cerradas a la pesca artesanal, y las pendientes de sus relaciones lineales fueron homogéneas. En conjunto, nuestro estudio indica que la biogeografía y la oceanografía, pero no la zonificación, influencia la redundancia funcional en la Reserva Marina de Galápagos.

Abstract

Determining how much redundancy occurs in natural communities is a significant task in conservation ecology, because it can determine how quickly a system will rebound from disturbances after species loss. One way to estimate redundancy is by investigating the strength and nature of the relationship between species and functional diversity. A positive linear function suggests low overlap of functional traits between species, while a shallower slope or a non-linear relationship may indicate redundancy. Here, we investigate the strength and form of the relationship between species and functional diversity in speciose, natural communities of algae, fish, mobile and sessile invertebrates co-occurring in rocky reef habitats in the Galápagos Islands. We examined the influence of two components of spatial variation (biogeographic region, conservation zoning of the Galápagos Marine Reserve) and one component of temporal variation (El Niño Southern Oscillation events) on Species vs. Functional Diversity relationships (SFDRs). In general, we found low

redundancy due to a strong coupling of species richness to functional richness. However, the central-south-east biogeographic region, as well as one La Niña event revealed non-linear SFDRs, suggesting redundancy. Surprisingly, there were no differences in functional group composition between zones open and closed to artisanal fishing, and the slopes of their linear relationships were homogeneous. Taken together, our study indicates that biogeography and oceanography, but not conservation zoning, influence functional redundancy in the Galápagos Marine Reserve.

Determinación de la diversidad genética y estructura poblacional de la guayaba (*Psidium guajava*) y el guayabillo (*Psidium galapageium*) en las islas Santa Cruz e Isabela, Galápagos / Genetic diversity and population structure of guava (*Psidium guajava*) and guayabillo (*Psidium galapageium*) in Santa Cruz and Isabela islands, Galápagos

M.L. Torres^{1,2*}, B. Gutiérrez¹, M.J. Pozo¹, G. Pozo¹, D. Urquía¹, A. Soria¹, A. Espín¹, C. Cazco¹

¹ *Laboratorio Biotecnología Vegetal, Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales, Universidad San Francisco de Quito, Quito, Pichincha, Ecuador.*

² *Laboratorio Microbiología y Biología Molecular, Galápagos Science Center, San Cristóbal, Galápagos*

*Correo electrónico: ltorres@usfq.edu.ec

Resumen

Las Islas Galápagos representan un ecosistema frágil en el que las plantas introducidas pueden convertirse fácilmente en invasivas, amenazando a las especies endémicas del archipiélago. El guayabillo, *Psidium galapageium*, es un ejemplo de especie endémica que podría verse amenazada por la presencia de la guayaba, *P. guajava* que es una especie introducida. En un estudio previo se analizó la diversidad genética de estas dos especies en la Isla San Cristóbal usando marcadores microsatélites. En el presente estudio se reportan los resultados preliminares del análisis de la diversidad genética de *P. guajava* y *P. galapageium* en las Islas Santa Cruz e Isabela con primers diseñados para cada especie. En Santa Cruz, se estudiaron 87 muestras de guayabillo de 17 localidades diferentes. Se probó un total de 30 primers de los cuales se seleccionaron los 16 más informativos. En el caso de la guayaba, se estudiaron 80 muestras de 20 localidades con 13 primers, de los cuales 2 aparentemente son monomórficos. En Isabela se estudia al momento 90 muestras de guayabillo de 7 diferentes localidades y 77 muestras de guayaba de 7 diferentes localidades, con los primers mencionados anteriormente para cada especie.

Hasta el momento en la isla Santa Cruz se encontró un total de 54 alelos para *P. galapageium*. Esta muestra presenta una heterocigosidad esperada (H_e) de 0.139, un valor aparentemente reducido al compararse con la diversidad encontrada en San Cristóbal ($H_e=0.467$). El análisis de coordenadas principales (PCoA) revela que los individuos de Santa Cruz se distribuyen en los dos ejes sin agruparse de manera evidente, por lo cual no se pudo observar una estructura poblacional específica ni una diferenciación relacionada con la ubicación geográfica. Para las poblaciones de *P. guajava* en la misma isla, se encontró un total de 41 alelos, y una heterocigosidad esperada de 0.178, valor ligeramente inferior al observado en San Cristóbal ($H_e=0.181$). El análisis de la estructura poblacional de la guayaba en Santa Cruz muestra una aparente separación en varios grupos a través del PCoA, un patrón que se confirma mediante la reconstrucción de un dendrograma. En éste se observa la formación de grupos que reúnen individuos de las diferentes localidades de muestreo, sugiriendo una estructura poblacional con flujo génico limitado entre individuos de ciertas ubicaciones geográficas.

En el estudio previo realizado en San Cristóbal se observó que la diversidad genética encontrada en el guayabillo es mayor a aquella de la guayaba, sin embargo este patrón aún no se puede confirmar en Santa Cruz. Las bajas distancias genéticas entre las poblaciones de guayabillo dentro de cada isla sugieren una elevada tasa de flujo génico entre poblaciones de una misma isla, mientras que las distancias genéticas en guayaba sugieren diferentes patrones de introducción y flujo génico de la

especie en cada una de las islas. Los resultados obtenidos sugieren una mayor estructura poblacional para *P. guajava* en Santa Cruz. Estos resultados preliminares deben completarse para las muestras de Santa Cruz e Isabela, con el fin de entender mejor las interacciones de estas dos especies en las Islas Galápagos.

Abstract

The Galápagos Islands represent a fragile ecosystem where introduced plants can easily become invasive, threatening the endemic species of the archipelago. Guayabillo, *Psidium galapageium*, is an example of an endemic species that could be threatened by the presence of guava, *P. guajava*, an introduced species. A previous study analyzed the genetic diversity of both species in San Cristóbal using microsatellite markers. In the present study, we report the preliminary results on the genetic diversity analysis of *P. guajava* and *P. galapageium* in Santa Cruz and Isabela using primers specifically designed for each species. In Santa Cruz, 87 guayabillo samples from 17 different locations were studied. A total of 30 primer pairs were tested and 16 were deemed the most informative. In the case of guava, we studied 80 samples from 20 localities using 13 primer pairs, 2 of which appear to be monomorphic. In Isabela, 90 samples of guayabillo from 7 different locations, and 77 guava samples from 7 different locations were studied with the previously mentioned primers for each species.

Until now, a total of 54 alleles have been found in the *P. galapageium* sample from Santa Cruz, which shows an expected heterozygosity (H_e) of 0.139, an apparently low value when compared to San Cristóbal ($H_e = 0.467$). A principal component analysis (PCoA) revealed that the individuals in Santa Cruz were distributed across the two main axes without any evident clustering, suggesting that no specific population structure can be observed. In addition, no differentiation could be established based on the samples' geographical locations. For the *P. guajava* populations in the same island, a total of 41 alleles were found, and the sample showed a heterozygosity of 0.178. This value is marginally lower than that observed in San Cristóbal ($H_e = 0.181$). The analysis of the guava population structure in Santa Cruz presents an apparent separation of several groups through PCoA, a pattern confirmed by the construction of a dendrogram which shows a separation between different groups from specific sampling locations, suggesting a population structure with limited gene flow between individuals of certain geographic locations.

In San Cristóbal, the genetic diversity found in guayabillo is greater than that in guava, a pattern which cannot yet be confirmed for Santa Cruz. The low genetic distances between guayabillo populations within each island suggest a high rate of gene flow between populations located on a single island, while the genetic distances in guava suggest different introduction and gene flow patterns for the species in each of the islands. The preliminary results show a higher level of population structure for *P. guajava* in Santa Cruz. These preliminary results should be completed for Santa Cruz and Isabela, in order to better describe the interactions of these two species in the Galápagos Islands.

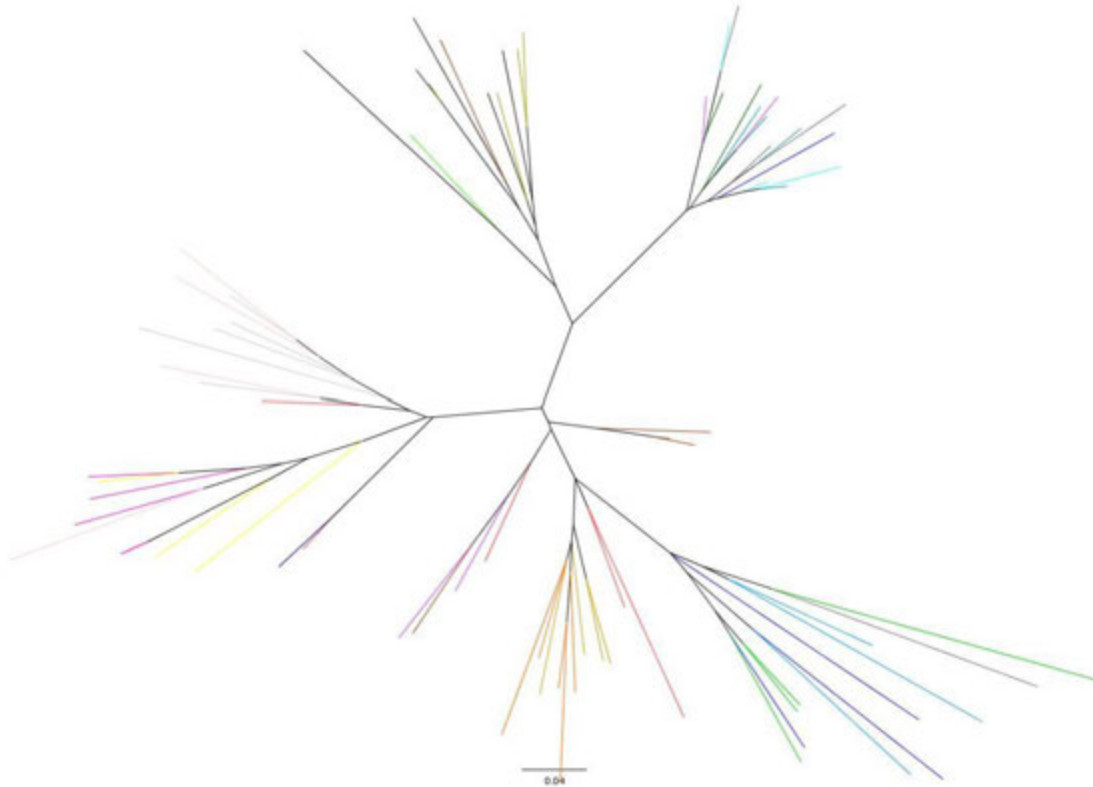


Figura 1. Dendrograma generado con datos de regiones microsatélite de individuos de *P. guajava* de 20 locaciones de muestreo en la isla Santa Cruz, Galápagos, mediante el método Neighbor Joining. Los colores de cada clado son representativos de cada localidad de muestreo individual, mostrando cierto patrón de agrupamiento de las muestras.

Figure 1. Neighbor Joining dendrogram generated from microsatellite data from *P. guajava* individuals in 20 sampling locations in Santa Cruz island, Galapagos. Clade colors are representative of each individual sampling location, showing some clustering in the samples.

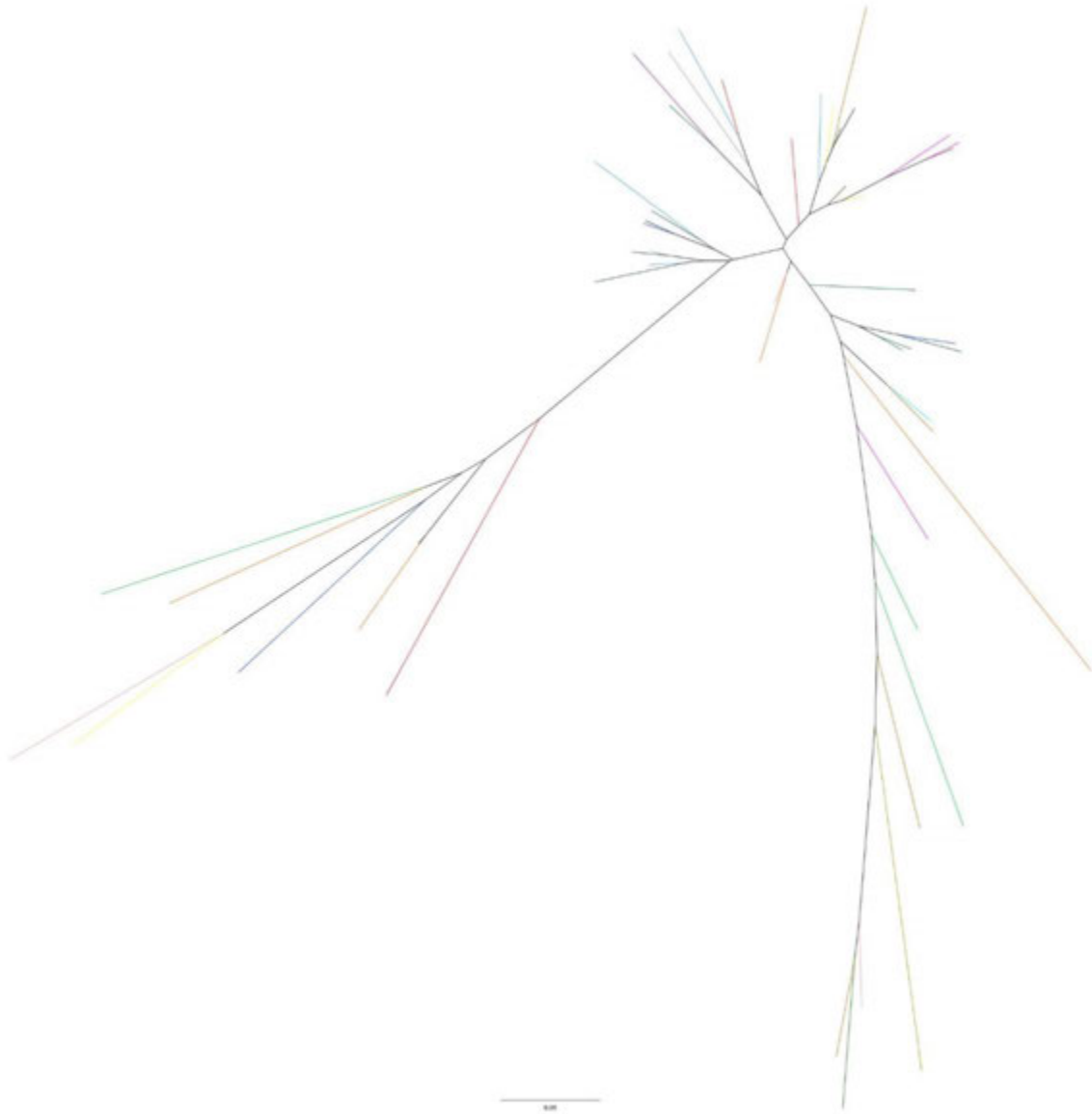


Figura 2. Dendrograma generado con datos de regiones microsatélite de individuos de *P. galapageium* de 17 locaciones de muestreo en la isla Santa Cruz, Galápagos, mediante el método Neighbor Joining. Los colores de cada clado son representativos de cada localidad de muestreo individual.

Figure 2. Neighbor Joining dendrogram generated from microsatellite data from *P. galapageium* individuals in 17 sampling locations in Santa Cruz island, Galapagos. Clade colors are representative of each individual sampling location.

Agrobiodiversidad en la isla San Cristóbal – Galápagos / Agrobiodiversity in the San Cristóbal island – Galápagos.

César Tapia Bastidas¹, Marilú Valverde Vanegas^{2*}, Joana Allauca Vizueté³

¹ Científico Responsable del Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos del INIAP

² Coordinadora – Investigadora del Proyecto del INIAP en Galápagos

³ Técnica – Investigadora del Proyecto del INIAP en Galápagos.

*Correo electrónico: yolanda.valverde@iniap.gob.ec

www.iniap.gob.ec

Resumen

Ecuador, ha estructurado todo un marco legal que ampara la protección, conservación y uso de los recursos genéticos, que por su diversidad geográfica, edáfica y ecológica adicionada a su diversidad cultural ha permitido al país disponer de una alta diversidad de especies de plantas vasculares, entre las que constan especies relacionadas a la agricultura y la alimentación – Agrobiodiversidad, que en las últimas décadas se ha visto disminuida en el campo, por diversos factores, como la deforestación, cambio en los hábitos alimenticios, monocultivo, mercado, urbanismo, cambio climático, etc.

El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, líder de la investigación agrícola del Ecuador, por su parte, ha aportado por más de 30 años a la conservación de esta agrobiodiversidad. En la Región Insular desde el 2015 ejecuta el Programa “Investigación y Transferencia de tecnologías agropecuarias sostenibles y amigables con el ecosistema de Galápagos, dentro del cual se realizó el estudio “Conocimiento, manejo y uso de la agrobiodiversidad de la isla San Cristóbal”, con el objetivo de generar información de la biodiversidad conservada en finca que proporcione elementos básicos para la formulación de un programa de conservación de agrobiodiversidad in situ e identificar agrobiodiversidad con potencial genético y alimenticio. El levantamiento de información para cumplir este objetivo se realizó mediante el uso de 178 entrevistas individuales y semiestructuradas, cuyo contenido se dividió en variables relacionadas al perfil del agricultor, de especies y conocimiento del cultivo.

Para definir el perfil del agricultor se analizó la distribución de la población muestreada por género, edad y ecosistema. Posteriormente, se evaluó si las diferencias observadas en el número de variedades tradicionales por finca entre género, grupos de edad (< 30 años; entre 30 y 55 años y ≥ 55 años) y ecosistemas (tropical, templado, frío) eran o no eran estadísticamente significativas, en base a lo cual se obtuvieron como resultados que el 74% fueron hombres y el 26% mujeres, según el test binomial, la frecuencia de hombres entrevistados fue estadísticamente superior a la esperada en caso de paridad de género ($z=6.184$, $p=0.001$). Con un rango de edad comprendido entre los 17 y 88 años entre los agricultores entrevistados, siendo la edad media de los hombres similar a la de las mujeres (53 vs 52 años) ($t = 0.479$, $p = 0.633$).

En cuanto a la diversidad de especies, el 46,6% reportaron cultivar entre 1 y 10 especies, entre 11 y 20 el 41,0%, entre 21 y 25 el 9,5%, con 26,29,32,39 y 44 especies solamente el 0,6% de las fincas registradas. La categoría «1 – 10 especies por finca» fue la más frecuente en todos los grupos, seguido de «11 – 20 especies por finca». Los hombres en un rango de edad entre 30 y 55 años, ecosistema tropical, nivel de educación alto cultivan un gran número de especies (26 – 44). La procedencia de semillas de los agricultores es significativamente mayor por herencia familiar, con

insipientes procesos de intercambio de semillas entre agricultores y entre recintos.

Respecto al conocimiento y manejo de cultivos, se identificaron tres principales tipos de destino, siendo el autoconsumo el más común (89,9 %), sobre todo para el grupo de la mujer, evidenciando su aporte a la alimentación familiar. Apenas el 26,4 % de agricultores almacenan sus semillas, y lo hacen en refrigeradora (25,5 %), en frascos sin insecticida (23,4 %), frascos con insecticida (23,4 %), a la sombra (21,2 %). De los productores entrevistados el 75,8 % no cultivan en asocio. Los cultivos en asocio varían entre uno y cuatro. El mayor número de especies sembradas en asocio (4), lo realizan los hombres del rango de edad entre 30 a 55 y más de 55 años, en los ecosistemas tropical y templado, y con nivel de educación secundaria.

Con los resultados obtenidos luego de emplear los índices de diversidad (Shannon–Wiener, Simpson, Margalef), es posible concluir que la mayor diversidad de cultivos se halla presente en el ecosistema tropical, siendo éstas, las zonas o fincas más idóneas para fines de conservación a través de la implementación pública o privada de planes o programas dirigidos a la conservación, manejo y uso de la agrobiodiversidad in situ. Estas acciones promoverían tanto el apoyo al desarrollo productivo sostenible, como la seguridad alimentaria de la población insular involucrada. La presencia de 147 cultivos agrícolas (341 posibles variedades tradicionales), de diferentes ciclos productivos en un espacio de alrededor de 55,77 km² (zona agrícola), evidencia el potencial que ofrece la agrobiodiversidad presente en la isla Cristóbal para garantizar una dieta alimenticia saludable y diversa a lo largo del año, siendo común encontrar en las fincas entre 11 y 20 especies de cultivos tradicionales, hasta llegar a un máximo de 44 cultivos por finca.

Abstract

Ecuador has structured a legal framework that includes the protection, conservation and use of genetic resources, which due to its geographical, edaphic and ecological diversity added to its cultural diversity has allowed the country to have a high diversity of vascular plant species among which we include species related to agriculture and food - Agrobiodiversity, which in recent decades has been diminished in the field, by various factors, such as deforestation, change in eating habits, monoculture, market, urbanism, climate change, etc.

The National Agricultural Research Institute, leader of the agricultural research of Ecuador, for its part, has contributed for more than 30 years to the conservation of this agrobiodiversity. In the Insular Region since 2015 he has been executing the Program "Research and Transfer of sustainable and friendly farming technologies with the Galápagos ecosystem, within which the Agrobiodiversity Inventory of the San Cristóbal Island" was carried out and among its study "Knowledge, management and use of agrobiodiversity on San Cristóbal Island". With the objective generate information on biodiversity conserved on the farm that provides basic elements for the formulation of an agrobiodiversity conservation program in situ and to identify agrobiodiversity with genetic and nutritional potential.

The information that was used here was collected to meet this objective through the use of 178 individual and semi-structured interviews, the content of which was divided into variables related to the farmer's profile, diversity of species and crop knowledge.

To define the profile of the farmer, the distribution of the sampled population by gender, age and ecosystem was analyzed. Later, it was assessed whether or not the observed differences in the number of traditional varieties per farm, between age groups (<30 years; between 30 and 55 years and ≥ 55 years) and ecosystems (tropical, temperate, cold) were statistically significant, based on

which results were obtained that 74% were men and 26% women, according to the binomial test, the frequency of men interviewed was statistically higher than expected in the case of gender parity ($z = 6,184$, $P = 0.001$). The average age of men was similar to that of women (53 vs 52 years) ($t = 0.479$, $p = 0.633$), with a range between 17 and 88 years old...

Regarding species diversity, 46.6% reported cultivating between 1 and 10 species, between 11 and 20, 41.0%, between 21 and 25, 9.5%, with 26,29,32,39 and 44 species only in the 0.6% of the registered farms. The "1 - 10 species per farm" category was the most frequent in all groups, followed by "11 - 20 species per farm". Men in a 30-55 age range, tropical ecosystem, and high education level cultivate a large number of species (26-44). The seed source of the farmers is usually higher due to family inheritance, with insipient processes of seed exchange between farmers and between enclosures.

Regarding knowledge and management of the crop, three main types of destination were identified, self-consumption being the most common (89.9%), especially for the women's group, evidencing their contribution to family feeding. Only 26.4% of farmers store their seeds, and they do so in refrigerators (25.5%), in bottles without insecticide (23.4%), bottles with insecticide (23.4%), in the shade (21,2 %). Of the producers interviewed, 75.8% do not cultivate in association. Associated crops vary between one and four. The largest number of species sown in association (4), is carried out by men between the ages of 30 to 55 and over 55 years of age, in tropical and temperate ecosystems, and with secondary education.

With the results obtained after using the diversity indices (Shannon-Wiener, Simpson, Margalef), it is possible to conclude that the greatest diversity of crops is present in the tropical ecosystem, being these the most ideal areas for farms of conservation through the public or private implementation of plans or programs aimed at the conservation, management and use of agrobiodiversity in situ. These actions would promote both support for sustainable productive development and the food security of the island population involved. The presence of 147 agricultural crops (341 possible traditional varieties), of different production cycles in a space of around 55.77 km² (agricultural area), demonstrates the potential offered by the agrobiodiversity present in the island of Cristobal to guarantee a healthy diet and diverse throughout the year, being common in the farms between 11 and 20 species of traditional crops, until reaching a maximum of 44 crops per farm.



Uno de los cultivos con mayor diversidad fue el fréjol (*Phaseolus vulgaris*). CBDA.2016
Foto: INIAP, 2017.

Identificación molecular y distribución de garrapatas que parasitan equinos en la isla Santa Cruz / Molecular identification and distribution of ticks that parasitize equines in Santa Cruz Island

Marilyn Cruz¹, Viviana Duque¹, Alberto Vélez¹, Manuel Mejía^{1*}, Fabricio Vásquez¹, Erika Guerrero¹, Patricia Parker², Samoa Asigau²

¹ *Agencia de Regulación y Control de la Bioseguridad y Cuarentena para Galápagos. Av. Baltra, diagonal a la ruta del divino niño, barrio Mirador, Isla Santa Cruz, Ecuador.*

² *Department of Biology, University of Missouri - St. Louis*

*Correo electrónico: manuel.mejia@abgalapagos.gob.ec

Resumen

Las garrapatas son ectoparásitos hematófagos que pueden transmitir numerosas enfermedades, algunas de ellas extremadamente graves, tanto a los animales silvestres como domésticos. En los equinos, algunas especies de garrapatas pueden transmitir Piroplasmosis equina, la cual es causada por *Theileria equi* y *Babesia caballi*, pudiendo provocar mortalidad de los individuos infectados. Se estima que en la isla Santa Cruz existe una población de 227 equinos, muy poco se conoce sobre su estatus sanitario. Sin embargo, un estudio realizado por la Agencia de Bioseguridad para Galápagos determinó la presencia de Piroplasmosis equina en un 61.1% en la isla Santa Cruz, la detección de esta enfermedad hace necesaria la identificación de los posibles vectores. Aproximadamente 14 especies de garrapatas del género *Dermacentor*, *Hyalomma* y *Rhipicephalus* pueden ser vectores para *T. equi* y *B. caballi*. En Galápagos, sin mencionar las especies de garrapatas en fauna endémica, están presentes *Rhipicephalus sanguineus* y *R. microplus*, las cuales parasitan a cánidos y bovinos respectivamente. Por otro lado, existe un solo reporte de la especie *Dermacentor nitens* en equinos, el cual se basó solamente en revisión literaria y se limita a una sola localidad “cerca de Bellavista” sin especificar detalles sobre el registro. En el caso particular de garrapatas en equinos, no se ha hecho una actualización de que especies podrían estar presentes y se desconoce su distribución actual. Tradicionalmente, la identificación de especies se ha basado principalmente en la examinación morfológica. Sin embargo, técnicas como la PCR han venido siendo una herramienta eficiente para la identificación específica mediante el uso de marcadores moleculares. El presente trabajo de investigación estuvo orientado a identificar a nivel taxonómico, mediante el uso de marcadores moleculares, las garrapatas que parasitan equinos en la isla Santa Cruz, el cual determinó la presencia de dos especies *Dermacentor nitens* y *Rhipicephalus microplus* y su distribución dentro de la zona pecuaria de la isla Santa Cruz.

Abstract

Ticks are hematophagous ectoparasites that can transmit numerous diseases, some of them extremely serious, to both wild and domestic animals. In equines, some species of ticks can transmit equine Piroplasmosis, which is caused by *Theileria equi* and *Babesia caballi*, and can cause mortality of infected individuals. It is estimated that Santa Cruz Island has a population of 227 horses, very little is known about its sanitary status. However, a study carried out by the Biosafety Agency for Galápagos, determined the presence of equine Piroplasmosis in 61.1% in Santa Cruz Island, the detection of this disease made necessary the identification of possible vectors. Approximately 14 tick species of the genus *Dermacentor*, *Hyalomma* and *Rhipicephalus* can be vectors for *T. equi* and *B. caballi*. In Galápagos, not to mention the species of ticks in endemic fauna, *Rhipicephalus*

Investigación y monitoreo sísmico de los volcanes activos del occidente del las islas Galápagos / Research and monitoring of active volcanoes in western Galápagos islands.

Mario Ruiz^{1*}, Jonathan Less², Stephen Hernández¹, Juan Anzieta³

¹ Instituto Geofísico, Escuela Politécnica Nacional, Calle Ladrón de Guevara, Quito, Ecuador.

² Department of Geological Sciences, University of North Carolina at Chapel Hill, USA.

³ Universidad San Francisco de Quito, Quito, Ecuador.

*Correo electrónico: mruiz@igeqn.edu.ec

Resumen

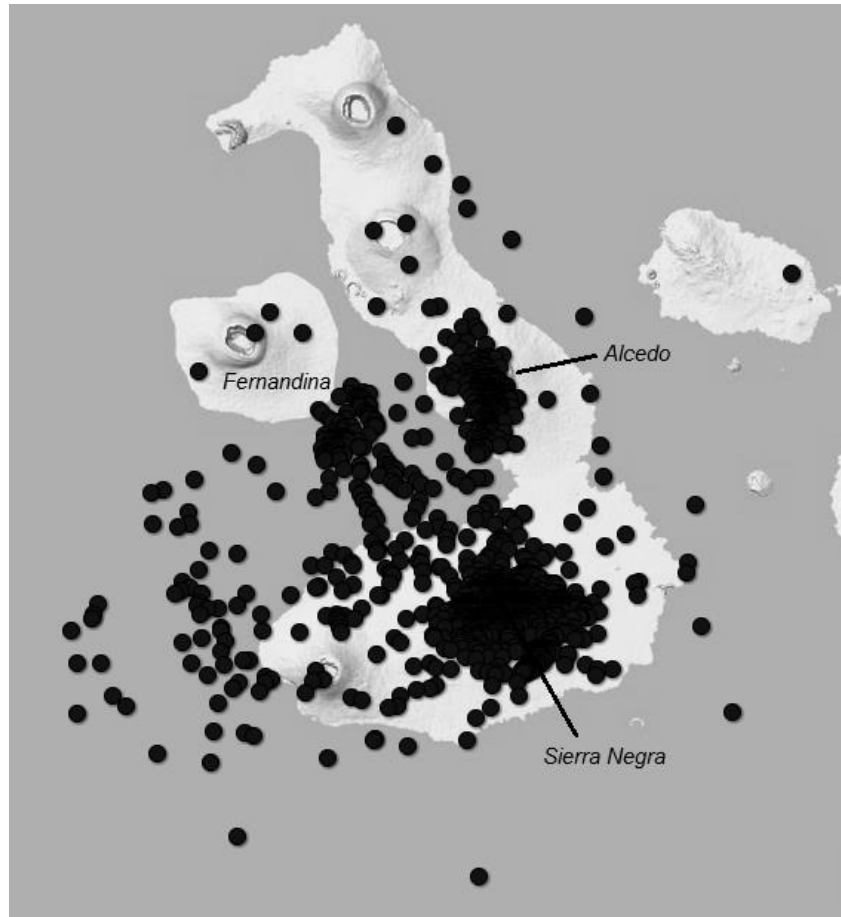
Por más de 20 millones de años, las Islas Galápagos han presentado un volcanismo activo relacionado con el paso de la placa Nazca sobre una pluma mantélica. La tasa actual de aporte magmático es del orden de 0.1 – 0.2 km³/año sobre los últimos millones de años (Canales et al., 2002), en el mismo rango que el volcán Kilauea (0.01 a 0.18 km³/años desde 1840 determinado por Dvorak y Dzurisin, 1993). Nueve volcanes activos se encuentran en la parte occidental de las Islas Galápagos: Fernandina, Cerro Azul, Sierra Negra, Alcedo, Darwin, Wolf, Santiago, Marchena, y Pinta. Sierra Negra tiene la caldera más grande (7x9 km) y presentó un importante levantamiento del piso del cráter de hasta 5 m antes de su última erupción en el 2005 (Geist et al. 2008). Se contabilizan 6 erupciones en los últimos 70 años (una erupción cada 11.4 años en promedio). Un estudio geofísico llevado a cabo entre 2009 y 2011 registro un promedio mensual de 100 con magnitudes menores a 3.4 Ml, incluyendo un enjambre sísmico bajo su flanco SE relacionado con la intrusión de un dique magmático (Davidge et al., 2016, Anzieta, 2012). Los datos de GPS mostraron un levantamiento de 0.8 m en el 2013. El volcán Fernandina es el más joven y más activo centro volcánico de las islas con 12 erupciones de VEI > I desde 1958 (Global Volcanism Program, 2013), la última de las cuales ocurrió en el 2009 (intervalo promedio entre erupciones de 4.6 años). La erupción de Junio del 1968 con un VEI 4 produjo una subsidencia de más de 300 m de la parte sur-oriental del piso de su caldera y fue acompañada de 295 sismos en un intervalo de 12 días (Francis, 1974). La sismicidad actual relacionada con este volcán se localiza bajo la parte inferior de su flanco SE. Por otro lado, el volcán Cerro Azul tiene el cráter más profundo del archipiélago (650 m de profundidad). Su última erupción ocurrió en Mayo del 2008. Desde la ocurrencia de la primera erupción reportada históricamente en 1943, el intervalo entre sus reactivaciones es de 16 años. En Marzo del 2017, se detectó una inflación bajo su flanco SE relacionada a una intrusión de un sill a 6 km de profundidad (Barnardi, comunicación personal, Instituto Geofísico, Informe Especial N.-2, 2017). Finalmente, en Mayo del 2015, el volcán Wolf erupcionó con un corto periodo de señales premonitoras. Los flujos de lava descendieron por los flancos SE y S y llegaron al océano, mientras la emisión de gas alcanzó las 46.000 toneladas diarias de SO₂ (Global Volcanism Program, 2015).

Con el objetivo de ampliar el conocimiento y mejorar el monitoreo de estos volcanes, el Instituto Geofísico instaló una red de instrumentos de alta resolución que transmiten en tiempo real al centro de procesamiento del Geofísico a través de un enlace satelital. Estos instrumentos se ubican en Sierra Negra (2 estaciones sísmicas, un sensor de infrasonido y un detector de gases miniDOAS), Fernandina (2 estaciones sísmicas), Alcedo (1 estación sísmica) y Cerro Azul (1 estación sísmica).

Abstract

For more than 20 million years, active volcanism has been present at the Galápagos as a result of a mantle plume impinging beneath the eastward moving Nazca plate. Current magma supply rate in the last several million years is in the range of 0.1 – 0.2 km³/yr (Canales et al., 2002), reaching the same level as that of Kilauea volcano (0.01 to 0.18 km³/yr since 1840 by Dvorak and Dzurisin, 1993). Nine historically active volcanoes are found in western Galapagos: Fernandina, Cerro Azul, Sierra Negra, Alcedo, Darwin, Wolf, Santiago, Marchena, and Pinta. Sierra Negra claims the largest caldera (7x9 km width) in the Galápagos and showed a significant uplift of its caldera floor (up to 5m) before the last eruption in 2005 (Geist et al. 2008). There were other 6 eruptions in the last 70 yrs, averaging out to an eruption every 11.4 years. A seismic survey carried out between 2009 and 2011 recorded about 100 earthquakes a month with magnitudes up to 3.4 ML, including a swarm beneath its SE flank, which was related to a dike intrusion (Davidge et al., 2016, Anzieta, 2012). GPS data showed an upheaval of 0.8 m of its caldera floor in 2013. Fernandina is the youngest and most productive volcano on the islands with 12 eruptions VEI >1 since 1958 (Global Volcanism Program, 2013), with the last one occurring in 2009 (mean eruption interval time 4.6 yrs.). In June 1968, a VEI 4 eruption produced subsidence of more than 300 m of the SE part of its caldera floor and was accompanied by 295 earthquakes in an interval of 12 days (Francis, 1974). Current seismicity related to this volcano locates beneath its SE low flank. Cerro Azul on the other hand has the deepest crater in the archipelago (650 m deep). Its last eruption occurred in May 2008. Since the first documented eruption in 1943, its interval time between eruptions is ~16 years. In March 2017, a period of inflation was detected beneath its SE flank related to a sill intrusion 6 km deep (Barnardi, personal communication, Instituto Geofísico, Informe Especial N.-2, 2017). Finally, in May 2015, Wolf volcano erupted with short duration precursory signals. Lava flows reached the ocean on its southeast and southern flanks, and a strong gas emission with 46,000 SO₂ tons/day was detected via satellite (Global Volcanism Program, 2015; Informe Especial Galápagos, N.-4, 2015).

In order to enhance our knowledge and improve monitoring capabilities, the Instituto Geofísico installed a modern and high-performance network connected in real time to its headquarters on the continent via satellite link. These instruments are located on Sierra Negra (2 seismic stations, infrasound microphone and a miniDOAS sensor), Fernandina (2 seismic stations), Alcedo (1 seismic station), and Cerro Azul (1 seismic station).



Seismicity recorded between 2009-2011 during “An Integrated Seismic-Geodetic Study of Magmatic Processes at Sierra Negra Volcano” project. From Anzieta (2012).

Diatom community structure on Green Turtles (*Chelonia mydas*) from two different localities

Majewska, Roksana^{1,2}, Van de Vijver, Bart^{3,4}, Bolaños, Federico⁵, Nasrolahi, Ali⁶, Afkhami, Majid⁷,
Iamunno, Franco⁸, Santoro Mario⁹ and Mario De Stefano¹⁰

¹ Unit for Environmental Sciences and Management, School of Biological Sciences, North-West University, Private Bag X6001, Potchefstroom 2520, South Africa.

² South African Institute for Aquatic Biodiversity (SAIAB), Private Bag 1015, Grahamstown 6140, South Africa

³ Botanic Garden Meise, Department of Bryophyta & Thallophyta, Nieuwelaan 38, B-1860 Meise, Belgium

⁴ University of Antwerp, Department of Biology, ECOBE, Universiteitsplein 1, B-2610 Wilrijk, Belgium

⁵ Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica

⁶ Department of Marine Biology, Faculty of Biological Sciences, Shahid Beheshti University, G.C., Evin, 198 396 9411 Tehran, Iran

⁷ Young Researchers and Elite Club, Islamic Azad University, Bandar Abbas Branch, Bandar Abbas, Iran

⁸ Stazione Zoologica Anton Dohrn, Villa Comunale, 80121, Naples, Italy

⁹ Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Mezzogiorno, Via Salute, 2 – 80055 Portici, Naples, Italy

¹⁰ Department of Environmental, Biological and Pharmaceutical Sciences and Technologies, University of Campania “L. Vanvitelli”, via Vivaldi 43, 81100 Caserta, Italy

*Correo electrónico: mario.destefano@unina2.it

Abstract

Diatoms are often some of the earliest colonizers on any marine substrate [1] and it has been suggested that sea turtles should harbour epibiotic diatom communities [2]. Nevertheless, direct evidence of epibiotic diatoms on sea turtles has only recently been provided from loggerhead *Caretta caretta* [3] and olive ridley *Lepidochelys olivacea* turtles [4,5]. We present a comparison of diatom communities inhabiting carapaces of green turtles *Chelonia mydas* sampled at two different localities within the Indian (Iran) and Atlantic (Costa Rica) Ocean basins. Diatom observations and counts were carried out using scanning electron microscopy. Techniques involving critical point drying enabled observations of diatoms and other microepibionts still attached to sea turtle carapace and revealed specific aspects of the epizoic community structure. Species-poor, well-developed diatom communities were found on all examined sea turtles. Significant differences between the two host sea turtle populations were observed in terms of diatom abundance and their community structure. A total of 12 and 22 diatom taxa were found from sea turtles in Iran and Costa Rica, respectively, and 8 of these species belonging to *Amphora*, *Chelonicola*, *Cocconeis*, *Navicula*, *Nitzschia* and *Poulinea* genera were observed in samples from both locations. Diatoms from both localities were surrounded by large amounts of exopolymeric matrix, which may act as protective coating preventing the excessive desiccation of both diatom cell and turtle carapace during the longer periods out of water as well as from excessive solar irradiance. In Costa Rican samples, apart from diatoms, abundant mats of bacteria and some filamentous algae were observed, whereas Iranian samples contained diatoms only, this suggesting that some diatom taxa might be associated with other epizoic organisms rather than with the turtle itself. On the other hand, some diatoms observed in our study are likely to be truly epizoic taxa. The diatom genera, *Chelonicola* and *Poulinea*, have only recently been described from olive ridley carapaces and, so far, have not been observed elsewhere [5].

Therefore, we predict that many more previously undescribed taxa will be discovered with continued research.

Tiburones en aislamiento / Sharks in isolation

Maximilian Hirschfeld^{1,2*}, Adam Barnett², Jaime Chavez¹, Juan García³, Christine Dudgeon⁴

¹ Galápagos Science Center

² James Cook University

³ Galápagos National Park

⁴ University of Queensland

*Correo electrónico: maxh@enphocus.net

Resumen

Las Galápagos son islas oceánicas, rodeadas por miles de kilómetros de aguas profundas, donde se encuentra una vasta abundancia de tiburones. La mayoría de ellos son especies grandes y pelágicas, pero hasta algunos tiburones demersales de agua poca profunda han logrado establecerse en este lugar aislado.

La conectividad de poblaciones se define por el número de individuos que migran entre localidades y logran reproducirse, así generando un flujo génico. Comparado con peces óseos, los tiburones carecen una etapa de larva planctónica y entonces dependen del movimiento activo para mantener la conectividad de sus poblaciones. Pelágicos grandes como el tiburón martillo son especies altamente migratorias. Al contrario, se piensa que los tiburones demersales son incapaces de cubrir largas distancias a través de agua profunda y entonces es poco probable que se mueven entre islas remotas. Galápagos es el ejemplo ícono de como el aislamiento genético promueve la evolución de las especies de animales terrestres. La adaptación local al ambiente ocurre gradualmente a través de la selección de características favorables e induce la divergencia génica. Pero estos conceptos poco se han estudiado en peces marinos, basado en la presunción que ellos pueden moverse en el mar como espacio tridimensional continuo. Por esta razón usamos los tiburones gato de Galápagos (*Heterodontus quoyi*) para investigar como características geográficas actúan sobre la conectividad y la estructura genética de poblaciones de tiburones demersales. Dentro de las islas Galápagos se toman muestras de los tiburones gato en seis localidades que representan diferentes distancias y potenciales barreras de agua profunda. La similitud genética y el flujo génico histórico entre estas localidades y entre el archipiélago y la costa continental de América del Sur se determinarán para comprobar si las barreras geográficas pueden promover el aislamiento genético y la adaptación local. Marcadores moleculares que cubren todo el genoma, llamados SNPs (single nucleotide polymorphisms) se usarán por su eficiencia en detectar la estructura genética de poblaciones y su capacidad de detectar señales de adaptación local. El aislamiento genético, un tamaño poblacional bajo y una diversidad genética reducida, disminuyen la resiliencia de una especie a impactos antropogénicos y naturales. Por esto nuestros resultados son muy valiosos para evaluar la vulnerabilidad de esta especie de tiburón a potenciales amenazas. Además, vamos a suplementar la información genética con datos morfológicos y de historia de vida para poder describir unidades distintas de la población que se deben considerar en el manejo de conservación local y regional.

Abstract

The Galápagos are oceanic islands surrounded by thousands of kilometers of deep ocean. Vast abundances of sharks can be found in the volcanic archipelago. The bulk of them are large-bodied pelagic species, but even some shallow-water demersal sharks have managed to thrive at this

geographically isolated location.

Connectivity in populations is defined as the number of individuals which migrate between distinct localities and successfully reproduce thus creating gene flow. Compared to most bony-fish, sharks lack a planktonic larval stage and depend on the active movement of individuals to maintain connectivity. Large pelagics, for example hammerhead sharks, are highly migratory. But demersal sharks may lack the capacity to move long distances across open water and hence are less likely to move between remote locations.

The Galápagos are a prime example of how genetic isolation promotes the evolution of species in terrestrial animals. Local adaptation to the environment occurs gradually through the selection of favorable traits driving genetic divergence. But these concepts have rarely been studied in mobile marine fish, based on the assumption that they can move through the sea as a continuous three-dimensional space. We therefore use the Galápagos bullhead shark (*Heterodontus quoyi*) to study how geographic features act on the connectivity and genetic structure of demersal shark populations. In the Galapagos, bullhead sharks are sampled at six locations representing various geographic distances and potential depth barriers. The genetic relatedness and historical levels of gene flow will further be determined between the archipelago and the continental coast of South America to test if oceanographic barriers promote genetic isolation and local adaptation. Genome-wide molecular markers, so called SNPs (single nucleotide polymorphisms), will be used due to their efficiency to detect population structure and their ability to pick up signatures of local adaptation. Genetic isolation, a small population size and reduced genetic diversity lower a species resilience to human induced and natural disturbance. Our results are therefore highly valuable to determine the species vulnerability to potential threats. Finally, we will supplement the genetic information with morphological and life history data to describe distinct units of the population to be considered in local and regional management efforts.

Evaluación de los efectos pesqueros más allá de las fronteras de una AMP: la Reserva Marina de Galápagos y la pesquería de atún pelágico / Assessing fishing effects beyond MPA borders: the Galápagos Marine Reserve and pelagic tuna fisheries

Santiago Bucaram^{1*}, Alex Hearn^{2,3}, Willington Renteria⁴, Rodrigo H. Bustamante⁵, Guillermo Moran^{6,7}, Gunther Reck², José L. García⁷

¹ *School of Economics, Universidad San Francisco de Quito, Diego de Robles s/n y Vía Interoceánica, Quito 170901, Ecuador.*

² *School of Biological and Environmental Sciences, Universidad San Francisco de Quito, Diego de Robles s/n y Vía Interoceánica, Quito 170901, Ecuador.*

³ *Turtle Island Restoration Network, 9255 Sir Francis Drake Blvd, Olema, CA 94950, USA.*

⁴ *Instituto Oceanográfico de la Armada, Base Naval Sur Av. 25 de Julio, Guayaquil 090208, Ecuador.*

⁵ *CSIRO Ocean & Atmosphere, Dutton Park, 41 Boggo Road, Dutton Park QLD, Australia*

⁶ *Inter-American Tropical Tuna Commission, 8901 La Jolla Shores Dr, La Jolla, CA 92037, EE.UU.*

⁷ *TUNACONS, Av. Juan Tanca Marengo – Edificio Nobis 7th Floor, Guayaquil 090513, Ecuador*

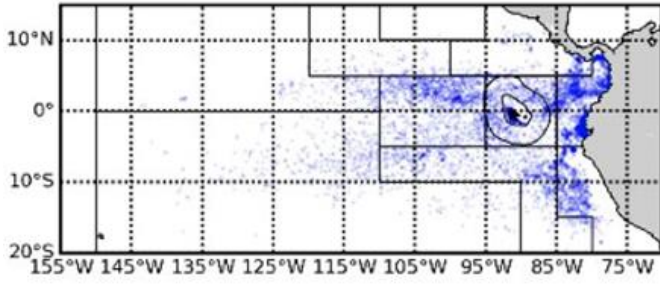
*Correo electrónico: sbucaram@usfq.edu.ec

Resumen

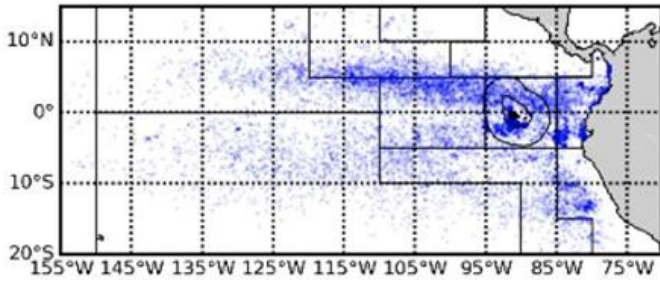
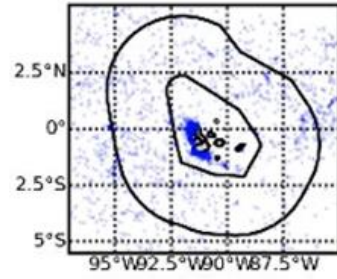
Los beneficios de conservación de la Reserva Marina de Galápagos (GMR), creada en 1998, han sido demostrados para especies endémicas y poblaciones con movimientos limitados, sin embargo hasta la fecha ningún estudio ha explorado sus efectos sobre las especies pelágicas altamente migratorias. En este trabajo se analiza el impacto del RMG en la flota atunera industrial ecuatoriana. Se propone que la creación de la RMG ha permitido a la flota industrial mantener y, en algunos casos, aumentar su rendimiento en la Zona Económica Exclusiva de Galápagos (ZEE) que rodea a la RMG. Luego se concluye que este cambio en el nivel de captura puede ser el resultado de una combinación de factores, incluyendo cambios en las políticas, mejoras en los artes de pesca y eventos climáticos, todos los cuales ocurrieron aproximadamente en el mismo período de tiempo. También se muestra en este documento que los beneficios de la RMG pueden ser disipados por el uso excesivo de dispositivos de agregación de peces (DAPs), especialmente para el caso del atún patudo.

Abstract

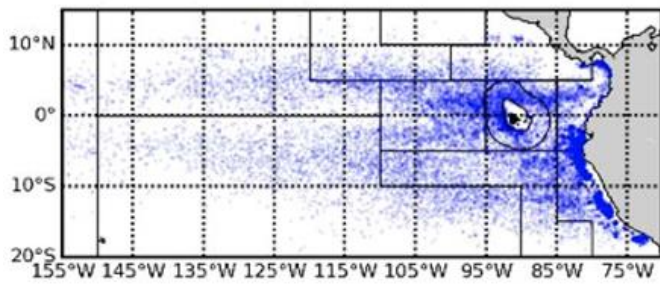
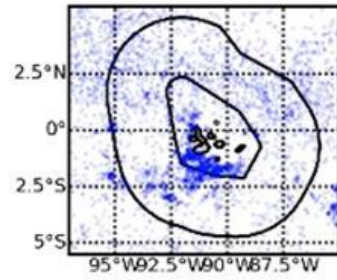
The conservation benefits of the Galápagos Marine Reserve (GMR), created in 1998, have been demonstrated for endemic species and populations with limited movements, yet to date no study has explored its effects on highly migratory, pelagic species. In this paper the impact of the GMR on the Ecuadorian industrial tuna fleet is analyzed. It is proposed that the creation of the GMR has permitted the industrial fleet to maintain, and in some cases, to increase, their yield in the Galápagos Exclusive Economic Zone (EEZ) surrounding the GMR. Then it is concluded that this shift in the catch level may be a result of a combination of factors, including policy changes, gear changes and climatic events, all of which occurred approximately over the same period of time. It is also shown in this paper that the benefits of the GMR may be dissipated by over-use of fish aggregating devices (FADs), especially in the case of bigeye tuna.



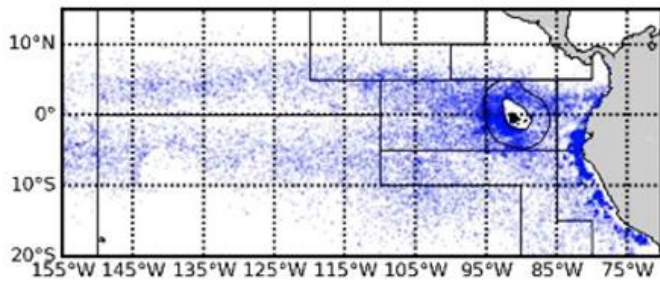
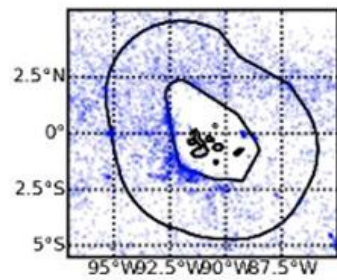
1990-1997



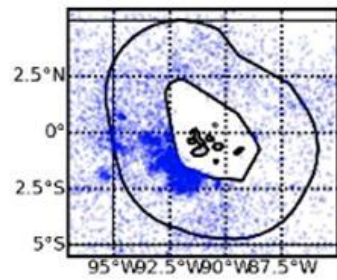
1998-2001

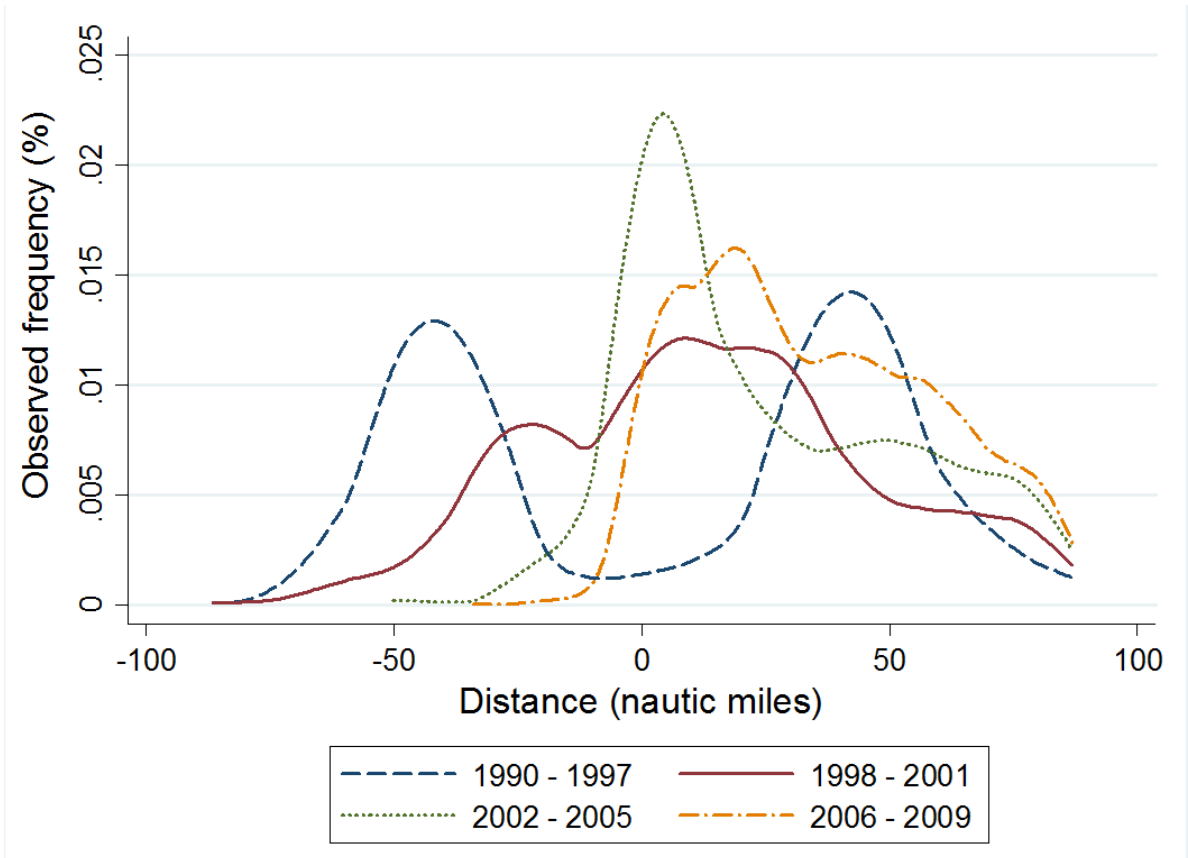


2002-2006



2006-2009





Evaluación preliminar del papel de los caracoles nativos e introducidos en la descomposición de hojarasca en San Cristóbal, Galápagos.

Stella de la Torre^{1*}, Isabel Villarruel²

¹ *Universidad San Francisco de Quito, Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales*

² *Universidad San Francisco de Quito, Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales, Maestría en Ecología*

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

Resumen

Para evaluar el papel de los caracoles nativos e introducidos en la descomposición de hojarasca, realizamos una serie de ensayos de ingestión en tres hábitats diferentes en la isla San Cristóbal: La Hacienda El Cafetal (plantación de café), la Hacienda Tranquila (área de reforestación) y el Parque Nacional Galápagos (PNG). Los ensayos se realizaron con hojarasca de guayaba en las dos épocas climáticas e incluyeron cuatro tratamientos: 1) sin caracoles, 2) con caracoles nativos, 3) con caracoles introducidos y 4) con caracoles nativos e introducidos. Nuestros resultados sugieren que la tasa de ingesta de hojas de los caracoles, estimada por las diferencias de peso de la hojarasca al inicio y al fin de los ensayos, está influida por el clima, más que por el hábitat o por el tipo de caracoles (nativos o introducidos). Son necesarios nuevos estudios para caracterizar las interacciones entre caracoles nativos e introducidos y evaluar con más profundidad su papel en los procesos de descomposición de los ecosistemas y el efecto del clima sobre la fisiología de los individuos, así como la dinámica de las poblaciones de estas especies. Investigación realizada bajo los permisos de investigación PC6315 y PC2016.

Abstract

To evaluate the roll of native and introduced snails in litter decomposition, we carried out ingestion essays in three different habitats in San Cristóbal Island: Hacienda Cafetal (coffee plantation), Hacienda Tranquila (reforestation area) and the Galápagos National Park (PNG). The essays were conducted in the two climatic seasons. For the essays we used guava leaves distributed in four treatments: 1) without snails, 2) with native snails, 3) with introduced snails and 4) with native and introduced snails. Our results suggest that the rate of leaf ingestion, measured by the difference of weight, at the beginning and end of the essays, is influenced by weather, more than by habitats or snail type (native or introduced). More research is needed to characterize the interactions between native and introduce snails and to evaluate in depth their roll in decomposition processes of ecosystems as well as the effect of climate in individuals' physiology and population dynamics. Research carried out under research permits PC6315 and PC2016.

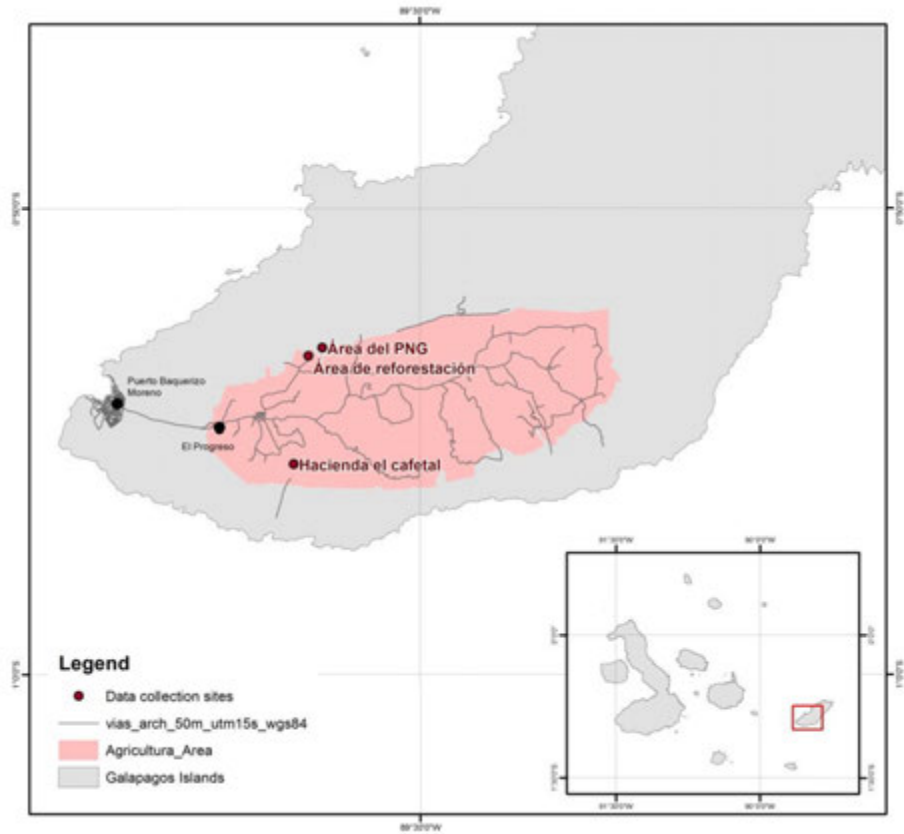


Figura 1. Ubicación de las áreas de estudio en la isla San Cristóbal
Figure 1. Location of the study areas in San Cristóbal Island



Figura 2. Detalle de la distribución espacial de tratamientos en los ensayos de ingestión
Figure 2. Detail of the spatial distribution of treatments in the ingestion essays.

La variación ambiental estructura estrategias reproductivas en un mega-herbívoro en las Islas Galápagos

Stephen Blake^{1*}, Fredy Cabrera², Sebastián Cruz¹, Diego Ellis Soto^{1,3}, Charles B. Yackulic⁴, Guillaume Bastille-Rousseau⁵, James P. Gibbis⁵, Sharon Deem⁶

¹ Max Planck Institute for Ornithology, Am. Obsterg 1, D-78315, Radolfzell, Germany.

² Fundación Charles Darwin, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador.

³ Department of Biology, University of Konstanz, Universitätsstraße 10, 78464 Konstanz, Germany.

⁴ U.S. Geological Survey, Southwest Biological Science Center, 2255 N. Gemini Dr., Flagstaff, AZ, 86001. USA

⁵ Department of Environmental and Forest Biology, State University of New York, College of Environmental Science and Forestry, Syracuse, New York, 13210. USA.

⁶ Institute for Conservation Medicine, Saint Louis Zoo, 1 Government Drive, Saint Louis, Missouri, 63110. USA.

*Correo electrónico: sblakewcs@gmail.com

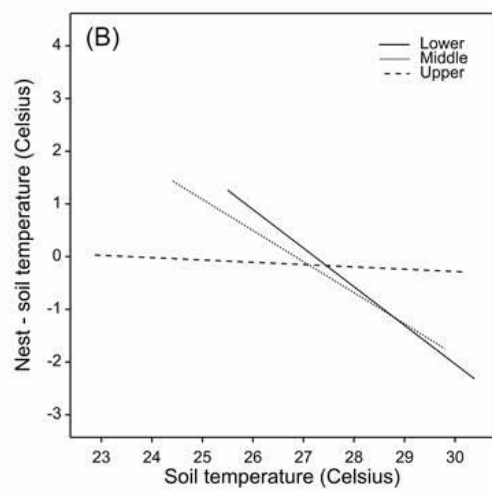
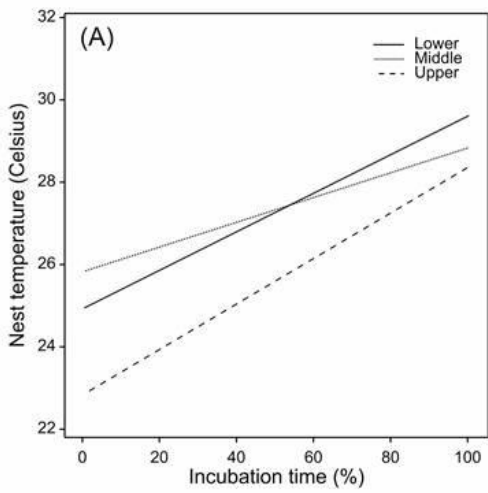
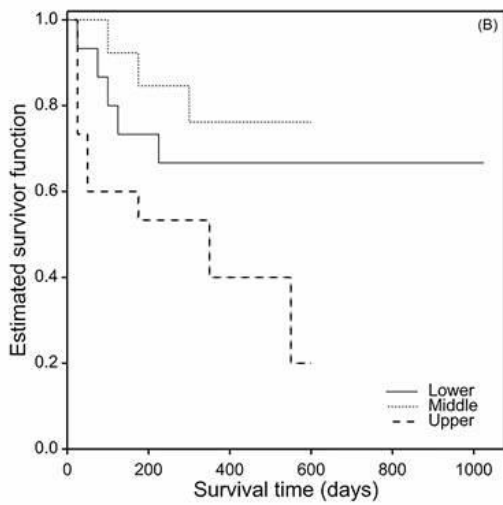
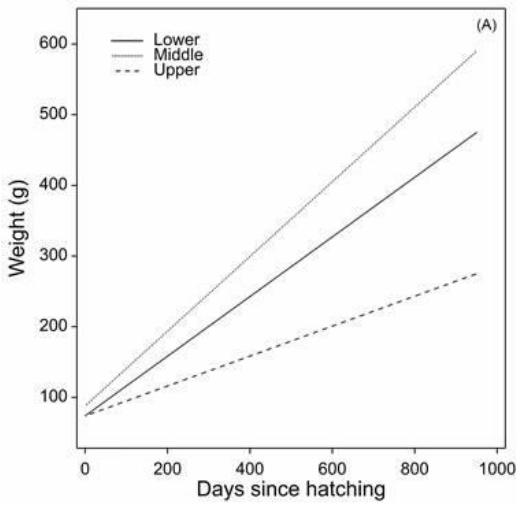
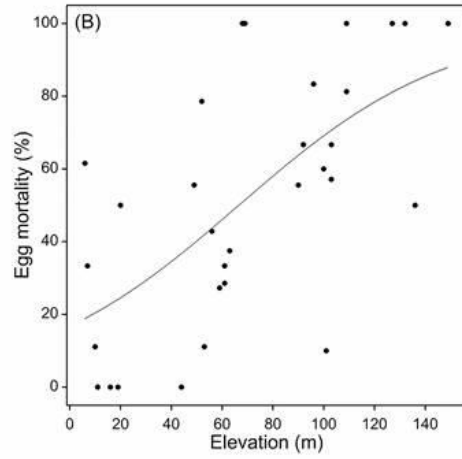
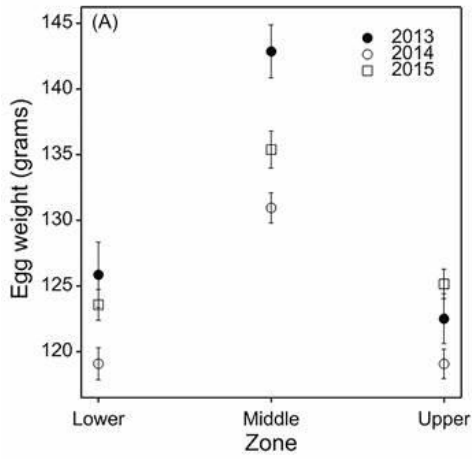
Resumen

Para muchos animales de larga vida, la comprensión de cómo y por qué las tasas vitales responden al cambio ambiental es escurridiza debido a las dificultades de estudiar estas especies de durante largos períodos, lo que dificulta tanto la comprensión de la biología poblacional de estas especies y su conservación. Las tortugas de Galápagos son un ejemplo prominente; Se encuentran entre los vertebrados de mayor longevidad, migran regularmente a través de ecotonos, son iconos de conservación que enfrentan múltiples amenazas antropogénicas, pero patrones de fecundidad y supervivencia en la naturaleza son desconocidos. Se buscó cuantificar la influencia de los factores ambientales en la ecología reproductiva de una de las mayores poblaciones de tortugas de Galápagos - tortugas occidentales de la Isla de Santa Cruz (*Chelonoidis porteri*). Nos enfocamos en las tendencias en la condición reproductiva de las hembras adultas, el éxito de la anidación y los destinos de crías a lo largo de un gradiente de elevación que coincidió con un cambio sustancial en la temperatura, la precipitación y la vegetación. Entre 2012-2015, se monitorearon 1) los movimientos de 10 tortugas hembra adultas utilizando la telemetría GPS, 2) la condición física y reproductiva de los individuos marcados con GPS y una muestra más grande de tortugas, 3) los patrones de temperatura, precipitación y productividad primaria del campo y datos de detección remota. Estos estudios se complementaron con encuestas intensivas de anidación que cuantificaron 1) la aparición mensual de hembras adultas en zonas de anidación, 2) las características de embrague de una muestra de nidos frescos, 3) las temperaturas internas de los nidos, 4) la supervivencia de los huevos y 5) los destinos y movimientos de 45 crías equipadas con transmisores de radio. Los datos de movimientos revelaron que las tortugas adultas migraron hacia arriba y hacia abajo en el gradiente de elevación programado para acceder a la productividad de las plantas. La condición física de las hembras se correlacionó positivamente con la presencia de huevos / folículos. Los nidos ocurrieron entre 6-149m, en la parte más caliente y más seca de la gama de la tortuga. La temperatura del nido y la supervivencia del huevo disminuyeron con la elevación creciente mientras que la supervivencia y el crecimiento del hatchling eran los más altos en las elevaciones intermedias. Las crías se dispersaron entre 100-600m de sus nidos antes de sedentarse en rangos <0.04ha. En conjunto, la variabilidad ambiental sobre pequeños incrementos de elevación forjó fuertemente la fecundidad de los adultos y el reclutamiento juvenil. La resiliencia de las tortugas de Galápagos a los cambios ambientales futuros será maximizada asegurando tanto la calidad como la conectividad de las áreas de forrajeo y anidación

dentro de los rangos de elevación actuales y posibles de las tortugas.

Abstract

For many long-lived animals, understanding how and why vital rates respond to environmental change is elusive owing to the difficulties of studying often wide-ranging species over long periods, which hinders both understanding these species' population biology and effective conservation. Galápagos tortoises are a prominent example; they are among the longest-lived vertebrates, they migrate regularly across ecotones, they are conservation icons facing multiple anthropogenic threats, yet patterns of fecundity and survival in the wild are unknown. We sought to quantify the influence of environmental factors on reproductive ecology of one of the largest remaining Galápagos tortoise populations - western Santa Cruz Island tortoises (*Chelonoidis porteri*). We focused on trends in reproductive condition of adult females, nesting success, and hatchling fates along an elevation gradient that coincided with substantial change in temperature, precipitation and vegetation. Between 2012-2015, we monitored 1) the movements of 10 adult female tortoises using GPS telemetry, 2) physical and reproductive condition of GPS-tagged individuals and a larger sample of tortoises, 3) patterns of temperature, rainfall and primary productivity from field and remotely sensed data. These studies were complemented by intensive nesting surveys which quantified 1) monthly occurrence of adult females in nesting zones, 2) clutch characteristics from a sample of fresh nests, 3) internal nest temperatures, 4) egg survival, and 5) the fates and movements of 45 hatchlings fitted with radio transmitters. Movement data revealed that adult tortoises migrated up and down the elevation gradient timed to access high lowland plant productivity. Female body condition was positively correlated with the presence of eggs/follicles. Nests occurred between 6-149m, in the hottest and driest part of the tortoise's range. Nest temperature and egg survival declined with increasing elevation whereas hatchling survival and growth were highest at intermediate elevations. Hatchlings dispersed between 100-600m from their nests before becoming sedentary in ranges <0.04ha. In aggregate, environmental variability over small elevation increments strongly shaped adult fecundity and juvenile recruitment. The resilience of Galápagos tortoises to future environmental change will be maximized by ensuring both quality and connectivity of foraging and nesting areas within current and possible future elevational ranges of the tortoises.



Sensores Remotos en las Playas de las Islas Galápagos y Evaluaciones de Vulnerabilidad

Stephen J. Wash^{1*}, Philip H. Page¹, Laura Brewington¹, Carlos Mena²

¹ *North Carolina University- Chapel Hill*

² *Universidad San Francisco de Quito*

Abstract

The scale and impacts of changes to beaches due to natural hazards, human use, economic development, tectonic processes, tsunamis and storm surges, and climate change, especially, sea level rise, can generate persistent as well as temporary beach forms that are important to tourism, animal behavior, and conservation of diverse and fragile ecosystems. Vegetated and non-vegetated coastal areas are critical transition zones between land, freshwater habitats, lagoons, wetlands, residential communities, and tourist services as well as the marine near-shore and open-ocean (Figure 1). Beaches and their associated environments provide essential ecosystem goods and services, including shoreline protection, nutrient cycling, fisheries resources, habitat and food, and regulation of nutrients, water, sand particles, and organisms. Sandy beaches, in particular, are an essential element of coastal geomorphology, and in the Galápagos Islands, they are critical sites for animal and human uses and interactions. As such, the preservation and management of sandy beaches are important and their sustainability crucial for island ecosystem sustainability.

The goals of this project are to (1) describe a beach vulnerability framework for assessing the Galápagos Islands, with implication for other similarly challenged island ecosystems, and (2) assess the collection and fusion of digital spatial technologies and corresponding data sets to assess beaches through the application of high spatial resolution, remote sensing systems, such as, (a) World-View 2 satellite imagery of coastal settings and near-shore bathymetry, (b) a 3-D laser scanner to measure terrain conditions through the generation of ultra-high resolution digital elevation models and super dense point clouds (Figure 2), and (c) optical, multispectral, and thermal remote sensing systems on-board Unmanned Aerial Vehicles (UAV) to assess animal use patterns of beaches, tourism visitation sites, and urban settings linked to local residents and tourists (Figure 3).

Our beach vulnerability framework proceeds in two phases: (1) preliminary data were collected for targeted beaches in the Galápagos during the summers of 2013-2016 (on San Cristóbal Island – Cerro Brujo, Playa Mann, Playa Grande, Playa Baquerizo, Punta Carola, La Lobería, and Puerto Chino). Satellite imagery was used to extract additional biophysical and geographic shoreline characteristics of targeted beaches through vegetation indices, unsupervised classifications, and measures of image texture; (2) a Beach Vulnerability Index (BVI) was developed and digital data were assembled for candidate beaches. The beach vulnerability measures are assigned values from 1 (very low) to 5 (very high) according to a set of eight vulnerability criteria for each beach – orientation, connectivity, slope, shape, configuration, location/remoteness, land cover, human use intensity.

The beach vulnerability framework used in this study was designed to be locally mediated and related to hypothesized factors that influence the shape and structure of Galápagos beaches, although the factors affecting beach dynamics and planform and measurement methods used are relatively consistent for other geographic locales and beach types. The infusion of the human dimension into the framework extends the Beach Vulnerability Index from one influenced by ecological and geomorphic factors to one that acknowledges the social domain, where the human dimension is

directly and indirectly integrated into the analysis through measures of geographic accessibility of beaches by residents and tourists from local communities, tourist visitation sites, and land- and boat-based accessibility to beaches and special places throughout the Galápagos Islands.

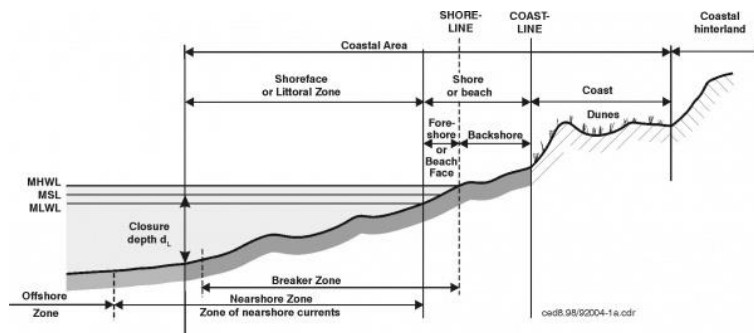


Figure 1. Beach zones and topographic profile.

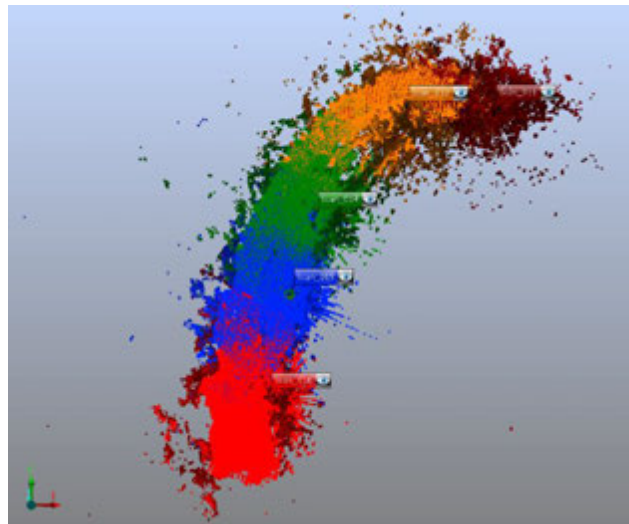


Figure 2. Beach mapping through a 3-D laser scanner; linked beach segments from the scanner.



Figure 3. Mosaic of optical images from an Unmanned Aerial Vehicle (UAV), Galápagos Science Center and Playa Mann.

