



Alerta sobre la situación actual y estado de conservación del capital natural de Galápagos

Posición Institucional de la Fundación Charles Darwin para las islas Galápagos

09-09-2018



Publicado © 2018

Fundación Charles Darwin para las Islas Galápagos – Estación Científica Charles Darwin

Puerto Ayora, Santa Cruz

Islas Galápagos, Ecuador

Foto de portada: Cormorán no volador /Daniel Unda García

Contenido

Alerta sobre el estado de conservación del capital natural de Galápagos	3
Posición institucional de la Fundación Charles Darwin con relación a la situación actual del capital natural en el Archipiélago de Galápagos.....	3
¿Qué nos cuenta la ciencia que desarrollamos?	4
Dimensión Marina	5
Los retos de la flota pesquera artesanal de Galápagos y la conservación de sus ecosistemas marinos.....	6
Ecología, evaluación y manejo de pesquerías: pasos hacia la sostenibilidad	11
Montes Submarinos y otros Ecosistemas de Profundidad en la Reserva Marina de Galápagos	14
Estudio del estado de las poblaciones del pingüino de Galápagos, cormorán no volador y albatros de Galápagos.....	16
Estudio del estado de la población del flamenco de Galápagos y aves de laguna	19
Investigaciones de la FCD sobre tiburones	21
Reduciendo amenazas para las tortugas marinas en Galápagos.....	24
Monitoreo Ecológico Submareal	26
Investigación sobre Especies Invasoras Marinas en la RMG prevención, detección y manejo.....	29
Dimensión Terrestre	32
Investigación piloto para la disminución de la mortalidad de aves en las carreteras de la isla Santa Cruz.....	33
Búsqueda de Soluciones para el Control del Parásito Aviar, <i>Philornis downsi</i> , y para la Conservación de Aves Terrestres de Galápagos	40
Galápagos Verde 2050: Restauración Ecológica y Prácticas Agrícolas Sostenibles.....	45
Programa de Ecología de Movimiento de Tortugas de Galápagos: la importancia de la salud para el bienestar de los animales y su ecosistema.	49
Conclusión.....	51
Autores.....	52

Alerta sobre el estado de conservación del capital natural de Galápagos

Posición institucional de la Fundación Charles Darwin con relación a la situación actual del capital natural en el Archipiélago de Galápagos

Las Islas Galápagos han sido, y siguen siendo imaginadas con un espacio prístino y libre de la influencia humana. Sin embargo, las situaciones actuales en el archipiélago nos indican que esta imagen no es precisamente la única, ni la más dominante en las islas. Planificación urbana desordenada, manejo de desechos sólidos y líquidos deficientes, alta dependencia de fuentes de energía no renovable, incremento en la presencia de transporte que usa combustibles fósiles, incremento en el ingreso de productos y bienes desde el continente con el consecuente incremento de la posibilidad de introducción de especies invasoras marinas y terrestres, incremento substancial en el número de turistas por año, disminución significativa de la distribución de especies de plantas endémicas, especies en peligro de extinción seriamente comprometidas, dispersión de las especies invasoras terrestres a lo largo de zonas amplias, entre otras, son, actualmente unos de los riesgos más importantes para la conservación de la diversidad biológica de Galápagos y la viabilidad de las poblaciones humanas en las islas.

Acciones de manejo que son tomadas por la autoridad ambiental, tratan de resolver los desafíos a los que se enfrenta el Archipiélago de Galápagos en el día a día y de la mejor manera. Sin embargo, es necesario pensar en una escala temporal ampliada, y entender cuál es realmente, la situación que disminuye la posibilidad de resolver estos temas y qué hacer para enfrentarlo. El modelo de desarrollo sostenible para Galápagos ha sido y sigue siendo, en las últimas décadas, el formato promovido por el discurso político, económico y de conservación. Sin embargo, poco o nada se ha hecho para poner en una mesa de discusión la necesidad de reflexionar, definir y negociar qué es “sostenible” y qué es “desarrollo”, para los actores de las islas.

En principio, no hay acuerdo de qué se entiende por “sostenible” y por “desarrollo” y ahí radica la confusión y contradicción en las prácticas y políticas que se implementan en Galápagos. Solamente cuando nos sinceremos con relación a qué modelo de desarrollo queremos para Galápagos, cuando sepamos qué implicaciones tiene este modelo y asumamos ese formato como el requisito para vivir en un lugar tan especial, podremos hablar de sostenibilidad en las islas encantadas.

Este resumen ejecutivo pretende elevar una voz de alerta, desencadenada por los resultados obtenidos en nuestro quehacer científico en los últimos años, con relación a la situación de emergencia que se vive en Galápagos dadas las numerosas amenazas que existen para la conservación de los sistemas naturales y la viabilidad de los sistemas sociales. Este resumen representa la evidencia que intenta llamar la atención del estado, de las autoridades, de la comunidad, de la sociedad civil y del mercado sobre los aspectos urgentes que requieren atención en Galápagos. Los resultados presentados en este resumen ejecutivo corresponden a resultados de los proyectos de investigación científica que la Estación Científica Charles Darwin (ECCD) mantiene actualmente en desarrollo (POA 2017-2018). Se ha realizado una compilación del material producido en estos proyectos, misma que han sido resumida por los investigadores principales de cada uno de ellos.

La opinión de la Fundación Charles Darwin (FCD) se soporta en esta evidencia científica y se expresa con la cautela, pero con la urgencia necesaria. Los resultados corresponden en muchos casos a información publicada en artículos científicos y en otros formatos de información que están disponibles en formatos digitales y/o impresos. El proceso de recopilación de información ha seguido el de comunicación iterativa con los investigadores y de la sistematización de la información provista, en un formato de narrativa para público general.

¿Qué nos cuenta la ciencia que desarrollamos?

Tanto en el ámbito marino como terrestre, la ciencia que se desarrolla en la Estación Científica Charles Darwin se enfoca, de manera general, en las dimensiones terrestre y marina.

Las siguientes descripciones nos muestran los resultados más sobresalientes de nuestros proyectos de investigación.

Dimensión Marina



Imagen 1: Cormorán no Volador. Foto de: Sam Rouley.

Los retos de la flota pesquera artesanal de Galápagos y la conservación de sus ecosistemas marinos

Las Islas Galápagos albergan uno de los ambientes marinos en donde existe una presencia humana permanente mejor conservados del planeta. Esto es consecuencia directa de la ausencia histórica de una población indígena y el aislamiento geográfico del archipiélago; una colonización tardía y estrictamente limitada por la ley Especial de Galápagos; y la protección brindada por la Reserva Marina de Galápagos de actividades pesqueras industriales desde 1998.

Sin embargo, este éxito de conservación no es homogéneo para todas las especies y ecosistemas marinos del archipiélago. Mientras la RMG ha sido efectiva en la protección de especies carismáticas como mamíferos, tortugas, aves marinas, o incluso algunas especies de tiburones y peces pelágicos^{1, 2, 3, 4}; el deficiente manejo de la pesca artesanal permitida bajo licencia dentro de este área protegida de usos múltiples, ha resultado en la sobreexplotación y hasta colapso de valiosos recursos pesqueros^{5, 6, 7}; la degradación de ecosistemas costeros a través de cascadas tróficas^{8, 9}; o incluso la captura incidental y muerte de especies protegidas y amenazadas con la extinción por el uso de artes de pesca no selectivos como los palangres superficiales^{10, 11}.

La zonificación costera de la RMG es un parque de papel

¹ Salinas de León, P. et al. Largest global shark biomass found in the northern Galápagos Islands of Darwin and Wolf. *PeerJ* 4, e1911 (2016).

² Seminoff, J. et al. Post-nesting migrations of Galápagos green turtles *Chelonia mydas* in relation to oceanographic conditions: integrating satellite telemetry with remotely sensed ocean data. *Endanger. Species Res.* 4, 57–72 (2008).

³ Boerder, K., Bryndum-Buchholz, A. & Worm, B. Interactions of tuna fisheries with the Galápagos marine reserve. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 585, 1–15 (2017).

⁴ Acuña-Marrero, D. et al. Residency and movement patterns of an apex predatory shark (*Galeocerdo cuvier*) at the Galapagos Marine Reserve. *PLoS One* 12, e0183669 (2017).

⁵ Hearn, A. The rocky path to sustainable fisheries management and conservation in the Galápagos Marine Reserve. *Ocean Coast. Manag.* 51, 567–574 (2008).

⁶ Wolff, M., Schuhbauer, A. & Castrejón, M. A revised strategy for the monitoring and management of the Galapagos sea cucumber *Isostichopus fuscus* (Aspidochirotida- Stichopodida).pdf. *Rev. Biol. Trop.* 60, 539–551 (2012).

⁷ Usseglio, P. et al. So long and Thanks for All the Fish: Overexploitation of the Regionally Endemic Galapagos Grouper *Mycteroperca olfax* (Jenyns, 1840). *PLoS ONE* 11 (10), (2016).

⁸ Edgar, G. J. et al. El Niño, grazers and fisheries interact to greatly elevate extinction risk for Galapagos marine species: EL NIÑO, GRAZERS AND FISHERIES INTERACT WITH GALAPAGOS MARINE SPECIES. *Glob. Change Biol.* 16, 2876–2890 (2010).

⁹ Schiller, L., Alava, J. J., Grove, J., Reck, G. & Pauly, D. The demise of Darwin's fishes: evidence of fishing down and illegal shark finning in the Galápagos Islands. *Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.* n/a-n/a (2014). doi:10.1002/aqc.2458

¹⁰ Murillo, J. C., Reyes, H., Zárate, P., Banks, S. & Danulat, E. Evaluación de la captura incidental durante el Plan Piloto de Pesca de Altura con Palangre en la Reserva Marina de Galápagos. (2004).

¹¹ Reyes, H. et al. Plan Piloto de Pesca de Altura con arte de pesca 'Empate Oceánico Modificado' en la Reserva Marina de Galápagos. 36 (Dirección del Parque Nacional Galápagos, 2014).

Aunque se ha probado recientemente que la RMG ha sido clave para la mejora en las capturas de la industria atunera que faena fuera de la reserva a través del efecto rebose^{19, 12}, esta mejora de las capturas no se ha documentado en la zonificación costera preliminar establecida en el año 2000 para proteger los ecosistemas costeros^{13, 14}. A pesar de que apenas el 1% de los 139,000km² que abarca la RMG fueron cerrados a la pesca¹⁵, la pesca ilegal por parte de algunos cuantos pescadores artesanales dentro de estas áreas protegidas es la principal razón detrás de la ausencia del efecto rebose^{29, 30}. Además, esto ha causado que no exista en Galápagos ningún área libre de pesca, algo necesario para la conservación íntegra de los procesos ecológicos, mejora de las pesquerías en zonas adyacentes¹⁶ o la construcción de resiliencia contra fenómenos climáticos extremos como el cambio climático o los ciclos El Niña/La Niña¹⁷.

La re-zonificación de la RMG aprobada en 2016 tenía como objetivo ampliar las zonas de no pesca hasta cubrir un 30% de la superficie de la RMG, un porcentaje de protección recomendado por expertos internacionales¹⁸. Esta propuesta de zonificación incluía el santuario marino de Darwin y Wolf, las dos islas más prístinas del archipiélago debido a su aislamiento geográfico de las zonas pobladas, y reconocidas mundialmente por su biodiversidad y como uno de los mejores destinos de buceo del mundo por la abundancia de megafauna y tiburones¹⁹. Este nuevo proceso de re-zonificación pretendía además la protección de menos áreas, pero más grandes, que sean más costo-efectivas de patrullar y así optimizar los procesos de vigilancia y control²⁰. Además con la protección del 30% de la RMG, se pretendía mejorar las pesquerías en áreas abiertas a la pesca debido al efecto rebose

¹² Bucaram, S. J. et al. Assessing fishing effects inside and outside an MPA: The impact of the Galapagos Marine Reserve on the Industrial pelagic tuna fisheries during the first decade of operation. *Mar. Policy* 87, 212–225 (2018).

¹³ Buglass, S. et al. Evaluating the effectiveness of coastal no-take zones of the Galapagos Marine Reserve for the red spiny lobster, *Panulirus penicillatus*. *Mar. Policy* 88, 204–212 (2018).

¹⁴ Usseglio, P. The Galapagos grouper fishery: mostly dead, stunned, or in need of management regulations.pdf. (2015).

¹⁵ Moity, N. Evaluation of No-Take Zones in the Galapagos Marine Reserve, Zoning Plan 2000. *Front. Mar. Sci.* 5, (2018).

¹⁶ Sala, E. & Giakoumi, S. No-take marine reserves are the most effective protected areas in the ocean. *ICES J. Mar. Sci.* (2017).

¹⁷ Micheli, F. et al. Evidence That Marine Reserves Enhance Resilience to Climatic Impacts. *PLoS ONE* 7, e40832 (2012).

¹⁸ O’Leary, B. C. et al. Effective Coverage Targets for Ocean Protection: Effective targets for ocean protection. *Conserv. Lett.* 9, 398–404 (2016).

¹⁹ Salinas-De-León, P., Acuña-Marrero, D., Carrión-Tacuri, J. & Sala, E. Valor ecológico de los ecosistemas marinos de Darwin y Wolf, Reserva Marina de Galápagos. 15 (Fundación Charles Darwin/Dirección del Parque Nacional Galápagos, 2015).

²⁰ Balmford, A., Gravestock, P., Hockley, N., McClean, C. J. & Roberts, C. M. The worldwide costs of marine protected areas. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 101, 9694–9697 (2004)

de las zonas de protección, un fenómeno que ha sido probado en multitud de reservas marinas que son protegidas de manera adecuada^{21, 22, 23, 24}.

A pesar de la necesidad de este incremento en la protección de la RMG para asegurar su conservación en el largo plazo, la reciente derogación de la zonificación y el santuario marino del 2016, cediendo los tomadores de decisiones una vez más a la presión del sector pesquero artesanal, representa un paso atrás histórico en la conservación de las islas y un movimiento inequívoco orientado a la continuidad de la sobrepesca de los recursos costeros.

Graves carencias en la gobernanza pesquera

Junto con la reciente derogación de la zonificación del 2016, otros procesos claves para la gobernanza pesquera orientados a asegurar la explotación sostenible de los recursos insulares de la RMG no han avanzado apenas en el último lustro. Todo esto a pesar de los pedidos expresos de diversos expertos internacionales en conservación y manejo pesquero, incluyendo los recientes reportes de la UNESCO, e incluso pedidos específicos del sector pesquero artesanal. Estos procesos clave que actualmente se encuentran estancados, incluyen:

- 1) Depuración del registro pesquero, que asegure que sólo los pescadores artesanales que realmente realizan la actividad pesquera cuenten con una licencia de pesca. Actualmente existen más de 1200 licencias de pesca; sin embargo, se estima que menos de 500 personas ejercen la pesca artesanal como principal actividad económica;
- 2) Reforma del reglamento de pesca, que establezca unas reglas claras y actualizadas para ejercer la actividad dentro de un área protegida que es Patrimonio de la Humanidad de la UNESCO;
- 3) Actualización del calendario pesquero para incluir la implementación de planes de manejo para especies sobrexplotadas en base a información técnica ya disponible, que asegure la recuperación de estos recursos antes de que sea demasiado tarde como ocurrió con la pesquería del pepino de mar;

²¹ McClanahan, T. R. & Mangi, S. Spillover of exploitable fishes from a marine park and its effect on the adjacent fishery. *Ecol. Appl.* 10, 1792–1805 (2000).

²² Russ, G. R., Alcalá, A. C. & Maypa, A. P. Spillover from marine reserves: the case of *Naso vlamingii* at Apo Island, the Philippines. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 264, 15–20 (2003).

²³ Goñi, R. et al. Spillover from six western Mediterranean marine protected areas: evidence from artisanal fisheries. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 366, 159–174 (2008).

²⁴ Stobart, B. et al. Long-term and spillover effects of a marine protected area on an exploited fish community. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 384, 47–60 (2009).

- 4) Mejora de la comercialización de los productos pesqueros de Galápagos, para que los pescadores puedan acceder a mercados nacionales e internacionales que valoren una pesca artesanal regulada y obtengan una mayor participación de la cadena de valor, que ha estado tradicionalmente dominada por intermediadores;
- 5) Implementación de mecanismos de valor agregado como certificaciones de sostenibilidad o trazabilidad que aumenten la cadena de valor de los productos marinos de Galápagos con el fin de que el pescador pueda obtener mejores rendimientos extrayendo un menor volumen y contribuir así a la sostenibilidad del recurso.

Ninguno de estos procesos ha avanzado de manera significativa en la última década. Las limitadas iniciativas de manejo que si han avanzado después del colapso de la valiosa pesquería del pepino de mar, han incluido la ejecución de tres proyectos de pesca experimental de palangre, un arte de pesca no selectivo que tiene un enorme impacto en especies de megafauna de la RMG^{10,11}. Además se ha aprobado de-facto la pesca deportiva en la RMG a través del desdibujo de la iniciativa de Pesca Vivencial aprobada en 2005 como alternativa a la pesca de palangre²⁵. Actualmente se encuentra en ejecución un enésimo programa piloto de pesca experimental de palangre dentro de la reserva marina, donde inevitablemente están muriendo especies protegidas por legislación local, nacional e internacional.

¿Temor a tomar decisiones por presión social?

A pesar de la acumulación de cada vez más evidencia científica que retrata la sobreexplotación pesquera en la RMG, incluyendo artículos científicos con títulos tan gráficos como ‘El ocaso de los peces de Darwin’ o ‘Hasta luego y gracias por todos los peces’, la presión tradicionalmente impuesta por el sector pesquero artesanal de Galápagos se ha impuesto hasta la fecha a cualquier criterio técnico en pro de la sostenibilidad, o incluso al principio de precaución que debería regir el manejo de este Patrimonio de la Humanidad. Aún está presente en la memoria colectiva y condiciona el quehacer diario de los tomadores de decisiones, la quema de oficinas del Parque Nacional Galápagos o las amenazas de muerte hacia tortugas gigantes por parte de los pescadores a finales del milenio pasado^{26, 27}.

Aunque la magnitud de las protestas se ha reducido gradualmente durante las últimas décadas, las últimas de ellas en contra de alguna de las decisiones de manejo adoptadas más ambiciosas (y acertadas) como la re-zonificación del 2016, incluyeron el bloqueo de infraestructuras clave como carreteras, aeropuertos o gasolineras. De nuevo parece repetirse la historia en Galápagos, y estas nuevas protestas han vuelto a resultar en la concesión política

²⁵ Schuhbauer, A. & Koch, V. Assessment of recreational fishery in the Galapagos Marine Reserve: Failures and opportunities. *Fish. Res.* 144, 103–110 (2013).

²⁶ Ferber, D. Galápagos station survives latest attack by fishers. *Science* 290, 2059–2061 (2000).

²⁷ Stone, R. fishermen threatened galapagos.pdf. 267, (1997).

hacia los pescadores y en la inacción en la toma de decisiones concretas en pro de la conservación de los ecosistemas marinos de la RMG y una pesca artesanal sostenible.

Conclusión

La sobrepesca artesanal crónica de los recursos pesqueros de la RMG representa la mayor amenaza para la conservación de sus ecosistemas y del mismo recurso pesquero en el corto plazo. Esta problemática se vuelve aún más preocupante si se tiene en cuenta la pesca industrial legal e ilegal por flotas palangreras nacionales e internacionales alrededor de la RMG y la Zona Económica Exclusiva de Galápagos^{9, 28, 29, 30, 31, 32}. En un escenario de cambio climático en donde las proyecciones más recientes auguran que los fenómenos de El Niño serán más intensos y recurrentes³³, las zonas totalmente protegidas de actividades pesqueras son una de las pocas herramientas para construir resiliencia para los ecosistemas marinos de las islas y asegurar que la RMG los siga protegiendo.

Si la presión social de un sector y concesión política se sigue imponiendo a las decisiones de manejo informadas por la mejor ciencia disponible, el futuro de los ecosistemas marinos de la RMG y los servicios ambientales que proveen a la población local y la humanidad será hipotecado por el beneficio económico (y electoral) de unos pocos.

²⁸ Martínez-Ortiz, J., Aires-da-Silva, A. M., Lennert-Cody, C. E. & Maunder, M. N. The Ecuadorian Artisanal Fishery for Large Pelagics: Species Composition and Spatio-Temporal Dynamics. PLOS ONE 10, e0135136 (2015).

²⁹ Carr, L. A. et al. Illegal shark fishing in the Galápagos Marine Reserve. Mar. Policy 39, 317–321 (2013).

³⁰ Alava, J. J. et al. Massive Chinese Fleet Jeopardizes Threatened Shark Species around the Galápagos Marine Reserve and Waters off Ecuador: Implications for National and International Fisheries Policy. Int J Fish. Sci Res 1, 1001 (2017).

³¹ Jacquet, J., Alava, J. J., Pramod, G., Henderson, S. & Zeller, D. In hot soup: sharks captured in Ecuador's waters. Environ. Sci. 5, 269–283 (2008).

³² Alava, J. J. & Paladines, F. Illegal fishing on the Galápagos high seas. Science 357, 1362.1-1362 (2017).

³³ Wang, G. et al. Continued increase of extreme El Niño frequency long after 1.5 °C warming stabilization. Nat. Clim. Change 7, 568–572 (2017).

Ecología, evaluación y manejo de pesquerías: pasos hacia la sostenibilidad

Desde el establecimiento de la Reserva Marina de Galápagos (RMG) en 1998, la pesquería artesanal ha sido permitida en áreas delimitadas en el Plan de Zonificación del 2000³⁴,³⁵. La RMG se gestiona como un área protegida de usos múltiples, por lo cual era vital reducir los conflictos de uso, proteger la biodiversidad marina y promover el uso sostenible de los recursos⁶⁶. La zonificación contempla áreas de conservación y turismo que abarcan solo el 1% de la RMG, mientras que en el 99% de la reserva está permitida la extracción de recursos pesqueros³⁶.

Mediante un análisis espacial se detectaron algunas zonas de conflicto entre áreas, creando confusión e inconvenientes entre usuarios y problemáticas al momento de evaluar la efectividad de las zonas de no extracción de recursos, para la protección y recuperación de especies claves. En la evaluación del efecto reserva para las dos especies de langosta (*Panulirus penicillatus* y *P. gracillis*) y langostino de Galápagos (*Scyllarides astori*) no se detectaron diferencias significativas entre zonas de extracción y no extracción después de 11 años de protección³⁷, a pesar de contar con planes de manejo específicos.

Por otro lado, la pesquería de peces demersales no cuenta con ningún tipo de regulación ni manejo específico mostrando claros signos de sobrepesca; en el caso del bacalao de Galápagos (*Mycteroperca olfax*) tampoco se detectaron diferencias significativas entre zonas de extracción y no extracción³⁸.

Para reducir el impacto de la pesca en peces demersales, se ha buscado redirigir el esfuerzo pesquero hacia peces pelágicos grandes de crecimiento rápido como albacora (*Thunnus*

³⁴ Heylings, P., R. Bensted-Smith, and M. Altamirano. 2002. Zonificación e historia de la Reserva Marina de Galápagos, p. 10–22. In: Línea Base de la Biodiversidad de la Reserva Marina de Galápagos. E. Danulat and D. G. Edgar (eds.). Fundación Charles Darwin y Dirección Parque Nacional Galápagos, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador.

³⁵ Castrejón, M., O. Defeo, G. Reck, and A. Charles. 2014. Fishery science in Galapagos: from a resource-focused to a social-ecological systems approach, p. 159–186. In: The Galapagos Marine Reserve: Social and Ecological Interactions in the Galapagos Islands. J. Denkinger and L. Vinuela (eds.). Springer Science+Business Media, New York.

³⁶ Moity, N. 2018. Evaluation of No-Take Zones in the Galapagos Marine Reserve, Zoning Plan 2000. *Front. Mar. Sci.* 5:244. doi: 10.3389/fmars.2018.00244

³⁷ Buglass, S., H. Reyes, J. Ramírez-González, T.D. Eddy, P. Salinas-de-León and J.R. Marín Jarrín. 2018. Evaluating the effectiveness of coastal no-take zones of the Galapagos Marine Reserve for the red spiny lobster, *Panulirus penicillatus*. *Mar. Policy* 88, 204–212. doi: 10.1016/j.marpol.2017.11.028

³⁸ Salinas-de-León, P., J.R. Marín Jarrín, R. Bermúdez. 2016. Evaluación preliminar de las zonas de conservación y turismo (no pesca) en las poblaciones de bacalao *Mycteroperca olfax* en la Reserva Marina de Galápagos. RESUMEN EJECUTIVO PARA EL GRUPO DE APOYO TECNICO (GAT), Fundación Charles Darwin, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador.

albacares) y wahoo (*Acanthocybium solandri*) en sitios con Dispositivos Agregadores de Peces (DAPs) y no DAPs. Las tallas de las albacoras varío espacial y temporalmente, el 66% de las capturas fueron juveniles (<100 cm). La biomasa en los DAPs es alta y varía drásticamente entre islas, con valores más altos en Isabela; sin embargo, el bajo precio del atún y la dificultad de comercialización del producto, particularmente en Isabela, reducen la factibilidad económica de la pesquería en los DAPs ³⁹.

Debido a la presión del sector pesquero por el uso del arte de pesca palangre en la RMG, según Cerutti-Pereyra et al., (submitted) evaluó que el 79% de la captura fue albacora, el 15% miramelindo y ~6% restante megafauna, incluyendo especies protegidas por acuerdos internacionales como el tiburón martillo (*Sphyrna lewini*) y la manta gigante (*Mobula birostris*).

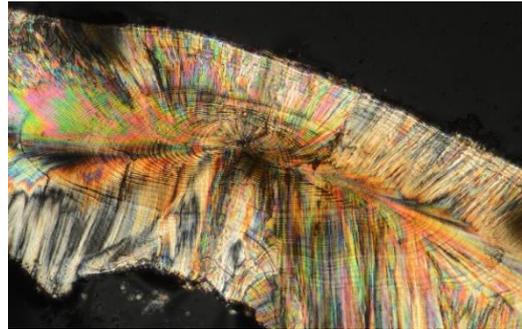


Imagen 2: Otolito - vista estereoscópica, Proyecto de Pesquerías. Foto de: Solange Andrade, FCD.

Para tomar medidas de manejo hace falta información biológica de las especies de mayor importancia económica y ecológica, para esto se han realizado estudios de historia de vida de peces demersales claves como el brujo (*Pontinus clemensi*) y el bacalao, endémicos del Pacífico Este Tropical (PET) y el camotillo (*Paralabrax albomaculatus*), endémico de Galápagos. Estas especies se caracterizan por tener un crecimiento lento y reproducirse tarde en su vida; el brujo tarda entre 12 a 14 años en alcanzar su madurez sexual entre 34 – 44 cm de longitud ⁴⁰, mientras que el camotillo a los 37 cm con 5 años de edad está listo para reproducirse ⁴¹; sin embargo, el bacalao ha sido una especie muy explotada desde la década de los 40, donde representaba casi el 100% de los desembarques por efecto de una cultura gastronómica tradicional ⁴². Con el tiempo, se ha notado un descenso en el número y en las tallas de captura. Debido a que la especie es hermafrodita, nace como hembra alcanzando su madurez sexual a los 7 años con una talla de 57cm; y ~80cm cambia de sexo ⁴³; sugiriendo

³⁹ Moína, E., R. Visaira, S. Andrade-Vera, H. Reyes and J.R. Marín Jarrín. 2018. Evaluación del uso de Dispositivos Agregadores de Peces para asegurar la sostenibilidad de las pesquerías en las Galápagos. Informe Técnico. Fundación Charles Darwin y Dirección Parque Nacional Galápagos, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador.

⁴⁰ Marín Jarrín J.R., S. Andrade-Vera, C. Reyes-Ojedis and P. Salinas-de-León. 2018. Life history of the mottled scorpionfish, *Pontinus clemensi*, in the Galapagos Marine Reserve. COPEIA 106, 3:515–523

⁴¹ Salinas-de-Leon, P., A. Bertolotti, C. Chong-Montenegro, M. Gomes-Do-Rego, and R. Preziosi. 2017. Reproductive biology of the Endangered white-spotted sand bass *Paralabrax albomaculatus* endemic to the Galapagos Islands. Endangered Species Research 34:301–309.

⁴² Usseglio, P., A. M. Friedlander, H. Koike, J. Zimmerhackel, A. Schuhbauer, T. Eddy, and P. Salinas-de-Leon. 2016. So long and thanks for all the fish: overexploitation of the regionally endemic Galapagos Grouper *Mycteroperca olfax* (Jenyns, 1840). PLoS ONE 11:e0165167.

⁴³ Usseglio, P., A. M. Friedlander, E. E. DeMartini, A. Schuhbauer, E. Schemmel, and P. Salinas de Leon. 2015. Improved estimates of age, growth and reproduction for the regionally endemic Galapagos sailfin grouper *Mycteroperca olfax* (Jenyns, 1840). PeerJ 3:e1270.

que en el pasado la mayoría de individuos capturados eran machos y, además los análisis de desembarques más actualizados sugieren que el 81% de la captura no se había reproducido.

Conocer donde habitan estas y otras especies a lo largo de su vida y su rol en la cadena trófica es fundamental para su conservación. Los ecosistemas de manglar en Galápagos abarcan el 35% de la línea de costa y se estima que durante los últimos 10 años han tenido ~ 24% de incremento⁴⁴. Debido a la importancia socio-ecológica, se estima que el 47% de los sitios de turismo en Galápagos están basados en zonas de manglar, generando más de \$ 62 millones de dólares a la economía local; adicional, se valoró en \$27,852 la ha de manglar, debido a que las ~3700 ha almacenan más de 778,000 toneladas de carbono como medida de adaptación y mitigación al cambio climático; sin embargo, la pesquería dependiente de los manglares vale más de \$ 900,000 anuales en beneficios netos para los pescadores artesanales, de los cuales el bacalao representa el 69% del valor⁴⁵.



Imagen 3: Manglares. Foto de: Nicolás Moity, FCD.

Esta y otras especies comerciales como pargos y lisas, y peces pelágicos pequeños como sardinas, anchoas y arenques utilizados como carnada, y además como peces de forrajeo para predadores más grandes como piqueros patas azules, el pingüino de Galápagos⁴⁶ y lobos marinos⁴⁷ usan como hábitat las zonas de manglar aledañas a playas arenosas en etapas tempranas de vida⁴⁸.

⁴⁴ Moity, N., B. Delgado, G. Banda-Cruz and P. Salinas-de-León (en revisión). Distribution and dynamics of mangrove forests in the Galapagos islands. PLOS ONE.

⁴⁵ Tanner, M., N. Moity, M.T. Costa, J.R. Marín Jarrín, O. Aburto-Oropeza and P. Salinas-de-León. (en revisión). Mangroves in the Galapagos: Ecosystem services and their valuation. Ecological Economics.

⁴⁶ Anchundia, D., K. Huyvaert, and D. Anderson. 2014. Chronic lack of breeding by Galápagos Blue-footed Boobies and associated population decline. Avian Conservation and Ecology, 9(1): 6

⁴⁷ Páez-Rosas, D. and Aurióles-Gamboa, D. 2013. Spatial variation in the foraging behaviour of the Galapagos sea lions (*Zalophus wollebaeki*) assessed using scat collections and stable isotope analysis. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 94(06), pp.1099-1107.

⁴⁸ Brito, C., S. Andrade-Vera, M. Schuiteman and J.R. Marín Jarrín. (en escritura). Distribución espacio-temporal de larvas de peces pelágicos nativos de Galápagos: *Anchoa sp.* y *Opisthonema sp.* Informe Técnico. Fundación Charles Darwin, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador.

Montes Submarinos y otros Ecosistemas de Profundidad en la Reserva Marina de Galápagos

Debido a la activa historia volcánica del archipiélago de Galápagos, cientos de montañas submarinas, se elevan entre 100 a 1000 m desde el fondo marino. Estas estructuras topográficas son conocidas por desviar las corrientes oceánicas y fomentar las interacciones físicas, químicas y biológicas entre el fondo marino y las aguas superiores. Por lo tanto, los montes submarinos a menudo albergan una rica biodiversidad y hábitats productivos, como los arrecifes de agua fría, y sustentan numerosas pesquerías. Sin embargo, dados los desafíos tecnológicos del estudio de las aguas profundas, se sabe muy poco acerca de la vida y los entornos físicos de estos paisajes marinos del océano profundo dentro de la Reserva Marina de Galápagos y de la región del Pacífico Este Tropical.



Imagen 4: Foto de los bentos arenosos a los 336 m de profundidad. Invertebrados presentes incluyen ofiuras (*Ophiacanthidae*) y bivalvos (*pectinidae*) epibentónicos, una anémona (*actiniaria*), y un erizo (*Centrocidaris doederleini*) al lado de esta. Foto de: Archivo FCD.

Para cerrar esta gran brecha de conocimiento, en 2015, investigadores de la Fundación Charles Darwin en colaboración con la Dirección del Parque Nacional Galápagos desarrollaron un proyecto de investigación de Montes Submarinos en la Reserva Marina de Galápagos (RMG), con el objetivo principal de caracterizar la biodiversidad y describir la ecología de estos y otros ecosistemas de aguas profundas como los flujos de lava.

Esto fue posible gracias a la colaboración con Ocean Exploration Trust, Woods Hole Oceanographic Institute y Pristine Seas National Geographic, que entre 2015-2016 trajeron tres embarcaciones de investigación oceanográficas para explorar los hábitats de aguas profundas en el RMG. Usando vehículos operado a control remoto (ROV) y sumergibles tripulados, exploramos numerosos montes submarinos y flujos de lava entre profundidades de 100-3500 m. Para levantar la primera línea de base sobre biodiversidad de estos ecosistemas, se llevaron a cabo video transectos y se recogieron más de 300 muestras de especímenes de la fauna béntica. Los buques también llevaron a cabo levantamientos de batimetría multi-banda que cubren un área de 7065 km², para apoyar el desarrollo de mapas de alta resolución de las características del fondo marino del archipiélago.

Estos datos permitieron a) La identificación de especímenes de especies bénticas de profundidad, basados en análisis morfológicos por taxónomos expertos, b) el desarrollo de un inventario de especies de profundidad basado en los organismos documentados en los videos transectos, y c) un estudio semi-cuantitativo de la ecológica de las comunidades bénticas de los montes submarinos basado en un análisis de los video-transectos. Dentro de nuestros resultados preliminares ya hemos identificado 93 especies (Phyla: Annelida,

Arthropoda, Cnidaria, Echinodermata, Mollusca y Porifera), de los cuales 37 posiblemente son especies nuevas para la ciencia. Adicionalmente, recientemente se inició un estudio piloto, usando ROV comerciales de menor costo, para explorar y describir los hábitats de los montes submarinos insulares, localmente conocidos como “bajos”. Los bajos son sitios de pesca claves para las pescadoras artesanales locales, y también albergan arrecifes mesofóticos y posiblemente bosques de quelpo, los cuales también son ecosistema muy desconocidos en la región del pacifico este. El levantamiento de esta primera línea de base también será hecho por video transectos.

Estos estudios van a proveer los primeros inventarios biológicos de los diferentes montes submarinos y otros ecosistemas de profundidad para Galápagos, que hasta el momento son desconocidos. Dar a conocer la biodiversidad y distribución de la fauna marina de profundidad que albergan estos ecosistemas desconocidos es esencial para guiar la toma de decisiones para la gestión de los recursos marinos dentro de la RMG. Por ejemplo, para establecer una zonificación que proteja sitios claves de biodiversidad única, o para el establecimiento de cables submarinos de telecomunicaciones. Además, dicha información es crítica ya que no solo incrementa la evidencia de que el archipiélago es un reservorio de biodiversidad y endemismo, sino también destaca el rol de las montañas submarinas como albergue para especies pesqueras de alto interés comercial que presentan características de sobreexplotación.



Imagen 5. Foto de los bentos de roca volcánica a los 1227m de profundidad. Invertebrados presentes incluyen zoantarios de pólipos amarillos (*Bullagummizoanthus sp.*), ofiúridas epibioticas (Euryalidae), y corales blancos (Stylasteridae). Foto de: Archivo FCD.

En el contexto de los futuros impactos del cambio climático, en donde escenarios con aumentos de nivel de mar y temperatura de gran impacto se ven cada vez más certeros, las montañas submarinas tentativamente podrían jugar un rol crítico para preservar especies que se vean adversamente afectadas por estos impactos antropogénicos. Al encontrarse a mayor profundidad y con aguas más frías, los montes submarinos podrían jugar un rol de refugio crítico para especies que se encuentran ya amenazadas. Es de suma importancia ampliar y continuar la investigación respecto a los montes submarinos y en particular su rol en políticas de manejo de la RMG – sean de zonificación, pesquerías o en contexto de cambio climático.

Estudio del estado de las poblaciones del pingüino de Galápagos, cormorán no volador y albatros de Galápagos

El pingüino de Galápagos, cormorán no volador y albatros de Galápagos son especies de aves marinas endémicas para el Ecuador. Las tres especies se encuentran en la Lista Roja de Especies Amenazadas de la IUCN. El pingüino en la categoría En peligro (EN), el cormorán en Vulnerable (VU) y el albatros en Peligro Crítico. Porque su rango geográfico es limitado y su número poblacional es pequeño, excepto el albatros. Además, debido a la presencia del fenómeno de El Niño, estas poblaciones disminuyen su número poblacional y se afecta su tasa reproductiva. Las especies introducidas: gatos y ratas se alimentan de los pichones y huevos de los pingüinos y cormoranes.



Imagen 6: Proyecto de Aves Marinas. Foto de: Sam Rowley.

La interacción antropogénica en la pesca incidental en aguas continentales en el caso de los albatros, y en los pingüinos con la pesca artesanal. Otros impactos antropogénicos como golpes con pangas que se desplazan rápidamente, perturbación humana en los nidos, y derrames de combustibles. Otra amenaza son los agentes patógenos que fácilmente pueden afectar poblaciones, y los contaminantes. Amenazas naturales como tsunamis y erupciones volcánicas, que acontecieron esta última década, pero se desconoce su impacto.

La pregunta central del proyecto: ¿Cuál es el estado poblacional del pingüino de Galápagos, cormorán no volador y albatros de Galápagos frente a amenazas como el cambio climático, especies introducidas, interacción humana, impacto de patógenos y enfermedades no infecciosas?

- Se han realizado 37 monitoreos desde 2010 hasta 2018 en conjunto con la DPNG. Además, colaboración con la Universidad de Missouri, Colorado State University, Universidad Central del Ecuador, Universidad San Francisco de Quito, Universidad del Azuay, Agence Nationale de Securite Sanitaire, Francia, Remote Imaging, National Geographic.
- Primer estudio de metales pesados en pingüinos y otras aves marinas, donde se evidencia la presencia de plomo y cadmio en pingüinos de Galápagos y se plantea la pregunta de cómo llegan estos contaminantes a las islas ⁴⁹.

⁴⁹ **Jiménez-Uzcátegui, G.**, Vinuesa, R.L., Urbina, A.S., Egas, D.A., Garcia, C., Cotin, J. & C. Sevilla. **2017**. Lead and cadmium levels in Galapagos penguin, *Spheniscus mendiculus*, Flightless Cormorant *Phalacrocorax harrisi* and Waved Albatross *Phoebastria irrorata*. *Marine Ornithology* 45: 159-163.

- Publicación sobre la pesca incidental de los pingüinos en el mundo, donde se presenta que la pesca con redes a la deriva (plantados) que ingresan a la Reserva Marina de Galápagos, son el principal problema de pesca incidental con el pingüino de Galápagos ⁵⁰
- Dos publicaciones científicas sobre ‘endoparásitos en las tres aves marinas’, siendo las primeras de este tema, donde se presenta las especies de parásitos que están en estas aves^{51, 52}
- Publicación sobre la presencia de una especie de *Plasmodium* (parásito sanguíneo) en pingüinos. El mayor resultado encontrado es que ese parásito no resultó ser virulento, a diferencia de aquel que extinguió varias especies de aves en Hawái⁵³.
- Dos publicaciones sobre los records de longevidad de albatros y cormoranes. Datos reales que ayudan a entender la ecología de las especies ^{54, 55}.
- Asesoramiento al Ministerio de Medio Ambiente y DPNG con información del monitoreo y resultados de los albatros, para las reuniones de la ACAP (Acuerdo de conservación de albatros y petreles), donde el Gobierno del Ecuador es miembro y parte. GJU es miembro del grupo de investigadores de trabajo de la ACAP.

⁵⁰ Crawford, R., Ellenberg, U., Frere, E., Hagen, C., Baird, K., Brewin, P., Crofts, S., Glass, J., Mattern, T., Pompert, J., Ross, K., Kemper, J., Ludynia, K., Sherley, R., Steinfurth, A., Suazo, C., Yorio, P., Tamini, L., Mangel, J., Bugoni, L., **Jiménez-Uzcátegui, G.**, Simeone, A., Luna-Jorquera, G., Gandini, P., Woehler, E., Pütz, K., Dann, P., Chiaradia, A. & C. Small. **2017**. Tangled and drowned: A global review of penguin bycatch in fisheries. *Endangered Species Research*. 34: 373-396.

⁵¹ Carrera-Játiva, P., Rodríguez-Hidalgo, R., Sevilla, C., & **G. Jiménez-Uzcátegui**. **2014**. Gastrointestinal parasites in the Galápagos Penguin *Spheniscus mendiculus* and the Flightless Cormorant *Phalacrocorax harrisi* in the Galápagos Islands. *Marine Ornithology* 42: 77-80.

⁵² **Jiménez-Uzcátegui, G.**, Sarzosa, S.M., Encalada, E., Rodríguez-Hidalgo, R., Celi-Erazo, M., Sevilla, C. & K.P. Huyvaert. **2015**. Gastrointestinal Parasites in the Waved Albatross (*Phoebastria irrorata*) of Galápagos. *Journal of Wildlife Diseases* 51 (3): 784-786.

⁵³ Levin, I.I, Zwieters, P., Deem, S., Geest, E., Higashiguchi, J.M., Iezhova, T.A., Jiménez-Uzcátegui, G., Kim, G., Morton, J., Perlut, N., Renfrew, R., Sari, E.H.R., Valkiunas, G. & P.A. Parker. 2013. Multiple lineages of avian malaria parasites (*Plasmodium*) in the Galápagos Islands and evidence for arrival via migratory birds. *Conservation Biology* 27 (6): 1366-1377.

⁵⁴ **Jiménez-Uzcátegui, G.**, Harris, M.P., Sevilla, C. & K.P. Huyvaert. **2016**. Longevity records for the waved Albatross *Phoebastria irrorata*. *Marine Ornithology*: 40: 133-134.

⁵⁵ **Jiménez-Uzcátegui, G.**, Valle, C.A. & F.H. Vargas. **2012**. Longevity records of Flightless Cormorant *Phalacrocorax harrisi*. *Marine Ornithology* 40: 127-128.

- En cada monitoreo, se realizó el control de especies introducidas, gatos y ratas, en las zonas de anidación. Como resultado se ha observado que la población de aves marinas ha aumentado y existen nuevos nidos con pichones, como fue el caso en Punta Moreno (Puerto Pajas), Marielas, El Muñeco. Además, se ha evidenciado gatos y ratas afectadas por el control.



Imagen 7: Proyecto de Aves Marinas. Foto de: Sam Rowley.

- Se han realizado dos tesis de pregrado, y otra está en proceso. Se han involucrado 32 personas de la FCD y 24 personas de la DPNG en calidad de asistentes, voluntarios. Además, se ha impartido varias charlas en congresos, simposios, capacitación para guías y a público en general. El proyecto ha tenido alto impacto, razón por la cual ha sido parte de documentales escritos y audiovisuales.

Estudio del estado de la población del flamenco de Galápagos y aves de laguna

El flamenco de Galápagos es una subespecie de ave de laguna endémica para el Ecuador. Se encuentra en la Lista Roja de Especies Amenazadas del Ecuador como En peligro (EN), porque su rango geográfico es limitado y su número poblacional es pequeño. Además, el fenómeno de El Niño afecta su tasa reproductiva debido a dos factores importantes, la afectación de sus zonas de anidación y el cambio de su hábitat, debido a la modificación de la estructura de las lagunas donde viven⁵⁶. Las especies introducidas (chanchos, gatos y ratas) se alimentan de sus pichones y huevos, mientras que el ganado caballar y vacuno afectan sus zonas de anidación, así como otros impactos antropogénicos que perturban los nidos. Adicionalmente, agentes patógenos y contaminantes fácilmente pueden afectar a las poblaciones de flamencos así como las amenazas naturales (como los tsunamis y erupciones volcánicas que acontecieron en la última década) que se cree pudieron afectar a la especie, aun cuando se desconoce su impacto.



Imagen 8: Flamenco de Galápagos. Foto de: Sam Rowley.

Debido al inminente decrecimiento en el número de individuos de las poblaciones locales de flamencos en Galápagos⁵⁷, en el año 2018, la FCD toma a cargo el desarrollo de esta iniciativa, bajo un formato de colaboración bi-institucional con la DPNG. Parte de esta actividad cuenta con el control y erradicación de especies introducidas, que se sabe, están afectando el éxito reproductivo de esta especie. Así también se incluye el análisis de la presencia de metales pesados u otros contaminantes en estos individuos. Lamentablemente, estos esfuerzos conjuntos dependen de los fondos disponibles para su ejecución, mismos que en la mayoría de los casos son insuficientes para cubrir los costos asociados a esta investigación.

⁵⁶ Vargas, F.H, Barlow, S., Hart, T., **Jiménez-Uzcátegui, G.**, Chávez, J., Naranjo, S. & D.W. Macdonald. 2008. Effects of climate on the abundant and distribution of flamingos in the Galápagos Islands. *Journal of Zoology* 276: 252-265. IF: 1.669

⁵⁷ **Jiménez-Uzcátegui, G.**, & S. Naranjo. 2010. Population index of Flamingo *Phoenicopterus ruber* (Aves: Phoenicopteridae) in Galápagos 2009. *Brenesia* 73-74: 154-156.

Es, por tanto, de interés de esta investigación documentar el estado actual de esta población con el fin de determinar las amenazas y sus efectos, y sugerir posibles acciones de manejo.

La pregunta central del proyecto: ¿Cuál es el estado poblacional del flamenco de Galápagos frente a amenazas como el cambio climático, especies introducidas, interacción humana, impacto de patógenos y enfermedades no infecciosas?

- Se ha realizado un monitoreo en 2018 en conjunto con la DPNG.
- Las muestras están siendo analizadas en los laboratorios de la USFQ.



Imagen 9: Laboratorio del Proyecto de Flamencos de Galápagos. Foto de: Archivo FCD.

Investigaciones de la FCD sobre tiburones

Antecedentes

Los Condriictios (tiburones y rayas) representan uno de los grupos de vertebrados terrestres más amenazados del planeta, con estimaciones de una reducción del 90% en su abundancia original y una captura anual de 100 millones de individuos al año^{58, 59, 60}. Pocos lugares en el planeta albergan todavía poblaciones saludables de tiburones, y la Reserva Marina de Galápagos (RMG) representa uno de esos últimos refugios.

Estado Actual

Nuestras investigaciones⁶¹ han revelado que las islas Darwin y Wolf en el norte del archipiélago albergan la mayor biomasa de tiburones en el planeta, con una media de 17.5 toneladas por hectárea. Sin embargo, la pesca incidental dentro de la RMG en proyectos piloto de palangre y la sobrepesca por flotas nacionales y extranjeras fuera de la RMG, representan una grave amenaza. La creación en el 2016 del Santuario Marino representa un paso esencial para la conservación de estos ecosistemas únicos en el largo plazo.



Imagen 10: Tiburones en la Reserva Marina de Galápagos. Foto de: Thomas Peschak, National Geographic.

En el año 2018, presentamos la primera línea base de abundancia y diversidad de tiburones a lo largo de la RMG mediante el uso de cámaras remotas con carnada (BRUVS)⁶². Este inventario servirá para entender en el largo plazo la efectividad de la RMG en la conservación de tiburones o evaluar el impacto de los ciclos El Niño/La Niña o el cambio climático en sus poblaciones. Estudios en ejecución actualmente están orientados a evaluar el efecto del nuevo santuario marino y el fenómeno de El Niño en los tiburones.

⁵⁸ Myers RA, Worm B (2003) Rapid worldwide depletion of predatory fish communities. *Nature* 423:280–283.

⁵⁹ Worm B, Davis B, Kettner L, Ward-Paige CA, Chapman D, Heithaus MR, Kessel ST, Gruber SH (2013) Global catches, exploitation rates, and rebuilding options for sharks. *Mar Policy* 40:194–204

⁶⁰ Dulvy NK, Fowler SL, Musick JA, Cavanagh RD, Kyne PM, Harrison LR, Carlson JK, Davidson LN, Fordham SV, Francis MP, others (2014) Extinction risk and conservation of the world's sharks and rays. *Elife* 3:e00590

⁶¹ Salinas de León P, Acuña-Marrero D, Rastoin E, Friedlander AM, Donovan MK, Sala E (2016) Largest global shark biomass found in the northern Galápagos Islands of Darwin and Wolf. *PeerJ* 4:e1911

⁶² Acuña-Marrero D, Smith A, Salinas-de-León P, Harvey E, Pawley M, Anderson M (2018) Spatial patterns of distribution and relative abundance of coastal shark species in the Galapagos Marine Reserve. *Mar Ecol Prog Ser* 593:73–95



Las grandes reservas marinas como Galápagos, pueden también ser efectivas en la protección de especies de alta movilidad como los tiburones tigre. En el 2017 publicamos un estudio⁶³ que usó transmisores satelitales y acústicos en tiburones tigras para demostrar que tienen una gran fidelidad de sitio a la RMG, donde probablemente disfruten de una fuente recurrente de alimento como son las tortugas verdes marinas. Estudios en ejecución actualmente pretenden entender la dieta de los tiburones tigre y su residencia en el largo plazo en la RMG.

Imagen 11: Proyecto de Tiburones.
Foto de: Daniela Vilema, FCD.

Sin embargo, las reservas marinas tienen que ser complementadas con otras acciones de manejo como corredores biológicos o vedas temporales, para la protección de otras especies de tiburones altamente migratorias como el tiburón martillo. Esta especie se reproduce en las islas oceánicas del Pacífico Este Tropical, pero que da a luz a la gran mayoría de sus crías en zonas de manglar ubicadas en las costas desde Ecuador hasta Costa Rica⁶⁴. Estudios actuales están enfocados a entender las migraciones reproductivas de las hembras embarazadas de tiburón martillo y la identificación de áreas de cría en la costa continental ecuatoriana.



Imagen 12: Proyecto de Tiburones. Foto de: Daniela Vilema, FCD.

El uso de artes de pesca no selectivos como el palangre, que tiene una alta tasa de pesca incidental y mortalidad de tiburones y de otras especies amenazadas con la extinción, debería

⁶³ Acuña-Marrero D, Smith AN, Hammerschlag N, Hearn A, Anderson MJ, Calich H, Pawley MD, Fischer C, Salinas-de-León P (2017) Residency and movement patterns of an apex predatory shark (*Galeocerdo cuvier*) at the Galapagos Marine Reserve. PLoS One 12:e0183669

⁶⁴ Salinas-de-León P, Hoyos-Padilla EM, Pochet F (2017) First observation on the mating behaviour of the endangered scalloped hammerhead shark *Sphyrna lewini* in the Tropical Eastern Pacific. Environ Biol Fishes 100:1603–1608.

estar completamente prohibida en la RMG. Actualmente estamos analizando en colaboración con técnicos de la Dirección del Parque Nacional Galápagos, el impacto del programa piloto de palangre en la RMG en el período 2012-2013, en donde cientos de tiburones fueron capturados en los palangres dentro del área protegida.

Reduciendo amenazas para las tortugas marinas en Galápagos

Las islas Galápagos son un sitio de clave, para diversas especies migratorias del Pacífico Este Tropical, y significativamente importante para la conservación de la tortuga verde (*Chelonia mydas*), ya que alberga la segunda colonia anidadora más importante de la región, además de proveer numerosos sitios de alimentación para la especie, a lo largo del archipiélago ⁶⁵, ⁶⁶. Internacionalmente, el impacto de embarcaciones ha sido reconocido como una amenaza, para una amplia variedad de fauna marina, que incluye cetáceos, tiburones, mantas y especialmente tortugas marinas⁶⁷, ⁶⁸, ⁶⁹, ⁷⁰, ⁷¹. En Galápagos ya han sido registrados casos de tortugas afectadas por esta amenaza tanto en sitios de anidación como alimentación ⁵⁶, ⁷².

Por esta razón y pensando en acciones tempranas, la Fundación Charles Darwin (FCD), en alianza con Queen's University Belfast (QUB), ha desarrollado una investigación para apoyar los esfuerzos de la Dirección del Parque Nacional Galápagos (DPNG) por reducir el número de tortugas impactadas por causa de la interacción con las embarcaciones, y así asegurar un alto nivel de protección para la especie en el archipiélago.



Imagen 13: Proyecto de Tortugas Marinas. Foto de: Archivo FCD.

Durante el 2018, la FCD y QUB con el apoyo de la DPNG, iniciaron un estudio del comportamiento de tortugas verdes en el agua, durante la temporada de reproducción, para identificar las actividades que estas realizan entre una anidación y la siguiente, y así evaluar qué comportamientos que las hacen más vulnerables de ser impactadas por embarcaciones,

⁶⁵ National Marine Fisheries Service & US Fish and Wildlife Service. 1998. Recovery Plan for US Pacific Populations of the East Pacific Green Turtle (*Chelonia mydas*). National Marine Fisheries Service, Silver Spring, MD.

⁶⁶ Seminoff, J. 2004. 2004 Global Status Assessment: green turtle (*Chelonia mydas*). Marine Turtle Specialist Group review, 71 pp

⁶⁷ Chalopuka M, Work TM, Balazs GH, Murakawa SK and R Morris 2008. Cause-specific temporal and Spatial trends in green sea turtle strandings in the Hawaiian Archipelago (1982–2003). *Mar Biol*, 154: 887–898.

⁶⁸ Hazel, J., Gyuris, E., 2006. Vessel-related mortality of sea turtles in Queensland, Australia. *Wildl. Res.* 33, 149–154.

⁶⁹ Hazel, J., Lawler, I.R., Marsh, H., Robson, S., 2007. Vessel speed increases collision risk for the green turtle *Chelonia mydas*. *Endang. Species Res.* 3, 105–113.

⁷⁰ Zárate, P. 2009. Amenazas para las tortugas marinas que habitan el archipiélago de Galápagos. Presentado al Parque Nacional Galápagos. Ecuador, 50 pp.

⁷¹ Denkinger, J., M. Parra, J.p., C., Carrasco, E., Espinosa, F., Rubianes, and V., Koch. 2013. "Are Boat Strikes a Threat to Sea Turtles in the Galapagos Marine Reserve ?". *Ocean & Coastal Management.* 80:29-35.

⁷² Parra D.M., Andrés M., Jiménez J. Banks S. Muñoz JP. 2013. Evaluación de la incidencia de impacto de embarcaciones y distribución de la tortuga verde (*Chelonia mydas*) en Galápagos. Documento Técnico. Fundación Charles Darwin. Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador

por ejemplo: descansar, nadar o aparearse en superficie, así como identificar áreas de mayor probabilidad de interacción. Del mismo modo, el estudio busca entender los mecanismos de reacción de las tortugas ante la aproximación de las embarcaciones. Estos datos serán clave, para diseñar estrategias de conservación, que eviten un impacto negativo del tránsito marino en la especie, dentro de la Reserva Marina de Galápagos.



Imagen 14: Rastreo satelital, Proyecto de Tortugas Marinas. Foto de: Archivo FCD.

Al mismo tiempo, se ha estado trabajando con las autoridades y comunidad local, para tener en consideración las implicaciones socioeconómicas, a evaluar ante cualquier medida de gestión propuesta, involucrar a los usuarios en las actividades del proyecto, para así generar un plan integral que apoye las gestiones de conservación de la DPNG, sin merar las aspiraciones de crecimiento económico de la comunidad local.

Monitoreo Ecológico Submareal

Los hábitats submareales rocosos de la Reserva Marina de Galápagos (RMG) están llenos de fauna emblemática como tiburones, mantas, tortugas, corales, etc. El Programa de Monitoreo Ecológico fue desarrollado para proporcionar a la Dirección del Parque Nacional Galápagos (GNPD) una descripción completa de esta comunidad y para proporcionar información sobre la dinámica y la magnitud de las fluctuaciones de esta biota a través del espacio y el tiempo, al tiempo que incorpora efectos naturales y antropogénicos como el cambio climático⁷³. El monitoreo a largo plazo del ecosistema marino nos brinda la oportunidad de observar y reaccionar a los nuevos cambios en los ecosistemas tales como cambios de fase, agotamiento de poblaciones de peces, invasión de especies no-nativas, disminución de especies de interés turístico y posibles amenazas planteadas por los eventos de El Niño y el cambio climático y nos proporciona con una herramienta valiosa para implementar medidas de gestión⁷⁴.

El programa de Monitoreo Ecológico se creó con el objetivo de obtener información cuantitativa ecológica sobre comunidades submareales rocosas de organismos sésiles, macroinvertebrados móviles y peces. El objetivo del monitoreo fue la evaluación ecológica del estado, composición y abundancia de estas comunidades con el fin de establecer una línea base y verificar la existencia de regiones biogeográficas y su representación en la zonificación.

La Fundación Charles Darwin (FCD) en la última década ha obtenido resultados importantes que han alimentado una variedad de iniciativas y han ayudado a mejorar la concientización, asesorar sobre los cambios en la zonificación costera y ayudar a justificar políticas para problemas emergentes como la vulnerabilidad climática, la sobre pesca y el riesgo de invasiones marinas. El monitoreo a largo plazo nos ha permitido ver la recuperación de langostas desde la creación del santuario marino de Darwin y Wolf, pero seguramente veremos el declive de esta especie y otras de interés comercial si no se respeta la zonificación y se abren zonas vulnerables.

El monitoreo a largo plazo también permitió reportar la extinción documentada de especies formadoras de hábitats, como las algas intermareales marrones *Bifurcia galapagensis*, los corales solitarios, la *azucina eupluma* y la estrella del mar *Heliaster Solaris* que se produjeron durante periodos fuertes de El Niño (Banks et al, 2016). Estas condiciones con la misma intensidad no se han repetido, pero el ámbito de hoy en día ha cambiado con más tráfico marítimo, dependencias externas mucho mayor para la seguridad alimentaria y la amenaza de especies invasoras marinas en comparación con los años 80 y 90. Es necesario tomar en cuenta los cambios que han sucedido a lo largo de los últimos 20 años y buscar formas de

⁷³ Banks, S., Acuña, D., Brandt, M., Calderón, R., Delgado, J., Edgar, G., Garske-García, L., Keith, I., Kuhn, A., Pépolas, R., Ruiz, D., Suárez, J., Tirado-Sánchez, N., Vera, M., Vinuesa, L. y Wakefield E. (2016). Manual de monitoreo submareal. Conservación Internacional Ecuador y Fundación Charles Darwin. Quito, Ecuador.

⁷⁴ Glynn, P. W., Feingold, J. S., Baker, A., Banks, S., Iliana B. Baums, I. B., Cole, J., Colgan, M. W., Fong, P., Glynn, P. J., Keith, I., Manzello, D., Riegl, B., Ruttenberg, B. I., Smith, T. B., Vera-Zambrano, M. (2018). State of corals and coral reefs of the Galapagos Islands (Ecuador): Past, present and future. Marine Pollution Bulletin, 133, 717-733

alentar las necesidades de la AMP para proteger la biodiversidad marina. No podemos permitir nuevas extinciones ni pérdidas de comunidades importantes para la biodiversidad de esta AMP.

El proyecto de Monitoreo Ecológico Submareal ha contribuido a varios procesos de entendimiento, concientización y manejo de la RMG. A continuación, un listado de varios proyectos que han usado la metodología del monitoreo ecológico para contestar varias preguntas desde los años 70 hasta ahora ^{63, 75}.

- Estudios pioneros los cuales fueron claves en la declaración de la RMG frente a la UNESCO.
- Observaciones sobre los eventos ENSO de 1982/83 y 1997/98
- Primeros censos submareales para insumos al proceso de zonificación y declaración de la RMG
- Desarrollo del inventario y colecciones de especies marinas de la RMG (datazone)
- Línea Base de la Biodiversidad de la RMG
- Evaluación de impactos del derrame del buque carguero M/N Jessica
- Caracterización de sitios poco utilizados como alternativos para el uso de buceo recreacional
- Trabajo de Comisión de Zonificación de la JMP, cartografía y señalización física costera.
- Estudios de modelaje trófico con escenarios de uso costero
- Monitoreo anual de 64+ sitios diagnósticos según acuerdo del la JMP de la RMG
- Monitoreo piloto de fondos blandos (Proyecto Cero-Anclas)
- Caracterización estacional Oceanográfica, Uso de información satelital oceanográfico de la RMG
- Estudio comparativo entre 6 Áreas Marinas Protegidas del Pacífico Este Tropical
- Formadores de hábitat y especies particularmente sensibles agregados a la Lista Roja de la UICN
- Estudio de vulnerabilidad frente al cambio climático

⁷⁵ Danulat E & GJ Edgar (eds.) 2002. Reserva Marina de Galápagos. Línea Base de la Biodiversidad. Fundación Charles Darwin/Servicio Parque Nacional Galápagos, Santa Cruz, Galápagos, Ecuador. 484 pp.

- Modelaje de circulación oceánico regional y Galápagos
- Línea Base y detección de Especies Invasoras Marinas
- Caracterización de hábitats profundos de la RMG y redescubrimiento de *Eisenia galapagensis*
- Sistema de afloramientos, aguas abierta
- Nuevo Sistema de Zonificación de las Áreas Protegidas de Galápagos del 2016 cambia el concepto de zonificación por completo y considera cuatro zonas: intangible, de conservación, de transición y de aprovechamiento sustentable.

En una reserva de usos múltiples como la RMG, un monitoreo marino a largo plazo funciona durante décadas como una herramienta valiosa para evaluar cómo se desarrollan naturalmente las comunidades, así como la efectividad de las medidas de manejo para mitigar cualquier impacto negativo indeseado entre años. Es importante destacar que esta herramienta nos permite ver nuevos desarrollos, que van desde cambios de diversidad, fracaso o recuperación de poblaciones de pesca y especies emblemáticas para el turismo, bioinvasiones y amenazas potenciales para el futuro de la RMG debido al cambio climático ⁶⁴.



Imagen 15: Monitoreo de especies pelágicas en la Isla Darwin. Foto de: Macarena Parra, FCD.

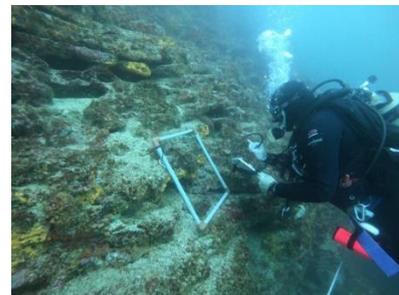


Imagen 16: Monitoreo Ecológico Submareal – transecto de 50m. y cuadrante de organismos sésiles. Foto de: Sofía Green, FCD.

Investigación sobre Especies Invasoras Marinas en la RMG prevención, detección y manejo

Este documento proporciona un análisis y una evaluación de la situación actual de especies marinas no-nativas en la Reserva Marina de Galápagos (RMG). A pesar de que son menos visibles que los ejemplares en el ámbito terrestre, las especies invasoras marinas representan una amenaza para el ecosistema que requiere ser evaluado de manera urgente. Los ecosistemas marinos de Galápagos albergan comunidades biológicas únicas debido a la confluencia de corrientes y su conectividad con el Pacífico Este Tropical (PET), y tienen una alta incidencia de especies endémicas⁷⁶. Galápagos fue declarado Patrimonio Natural de la Humanidad por la UNESCO, reconocido por su alta biodiversidad y las características oceanográficas extraordinarias que proporcionan una gran variedad de hábitats en un entorno único. La inversión que ha hecho el Ecuador en la protección y el desarrollo sostenible de Galápagos ha sido significativa. Sin embargo, debido al crecimiento exponencial del turismo, el tráfico marítimo y el desarrollo urbano, la sostenibilidad del archipiélago y sus ecosistemas se encuentran en riesgo. La posible invasión de especies marinas a la (RMG) dado los cambios climáticos, la conectividad y el aumento de tráfico marítimo presenta hoy un riesgo desconocido para la biodiversidad local y un reto de gestión para las autoridades ecuatorianas.



Imagen 17: *Caulerpa* sp. (especie invasora) compitiendo con coral en la Isla de Darwin. Foto de: Inti Keith, FCD.

La introducción de especies invasoras ha sido identificada como la segunda razón más importante para la pérdida de biodiversidad a nivel mundial (IUCN) y en islas oceánicas se reconoce como la primera, debido a los daños que producen a la productividad biológica, estructura de hábitats y la composición de especies.

En los últimos años el interés por la presencia y la investigación de especies invasoras en los ecosistemas marinos tropicales, incluyendo las costas rocosas, arrecifes de coral y manglares, ha incrementado debido a los impactos ambientales y económicos que éstas han generado a nivel mundial⁷⁷. El número y el impacto de las invasiones marinas se están acelerando en todo el mundo; La mayoría de las regiones carecen de datos rigurosos necesarios para comprender el estado y las tendencias de las invasiones, cómo cambian con el tiempo y la eficacia de las estrategias de manejo para evitar nuevas invasiones y sus impactos asociados.

⁷⁶ Keith, I., Dawson, T., & Collins, K. J. (2016) Marine Invasive Species: Establishing pathways, their presence and potential threats in the Galapagos Marine Reserve. *Pacific Conservation Biology* 22(4), 377-385

⁷⁷ Glynn, P. W, Feingold, J. S, Baker, A, Banks, S, Iliana B. Baums, I. B, Cole, J, Colgan, M. W, Fong, P, Glynn, P. J, Keith, I, Manzello, D, Riegl, B, Ruttenberg, B. I, Smith, T. B, Vera-Zambrano, M. (2018). State of corals and coral reefs of the Galapagos Islands (Ecuador): Past, present and future. *Marine Pollution Bulletin*, 133, 717-733

El riesgo que representan las especies marinas no-nativas en la RMG y la región no debe subestimarse, ni debe subestimarse la cantidad de investigación crucial y los fondos necesarios para mitigar este riesgo. La FCD ha liderado el Proyecto de Especies Invasoras Marinas desde el 2012, en colaboración con la Dirección del Parque Nacional Galápagos (DPNG), la Agencia de Regulación y Control de la Bioseguridad y Cuarentena para Galápagos (ABG), la Armada Ecuatoriana y el Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR). Desde el inicio de este proyecto se han logrado varios éxitos entre ellos, la primera línea base de especies marinas no-nativas en la RMG, la distribución de especies no-nativas establecidas en la RMG, análisis genéticos, modelos de dispersión, perfiles de evaluación de riesgos, protocolos de monitoreo estandarizados, talleres de capacidad y programas de divulgación de información ⁷⁸.

Durante el taller internacional sobre bioinvasiones marinas en ecosistemas de islas tropicales organizado por la FCD en Santa Cruz, Galápagos en febrero de 2015, se trabajó en el primer Plan de Acción y se destacó la necesidad urgente de medidas de prevención, monitoreo y, cuando sea necesario, de remediación para minimizar cualquier impacto negativo que puedan causar las especies invasoras en la diversidad biológica marina, los servicios de los ecosistemas y la resiliencia de la RMG ⁷⁹. En 2018 se firmó un memorándum de entendimiento con el Smithsonian Environment Research Center (SERC) para crear el Programa de Especies Invasoras Marinas FCD - SERC y ampliar la investigación en todo el Pacífico. La investigación del programa analiza la invasión de especies, la pérdida de hábitat, el cambio climático, la pesca, la calidad del agua y la basura marina.

El Programa de Especies Invasoras Marinas FCD-SERC reporto en un trabajo reciente estableciendo que el número de especies invasoras marinas en las Islas Galápagos es 10 veces el número que se creía que estaba presente; un mínimo de 52 bioinvasiones marinas están ahora documentadas en el Archipiélago, en comparación con 5 invasiones reconocidas previamente. Al mismo tiempo, los impulsores críticos de las invasiones biológicas de hoy en día están listos para aumentar el número de especies invasoras en las aguas más cálidas del Océano Pacífico Tropical, incluidas las Islas Galápagos.



Imagen 18: *Ascidia sydneiensis* (especie invasora) creciendo en una placa de asentamiento en Puerto Ayora. Foto de: Inti Keith, FCD.

⁷⁸ McCann, L., Keith, I., Carlton, J. T., Ruiz, G. M., Dawson, T. P. & Collins K. J. (2015). First record of the non-native bryozoan *Amathia* (=Zoobotryon) *verticillata* (delle Chiaje, 1822) (Ctenostomata) in the Galapagos Islands. *BioInvasion Records*, 4(4), 255-260.

⁷⁹ Keith, I. & Toral, V. (2015). Action plan to minimize risks of marine invasive species introduction into the Galapagos Marine Reserve. Technical Report No. 1 2015. Charles Darwin Foundation, Santa Cruz, Galapagos, Ecuador. ISSN 1390-6526.

Estos impulsores incluyen el rápido crecimiento de la red de comercio marítimo mundial, la expansión del 2015 del Canal de Panamá (que podría conducir, por ejemplo, a la invasión del pez león desde el Pacífico), el cambio climático que altera la susceptibilidad de invasión regional y la cantidad generalizada y logarítmicamente creciente de desechos plásticos marinos que sirven como vectores para la importación de especies no nativas.

Los desafíos que deben abordarse como prioridad son obtener más conocimiento sobre los vectores de alto riesgo como son las bioincrustaciones en los cascos de los barcos, el agua de lastre y la basura marina. Es de suma importancia la investigación de escenarios de potenciales invasiones futuras debido al cambio climático, los cambios en rutas de barcos de carga y el incremento de tráfico marítimo (comercial o recreativo)⁸⁰. Adicionalmente se deben estudiar las estrategias de manejo requeridas para enfrentar estos escenarios. Abordar esta brecha de conocimiento es una necesidad urgente e integral para la sostenibilidad de los ecosistemas de la RMG. La FCD se compromete continuar su trabajo en el monitoreo, prevención, detección temprana y estrategias de respuesta rápida de especies invasoras marinas y a compartir su experiencia y éxitos con el fin de proteger la biodiversidad marina de la región.

⁸⁰ Campbell, M. L., Keith, I., Hewitt, C. L., Dawson, T. P., & Collins, K. (2015). Evolving Marine Biosecurity in the Galapagos Islands. *Management of Biological Invasions*, 6(3), 227-230.

Dimensión Terrestre



Imagen 19: *Scalesia pedunculata*. Foto de: Heinke Jäger, FCD.

Investigación piloto para la disminución de la mortalidad de aves en las carreteras de la isla Santa Cruz

Las carreteras son indispensables para el desarrollo socio-económico. Sin embargo, tiene efectos negativos como la fragmentación de hábitats, disminución de poblaciones, contaminación, atropellamiento, etc. Pero se debe considerar que las carreteras proveen recursos a las aves como alimento, agua y descanso. La carretera en Santa Cruz cruza de sur-norte (Puerto Ayora-Canal de Itabaca) y entró en operación en 1974. La cantidad de automotores en la isla se incrementó desde 28 en los ochenta a más de 1100 en la actualidad.

Estudios sobre el impacto de los automotores en la avifauna se realizaron en 1980, 2001, 2003 y 2004-2006⁸¹.

Tabla 1. Individuos por especie afectados por la colisión con automotores (1980-2006).

Nombre común	Nombre científico	1980	2000	2001	2003	2004	2005	2006
Canario María	<i>Dendroica petechia aureola</i>	x	x	x	x	x	x	x
Cucillo	<i>Coccyzus melacoryphus</i>		x	x	x	x	x	x
Cucuve	<i>Mimus parvulus</i>	x		x	x	x	x	x
Gallareta	<i>Neocrex erythrops</i>			x	x	x	x	x
Garrapatero**	<i>Crotophaga ani</i>		x	x	x	x	x	x
Garza bueyera**	<i>Bubulcus ibis</i>		x	x				x
Huaque	<i>Nyctanassa violacea pauper</i>		x	x	x		x	
Lechuza de campanario	<i>Tyto alba punctatissima</i>		x		x	x	x	
Lechuza de campo	<i>Asio flammeus galapagoensis</i>		x	x	x			x
Pájaro brujo	<i>Pyrocephalus rubinus</i>			x				
Paloma de Galápagos	<i>Zenaida galapagoensis</i>		x	x			x	x
Papamosca	<i>Myiarchus magnirostris</i>	x	x	x	x	x	x	x
Pinzón artesano	<i>Camarhynchus pallida</i>			x			x	x
Pinzón cantor	<i>Certhidea olivacea</i>			x				
Pinzón de árbol pequeño	<i>Camarhynchus parvulus</i>		x	x	x	x	x	x
Pinzón de cactus	<i>Geospiza scandens</i>			x	x			
Pinzón de tierra grande	<i>Geospiza magnirostris</i>	x	x	x	x	x		x
Pinzón de tierra mediano	<i>Geospiza fortis</i>	x	x	x	x	x	x	x
Pinzón de tierra pequeño	<i>Geospiza fuliginosa</i>	x	x	x	x	x	x	x
Pinzón vegetariano	<i>Platypiza crassirostris</i>	x	x		x			
Pinzón no identificado*					x	x	x	x
Total de especies afectadas		7	14	18	15*	11*	13*	14*

* No se considera a pinzón no identificado como especie. ** Especies introducidas.

Fuente: Carvajal, 1980; Márquez, 2000; Llerena et al., 2001; Betancourt et al. 2004; Jiménez-Uzcátegui & Betancourt, 2005, 2006, 2007.

⁸¹ Jiménez-Uzcátegui, G., & F. Betancourt. 2008. Avifauna vs automotores. En: Informe Galápagos 2007-2008. FCD, PNG & INGALA. Puerto Ayora, Ecuador. pp 111-114.

Después de 12 años, se está replicando este estudio según la metodología de 2006, para conocer el impacto de los automotores sobre la avifauna, más aún cuando la dinámica de uso de la carretera ha cambiado, emitir las recomendaciones pertinentes y su posible implementación por la unidad de manejo. Este es un proyecto bi-institucional FCD-DPNG. La pregunta central del proyecto: ¿Cuál es el impacto de los automotores sobre la avifauna en la carretera Puerto Ayora – Canal de Itabaca?

Estado Actual

- Se han realizado ocho monitoreos en 2018 en una forma mensual en conjunto con la DPNG, con los siguientes resultados:

Tabla 2. Resultados del monitoreo de aves afectadas por colisión con automotores (año 2018).

	Fechas de viaje (Limpieza / Monitoreo)	Día de la limpieza (# de individuos afectados)	Día de monitoreo (# individuos afectados)	Número de Vehículos día del monitoreo (de 15:00 hasta las 17:30).
Enero	15 y 19 de enero de 2018	32	19	207
Febrero	21 y 22 de febrero 2018	20	11	197
Marzo	19 y 20 de marzo 2018	14	24	179
Abril	23 y 24 de abril 2018	59	41	168
Mayo	16 y 17 de mayo 2018	110	95	168
Junio	21 y 22 de junio 2018	119	63	285
Julio	-----	-----	-----	-----
Agosto	15 y 16 de agosto 2018	10	17	143
Septiembre	25 y 26 de septiembre 2018	29	8	145
Octubre	17 y 18 de octubre 2018	9	11	163
Número total de individuos afectadas por colisión con automotores y número total de vehículos en circulación por la ruta Pto. Ayora – Itabaca – Pto. Ayora		402	289	1655



Imagen 20: Aves muertas en la carretera. Foto de: Archivo FCD.

Se ha impartido dos charlas sobre el tema en un congreso y en una unidad educativa local.

- Se asesoró sobre el estudio a la Unidad Educativa Tomas de Berlanga, quienes estaban involucrados en el tema.

Es de vital importancia reforzar la política pública implementada hace varios años haciendo respetar la velocidad en la carretera Puerto Ayora – Canal de Itabaca. Se ha perdido el respeto a la vida silvestre aviar por parte de los conductores y no hay evidencia de sanciones a infracciones por parte de la autoridad haciendo cumplir con las regulaciones antes implementadas. Las poblaciones de aves terrestres están en declive serio por varios factores, incluyendo la irresponsabilidad de quienes están al volante.



Imagen 21: Proyecto de Aves Muertas en la Carretera. Foto de: Archivo FCD.

Especies invasoras terrestres y restauración de ecosistemas amenazados

Actualmente hay 1469 especies terrestres introducidas que se han establecido en Galápagos⁸². Muchas de estas no son problemáticas, como las plantas agrícolas y ornamentales. Sin embargo, algunas se han convertido en invasoras y afectan de forma negativa a la flora y fauna de Galápagos. Los ejemplos más conocidos son la mora (*Rubus niveus*)^{83,84}, la cascarilla (*Cinchona pubescens*)^{85,86,87,88}, la hormiga de fuego tropical (*Solenopsis geminata*)⁸⁹, entre otras.

Junto con la Dirección del Parque Nacional Galápagos (DPNG) estudiando los impactos de estas especies y trabajamos para mejorar las acciones de control actualmente ejecutadas para reducir su abundancia. Además, trabajamos en la reducción de los impactos causados por las acciones de control sobre los ecosistemas amenazados.

Nuestro trabajo de especies terrestres invasoras y restauración de ecosistemas amenazados está dividido en cuatro proyectos:

1. Control de la mora (*Rubus niveus*) y la restauración del bosque de *Scalesia* en Los Gemelos
2. Impactos y control de la cascarilla (*Cinchona pubescens*)
3. Mapeo de las plantas invasoras
4. Distribución e impactos de la rana introducida (*Scinax quinquefasciatus*)

⁸² Toral-Granda MV, Causton CE, Jäger H, Trueman M, Izurieta JC, Araujo E, et al. (2017) Alien species pathways to the Galapagos Islands, Ecuador. PLoS ONE 12(9): e0184379

⁸³ Rentería JL & CE Buddenhagen. 2006. Invasive plants in the *Scalesia pedunculata* forest at Los Gemelos, Santa Cruz, Galapagos. Noticias de Galápagos - Galapagos Research 64:31-35.

⁸⁴ Rentería JL, MR Gardener, FD Panetta, R Atkinson & MJ Crawley. 2012. Possible impacts of the invasive plant *Rubus niveus* on the native vegetation of the *Scalesia* forest in the Galapagos Islands. PLoS One 7(10). Doi:10.1371/journal.pone.0048106.

⁸⁵ Jäger H, Tye A, Kowarik I (2007) Tree invasion in naturally treeless environments: impacts of quinine (*Cinchona pubescens*) trees on native vegetation in Galapagos. Biol Conserv 140:297–307

⁸⁶ Jäger H, Kowarik I (2010) Resilience of native plant community following manual control of invasive *Cinchona pubescens* in Galapagos. Restor Ecol 18:103–112

⁸⁷ Jäger H, Alencastro MJ, Kaupenjohann M, Kowarik I (2013) Ecosystem changes in Galapagos highlands by the invasive tree *Cinchona pubescens*. Plant Soil 371:629–640

⁸⁸ Jäger H (2015) Biology and impacts of Pacific Island invasive species. 11. *Cinchona pubescens* (red quinine tree) (Rubiaceae). Pac Sci 69(2):133–153

⁸⁹ Causton CE, Peck SB, Sinclair BJ, Roque-Albelo L, Hodgson CJ, Landry B. Alien insects: Threats and implications for conservation of Galápagos Islands. Conservation Biology and Biodiversity. 2006; 99: 121-143

Un hábitat que ha disminuido drásticamente es el bosque de *Scalesia* en Santa Cruz, dominado por el lechoso *Scalesia pedunculata*⁹⁰. Debido a las actividades agrícolas y a las especies de plantas y animales invasoras, se estima que el bosque cubre actualmente menos del 1% de su distribución original (imagen #20). Quedando solo 100 ha y es donde se enfocan los esfuerzos de restauración por parte de la DPNG.

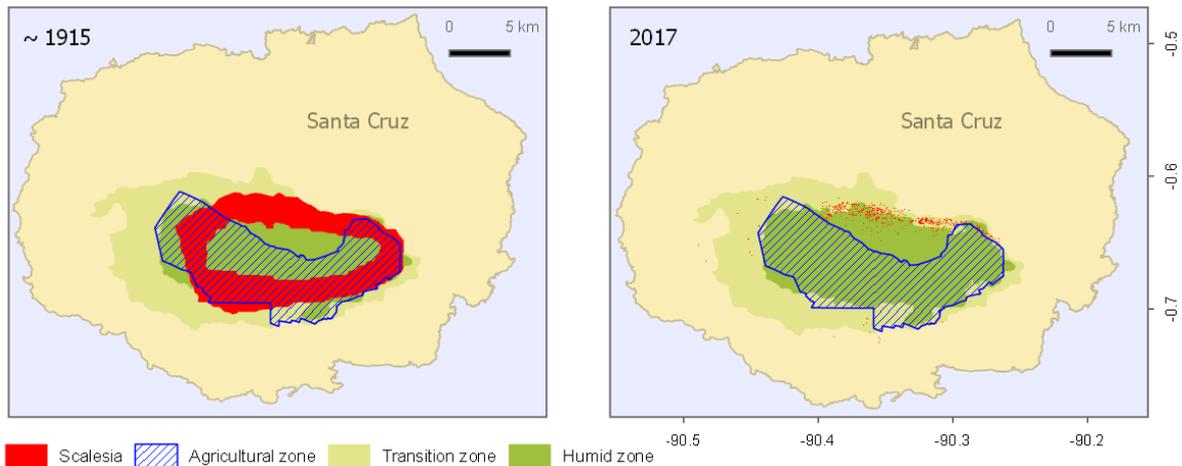


Imagen 22: Extensión del bosque de *Scalesia* en Santa Cruz en 1915 (izquierda, en rojo) y en 2017 (derecha, en rojo). Mapa de: Archivo FCD.

Resultados de nuestros monitoreos muestran que en solo 2 años, 27% de los árboles murieron⁹¹. Probablemente, es un proceso natural porque el bosque suele pasar por un ciclo de muerte y recuperación⁹². Pero debido a la sombra que causa la presencia de la mora en el bosque, las semillas de la *Scalesia* ya no pueden germinar⁸⁴. Nuestros estudios muestran que, en 4 años no ha habido regeneración natural de la *Scalesia* en Los Gemelos. Al mismo tiempo hubo una recuperación espectacular en áreas en donde la DPNG hizo control de mora⁹¹. Estos resultados muestran la necesidad de un control inmediato (bien planificado y cuidadoso) de la mora para evitar que el bosque de *Scalesia* desaparezca para siempre.

El control de la mora es un reto porque la mora produce muchas semillas, se reproduce rápidamente y el control con herbicidas puede tener un impacto negativo sobre la flora y fauna⁹³, también en el suelo. Es indispensable buscar alternativas de control más amigable

⁹⁰ Mauchamp A & R Atkinson. 2011. Rapid, recent and irreversible habitat loss: *Scalesia* forest on the Galapagos Islands. Galapagos Report 2011-2012. GNPS, GCREG, CDF and GC. Puerto Ayora, Galapagos, Ecuador.

⁹¹ Jäger H, S Buchholz, A Cimadom, S Tebbich, J Rodriguez, D Barrera, A Walentowitz, M Breuer, A Carrion, C Sevilla and C Causton. 2017. Restoration of the blackberry-invaded *Scalesia* forest: Impacts on the vegetation, invertebrates, and birds. Pp. 142-148. In: Galapagos Report 2015-2016. GNPD, GCREG, CDF and GC. Puerto Ayora, Galapagos, Ecuador.

⁹² Hamann, O. 1979. Dynamics of a stand of *Scalesia pedunculata* Hooker fil., Santa Cruz Island, Galapagos. Botanical Journal of the Linnean Society 78: 67-84.

⁹³ Filek, N., Cimadom, A., Schulze, C. H., Jäger, H. & Tebbich, S. The impact of invasive plant management on the foraging ecology of the Warbler Finch (*Certhidea olivacea*) and the Small Tree Finch (*Camarhynchus parvulus*). Journal of Ornithology

con el medio ambiente. Por ende, la FCD, en colaboración con el Centro para la Agricultura y Biociencia Internacional (CABI) en el Reino Unido y la DPNG, está trabajando en la búsqueda de un agente de control biológico de la mora. Las primeras dos etapas del proyecto ya están cumplidas, pero faltan los fondos para lograr terminar las cuatro etapas restantes. Mientras tanto, la mora se está dispersando rápidamente, impactando la flora y fauna de Galápagos.

Para poder planificar acciones de manejo para las especies de plantas en zonas húmedas de las Islas Galápagos, necesitamos conocer su distribución y abundancia. Para esto, la FCD utiliza imágenes satelitales de muy alta resolución e imágenes de drones para mapear la distribución de las especies vegetales dominantes, con énfasis en las invasoras. Hasta ahora hemos producido mapas a gran escala de estas especies en Santa Cruz y Floreana, pero faltan otras islas habitadas y Santiago.



Imagen 23: Proyecto de mapeo de especies invasoras en Isla Santa Cruz. Foto de: Marcelo Loyola, FCD.

Sobre todo, es importante conocer la distribución de la mora en Santiago, porque se ha dispersado explosivamente después de la erradicación de los chivos en esta isla y no se conoce los impactos de esta invasión. Los mapas de distribución de las plantas más invasoras ayudarán a la DPNG y otros tomadores de decisiones a planificar mejor las medidas de control. Al mismo tiempo son indispensables para acciones de conservación de las especies de flora y fauna amenazada. Por ejemplo, los mapas de la distribución de la *Scalesia pedunculata* también se pueden utilizar para identificar la vegetación circundante del pájaro brujo, especie amenazada en Santa Cruz.

Las especies de plantas y animales invasoras no solamente son problemáticas para la biodiversidad de las áreas protegidas en Galápagos, sino que también afectan la producción alimentaria en las islas habitadas. Actualmente existe poca información sistematizada sobre las plantas y animales introducidos en las zonas agropecuarias de las Islas Galápagos. Para asegurar el buen manejo de especies introducidas, es vital conocer su distribución y los impactos que generan las mismas. Además, es necesario investigar las consecuencias del uso de agroquímicos (herbicidas e insecticidas), utilizados para su control.

En colaboración con el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), hemos llevado a cabo un estudio en la zona agrícola de Santa Cruz que provee valiosa información que busca llenar

este vacío de conocimiento. Los resultados demostraron que las plantas invasoras mora, guayaba y sauco (*Cestrum auriculatum*) junto con la hormiga de fuego tropical (*Solenopsis geminata*) son las especies invasoras más problemáticas en las fincas. Obtuvimos información acerca de los agroquímicos utilizados para el control de estas especies y las concentraciones y frecuencia de aplicación. Los próximos pasos serán ayudar a estandarizar y enriquecer el conocimiento de los productores para el manejo de especies invasoras.

Adicionalmente, estamos estudiando la distribución de la rana de árbol invasora (*Scinax quinquefasciatus*) en Isabela y Santa Cruz, ya que existe poca información disponible sobre su distribución actual y modo de dispersión. De esta manera, estamos evaluando el potencial de invasión de la especie en todo el archipiélago. La investigación combina evaluaciones de campo, experimentos controlados y análisis dietéticos de laboratorio. Los resultados serán utilizados para formular acciones de manejo proactivas que puedan ser recomendadas a la Dirección del Parque Nacional Galápagos.

Búsqueda de Soluciones para el Control del Parásito Aviar, *Philornis downsi*, y para la Conservación de Aves Terrestres de Galápagos

El estado de algunas de las poblaciones de aves terrestres, en particular en islas habitadas, es crítico y existe la necesidad de frenar su declive y evitar extinciones adicionales como ha ocurrido ya en algunas islas. Especies en riesgo que requieren protección especial incluyen: la paloma de Galápagos, el pinzón arbóreo grande, el pájaro brujo de Galápagos, el pinzón de manglar, el pinzón carpintero, y el pinzón arbóreo mediano.

El estado de las aves terrestres en las islas Santa Cruz, San Cristóbal, Isabela y Floreana es de mayor preocupación debido a los altos números poblacionales de la mosca parasítica invasora, *Philornis downsi*, encontrados en estas islas y otras presiones como la reducción de hábitat, depredación por gatos y ratas, entre otras.

Es urgente conseguir financiamiento substancial que permita continuar con las investigaciones para encontrar una solución de corto y largo plazo que disminuya el impacto de *Philornis downsi*. La búsqueda de medidas complementarias (tales como la replantación de árboles y arbustos para refugio, alimento y anidación; trampeo de predadores; y creación de reservas), son esenciales para revertir el declive de las poblaciones de aves.

Recomendamos como medidas de mayor prioridad las siguientes:

- Pájaro brujo de Galápagos: Buscar mecanismos para evitar su extinción inminente en la Isla Santa Cruz, donde se estima que el número de pájaros brujos con territorios es 40;
- Paloma de Galápagos, el pinzón arbóreo grande y el pinzón carpintero: Identificar áreas con poblaciones importantes e identificar medidas de conservación;
- Pinzón de manglar: Implementar nuevas técnicas para eliminar roedores de un área de protección mayor del actual, y evaluar técnicas adicionales para proteger los polluelos de *Philornis downsi*;
- Pinzón arbóreo mediano: Restaurar Cerro Pajas en Floreana, el cual actualmente está invadido por una planta trepadora introducida y ampliar la zona de control de roedores.

Tabla 3. Presencia, declives y extinciones de poblaciones de aves terrestres en las islas de Galápagos (islas habitadas en gris). Especies con categorías de UICN en rojo: VU – Vulnerable, EN – En peligro, CR – En peligro crítico, EX* – Extinto (pero avistamientos hasta 2008). Las otras especies tienen la categoría LC – Preocupación menor.

● Poblaciones de aves estables; ● poblaciones en declive (datos del Programa de Conservación de Aves Terrestres FCD y DPNG); ● especie reportada en el pasado, no encontrado en monitoreo recientes (2016-2018); X ausencia confirmada – considerado extinto en esta isla. (X) ausencia confirmada – presencia anterior en la isla dudosa.

Especie	Baltra	Española	Fernandina	Floreana	Genovesa	Isabela	Marchena	Pinta	Pinzón	Rábida	San Cristóbal	Santa Cruz	Santa Fé	Santiago	Darwin y Wolf
Pinzón pequeño de tierra	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	
Pinzón mediano de tierra	●		●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	
Pinzón grande de tierra	●		●	X	●	●	●	●	●	●	X	●	●	●	Wolf
Pinzón de pico afilado			●	X		(X)		●			X	X		●	
Pinzón de tierra de Genovesa VU					●										
Pinzón vampiro VU															●
Pinzón de cactus	●			●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	
Pinzón de cactus de Española VU		●													
Pinzón de cactus de Genovesa VU					●										
Pinzón pequeño de árbol	●		●	●		●		●	●	●	●	●	●	●	
Pinzón mediano de árbol CR				●											
Pinzón grande de árbol VU			●	(X)		●	●	●	X	●	●	●	●	●	
Pinzón carpintero VU			●			●		●	●	●	●	●	●	●	
Pinzón de manglar CR			●			●									
Pinzón vegetariano	●		●	X		●	●	●	●	●	●	●		●	

Tabla 4 cont. Presencia, declives y extinciones de poblaciones de aves terrestres en las islas de Galápagos (islas habitadas en gris). Especies con categorías de UICN en rojo: VU – Vulnerable, EN – En peligro, CR – En peligro crítico, EX* – Extinto (pero avistamientos hasta 2008). Las otras especies tienen la categoría LC – Preocupación menor.

● Poblaciones de aves estables; ● poblaciones en declive (datos del Programa de Conservación de Aves Terrestres FCD y DPNG); ● especie reportada en el pasado, no encontrado en monitoreo recientes (2016-2018); X ausencia confirmada – considerado extinto en esta isla. (X) ausencia confirmada – presencia anterior en la isla dudosa.

Especie	Balra	Española	Fernandina	Floreana	Genovesa	Isabela	Marchena	Pinta	Pinzón	Rábida	San Cristóbal	Santa Cruz	Santa Fé	Santiago	Darwin y Wolf
Pinzón cantor verde VU			●			●			●	●		●		●	
Pinzón cantor gris		●		X	●		●	●			●		●		●
Cucuve de Galápagos	●		●		●	●	●	●		●		●	●	●	●
Cucuve de Española VU		●													
Cucuve de Floreana EN				●											
Cucuve de San Cristóbal EN										●					
Papamosca de Galápagos	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	
Pájaro brujo pequeño VU			●	X		●	●	●	●	●		●	●	●	
Pájaro brujo de San Cristóbal EX*											●				
Canario amarillo	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Golondrina de Galápagos EN	●	●	●	●		●			●	●	●	●	●	●	
Paloma de Galápagos	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Cuclillo	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Garrapatero	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
Pachay VU			●	X		●		●	●		X	●		●	
Gallareta				●		●					●	●			
Gallinula		●	●	●		●					●	●			
Lechuza de campanario	●	●	●	X	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
Búho de campo	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Gávilan de Galápagos VU		●	●	X		●	●	●	●	●	X	X	●	●	

Declaración de Expertos – Asistentes al Taller de *Philornis* (2018) Aprobado por la Dirección del Parque Nacional Galápagos.

Nosotros, los participantes de los talleres internacionales “Búsqueda de Soluciones para el Control del Parásito Aviar, *Philornis downsi*, y para la Conservación de Aves Terrestres de Galápagos” realizados el 30 enero 2017 y 15 febrero 2018, sede Puerto Ayora, Isla Santa Cruz, luego de evaluar los datos presentados, concluimos lo siguiente:

1. El estado de algunas de las poblaciones de aves terrestres, en particular en islas habitadas, es crítico y existe la necesidad de frenar su declive y evitar extinciones adicionales como ha ocurrido ya en algunas islas. Especies en riesgo que requieren protección especial incluyen: la paloma de Galápagos, el pinzón arbóreo grande, el pájaro brujo de Galápagos, el pinzón de manglar, el pinzón carpintero, y el pinzón arbóreo mediano.
2. El estado de las aves terrestres en las islas Santa Cruz, San Cristóbal, Isabela y Floreana es de mayor preocupación debido a los altos números poblacionales de la mosca parasítica invasora, *Philornis downsi*, encontrados en estas islas y otras presiones como la reducción de hábitat, depredación por gatos y ratas, entre otras.
3. Es urgente conseguir financiamiento substancial que permita continuar con las investigaciones para encontrar una solución de corto y largo plazo que disminuya el impacto de *Philornis downsi*.
4. La búsqueda de medidas complementarias (tales como la replantación de árboles y arbustos para refugio, alimento y anidación; trampeo de predadores; y creación de reservas), son esenciales para revertir el declive de las poblaciones de aves.
5. Recomendamos como medidas de mayor prioridad las siguientes:
 - Pájaro brujo de Galápagos: Buscar mecanismos para evitar su extinción inminente en la Isla Santa Cruz, donde se estima que el número de pájaros brujos con territorios es 40;
 - Paloma de Galápagos, el pinzón arbóreo grande y el pinzón carpintero: Identificar áreas con poblaciones importantes e identificar medidas de conservación;
 - Pinzón de manglar: Implementar nuevas técnicas para eliminar roedores de un área de protección mayor del actual, y evaluar técnicas adicionales para proteger los polluelos de *Philornis downsi*;
 - Pinzón arbóreo mediano: Restaurar Cerro Pajas en Floreana, el cual actualmente está invadido por una planta trepadora introducida y ampliar la zona de control de roedores.

Firmado por las/los participantes de los talleres

Nombre Apellido	Institución
Walter Bustos	Dirección Parque Nacional Galápagos, Ecuador
Wilson Cabrera	Dirección Parque Nacional Galápagos, Ecuador
Jorge Carrión	Dirección Parque Nacional Galápagos, Ecuador
Rafael Chango	Dirección Parque Nacional Galápagos, Ecuador
Diana Gil Villacis	Dirección Parque Nacional Galápagos, Ecuador
Danny Rueda	Dirección Parque Nacional Galápagos, Ecuador
Christian Sevilla	Dirección Parque Nacional Galápagos, Ecuador
Paolo Piedrahita	Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), Ecuador
Sonia Kleindorfer	Flinders University, Australia
David Anchundia	Fundación Charles Darwin, Ecuador
Andrea Cahuana	Fundación Charles Darwin, Ecuador
Charlotte Causton	Fundación Charles Darwin, Ecuador
Francesca Cunninghame	Fundación Charles Darwin, Ecuador
Birgit Fessl	Fundación Charles Darwin, Ecuador
Arturo Izurieta	Fundación Charles Darwin, Ecuador
Heinke Jäger	Fundación Charles Darwin, Ecuador
Gustavo Jiménez	Fundación Charles Darwin, Ecuador
Paola Lahuatte	Fundación Charles Darwin, Ecuador
Ainoa Nieto	Fundación Charles Darwin, Ecuador
Courtney Pike	Fundación Charles Darwin, Ecuador
Erika Ramírez	Fundación Charles Darwin, Ecuador
Jacqueline Rodríguez	Fundación Charles Darwin, Ecuador
Lorena Rojas	Fundación Charles Darwin, Ecuador
Paola Carrión	Galapagos Science Center, Ecuador
Boaz Yuval Hebrew	University of Jerusalem, Israel
Tui De Roy	Independiente
Michael Dvorak	Independiente
Erwin Nemeth	Independiente
Enzo Reyes Massey	University of New Zealand
Sebastian Cruz	Max Planck Institute for Ornithology, Germany
Sandra Hervías Parejo	Mediterranean Institute for Advanced Studies, IMEDEA (CSIC-UIB), Spain
Alejandro Mieles	State University of New York, College of Environmental Science and Forestry, USA
Carolina Proaño	Tierra Mar, Ecuador
Sarah Knutie	University of Connecticut, USA
Johanna Harvey	University of Connecticut, USA
Rebecca Boulton	University of Minnesota, USA
George Heimpel	University of Minnesota, USA
Dale Clayton	University of Utah, USA
Sabrina McNew	University of Utah, USA
Arno Cimadom	University of Vienna, Austria
Christian Schulze	University of Vienna, Austria
Sabine Tebbich	University of Vienna, Austria

Galápagos Verde 2050: Restauración Ecológica y Prácticas Agrícolas Sostenibles

“Galápagos Verde 2050” es un proyecto multi-institucional e interdisciplinario que contribuye activamente a la conservación del capital natural de Galápagos y al bienestar humano, usando tres tecnologías ahorradoras de agua como herramientas para implementar un modelo exitoso tanto de restauración ecológica como de prácticas agrícolas sostenibles (Jaramillo et al. 2013b, c). En restauración ecológica trabajamos en dos líneas principales: restauración de ecosistemas degradados y recuperación de especies amenazadas; mientras que en prácticas agrícolas desarrollamos experimentos que buscan desarrollar un método que permita producir todo el año, promoviendo así el autoabastecimiento local^{94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106}.

Hasta septiembre del presente año contamos con 78 sitios de estudio distribuidos en 6 islas (Menendez and Jaramillo 2015). El componente de restauración ecológica hasta ahora incluye 34 sitios de estudio, distribuidos en las islas: Española, Floreana, parte Norte de Isabela, Plaza

⁹⁴ Jaramillo P (2015) Water-saving technology: the key to sustainable agriculture and horticulture in Galapagos to BESS Forest Club (April 2015).

⁹⁵ Higgs ES (1997) What is good ecological restoration ? Conservation Biology 11:338-348

⁹⁶ Jaramillo P, Guézou A, Mauchamp A, Tye A (2017a) CDF Checklist of Galapagos Flowering Plants - FCD Lista de especies de Plantas con flores de Galápagos. Charles Darwin Foundation Galapagos Species Checklist - Lista de Especies de Galápagos de la Fundación Charles Darwin.

⁹⁷ Simbaña W, Tye A (2009) Reproductive biology and responses to threats and protection measures of the total population of a Critically Endangered Galápagos plant, *Linum cratericola* (Linaceae). Botanical Journal of the Linnean Society 161:89-102

⁹⁸ Andrus N, Tye A, Nesom G, Bogler D, Lewis C, Noyes R, Jaramillo P, Ortega JF (2009) Phylogenetics of *Darwiniothamnus* (Asteraceae: Astereae) – molecular evidence for multiple origins in the endemic flora of the Galápagos Islands. Journal of Biogeography 36:15. doi:10.1111/j.1365-2699.2008.02064.x

⁹⁹ Tye A (2007) La flora endémica de Galápagos: aumentan las especies amenazadas. In: FCD, PNG, INGALA (eds) Informe Galápagos 2006-2007. Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador, pp 101-107

¹⁰⁰ Atkinson R, Jaramillo P, Simbaña W, Guézou A, Coronel V (2007) Avances en la conservación de las especies de plantas amenazadas de Galápagos. In: Informe Galápagos 2007-2008. Puerto Ayora, Galápagos, pp 105-110

¹⁰¹ Tye A, Jaramillo P (1999) Plantas Amenazadas en Varias Islas del Archipiélago. Informe Técnico de Viaje a la Isla San Cristóbal. Estación Científica Charles Darwin, Galápagos-Ecuador.

¹⁰² MAGAP (2014) "Plan de Bioagricultura para Galápagos: Una oportunidad para el buen vivir insular" (En preparación). Galápagos

¹⁰³ Guzmán JC, Poma JE (2015) Bioagricultura: Una oportunidad para el buen vivir insular. In: Cayot L, Cruz D (eds) Informe Galápagos 2013-2014. DPNG, CGREG, FCD y GC. Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador. pp 25-29

¹⁰⁴ Vélez N (2017) Efecto de retenedores de agua en la producción de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Crespa Salud en la Granja Experimental Yuyucocha provincia de Imbabura. Universidad Técnica del Norte, Ibarra-Ecuador

¹⁰⁵ COCOON (2015) Benefits of the COCOON Technology. <http://www.landlifecompany.com/>.

¹⁰⁶ Hoff P (2014) Groasis Technology: Manual de Instrucciones de plantación.1-27

Sur, Baltra y Santa Cruz. El objetivo de este componente es doble: restaurar ecosistemas para recuperar y/o mantener su capacidad de generar beneficios (servicios) para la población local y recuperar poblaciones de especies de plantas endémicas que están en peligro de extinción^{107, 108, 109}. Entre los logros más importantes en este componente incluyen los siguientes:

- En la Mina de Granillo en **Floreana** hemos logrado establecer un bosque de similares características al original en el 100% de la superficie intervenida.
- En **Baltra** hemos logrado establecer más de 4000 plantas en tres hectáreas y hemos establecido un corredor ecológico en el Aeropuerto Ecológico Seymour. Además, usando 12 especies nativas y endémicas de la isla hemos desarrollado un modelo experimental para restaurar los procesos ecológicos normales en ecosistemas de islas áridas^{110, 111, 112, 113}.
- En **Plaza Sur** hemos incrementado en 200% la población de cactus (*Opuntia echios* var. *echios*), especie cuya población había disminuido en el 85% en el último siglo y constituye el principal alimento de las iguanas terrestres^{100, 114}.
- En **Española** estamos desarrollando experimentos para reproducir cactus (*Opuntia megasperma* var. *orientalis*) y hemos obtenido varias plántulas a partir de semillas desde las heces de tortugas gigantes^{115, 116, 117}.

¹⁰⁷ Jaramillo P, Ortiz G, Masaquiza F, Rueda D, Tapia W, Gibbs J Galápagos Verde 2050 – Technology Innovation in Support of Ecological Restoration. In: Science, Conservation, and History in the 180 Years Since Darwin, 2015.

¹⁰⁸ Jaramillo P, Tapia W, Gibbs J (2017b) Action Plan for the Ecological Restoration of Baltra and Plaza Sur Islands, vol 2. Fundación Charles Darwin, Puerto Ayora.

¹⁰⁹ Jaramillo P, Tapia W, Gibbs J (2017c) Action Plan for the Ecological Restoration of Baltra and Plaza Sur Islands. 2:1-29.

¹¹⁰ Gibbs J (2013) Restoring Isla Baltra's Terrestrial Ecosystems: A Prospectus.1-19

¹¹¹ Jaramillo P, Jiménez E, Cueva P, Ortiz J Baltra: un reto para la restauración ecológica de ecosistemas áridos. In: Jornadas Ecuatorianas de Biología, Universidad de Santa Elena, 2013a.

¹¹² Sulloway FJ, Noonan KM (2015) Opuntia Cactus Loss in the Galapagos Islands, 1957-2014 (Pérdida de cactus Opuntia en las Islas Galápagos, 1957-2014). Puerto Ayora

¹¹³ Jaramillo P, Tapia W, Gibbs J (2017b) Action Plan for the Ecological Restoration of Baltra and Plaza Sur Islands, vol 2. Fundación Charles Darwin, Puerto Ayora

¹¹⁴ Sulloway FJ, Olila KJ, Sherman D, Queva S, Torres A (2014) Documentando cambios ecológicos en las islas Galápagos a través de tiempo desde de Darwin en Plaza Sur, Plaza Norte, Cerro Colorado (Santa Cruz), Santa Fe.:1-7

¹¹⁵ Coronel V Germinación de semillas de Opuntia megasperma de la Isla Española. In: III Congreso Ecuatoriano de Botánica, Quito-Ecuador, 2000. p 35

¹¹⁶ Coronel V (2002) Distribución y Re-establecimiento de *Opuntia megasperma* var. *orientalis* Howell. CACTACEAE en Punta Cevallos, Isla Española–Galápagos. Universidad del Azuay, 78 pp.

¹¹⁷ Gibbs JP, Marquez C, Sterling EJ (2008) The role of endangered species reintroduction in ecosystem restoration: tortoise–cactus interactions on Española Island, Galápagos. Restoration Ecology 16 (1):88-93. doi:doi.org/10.1111/j.1526-100X.2007.00265.x

- En **Santa Cruz** hemos incrementado la población de la scalesia de Puerto Ayora (*Scalesia affinis*) en un 35%^{118, 119, 120, 121}.
- En el **Norte de Isabela** hemos incrementado la población de galvezia (*Galvezia leucantha* var. *leucantha*) en un 80%.¹²².



Imagen 24: Proyecto de Restauración Ecológica, Galápagos Verde 2050. Fotos de: Archivo FCD.

En el componente de Prácticas Agrícolas Sostenibles estamos desarrollando experimentos en seis fincas de las islas Santa Cruz (3) y Floreana (3). Los sitios de estudio incluyen tanto cultivos en campo abierto como en invernaderos, teniendo como objetivos: evaluar la efectividad del uso de las tecnologías ahorradoras de agua, tanto en cultivos de ciclo corto como en cultivos perennes; y, analizar el costo/beneficio del uso de la Tecnología Groasis (TG) en la agricultura^{123, 124, 125, 126, 127}.

118 Jaramillo P (2005) *Scalesia affinis*, “la Scalesia de Puerto Ayora” casi extinta en Santa Cruz, propuesta para su conservación. Fundación Charles Darwin, Puerto Ayora, Galápagos

119 Vinueza Granda CP (2006) Germinación exsitu de semillas de *Scalesia affinis* Hook f. (Asteraceae), especie en peligro crítico de extinción en la isla Santa Cruz, Galápagos, mediante la utilización de fitoestimulantes biol y AG3. In: Informes de miniproyectos realizados por Voluntarios del Dpto de Botánica. Fundación Charles Darwin, Puerto Ayora, Galapagos, pp 170-192

120 Jaramillo P (2007) Amenazas para la Supervivencia de las Últimas Plantas de *Scalesia affinis*. El Colono. Parte II,

121 Atkinson R, Jaramillo P, Tapia W (2010) Establishing a new population of *Scalesia affinis*, a threatened endemic shrub, on Santa Cruz Island, Galapagos, Ecuador. In: Conservation Evidence, vol 6. pp 42-47

122 Guzmán B, Heleno R, Nogales M, Simbaña W, Traveset A, Vargas P (2016) Evolutionary history of the endangered shrub snapdragon (*Galvezia leucantha*) of the Galapagos Islands. Diversity and Distributions:1-14

123 Hoff P (2013) Waterboxx instrucciones de plantación. . Tecnología Groasis,

124 Hoff P (2014) Groasis Technology: Manual de Instrucciones de plantación.1-27

125 Rodríguez-Martínez AG (2017) Evaluación de un Hidrogel y Ácido Salicílico Durante el Crecimiento, Desarrollo y Rendimiento de un Cultivo de Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo Invernadero., Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, México

126 Jaramillo P, Tapia W, Romero ML, Gibbs J (2017d) Galápagos Verde 2050: Restauración ecológica de ecosistemas degradados y agricultura sostenible utilizando tecnologías ahorradoras de agua. Fundación Charles Darwin, Puerto Ayora, Isla Santa Cruz.

127 Vélez N (2017) Efecto de retenedores de agua en la producción de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Crespa Salud en la Granja Experimental Yuyucocha provincia de Imbabura. Universidad Técnica del Norte, Ibarra-Ecuador

Entre los cultivos evaluados se incluyó: brócoli, tomate, pimiento, sandía y melón, debido a que estos cultivos tienen alta importancia económica para los productores, especialmente los de tomate y pimiento, pues debido a su alta demanda son de producción permanente. Los resultados preliminares muestran que en cultivos de ciclo corto la rentabilidad es de 1,12 dólares por cada dólar invertido, proyectados en un periodo productivo de 5 años.

Además, del trabajo científico y técnico, nos hemos vinculado directamente con la comunidad local y se ha transmitido la información a través de herramientas como el libro “Siémbreme en tu Jardín”, talleres, conferencias y casas abiertas.

Los resultados preliminares del proyecto GV2050, muestran que mediante un trabajo cooperativo entre socios estratégicos y el involucramiento de actores gremiales e individuales se puede lograr las metas propuestas.



Imagen 25: Proyecto de Restauración Ecológica Galápagos Verde 2050. Foto de: Archivo FCD.

La magnitud de este proyecto hace que las visitas a cada isla sean poco frecuentes. No obstante, de aquello, en cada visita a los sitios de estudio en las islas pobladas, resulta evidente la presencia de especies invasoras, principalmente: *Lantana camara*, *Rubus niveus*, *Psidium guajava*, *Ricinus communis* y *Leucaena leucocephala*. Es por esto que además del trabajo normal del proyecto como parte del componente de restauración ecológica, realizamos la eliminación de dichas invasoras en cada sitio de estudio. Mientras que en el caso del componente de prácticas agrícolas sostenibles el involucramiento de la comunidad local, en este caso de los agricultores, resulta vital para no solo mantener sus propiedades productivas sino libres de especies invasoras. Sin embargo, sus esfuerzos resultan inútiles debido a que alrededor de sus propiedades tienen fincas abandonadas e invadidas, lo cual las convierte en focos dispersores de semillas.

Programa de Ecología de Movimiento de Tortugas de Galápagos: la importancia de la salud para el bienestar de los animales y su ecosistema.

El programa liderado por los Drs. Stephen Blake y Sharon L. Deem lleva 9 años trabajando en Galápagos para entender la migración de las tortugas gigantes, y los factores ecológicos, sociales y sanitarios que pueden afectar a la conservación de estas especies tan emblemáticas.

A lo largo de estos años, numerosos investigadores/as y donantes han contribuido en este programa, generando información de gran relevancia para el manejo de estas especies. Algunos de los resultados más importantes incluyen el establecimiento de los patrones y rutas de migración de las tortugas en las islas Santa Cruz, Española y el volcán Alcedo en la isla Isabela, probando por primera vez, cómo la migración de estos reptiles está directamente asociada con la calidad y disponibilidad de alimento. Se ha estudiado así mismo el rol ecológico de las tortugas como dispersoras de semillas e ingenieras del ecosistema, y la influencia de su ciclo reproductor en la migración.

En los últimos años se ha enfatizado el trabajo en las zonas de anidación para comprender, por un lado, cuáles son las principales amenazas que afectan a la eclosión de los huevos (¡y son muchas!), como por ejemplo el cambio climático o las especies introducidas, y cuál es la supervivencia de las tortuguitas bebés en libertad. En el año 2017, pudimos por primera vez determinar el sexo de las tortugas recién nacidas mediante un sencillo procedimiento llamado laparoscopia.



Imagen 26: Freddy Cabrera y Ainoa Nieto colaborando con la Dirección del Parque Nacional Galápagos en la protección y conservación de tortugas recién nacidas. Foto de: Joshua Vela, FCD.

Esta información es muy relevante ya que como sabemos, la temperatura de incubación es la que determina el sexo de nuestras tortuguitas. ¿Sabías que un aumento de un solo grado en el clima de Galápagos podría afectar seriamente a la proporción de machos y hembras que nacen en libertad cada año?

La salud es otro factor muy importante a tener en cuenta, que afecta de manera decisiva a la conservación y supervivencia de las especies. Estudiamos desde el 2017 qué enfermedades

presentan las tortugas, y cómo los impactos humanos pueden afectar, no sólo a la salud de las tortugas sino a otras especies animales (silvestres y domésticas) u ocasionar impactos sobre la salud de todo el ecosistema. Nuestros primeros resultados preliminares indican que las tortugas de Galápagos están dispersando bacterias resistentes a antibióticos. El abuso de medicamentos en salud humana y animales de granja está ocasionando a nivel mundial un dramático incremento de las bacterias resistentes a antibióticos. Es necesario estudiar en profundidad la salud de especies únicas como las tortugas, y tomar medidas urgentes que regulen el uso y adquisición de medicamentos. El trabajo con las instituciones locales es decisivo para desarrollar campañas de educación y sensibilización que ayuden a evitar futuros impactos para la salud humana y animal.

En el ámbito social, se requiere de acciones inmediatas en conjunto con instituciones como la ABG y el MAG, para identificar y conocer potenciales conflictos ocasionados por la estrecha convivencia entre tortugas silvestres y seres humanos. El objetivo final es encontrar soluciones y alternativas consensuadas con la comunidad local, que permitan mantener el equilibrio y la convivencia entre los agricultores y ganaderos locales, sin perder de vista el bienestar de la fauna silvestre de Galápagos, y la integridad de los ecosistemas de los que depende su conservación.



Imagen 27: Anne Guezou liderando una actividad educativa con estudiantes locales.
Foto de: Surya Castillo, FCD.

La conservación de especies únicas como las tortugas requiere de acciones urgentes y el trabajo conjunto de instituciones locales e investigadores. Necesitamos encontrar soluciones que aseguren la salud de los animales, los seres humanos y el medio ambiente, y que permita que las próximas generaciones puedan seguir disfrutando de estas islas encantadas¹²⁸.

¹²⁸ Abrahms, B., Seidel, D. P., Dougherty, E., Hazen, E. L., Bograd, S. J., Wilson, A. M., Getz, W. M. (2017). Suite of simple metrics reveals common movement syndromes across vertebrate taxa. *Movement Ecology*, 5(1), 1–11.

En conclusión

Aquí se resaltan las coincidencias y desconexiones entre los instrumentos normativos y los resultados que se obtienen de las investigaciones. Las decisiones buscan resolver los conflictos y urgencias más relevantes, pero hay temas estructurales y de principio que no han sido resueltos: el modelo de constante crecimiento es un formato que Galápagos no soporta. Sugerimos que, la implementación de una política complementaria e integral, junto un replanteamiento del modelo de desarrollo que debe existir en Galápagos, podría ayudar a incrementar la gobernabilidad de las áreas protegidas, lo cual se traduce inmediatamente en una mayor probabilidad de alcanzar la sostenibilidad de Galápagos y la viabilidad de las comunidades que habitan en el archipiélago.

Arturo Izurieta Valery, PhD

Director Ejecutivo

Fundación Charles Darwin para las Islas Galápagos

Bastille-Rousseau, G., Gibbs, J. P., Yackulic, C. B., Frair, J. L., Cabrera, F., Rousseau, L. P., Blake, S. (2017). Animal movement in the absence of predation: environmental drivers of movement strategies in a partial migration system. *Oikos*, 126(7), 1004–1019.

Bastille-Rousseau, G., Potts, J. R., Yackulic, C. B., Frair, J. L., Ellington, E. H., & Blake, S. (2016). Flexible characterization of animal movement pattern using net squared displacement and a latent state model. *Movement Ecology*, 4(1), 15.

Bastille-Rousseau, G., Yackulic, C. B., Frair, J. L., Cabrera, F., & Blake, S. (2016). Allometric and temporal scaling of movement characteristics in Galapagos tortoises. *Journal of Animal Ecology*, 85(5), 1171–1181.

Benitez-Capistros, F., Camperio, G., Hugé, J., Dahdouh-Guebas, F., & Koedam, N. (2018). Emergent conservation conflicts in the Galapagos Islands: Human-giant tortoise interactions in the rural area of Santa Cruz Island. *PLOS ONE*, 13(9), e0202268.

Blake, S., Guézou, A., Deem, S. L., Yackulic, C. B., & Cabrera, F. (2015). The Dominance of Introduced Plant Species in the Diets of Migratory Galapagos Tortoises Increases with Elevation on a Human-Occupied Island. *Biotropica*, 47(2), 246–258.

Blake, S., Wikelski, M., Cabrera, F., Guezou, A., Silva, M., Sadeghayobi, E., Jaramillo, P. (2012). Seed dispersal by Galapagos tortoises. *Journal of Biogeography*, 39(11), 1961–1972.

Blake, S., Wikelski, M., Deem, S., Gibbs, J., Parker, M., Flowers, S., Cabrera, F. (2015). The Ecology and Conservation of Migration in Galapagos Giant Tortoises. *Final Report. Charles Darwin Foundation*, (January).

Blake, S., Yackulic, C. B., Cabrera, F., Tapia, W., Gibbs, J. P., Kümmeth, F., & Wikelski, M. (2013). Vegetation dynamics drive segregation by body size in Galapagos tortoises migrating across altitudinal gradients. *Journal of Animal Ecology*, 82(2), 310–321.

Blake, S., Yackulic, C. B., Wikelski, M., Tapia, W., & Gibbs, J. P. (n.d.). Informe Galapagos 2013-2014. Biodiversidad y Restauración de Ecosistemas: la Migración de las Tortugas Gigantes de Galápagos Requiere de Esfuerzos de Conservación a Escala de Paisaje.

Ellis-Soto, D., Blake, S., Soultan, A., Guézou, A., Cabrera, F., & Lötters, S. (2017). Plant species dispersed by Galapagos tortoises surf the wave of habitat suitability under anthropogenic climate change. *PLoS ONE*, 12(7), 1–16.

P. G. Parker, S. L. Deem. (2010). Wildlife health monitoring and disease management, 39–63.

Sheldon, J. D., Stacy, N. I., Blake, S. C. V. P., Cabrera, F., & Deem, S. L. (2016). Comparison of Total Leukocyte Quantification Methods in Free-Living Galapagos Tortoises (*Chelonoidis spp*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 47(1), 196–205.

Científicos de la FCD que han participado en la elaboración de este documento

- Solange Andrade. solange.andrade@fcdarwin.org.ec
- María José Barragán. mariajose.barragan@fcdarwin.org.ec
- Stephen Blake, Sharon Deem, Ainoa Nieto, Anne Gezou. ainoa.nieto@fcdarwin.org.ec
- Salome Buglass. salome.buglass@fcdarwin.org.ec
- Charlotte Causton. charlotte.causton@fcdarwin.org.ec
- Francesca Cunninghame. Francesca.cunninghame@fcdarwin.org.ec
- Birgit Fessler. birgit.fessler@fcdarwin.org.ec
- Heinke Jäger. Heinke.jaeger@fcdarwin.org.ec
- Patricia Jaramillo. patricia.jaramillo@fcdarwin.org.ec
- Gustavo Jiménez-Uzcátegui. gustavo.jimenez@fcdarwin.org.ec
- Inti Keith. inti.keith@fcdarwin.org.ec
- Pelayo Salinas de León. pelayo.salinas@fcdarwin.org.ec
- Macarena Parra. macarena.parra@fcdarwin.org.ec