

UNA CONTRIBUCIÓN AL
MEJOR CONOCIMIENTO
Y CONSERVACIÓN DE
GALÁPAGOS:



Atlas de Galápagos

Ecuador

Especies Nativas e Invasoras

CI versu



Atlas de Galápagos

Ecuador

Especies Nativas e Invasoras



Comité editorial:

Pedro Araujo (WWF-Ecuador)
Hugo Arnal (WWF-Ecuador)
Byron Delgado (FCD)
Paola Díaz Freire (FCD)
Arturo Izurieta (FCD)
Gustavo Jiménez-Uzcátegui (FCD)
José R. Marín Jarrín (FCD)
Nicolás Moity (FCD)
Jorge Ramírez (anteriormente de WWF-Ecuador)
Michelle Schuiteman (FCD)

Coordinación gráfica de la publicación:

Rafaela Chiriboga (WWF-Ecuador)
Paola Díaz Freire (FCD)
Daniel Unda García (FCD)

Foto portada: © Tui De Roy

Ilustración digital de portada y contraportada: © Carlyn Iverson

Corrección de estilo, diseño, creación de infografías y diagramación:

Manthra Comunicación • www.manthra.ec • info@manthra.ec

Para citar el documento:

Fundación Charles Darwin (FCD) y WWF-Ecuador. (2018). *Atlas de Galápagos, Ecuador: Especies Nativas e Invasoras*. Quito, FCD y WWF-Ecuador.

Para citar un capítulo o una ficha (ejemplo):

Jiménez-Uzcátegui, G. y Parker P. G. (2018). "Viruela aviar, epiteloma contagioso". Fundación Charles Darwin (FCD) y WWF-Ecuador. (2018). *Atlas de Galápagos, Ecuador: Especies Nativas e Invasoras*. Quito, FCD y WWF-Ecuador: 158-159.

ISBN:

978-9978-353-94-3

Imprenta EDIECUATORIAL utiliza papeles y tintas responsables con el medio ambiente.

Agradecimientos

La Fundación Charles Darwin (FCD) y World Wildlife Fund Inc. (WWF) desean reconocer el extraordinario apoyo que han recibido de múltiples personas e instituciones, quienes han aportado significativamente a la ejecución de nuestros programas y proyectos, y a nuestro desarrollo organizacional. Adicionalmente, muchas de estas personas e instituciones han colaborado o facilitado la preparación de las fichas, mapas e información para la elaboración de este atlas, por lo que tanto la Fundación Charles Darwin como WWF-Ecuador desean expresarles igualmente su agradecimiento.

Particularmente, la FCD está profundamente agradecida con la Dirección del Parque Nacional Galápagos (DPNG) por la concesión de los permisos de investigación y el apoyo logístico, incluyendo en oportunidades personal, a los proyectos de investigación. De la misma manera, la FCD desea agradecer a sus colaboradores por la participación y apoyo en muchas investigaciones que han generado información que ha permitido la preparación de este atlas:

- Galápagos Verde 2050 (FCD, DPNG, Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) Parroquial de Floreana, Capitanía de Puerto, ECOGAL, FAE; ECOGAL; ABG, Colegio Nacional de Galápagos, GAD de Santa Cruz, Galapagos Conservancy, Pikaia Lodge).
- Protección y recuperación del Pinzón de Manglar (*Camarhynchus heliobates*), ave en peligro de extinción (Universidad de Viena, Zoológico de San Diego, Centro Mixto del Consejo Superior de Investigación Científica, FCD, DPNG).
- Control de la mosca introducida *Philornis downsi* y su impacto en la biodiversidad (FCD, DPNG).
- Estudio de las poblaciones de aves marinas: Pingüino de Galápagos, Cormorán no volador y Albatros de Galápagos (FCD, DPNG).
- Conservación de las poblaciones de pequeñas aves terrestres (FCD, DPNG, Universidad de Missouri).
- Ecología, evaluación y manejo de pesquerías: pasos hacia la sostenibilidad (FCD, DPNG).
- Tiburones en la Reserva Marina Galápagos (RMG); Evaluación del estatus de poblaciones y uso de hábitat, conectividad y rutas migratorias (FCD, DPNG, Universidad de Miami, Universidad San Francisco de Quito (USFQ), Universidad de California Davis, Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE)).
- Mantas de la RMG; Evaluación del estatus de poblaciones y uso de hábitat, conectividad y rutas migratorias (FCD, DPNG, Manta Trust).
- Monitoreo Ecológico Submareal en la Reserva Marina de Galápagos (FCD, Conservation International (CI), DPNG, Agencia de Bioseguridad de Galápagos (ABG), INOCAR, CIIFEN, INAMHI, Instituto Nazca, WWF, USFQ, Universidad de Southampton, Universidad de Tasmania, ZMT, NOVA, Universidad de Southeastern, MAE, DPNG).
- Programa de Especies invasoras terrestres (FCD, DPNG, MAE).
- Tortugas marinas (FCD, DPNG, Queen's University Belfast).

- Conservación de Especies Amenazadas (FCD, DPNG).
- Estado actual y distribución de plantas no vasculares de Galápagos (FCD, DPNG).
- Proyecto Floreana (Island Conservation, DPNG).
- Hacia un Sistema de Manejo del Conocimiento sobre Especies Invasoras en las Islas Galápagos Fase I, 2014 (FEIG/FAN, FCD).

En línea con los agradecimientos anteriores, la FCD desea agradecer al Ministerio de Ambiente por el otorgamiento de los permisos y patentes necesarios para el funcionamiento de sus colecciones y el Museo de Historia Natural de la FCD (Base de datos de las Colecciones), fuente de importantes datos para este atlas.

Conjuntamente, tanto la FCD y WWF-Ecuador, desean agradecer el importante apoyo que a lo largo de muchos años recibieron del 'Helmsey Charitable Trust', sin cuyos aportes financieros y continuo incentivo no hubiésemos podido iniciar y concluir esta importante publicación.

WWF-Ecuador desea agradecer de una manera muy especial a su "Donante Anónimo (Anonymous Donor)" cuyo generoso aporte financiero a lo largo de muchos años hizo posible nuestra presencia en el Archipiélago de las Galápagos y también nuestro desarrollo organizacional.

Por último, la FCD y WWF-Ecuador desean reconocer la participación y apoyo de su propio personal, especialmente a quienes formaron parte del comité editorial de esta publicación, por haber abrazado con entusiasmo la idea de esta publicación desde sus inicios a fines de 2016. Se agradece también al personal que trabajó en ella desde su inicio, pero que ya no pertenece a la organización WWF-Ecuador, especialmente a Juan Carlos García.

- | | |
|-------------------------------------|-----------------------------------|
| • David Anchundia (FCD) | • Patricia Jaramillo (FCD) |
| • Pedro Araujo (WWF-Ecuador) | • Gustavo Jiménez-Uzcátegui (FCD) |
| • Hugo Arnal (WWF-Ecuador) | • José Marín Jarrín (FCD) |
| • Rafaela Chiriboga (WWF-Ecuador) | • Nicolás Moity (FCD) |
| • Byron Delgado (FCD) | • Gustavo Morejón (FCD) |
| • Paola Díaz Freire (FCD) | • Diego Núñez (FCD) |
| • Julio Gallegos (Facilitador, FCD) | • Jacqueline Rodríguez (FCD) |
| • Arturo Izurieta Valery (FCD) | • Michelle Schuiteman (FCD) |
| • Heinke Jäger (FCD) | |

Fundación Charles Darwin y WWF-Ecuador



Atlas de
Galápagos
Ecuador

Especies Nativas e Invasoras

Índice

Autores	9
Autores de fotos e ilustraciones	12
Siglas	13
Prólogo	15
Introducción	16
1. EL ARCHIPIÉLAGO DE GALÁPAGOS	18
Geología de las islas Galápagos	20
Corrientes y clima	22
Observaciones de Charles Darwin	26
Las islas Galápagos y la presencia humana	28
Las especies introducidas en Galápagos	34
Ecosistemas	36
2. PERFILES DE ESPECIES Y GRUPOS	38
Estructura y contenido de las fichas	40
Metodología de los mapas	44
ESPECIES NATIVAS	46
Lamilla o lechuga de mar de Galápagos	49
ASTERÁCEAS ENDÉMICAS	51
Margarita de Darwin	53
Lecocarpus de Darwin.....	55
Lechoso o tabaquillo	57
Cactus gigante.....	59
MANGLARES	61
Mangle rojo	63
Galvezia	65
LÍQUENES	67
Liquen con clavas espinosas de gladiador	69
CORALES	71
Coral pétreo lobata.....	73

CARACOLES NAESIOTUS	75
Caracol nux	77
Abeja carpintera	79
HORMIGAS ENDÉMICAS	81
Hormiga carpintera de Galápagos	83
LANGOSTAS ESPINOSAS	85
Langosta roja	87
Erizo lapicero	89
Pepino de mar	91
Tiburón ballena	93
Tiburón tigre	95
Tiburón martillo	97
Manta oceánica gigante	99
Bacalao	101
IGUANAS MARINAS	103
Iguana marina godzilla	105
Iguana rosada	107
Iguana de Santa Fe	109
Tortuga verde	111
TORTUGAS GIGANTES DE GALÁPAGOS	113
Tortuga gigante del este de Santa Cruz	115
Tortuga gigante de Pinzón	117
Pingüino de Galápagos	119
Albatros de Galápagos	121
Piquero de patas azules de Galápagos	123
Paloma de Galápagos	125
LECHUZAS	127
Lechuza de campo	129
CUCUVES	131
Cucuve de Floreana	133

PINZONES	135
Pinzón de manglar	137
Pinzón de tierra pequeño	139
ROEDORES ENDÉMICOS	141
Ratón Nesoryzomys	143
MURCIÉLAGOS.....	145
Murciélago rojo de Galápagos.....	147
LOBOS MARINOS.....	149
Lobo fino.....	151
Lobo marino	153
ESPECIES INVASORAS.....	154
PATÓGENOS Y PARÁSITOS	157
Viruela aviar	159
Guayaba.....	161
Mora	163
Caracol gigante africano	165
Mosca parásita Philornis.....	167
HORMIGAS INVASORAS.....	169
Hormiga tropical de fuego u hormiga negra	171
Rana arbórea.....	173
Garrapatero	175
ROEDORES INVASORES	177
Rata negra	179
Gato asilvestrado	181
3. DISTRIBUCIÓN DE TORTUGAS GIGANTES, CUCUVES Y PINZONES DE GALÁPAGOS	182
Mapa de distribución de tortugas gigantes	184
Mapa de distribución de cucuves	186
Mapa de distribución de pinzones	188
Literatura citada	190
Índice alfabético	210

Autores

David Acuña-Marrero
Massey University
d.acuna.marrero@massey.ac.nz

David Anchundia
Fundación Charles Darwin
david.anchundia@fcdarwin.org.ec

Eddy Araujo
Dirección del Parque Nacional Galápagos
eddy.araujo@galapagos.gob.ec

Hugo Arnal
WWF-Ecuador
hugo.arnal@wwf.org.ec

Stuart Banks
Conservation International
sbanks@conservation.org

Dee Boersma
University of Washington
boersma@uw.edu

Salomé Buglass
Fundación Charles Darwin
Salomé.buglass@fcdarwin.org.ec

Frank Bungartz
Arizona State University
frank.bungartz@gmail.com

Víctor Carrión González
Island Conservation
victor.carrion@islandconservation.org

Charlotte Causton
Fundación Charles Darwin
charlotte.causton@fcdarwin.org.ec

Marilyn Cruz
Agencia de Bioseguridad de Galápagos
marilyn.cruz@abgalapagos.gob.ec

Francesca Cunninghame
Fundación Charles Darwin
francesca.cunninghame@fcdarwin.org.ec

Byron Delgado
Fundación Charles Darwin
byron.delgado@fcdarwin.org.ec

Paola Díaz Freire
Fundación Charles Darwin
paola.diaz@fcdarwin.org.ec

Edison Encalada
Universidad Central de Ecuador
zoovet25ecu@yahoo.es

Gregory B. Estes
greg@galapagosnaturalist.com

Mariuxi Farias
WWF-Ecuador
mariuxi.farias@wwf.org.ec

Birgit Fessler
Fundación Charles Darwin
birgit.fessler@fcdarwin.org.ec

Juan Carlos García
juancarlos@trekecuador.com

Stephen T. Garnett
Charles Darwin University
stephen.garnett@cdu.edu.au

Dennis Geist
University of Idaho
dgeist@uidaho.edu

Gabriele Gentile
Universidad de Roma Tor Vergata
gabriele.gentile@uniroma2.it

James P. Gibbs
State University New York
jpgibbs@esf.edu

Stephen Gregory
University of Oxford
stephendavidgregory@gmail.com

Ulf Hardter
ulf.hardter@gmail.com

Karyn Harpp
Colgate University
kharpp@colgate.edu

Donna Harris
University of Oxford
donna.harris@gmail.com

Henri Herrera Moreno
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
henri.wherrera@gmail.com

Kathryn P. Huyvaert
Colorado State University
kate.huyvaert@colostate.edu

Arturo Izurieta Valery
Fundación Charles Darwin
arturo.izurieta@fcdarwin.org.ec

Juan Carlos Izurieta
Observatorio de Turismo/Ministerio de Turismo
jcizurieta@turismo.gob.ec

Alejandro Ibáñez
Technical University of Braunschweig
a.ibanez-ricoma@tu-braunschweig.de

Heinke Jäger
Fundación Charles Darwin
heinke.jaeger@fcdarwin.org.ec

Patricia Jaramillo Diaz
Fundación Charles Darwin
patricia.jaramillo@fcdarwin.org.ec

Gustavo Jiménez-Uzcátegui
Fundación Charles Darwin
gustavo.jimenez@fcdarwin.org.ec

David Macdonald
University of Oxford
david.macdonald@zoo.ox.ac.uk

Jefreys Málaga
Dirección del Parque Nacional Galápagos
jmalaga@galapagos.gob.ec

José R. Marín Jarrín
Fundación Charles Darwin
jose.marin@fcdarwin.org.ec

Cruz Márquez
Herpetólogo independiente
cruzcallw@gmail.com

Jefferson Márquez
Natural Habitat Adventures
pirata1223@yahoo.com

Lady Márquez
Ecology Project International
lady@ecologyproject.org

Patricia Marti-Puig
patypuig@gmail.com

Gary F. McCracken
University of Tennessee
gmccrack@utk.edu

Nicolás Moity
Fundación Charles Darwin
nicolas.moity@fcdarwin.org.ec

Luis Ortiz-Catedral
Massey University
L.Ortiz-Catedral@massey.ac.nz

Diego Páez-Rosas
Universidad de San Francisco de Quito
dpaez@usfq.edu.ec

Christine Parent
University of Idaho
ceparent@uidaho.edu

Patricia G. Parker
Department of Biology/WildCare Institute
pparker@umsl.edu

Macarena Parra
Fundación Charles Darwin
macarena.parra@fcdarwin.org.ec

David Paz-García
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste
dpaz@cibnor.mx

Paolo Piedrahita
Escuela Superior Politécnica del Litoral
ppiedra@espol.edu.ec

Galo Quezada
Dirección del Parque Nacional Galápagos
gquezada@galapagos.gob.ec

Jorge Ramírez
jorge.ramirez.glez@gmail.com

Harry Reyes
Dirección del Parque Nacional Galápagos
hreyes@galapagos.gob.ec

Gonzalo Rivas-Torres
Universidad San Francisco de Quito
grivast@usfq.edu.ec

Jacqueline Rodríguez
Fundación Charles Darwin
jacqueline.rodriguez@fcdarwin.org.ec

Danny Rueda
Dirección del Parque Nacional Galápagos
drueda@galapagos.gob.ec

Pelayo Salinas-de-León
**Fundación Charles Darwin/Pristine Seas,
National Geographic Society**
pelayo.salinas@fcdarwin.org.ec

Sebastian Steinfartz
Technical University of Braunschweig
s.steinfartz@tu-bs.de

Washington Tapia
Galápagos Conservancy
wtapiaa@gmail.com

M. Verónica Toral-Granda
Charles Darwin University
veronica.toral-granda@cdu.edu.au

Mandy Trueman
Charles Darwin University
mandy.trueman@cdu.edu.au

Alan Tye
International Union for the Conservation of Nature
alantye@gmail.com

F. Hernán Vargas
The Peregrine Fund
hvargas@peregrinefund.org

Hermann Wagner
RWTH Aachen University
wagner@bio2.rwth-aachen.de

Jon Witman
Brown University
jon_witman@brown.edu

H. Glyn Young
Durrell Conservation Trust
glyn.young@durrell.org

Kerstin K. Zander
Charles Darwin University
kerstin.zander@cdu.edu.au

Agencia de Regulación y Control de la Bioseguridad
y Cuarentena para Galápagos
www.bioseguridadgalapagos.gob.ec

Mapas

Pedro Araujo
WWF-Ecuador
pedro.araujo@wwf.org.ec

Byron Delgado
Fundación Charles Darwin
byron.delgado@fcdarwin.org.ec

Nicolás Moity
Fundación Charles Darwin
nicolas.moity@fcdarwin.org.ec

Autores de fotos e ilustraciones

Fotos

Hugo Arnal (121, 125)

Salomé Buglass (30)

Frank Bungartz (69)

Charlotte Causton (165)

Francesca Cunninghame (182)

Tui De Roy (16-17, 18-19, 23, 24-25, 34, 38-39, 79, 109, 111, 115, 117, 119, 123, 129, 175, 184, 188)

Armando del Rosario (101)

Thomas Dutton (182)

Michael Dvorak (137, 139)

Donna Harris (143)

Alex Hearn (91)

Henri Herrera Moreno (83, 171)

Alejandro Ibáñez (105)

Juan Carlos Izurieta (32)

Heinke Jäger (161, 163, 173)

Patricia Jaramillo (53, 55, 57, 59, 65)

Inti Keith (49, 73)

Gary F. McCracken (147)

Nicolás Moity (63, 87)

Hugues Mouret (167)

Luis Ortiz-Catedral (133)

Diego Páez-Rosas (151, 153)

Patricia G. Parker (159)

Christine Parent (77)

Jorge Ramírez (30)

Sam Rowley (182)

Pelayo Salinas-de-León (93, 95, 97, 99)

Heidi Snell (179)

Washington Tapia (107)

Joshua Vela Fonseca (28)

Daniela Vilema (181)

Jon D. Witman (89)

Pinturas digitales donadas por:

Carlyn Iverson

Absolute Science Studios

www.carlyniverson.com

Daniel Unda-García (102)

www.danielunda.com

Ilustración donada por:

Juan Manuel Carrión (186)

Ornitólogo e ilustrador de la naturaleza

info@juanmanuelcarrion.com

Siglas

ABG Agencia de Regulación y Control de la Bioseguridad y Cuarentena para Galápagos

ACAP Acuerdo de Conservación de Albatros y Petreles

CITES Convención sobre el Comercio Internacional de las Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres

CMS Convención sobre la Conservación de Especies Migratorias

DPNG Dirección del Parque Nacional Galápagos

ECCD Estación Científica Charles Darwin

ENOS El Niño-Oscilación del Sur

FCD Fundación Charles Darwin

GAD Gobierno Autónomo Descentralizado

LOREG Ley Orgánica de Régimen Especial de Galápagos

PET Pacífico Este Tropical

PNG Parque Nacional Galápagos

RMG Reserva Marina Galápagos

SICGAL Sistema de Inspección y Cuarentena de Galápagos

SIG Sistemas de Información Geográfica

UICN Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

Prólogo

Ante la situación de deterioro ambiental a nivel mundial, que causa miles de extinciones de plantas y animales, cabe preguntarnos: ¿hasta cuándo podremos mantener la biodiversidad y los procesos ecológicos intactos en las islas Galápagos?, ¿qué hemos hecho para su conservación?, ¿cuáles son las principales amenazas? y ¿qué podemos hacer en el futuro para lograr los objetivos de conservación del archipiélago? El *Atlas de Galápagos, Ecuador: Especies Nativas e Invasoras* nos ayudará a responder estas grandes interrogantes.

La biodiversidad de las islas oceánicas posee características, como la sencillez ecológica, la mansedumbre y defensas bajas contra especies exóticas, que la hacen más susceptible a extinciones que las biotas continentales. Por ejemplo, de las 94 especies de aves extinguidas en el planeta desde el contacto con los europeos, solo nueve fueron continentales, mientras que las 83 restantes fueron de islas oceánicas. Esta comparación muestra que las extinciones causadas por los seres humanos son más frecuentes en islas. La introducción, intencional o accidental, de especies continentales es una de las principales causas de las extinciones insulares, debido a que las especies nativas y endémicas carecen de defensas contra el pastoreo, la depredación o la incidencia de enfermedades y parásitos continentales.

Los 70 autores de esta obra son profesionales nacionales e internacionales, muchos de los cuales son científicos de renombre internacional dedicados a las investigaciones a largo plazo, con el apoyo de tres organizaciones de conservación e investigación de Galápagos: la Dirección del Parque Nacional Galápagos (DPNG), la Fundación Charles Darwin (FCD) y WWF-Ecuador. Su trabajo colectivo provee información

introdutoria básica sobre geología, clima, observaciones importantes del naturalista Charles Darwin, historia de asentamientos humanos, especies introducidas y actividades de pesca y turismo como principales fuentes generadoras de divisas.

Esta narrativa sirve como punto de partida para entender fácilmente la magnitud del impacto de las especies introducidas en el archipiélago sobre las especies endémicas y nativas, así como sobre los ecosistemas terrestres, marino-costeros y oceánicos, tanto en zonas protegidas como no protegidas (áreas urbanas y rurales). Las fichas de 16 grupos de plantas y animales y 45 especies individuales proveen información actualizada sobre el nivel del conocimiento científico adquirido, su estado de conservación y necesidades de investigación, complementada con ilustraciones, infografías y mapas de su distribución en el archipiélago.

La sección “Necesidades de información” identifica los vacíos de conocimiento, con el objetivo de mejorar el entendimiento del funcionamiento de los ecosistemas. Esta sección representa un llamado al desarrollo de nuevas líneas de investigación científica, que pueden ser útiles para la restauración de los ecosistemas y la adopción de medidas de manejo para eliminar o mitigar los efectos de las especies introducidas.

La claridad de este atlas lo hace accesible para una audiencia amplia, constituyéndose como una herramienta esencial para la toma de decisiones en gestión ambiental. Indudablemente, es una obra de referencia y consulta permanente para tomadores de decisiones, público en general, docentes y estudiantes interesados en las ciencias naturales y en la protección de las islas Galápagos, Patrimonio Natural de la Humanidad.

*Hernán Vargas, PhD
Director Programa Neotropical de Ciencia
y Capacitación de Estudiantes
The Peregrine Fund
Quito, Ecuador*



Introducción



Desde sus inicios como organizaciones, en 1959 y 1962 respectivamente, el trabajo de la Fundación Charles Darwin (FCD) y de WWF (antes conocida como Fondo Mundial para la Naturaleza) para las islas Galápagos ha estado íntimamente relacionado. Tanto ha sido así que, a pocos meses de haberse creado, una de las contribuciones más grandes de la recién establecida WWF fue el desarrollo de la Estación Científica Charles Darwin (ECCD), en Puerto Ayora, isla de Santa Cruz. Desde entonces, a lo largo de más de medio siglo, estas organizaciones han dedicado un gran esfuerzo para contribuir a la conservación del archipiélago de Colón, las mundialmente famosas islas Galápagos.

La FCD y WWF han hecho aportes extraordinarios a Galápagos de manera conjunta o independiente. Cada organización, con mayor énfasis en sus fortalezas. La FCD, en los ámbitos de investigación científica aplicada a la conservación y desarrollo del archipiélago, y WWF, facilitando y cooperando en complejos procesos de planificación y manejo para la conservación. Entre los más importantes se destacan: (1) la creación de la Reserva Marina Galápagos (RMG), (2) la planificación de las áreas

protegidas del archipiélago, (3) el desarrollo de esquemas de turismo y uso público sostenibles, (4) el estudio y manejo de especies exóticas invasoras, (5) el establecimiento de mecanismos financieros de largo plazo, (6) la creación de capacidades humanas altamente especializadas y comprometidas con las islas, incluyendo la existencia de programas para becarios, y (7) el desarrollo de proyectos bi y multilaterales para el archipiélago, por mencionar solo algunos de los campos en los que ambas organizaciones han coincidido durante tantas décadas.

La FCD y WWF han producido algunos de los más importantes compendios científicos para la conservación de las islas y el desarrollo de sus habitantes. Comenzando en 1996, a partir de una iniciativa de WWF y la otrora Fundación Natura, se inició la serie *Galapagos Report/Informe Galápagos*, que luego fue continuada y renovada por la FCD en 2006. Otro importante hito de la cooperación de estas organizaciones con Galápagos y el Ecuador se dio en 2002, cuando produjeron el estudio *Visión para la biodiversidad de las islas Galápagos*, con la participación de reconocidos especialistas nacionales y extranjeros. Esta publicación proporcionó al



Gobierno de Ecuador información y análisis, con la resultante propuesta, para avanzar hacia la sostenibilidad de Galápagos y evitar pérdidas irreparables en su biodiversidad y ecosistemas.

La información contenida en este atlas es una recopilación de años de trabajo de investigación y de información. La FCD y WWF lo produjeron gracias al esfuerzo tanto de científicos y técnicos de ambas instituciones como de otros colaboradores nacionales e internacionales. Es el interés de ambas organizaciones que la disseminación de la información contenida en este volumen permita a todo público, especialmente a los galapagueños, participar en los procesos de corresponsabilidad y toma de decisiones sobre su futuro y el de su hogar, el archipiélago de Colón.

En este primer *Atlas de Galápagos* se presenta información sobre el origen de las islas, la relevancia de las corrientes marinas, la influencia de Charles Darwin, aspectos socioeconómicos, información geográfica y de las especies seleccionadas, según criterios como su importancia biológica, cultural, ecológica y de conservación del archipiélago. La elaboración de esta

publicación atravesó un proceso interesante de definición de enfoque y contenido, de acuerdo con lineamientos de manejo y presentación de la información, con el objetivo de generar un gran impacto de alto interés en quienes lo utilicen.

La investigación es un campo cambiante y la información de las fichas técnicas de este documento representa datos disponibles al año 2017. El reto de la ciencia es llenar, en la medida de lo posible, los vacíos de información de forma que permita entender mejor los comportamientos de la biodiversidad y cómo actuamos ante ella. Por lo tanto, este atlas nos motiva como instituciones a seguir apoyando la generación del conocimiento.

Como directores de la Fundación Charles Darwin (FCD) y el Programa Ecuador de WWF, nos complace entregar el *Atlas de Galápagos, Ecuador: Especies Nativas e Invasoras* a los amantes de la naturaleza, estudiantes, visitantes, tomadores de decisiones, técnicos e investigadores. Confiamos que será un referente activo sobre el primer Patrimonio Mundial Natural de la Humanidad.

Arturo Izurieta Valery, PhD
Director Ejecutivo Fundación Charles Darwin

Hugo Arnal, MSc
Director WWF-Ecuador



El archipiélago de
Galápagos



Geología de las islas Galápagos

Casi todas las islas Galápagos son volcanes y se formaron por la erupción de magma generada en la profundidad de la Tierra. Las islas están ubicadas al sur de una cresta submarina —el Punto de Expansión de Galápagos—, que es el límite entre las placas tectónicas de Nazca y Cocos. Las islas se encuentran en la placa de Nazca, que se mueve casi 37 mm hacia el este cada año. El origen del magma de Galápagos probablemente sea de un penacho del manto que se extiende hasta más de 1 000 km de profundidad¹.

Debido al movimiento de la placa de Nazca hacia el este sobre el penacho del manto, los volcanes occidentales del archipiélago son históricamente activos y no se han encontrado rocas mayores a 200 000 años. Sin embargo, San Cristóbal, localizada en el extremo este del archipiélago, tiene lavas mayores a dos millones de años, aunque las lavas viejas están parcialmente cubiertas por lavas menores. Tanto los volcanes viejos como los jóvenes están alineados de norte a sur en dirección oblicua al movimiento de la placa. Mientras que el alineamiento de Wolf-Darwin con tendencia noroeste y la tendencia este-noreste cerca de la isla Genovesa se deben a la combinación de presiones que se desarrollan entre el penacho del manto y el Punto de Expansión de Galápagos².

El tipo de roca dominante en las islas Galápagos es de lava basáltica*, que se origina de fisuras y respiraderos aislados en la cumbre de los volcanes y en los cientos de respiraderos satelitales. El material piroclástico basáltico (escoria y ceniza) está restringido a un área menor a un kilómetro desde los respiraderos. Los volcanes Alcedo y Rábida son excepcionales; ambos tuvieron erupciones explosivas de pómez riolítica^{3,**}. Este tipo de erupciones también ocurren por la producción rápida de vapor, cuando el magma caliente hace contacto con el agua del mar o el agua empozada en las calderas, lo que puede crear tobas volcánicas que bordean las costas de muchas de las islas.

El archipiélago está dividido en varias subprovincias geológicas con base en las edades de los volcanes, en su forma y en la composición de sus lavas⁴. La subprovincia *vieja* comprende las islas Española⁵, Santa Fe⁶ y Baltra⁷, que son los restos de fallas intensas de volcanes ancianos subaéreos que estuvieron activos aproximadamente desde hace tres a un millón de años.

La subprovincia *central* está compuesta por las islas San Cristóbal⁸, Santa Cruz⁷ y Santiago^{9, 10}. Sus volcanes tienen pendientes relativamente suaves, carecen de caldera y cada uno tiene sistemas alineados de respiraderos satelitales. Por otro lado, la isla Floreana es única y no se ajusta naturalmente en las otras subdivisiones^{11, 12}; su topografía es suave, está cubierta de conos de escoria y tiene una larga historia de vida. Muchos tipos de lava de Floreana contienen fragmentos de las rocas de magmas que surgieron de la parte baja de la placa de Nazca.

La subprovincia *occidental* está compuesta por los volcanes históricamente activos de las islas Isabela y Fernandina y el volcán Roca Redonda. Estos volcanes de escudo tienen formas simétricas, pendientes escarpadas y calderas enormes. Estudios de la deformación de los volcanes indican que el magma reside en cámaras con menos de dos kilómetros debajo de cada una de las calderas^{13, 14}.

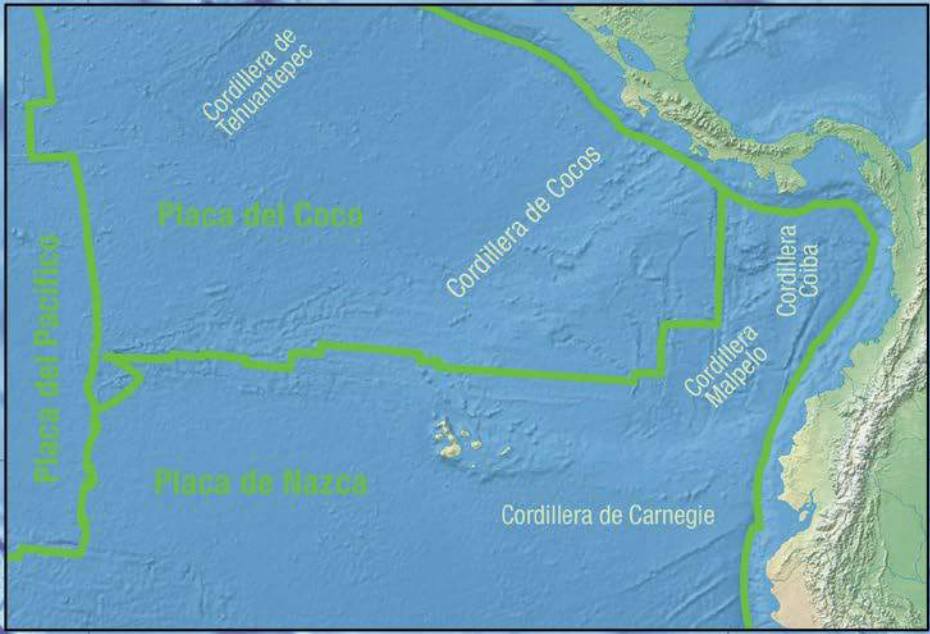
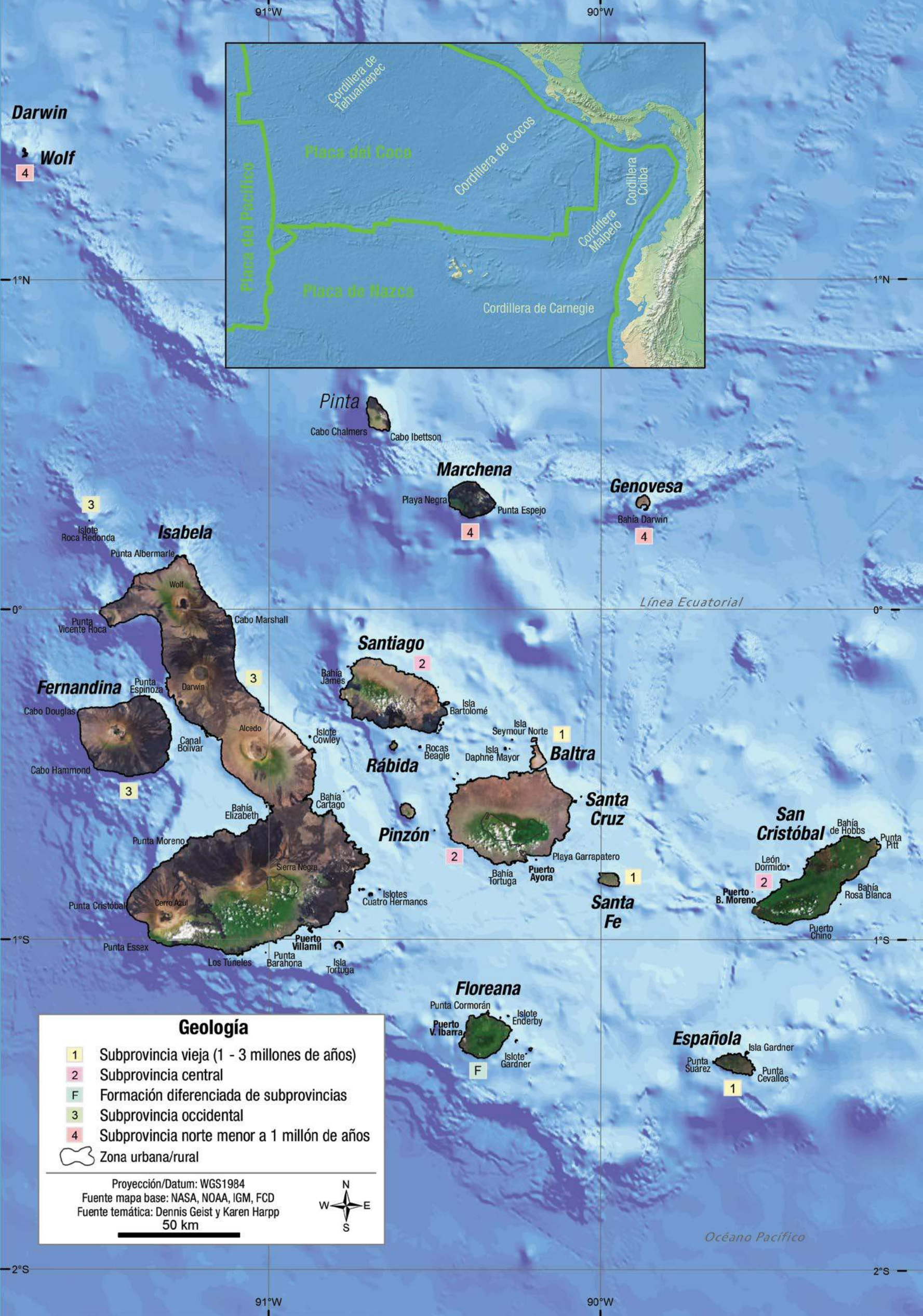
La subprovincia del *norte* también está compuesta por volcanes jóvenes con lavas menores a un millón de años de edad. Los tipos de lava de las cinco islas del norte son diversos y abarcan la gama entera de composiciones del archipiélago. Igualmente, cada isla tiene una forma distinta; Marchena, Wolf y Genovesa tienen calderas y las demás no. Las islas Darwin y Wolf están formadas, en gran parte, de ceniza volcánica generada por la interacción entre el magma y el agua del mar¹² (Figura 1).

Dennis Geist y Karen Harpp

► **Figura 1.** Rango de edades geológicas de las islas

* El basalto es lava negra rica en hierro y magnesio y carente de sílice.

** El riolito es una roca de color claro, rico en sílice y carente de hierro y magnesio.



Darwin

Wolf
 4

1°N

1°N

Pinta
 Cabo Chalmers
 Cabo Ibbetson

Marchena
 Playa Negra
 Punta Espejo
 4

Genovesa
 Bahía Darwin
 4

Línea Ecuatorial

3

Isabela

0°

0°

Fernandina

Santiago
 2

Rábida

Baltra
 1

Santa Cruz

Pinzón
 2

Santa Fe
 1

San Cristóbal
 2

1°S

1°S

Floreana
 Punta Cormorán
 Puerto V. Ibarra
 Isla Enderby
 Isla Gardner
 F

Española
 Punta Suárez
 Isla Gardner
 Punta Cevallos
 1

Océano Pacífico

2°S

2°S

91°W

90°W

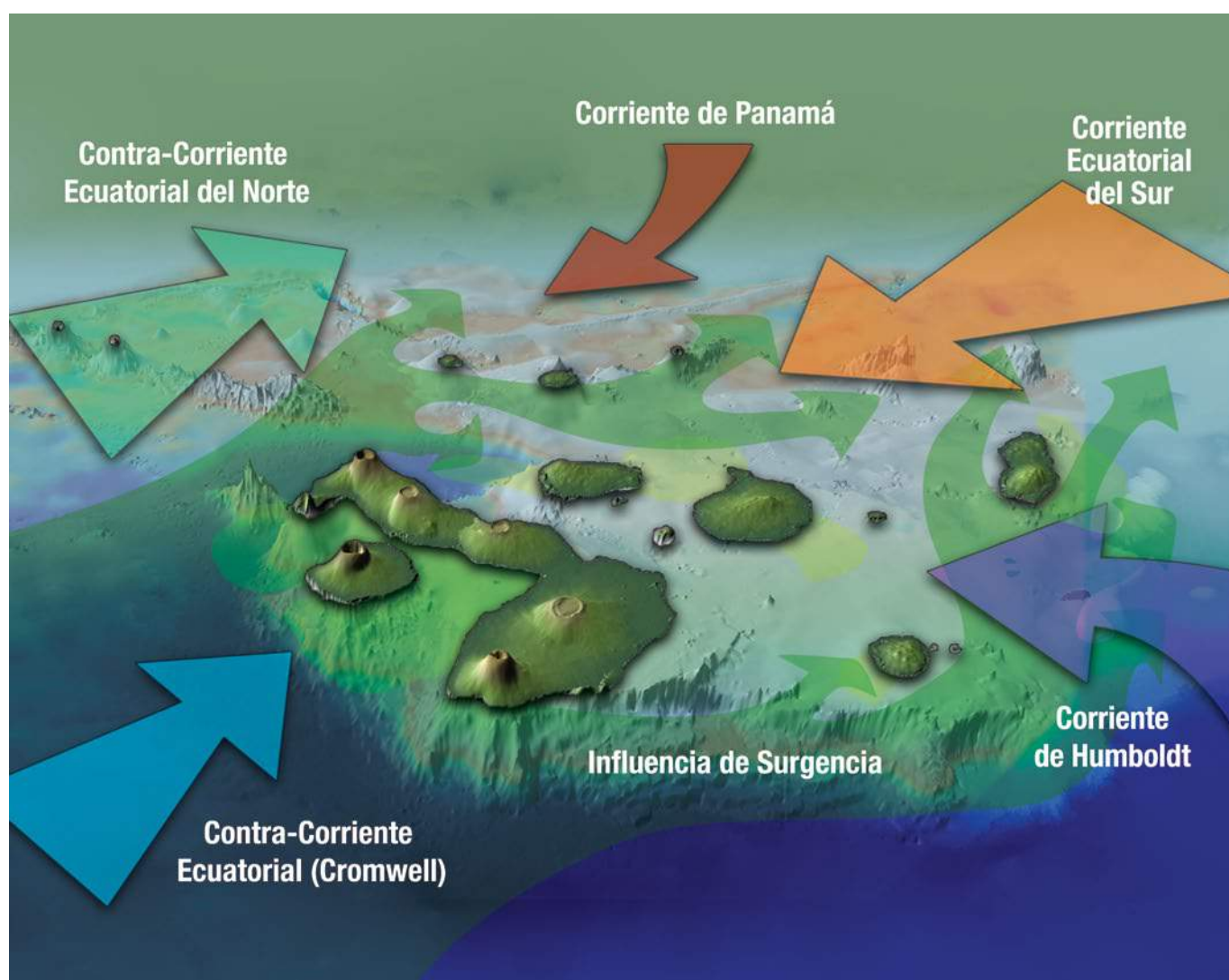


Corrientes y clima

Las aguas oceánicas que confluyen alrededor de las islas Galápagos determinan el clima e influyen en los ecosistemas del archipiélago. Estas corrientes conforman hábitats diversos, sostienen una enorme rotación de la vida marina y fomentan una considerable biodiversidad. A pesar de estar ubicada al margen noreste del Giro Tropical del Sur, que suele describirse como un “desierto” marino que incluye a

todo el Pacífico Sur, la Reserva Marina Galápagos (RMG) contiene uno de los entornos oceánicos más dinámicos y únicos del planeta. Cuatro grandes sistemas de corrientes marinas convergen en Galápagos: la contracorriente ecuatorial (corriente de Cromwell), la corriente de Humboldt, la corriente de Panamá y la contracorriente ecuatorial del Norte (Figura 2).

▼ **Figura 2.** Sistema de corrientes marinas en Galápagos





Ola y arcoíris en Galápagos / © Tui De Roy

Las islas Galápagos tienen una productividad comparable a los sistemas de afloramiento de Perú/Chile y Benguela (al oeste de África), que sostienen enormes pesquerías. La productividad de las islas se debe a su ubicación fortuita. Esta casualidad se debe a que el punto caliente (*hot spot*) volcánico crea un “efecto de isla” en el lugar en que confluyen las cuatro corrientes en la línea equinoccial. Como resultado, las proliferaciones de fitoplancton al oeste del archipiélago son tan grandes que son visibles desde el espacio exterior. Estos afloramientos son causados por el flujo de nutrientes provenientes de aguas profundas, que se dirigen hacia la superficie por la plataforma de las islas Galápagos sosteniendo redes tróficas complejas. La contracorriente ecuatorial es un flujo compensatorio profundo que estimula la producción del fitoplancton mientras circula hacia el este desde el Indo-Pacífico.

El oleaje interno que empuja el agua hacia la superficie hasta donde llega la radiación solar, los patrones de viento que hacen subir el agua (bombeo de Ekman), la batimetría y la línea costera producen un efecto similar al chorro rítmico del agua, que fluye de una manguera contra un montón de rocas.

Filamentos de corrientes surgen alrededor de los bordes occidentales de la plataforma continental, de los montes y crestas submarinas, bordeando las costas, formando remolinos superficiales que representan un enorme flujo localizado de energía trófica en la costa y el océano. El mosaico resultante de parches de hábitat productivo frío es un refugio para el endemismo marino en el archipiélago.

Este refugio es más estable en las islas del oeste, Isabela y Fernandina, que albergan una biodiversidad marina especial. Los refugios se caracterizan por tener densos lechos de macroalgas y aguas de color verde sobre arrecifes rocosos llenos de vida. También, son áreas aisladas que probablemente fomentan la especiación y crean importantes criaderos para la flora y fauna, los cuales dependen de las aguas templadas productivas.

En la superficie, los vientos alisios empujan las aguas generalmente hacia el oeste y noroeste, conectando de manera eficiente los hábitats de la RMG que tienen influencia de los hemisferios norte y sur. Estos vientos —tan importantes para

los primeros navegantes—, causan afloramientos en la costa del continente americano, empujan las aguas que recientemente emergieron a la superficie hacia la línea equinoccial. La influencia más fuerte durante la temporada fría (junio-noviembre) se debe a la combinación de las corrientes oceánicas y costeras provenientes del Perú (también conocidas colectivamente como la corriente de Humboldt).

Por otro lado, al norte de la línea equinoccial, la contracorriente ecuatorial del Norte que es más cálida, extiende el flujo superficial desde el Indo-Pacífico. Llega primero a las islas del norte y continúa hacia el sur, atravesando la RMG a medida que los vientos alisios se debilitan al inicio de la temporada cálida (diciembre-mayo). La confluencia de las masas de agua cálida y fría forma típicamente un frente oceánico productivo y transitorio, así como un área importante de alimentación para las especies pelágicas. Estos extremos y conexiones con el Pacífico hacen que la biogeografía de las islas sea única; por ejemplo, la contribución de las aguas frías peruanas/chilenas que interactúan con el flujo circumtropical más cálido y menos salino de Panamá posibilita que especies, como los pingüinos y los corales, coexistan.

En el norte, las islas Wolf y Darwin se exponen a aguas más cálidas la mayor parte del año y, por lo tanto, resguardan los últimos grandes supervivientes de corales que forman arrecifes en Galápagos. Los fuertes eventos de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) en 1982-1983 y 1997-1988 produjeron el blanqueamiento de los corales susceptibles. De 1% a 3% de las comunidades de corales que persisten, aunque estén focalizadas, exhiben una cierta resiliencia natural y se recuperan lentamente. Se considera que las islas del norte son objetivos particularmente sensibles para la conservación, por el mayor atractivo de las especies pelágicas migratorias, el productivo hábitat coralino y porque son áreas en que grandes especies son desparasitadas por especies más pequeñas (mutualismo).

Los cambios del clima en el Pacífico son un rasgo distintivo que define la historia natural de las islas Galápagos, siendo el fenómeno ENOS el de mayor influencia en la ecología de las islas, como proceso natural que opera en toda la cuenca del Pacífico con importantes teleconexiones con el sistema climático global. ENOS ha influido en la temperatura y precipitación de las islas en ciclos de dos a siete años durante

Estrella *Nidorellia armata* con macro algas / © Tui De Roy



milenios. También, tiene grandes implicaciones para comprender la viabilidad de las pesquerías locales, el riesgo que representan las especies invasoras y otros aspectos relativos a la bioseguridad de las islas.

La alternancia entre los periodos de extrema limitación alimentaria, cuando se reduce el afloramiento de nutrientes (El Niño) y los periodos de abundancia alimentaria (durante los años neutrales a ENOS y La Niña), tiene un impacto significativo en la vida marina. Debido a las continuas predicciones, existe la preocupación de que, a medida que se caliente el Pacífico este tropical, aumente la frecuencia de los fuertes eventos climáticos generados por El Niño, como ocurrió recientemente, en 2015-2016. El agua fría, rica en nutrientes, producto del afloramiento, es como una espada de doble filo; si bien esencialmente aporta nutrientes a las islas, debido al bajo pH, es naturalmente más ácida que las aguas superficiales. Los valores de pH menores a 8,0 degradan y limitan la capacidad de recuperación de los arrecifes de coral y, combinados con el blanqueamiento por El Niño, podrían provocar su desaparición en todo el archipiélago.

Claramente, entramos a una era de cambios climáticos acelerados a nivel mundial. Por consiguiente, habrá que resolver muchas inquietudes sobre las implicaciones de las alteraciones de la estacionalidad y la intensidad y periodo de los eventos, porque ENOS condiciona la huella de biodiversidad que vemos hoy. Debido a que rara vez es solo un factor el que impulsa el cambio del ecosistema, las interacciones entre los grandes agentes del cambio climático, como el calentamiento, la acidificación, los cambios de corrientes, cambios en la productividad y las biotas de Galápagos merecen ser investigadas. Entender y mitigar los efectos acumulados del cambio climático con la reciente huella humana, en los últimos 60 años, es un objetivo cada vez más importante para el manejo idóneo de la RMG.

Stuart Banks y Jon D. Witman





Observaciones de Charles Darwin

Sobre su viaje en el *Beagle* (Figura 3), Charles Darwin dijo: “fue el evento más importante de mi vida y ha determinado toda mi carrera profesional”. ¿Por qué fue tan importante este viaje? Primero, a través de su trabajo en geología, estableció su credibilidad como científico respetado: después del viaje, Darwin fue considerado como un experto, líder en la materia, en geología sudamericana. Además, ganó reconocimiento por idear una explicación sobre cómo se forman los atolones de coral. Pero, lo más importante para Darwin fue que el viaje, y principalmente lo que halló en las islas Galápagos, lo convenció de la evolución: la transmutación de una especie en otra.

La misión del Capitán FitzRoy, dictada por el Almirantazgo, fue realizar un levantamiento hidrográfico de las costas de América del Sur y, si le alcanzaba el tiempo, examinar las islas Galápagos. Los tripulantes del *Beagle* dedicaron tres años y medio elaborando la cartografía de las costas de América del Sur antes de visitar el archipiélago. Afortunadamente para Darwin, hubo tiempo para continuar dicho levantamiento en las islas. Fue fortuito que las dos primeras islas que visitó, San Cristóbal (Chatham) y Floreana (Charles), presentaran un alto grado de endemismo y que cada una tuviera su propia especie de cucuve. Las distintas especies de este grupo de aves en las islas fueron clave para su entendimiento sobre la evolución.

Sus primeros cuestionamientos sobre la “estabilidad de las especies” surgieron cuando Darwin examinó sus ejemplares de cucuves en su viaje de regreso a Inglaterra. En su libro *El Origen de las Especies*, menciona específicamente un solo organismo de Galápagos, el cucuve. Darwin puso atención especial a los cucuves que recolectó, haciendo buenas etiquetas según las islas en la que los recogió. No hizo lo mismo con los pinzones porque, aunque fueron importantes para la reflexión de Darwin sobre la evolución, ni siquiera estaba seguro de que todos fueran pinzones. Esto puede explicar por qué no los mencionó específicamente en su libro.

Las tortugas gigantes de Galápagos también motivaron a Darwin a aceptar la idea de que una especie puede evolucionar debido al aislamiento geográfico en las islas, aunque Darwin no observó personalmente estos cambios entre especies. Darwin solo vio un tipo de tortuga en las islas y tuvo que depender de las afirmaciones del gobernador encargado en la isla Floreana y de unos cazadores de tortugas en la isla Santiago (James), de que estas eran diferentes en las distintas islas.

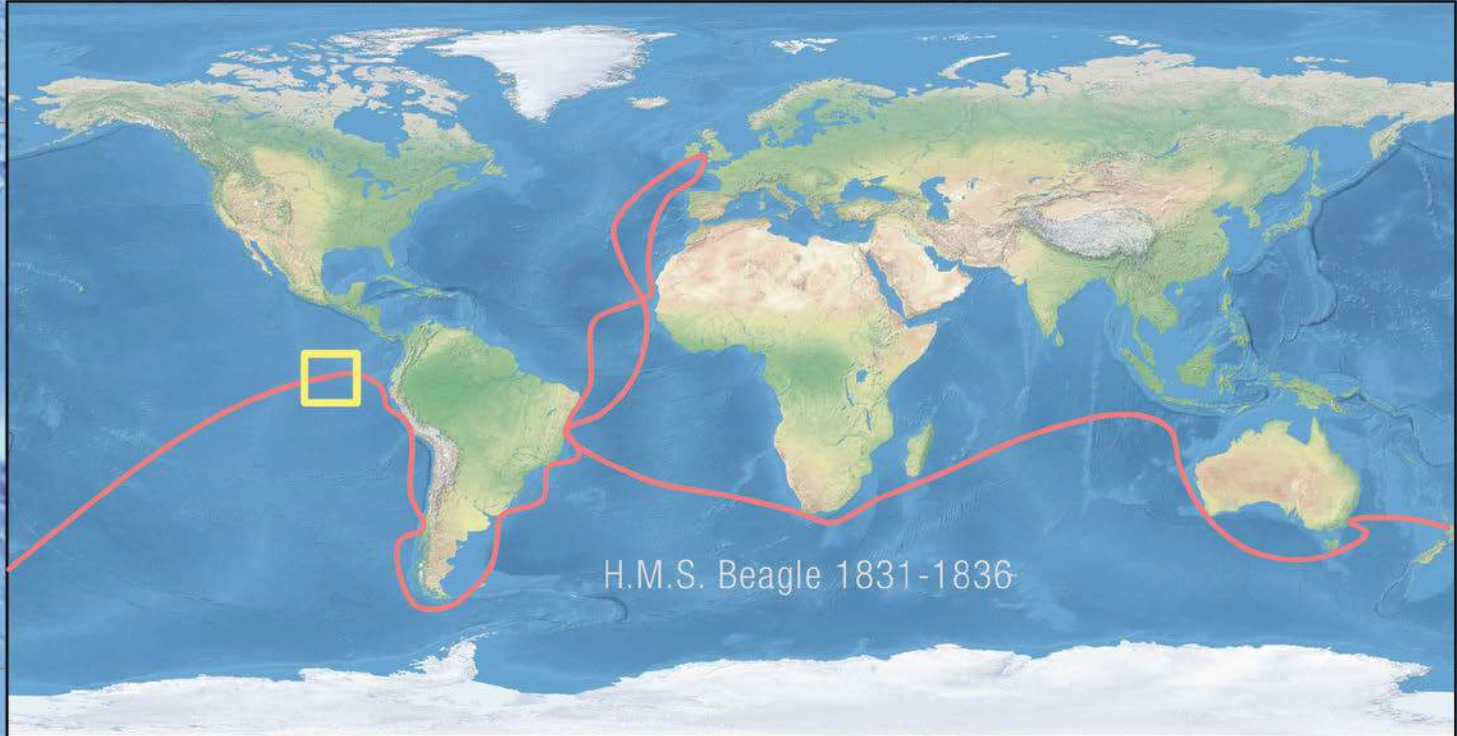
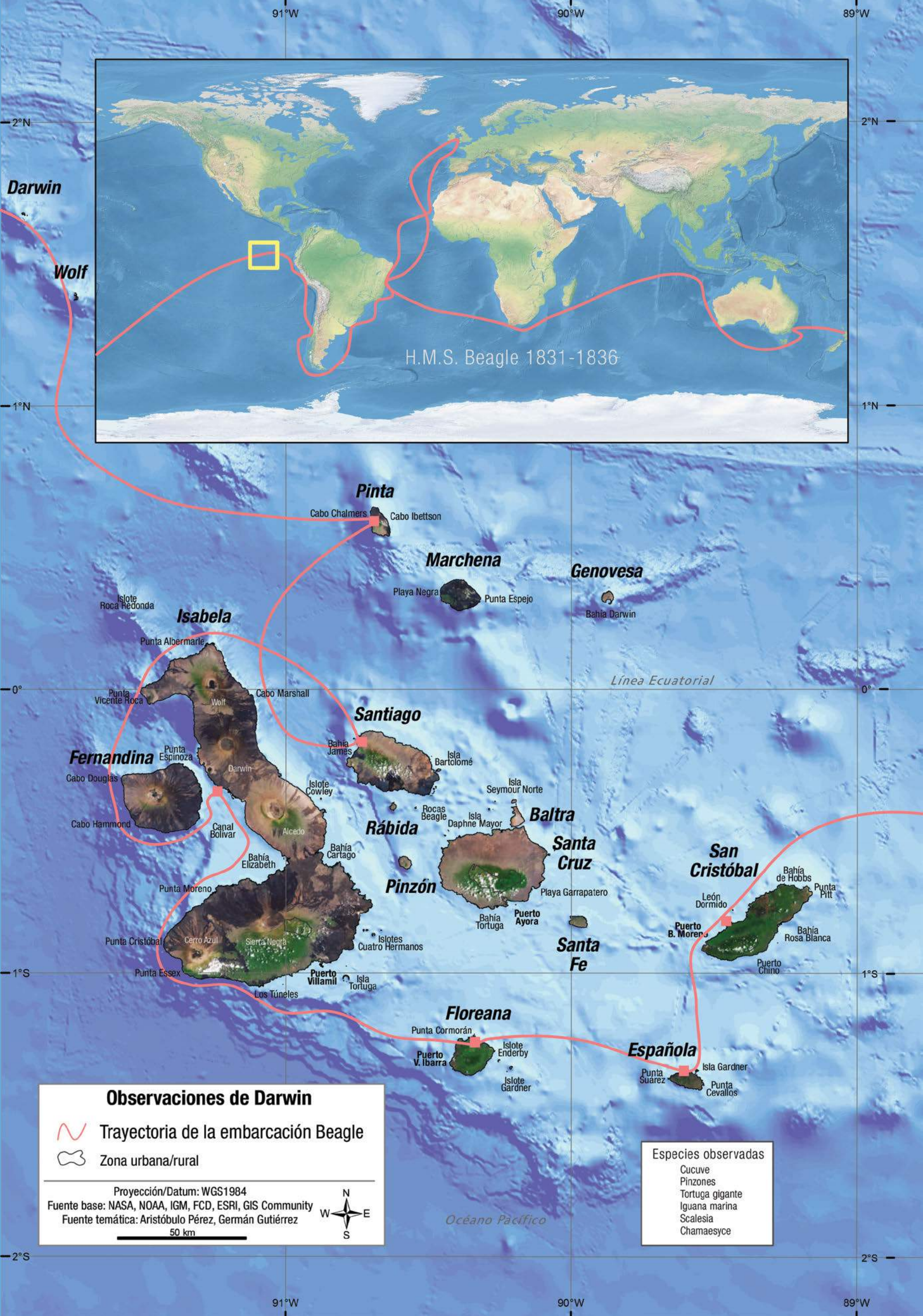
Afortunadamente, Darwin etiquetó bien sus muestras de plantas. Descubrió que plantas como *Scalesia* y *Chamaesyce* eran distintas en las islas que visitó. En la segunda edición del libro *Viaje del Beagle* hay un cuadro que muestra los números relativos de especies únicas de plantas en las islas de San Cristóbal, Charles, Isabela (Albemarle) y Santiago.

Darwin fue muy meticuloso como observador y coleccionista, y lo que hace tan asombroso su trabajo sobre las especies de las Galápagos es que escribió tres veces más sobre la geología de las islas que sobre su historia natural. Que el trabajo de Darwin en Geología fue fundamental para su pensamiento en cuanto a la evolución está ampliamente aceptado.

A las observaciones de Darwin sobre la distribución geográfica de las especies en las islas Galápagos siguieron tres años de examen de la geología en América del Sur, donde encontró evidencia del cambio gradual de la corteza terrestre provocado por movimientos verticales de levantamiento y subsidencia. Sus observaciones del cambio gradual en la geología de América del Sur lo llevaron a reflexionar sobre la idea del cambio gradual de una especie a otra debido al aislamiento en Galápagos, y a contemplar ese “misterio de misterios: la primera aparición de nuevos seres en esta tierra”.

Gregory B. Estes

► **Figura 3.** Recorrido de Darwin en el *Beagle*



Observaciones de Darwin

Trayectoria de la embarcación Beagle

Zona urbana/rural

Proyección/Datum: WGS1984
 Fuente base: NASA, NOAA, IGM, FCD, ESRI, GIS Community
 Fuente temática: Aristóbulo Pérez, Germán Gutiérrez

50 km

- Especies observadas**
- Cucuve
 - Pinzones
 - Tortuga gigante
 - Iguana marina
 - Scalesia
 - Chamaesyce

Océano Pacífico





Las islas Galápagos y la presencia humana



Carga llegando a Galápagos / © Joshua Vela Fonseca

Las islas Galápagos, hogar de muchas especies únicas en el mundo, han sido protagonistas de una historia natural cautivante. Descubiertas de manera oficial, aunque accidentalmente, por Fray Tomás de Berlanga en el año 1535, estas sirvieron como lugar de refugio y abastecimiento para una diversidad de navegantes, incluyendo piratas, balleneros y naturalistas, durante siglos.

Las islas Galápagos fueron anexadas al territorio ecuatoriano el 12 de febrero de 1832 y empezaron a tomar relevancia mundial a partir de 1835, cuando Charles Darwin visitó el archipiélago a bordo del *HMS Beagle*. Esta relevancia se

añanzó en los años posteriores a 1859, año en el que Darwin publicó el libro *On The Origin of Species by Means of Natural Selection*, que produjo una gran controversia a nivel científico y académico, generó mucho interés, y ayudó a posicionar rápidamente a las Galápagos como uno de los archipiélagos más reconocidos a nivel mundial. Poca presencia humana permaneció en Galápagos desde entonces y no sería sino hasta casi un siglo después, a partir de los años sesenta del siglo pasado, que su reconocimiento mundial fomentaría el desarrollo gradual de varias actividades económicas, principalmente el turismo, así como más presencia humana en sus islas habitadas.

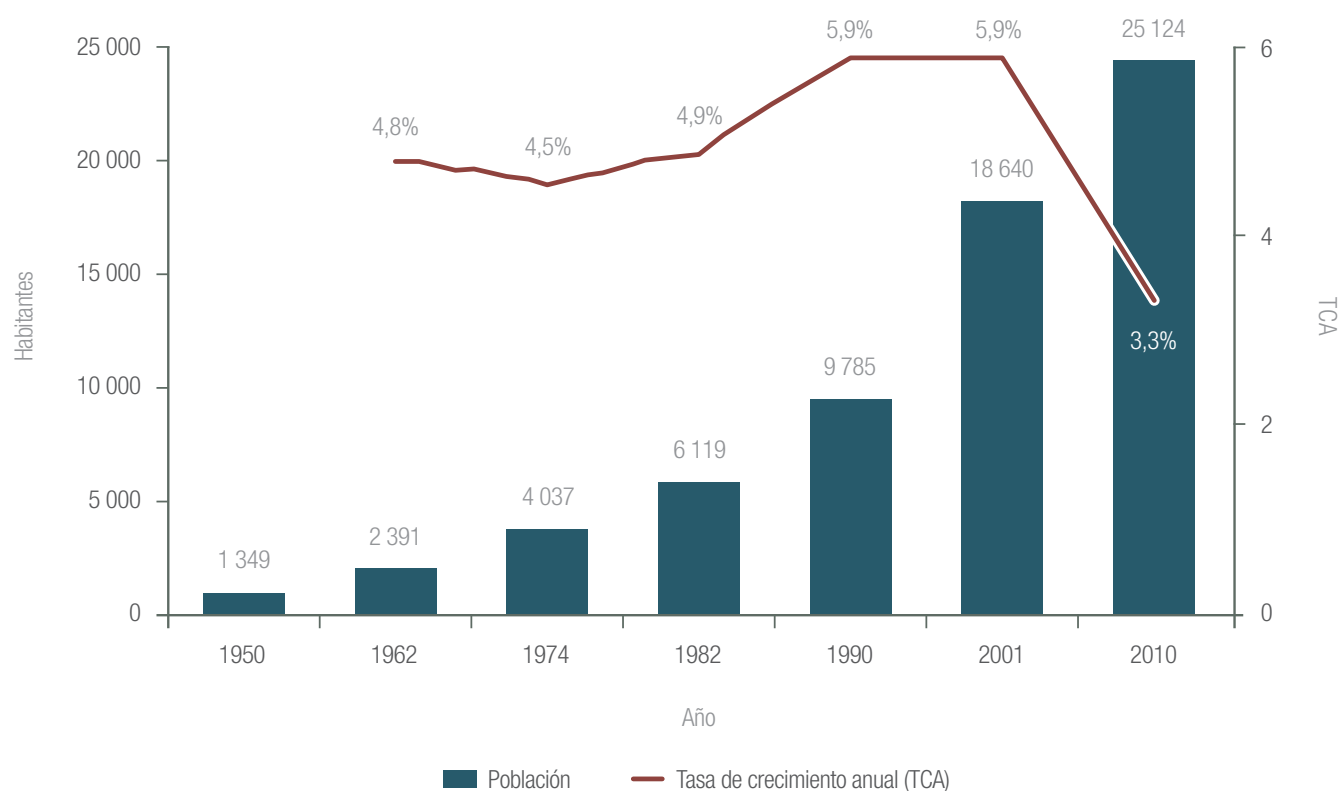
La evolución demográfica y socioeconómica de las islas habitadas de Galápagos empezó a incrementarse considerablemente a partir de los años ochenta del siglo XX. Este crecimiento tuvo que ver con el desarrollo y posicionamiento del archipiélago como destino turístico mundial, después de ser declarado Patrimonio Natural de la Humanidad en el año 1978. Antes de este evento, la evolución demográfica y socioeconómica de las Galápagos se basaba principalmente en actividades menores relacionadas con la agricultura, la pesca y el comercio.

Con el crecimiento del sector turístico, se estableció una nueva dinámica económica que abrió nuevas formas de ingreso e impulsó, al mismo tiempo, una creciente demanda de productos y servicios. Por un lado, esto resultó en nuevas oportunidades para la población local y nacional, pero, por otro, generó un crecimiento de la huella ecológica

individual (energía, agua, aguas residuales, residuos sólidos, entre otros). A partir de los años setenta, la tasa de crecimiento anual de la población aumentó 4,4%, hasta llegar a 5,9% en los años noventa. Esta tendencia produjo un crecimiento de la población de 4 000 habitantes al principio de los años setenta, a más de 18 000 al final de los años noventa, hasta llegar a más de 25 000 habitantes en el año 2010, cuando la tasa de crecimiento empezó a bajar 3,3% anual (Figura 4).

Este crecimiento causó una presión significativa sobre los ecosistemas locales y sus recursos naturales. Esto generó el aumento paralelo de la presencia de especies invasoras, el incremento de la demanda de servicios básicos, una mayor presión para el cambio de usos de los suelos y una demanda importante de insumos externos que ingresaban por vía aérea y marítima, entre otros.

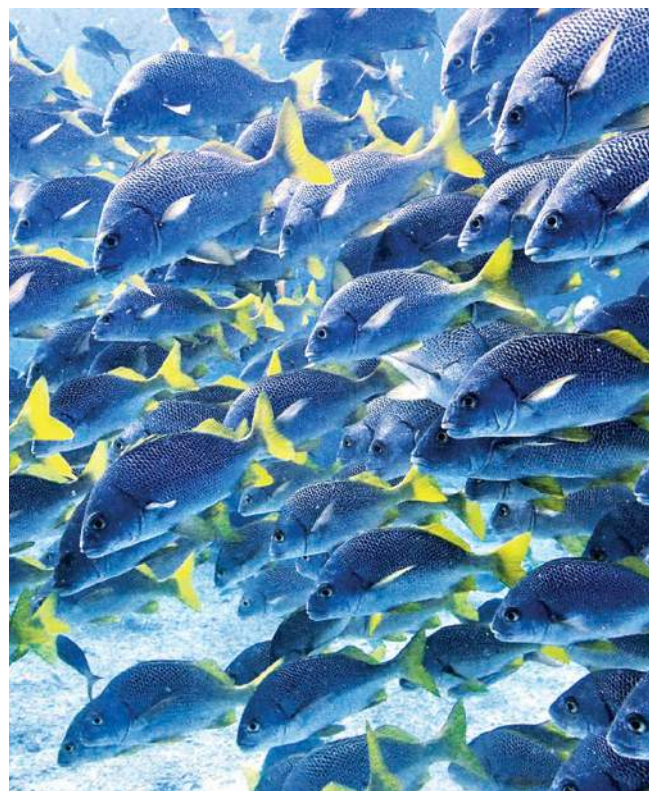
▼ **Figura 4.** Población y tasas de crecimiento anual de Galápagos¹



Pesca

La pesca en Galápagos es una de las actividades culturales y económicas más antiguas e importantes. Se captura más de 60 especies marinas; entre las más importantes están la langosta espinosa, el bacalao, la albacora, o atún de aleta amarilla, y el pepino de mar. Esta actividad se realiza con métodos artesanales como el buceo, el troleo, el empate de mano, la caña y el empate oceánico. Los pescadores están organizados en cuatro cooperativas de pesca establecidas en las islas pobladas. La pesca da empleo directo a más de 400 personas en el archipiélago y arroja un ingreso bruto de más de tres millones de dólares al año.

El manejo de los recursos pesqueros es uno de los retos para la conservación y el desarrollo sostenible en Galápagos. En base de las medidas de manejo existentes que promueven la pesca responsable, por ejemplo, se logró recuperar las poblaciones de langosta espinosa en las islas. Sin embargo, aún se debe hacer esfuerzos para recuperar especies importantes para el ecosistema, como el pepino de mar, y tener poblaciones saludables de especies de peces, como el bacalao y el camotillo.



Peces Zapatilla, Corona del Diablo, isla Floreana / © Salomé Buglass



Pez espada desembarcado en Puerto Ayora © Jorge Ramírez

Gestión de residuos sólidos, caso Santa Cruz

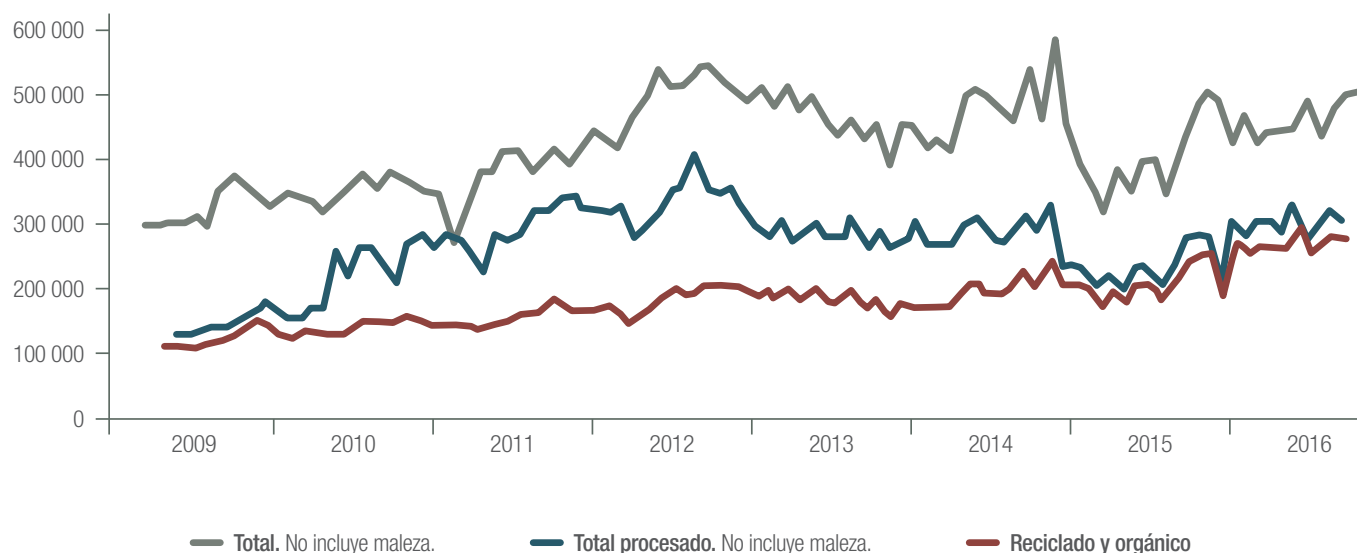
En Galápagos, el continuo incremento en la generación de desechos ha sido históricamente acompañado por una inadecuada gestión, lo que ha provocado varias amenazas críticas para el archipiélago. Actualmente, se generan cerca de 8 000 toneladas de residuos por año en el archipiélago, lo que se relaciona directamente con el creciente número de habitantes, visitantes y turistas, así como con los nuevos patrones de consumo y estilos de vida de la población.

La mayor parte de los residuos domésticos que se generan en el archipiélago proviene de Santa Cruz, con más de 5 000 toneladas por año. En esta isla, hogar de más de la mitad de la población total y centro de las operaciones turísticas, la generación per cápita de residuos sólidos (0,9 kg/hab*día) supera la media nacional (0,7 kg/hab*día). Un estudio sobre la caracterización de desechos en la isla de Santa Cruz² señala que el sector doméstico es la principal fuente de generación

de residuos (84%), seguido de hoteles, restaurantes y embarcaciones (13%), comercios (3%) y el sector institucional (1%).

Actualmente, la gestión de residuos en Santa Cruz está bastante avanzada y consiste en la separación de desechos en la fuente, en tres categorías: orgánicos (desechos de cocina), reciclables (envases de plástico, vidrio, papel, cartón, metales) y no reciclables. El Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) del Cantón Santa Cruz los recolecta y almacena de manera diferenciada en el Centro de Reciclaje, cubriendo a 100% de la población (Figura 5). La eficiencia promedio de separación en la fuente es más de 50%, el nivel más alto a nivel nacional, y la mitad de todos los residuos que se generan es reciclada, procesada en composteras o reusada. El caso de Santa Cruz muestra la necesidad urgente de contar con un sistema integrado de reciclaje y manejo de residuos en todas las islas habitadas de Galápagos.

▼ **Figura 5.** Cantidad de residuos sólidos (kg/mes) gestionados en el cantón Santa Cruz, 2009-2016¹





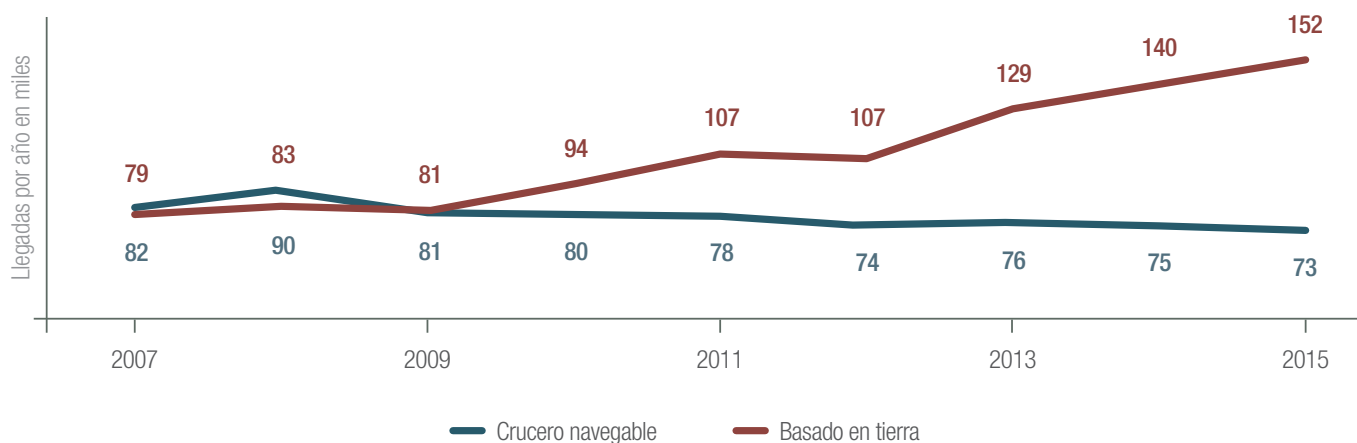
Turistas en la isla Seymour Norte / © Juan Carlos Izurieta

Turismo

Lo que inicialmente fue una actividad económica menor en los años setenta se convirtió en el motor del desarrollo socioeconómico local y el ingreso más alto a nivel nacional. En 1979 apenas un poco más de 11 000 turistas visitaron las Galápagos, mientras que, en 2015, esta cifra llegó a 224 745 personas. Uno de los aspectos más relevantes a la realidad actual de las Galápagos es el cambio en la dinámica turística. Desde aproximadamente el año 2006 se observa la transformación de lo que inicialmente era un turismo basado, sobre todo, en embarcaciones y cruceros, a un turismo basado en los centros poblados. Asimismo, se observa un crecimiento significativo en la oferta de productos y servicios de las cuatro islas pobladas de Galápagos.

En 2006 había 74 hoteles, mientras que en la actualidad existen 314 (crecimiento de 324% a 2016). De 2 563 camas en tierra, hoy existe una oferta de 6 907 (crecimiento de 269% a 2014). Lo mismo ocurrió con la oferta de alimentos: de 37 establecimientos en 2006, se registraron 111 en 2015, así como con el número de “tour operadores” locales, que se incrementaron de 16 en 2006 a 110 en 2015. En el año 2009, por primera vez en la historia de la industria turística en las islas Galápagos, el número de turistas en tierra superó al de turistas en embarcaciones (Figura 5).

▼ **Figura 6.** Número de turistas por modalidades



Fuente: Observatorio de Turismo de Galápagos

El turismo es la actividad económica más importante en el archipiélago y, desde hace muchos años, el crecimiento del turismo ha estado relacionado con el desarrollo de todos los sectores económicos de Galápagos, incluyendo los de construcción, comercio, pesca, transporte, agricultura y administración pública. El turismo ha aumentado

constantemente desde hace décadas, a una tasa media anual de alrededor de 3,04% entre 2007 y 2016. Esta tendencia se relaciona directamente con el aumento de la población y de la demanda de recursos (agua, energía, combustibles y alimentos).

Juan Carlos García, Jorge Ramírez, Ulf Hardter, Mariuxi Farias, Juan Carlos Izurieta

▼ **Figura 7.** Sitios de visita y rutas de turismo en Galápagos





Las especies introducidas en Galápagos



Rana arborea, una especie introducida en Galápagos / © Tui De Roy

En junio de 2017, se realizó un estudio para determinar el número total de especies introducidas a Galápagos, cómo arribaron a las islas y su estatus, a partir de un análisis de la base de datos de Datazone de la Fundación Charles Darwin (FCD)¹, de la Agencia de Regulación y Control de la Bioseguridad y Cuarentena para Galápagos (ABG) y de la Dirección del Parque Nacional Galápagos (DPNG) (Tabla 1). Cabe anotar que la Datazone es dinámica y permite el ingreso de registros por la contribución permanente de instituciones locales, estudios científicos y censos. Por tanto, los números totales que se presentan son los más actualizados disponibles.

Es probable que el número real de especies introducidas en Galápagos sea mayor al número reportado actualmente, debido a los siguientes factores:

- Los resultados de los trabajos de taxonomía y revisiones de especies publicados en los últimos cinco años (sobre todo, los nuevos reportes de insectos y microorganismos introducidos) todavía no se han ingresado en su totalidad en el Datazone.
- Los resultados preliminares de los censos de hábitats marinos sugieren que existe un número de especies introducidas mayor al reportado en la actualidad.
- Falta realizar o completar censos para algunos grupos de organismos, como el orden Himenóptera (ej. microavispas) y organismos del suelo.
- Existen especímenes sin identificar.
- Existen alrededor de 50 especies de plantas, nativas o introducidas, cuyo estatus actual es desconocido y requieren un análisis de polen o de sedimentos para su confirmación.
- Falta incorporar datos de las intercepciones realizadas por inspectores del Sistema de Inspección y Cuarentena de Galápagos (SICGAL) (antes del establecimiento de la ABG).

M. Verónica Toral-Granda, Charlotte E. Causton, Heinke Jäger, Mandy Trueman, Juan Carlos Izurieta, Eddy Araujo, Marilyn Cruz, Kerstin K. Zander, Arturo Izurieta y Stephen T. Garnett

▼ **Tabla 1.** Número de especies introducidas e interceptadas en Galápagos, estado actual y vía de introducción²

Estatus en Galápagos		Invertebrados marinos	Plantas marinas	Patógenos	Insectos	Invertebrados terrestres	Plantas terrestres	Vertebrados	Total
Establecido	Naturalizado (*)	5	2	38	467	68	270	18	868
	Dependiente de humanos (**)				7		534	8	549
	Coexiste con especies introducidas (***)			17	15	2			34
	Presente pero estatus no determinado			8	10		6	1	25
Número total de especies introducidas establecidas en Galápagos		5	2	63	499	70	810	27	1 476
Ausente	Erradicado (+)						2	2	4
	Registro histórico (++)	1			8			8	17
	Interceptado (+++)	15			38	7	9	13	82
Número total de especies introducidas e interceptadas (incluyendo ausentes)		21	2	63	545	77	821	50	1 579
Vía de introducción		Invertebrados marinos	Plantas marinas	Patógenos	Insectos	Invertebrados terrestres	Plantas terrestres	Vertebrados	Total
	Intencional (§)	1			1	1	691	30	724
	Accidental: contaminante (§§)			63	428	52	127		670
	Accidental: polizonte (§§§)	19	2		97	19		18	155
	Desconocida	1			19	5	3	2	30
Número total de especies introducidas (incluyendo ausentes)		21	2	63	545	77	821	50	1 579

Notas: (*) Organismo que se reproduce y propaga en estado silvestre sin intervención humana¹; (**) organismo que solo puede reproducirse con ayuda humana y/o se limita a los asentamientos humanos; (***) organismo exclusivamente asociado a especies introducidas, no necesariamente restringido a los asentamientos humanos; (+) organismo eliminado del archipiélago mediante intervención deliberada; (++) organismo conocido únicamente por publicaciones sin registro actual; (+++) organismo incautado en procedimientos de bioseguridad y destruido o retornado al Ecuador continental; (§) organismo traído a propósito por los seres humanos; (§§) organismo que llegó en bienes, animales, plantas, etc.; (§§§) organismo que llegó en medios de transporte, carga, maletas, etc.



Ecosistemas

En el ámbito terrestre, la vegetación es la que determina los diferentes ecosistemas. Su distribución se explica por factores climáticos como la temperatura, la precipitación y los vientos, así como el tipo de suelo y la altitud. Otras variables biológicas como la competencia entre especies y la capacidad de dispersión e interacción fauna-planta, son, asimismo, muy importantes para explicar su distribución en el archipiélago.

Según el último análisis de la cobertura vegetal¹, se definen nueve ecosistemas terrestres para Galápagos (aquí, ordenados desde la costa hacia las cumbres): manglares, bosque y arbustal húmedo de playa (zona litoral y humedales), bosque deciduo, arbustal deciduo, herbazal deciduo (zona árida baja), bosque y arbustal siempre verde estacional (zona de transición), bosque y arbustal siempre verde (zona de *Scalesia* y *Miconia*), herbazal húmedo (zona de pampa) y herbazal deciduo de altura (zona árida alta). El herbazal deciduo de altura se localiza principalmente en las partes altas de los volcanes de Isabela.

Los ecosistemas marinos son únicos debido a que el archipiélago se encuentra en el camino de tres corrientes oceánicas. Una cálida proveniente del noreste (corriente de Panamá), una fría que viene del sureste (corriente de Humboldt) y una profunda, la corriente de Cromwell, que, al chocar con la plataforma de Galápagos por el oeste, hace subir el agua fría y rica en nutrientes, lo que se conoce como “afloramiento”, a la zona fótica; es decir a la zona a la que llega la luz solar en la columna de agua². Esto favorece una de las productividades marinas más altas del mundo³.

Existe otro factor que define los ecosistemas marinos: la batimetría, que hace referencia a la profundidad del fondo del mar. Las islas Galápagos están rodeadas por aguas bastante

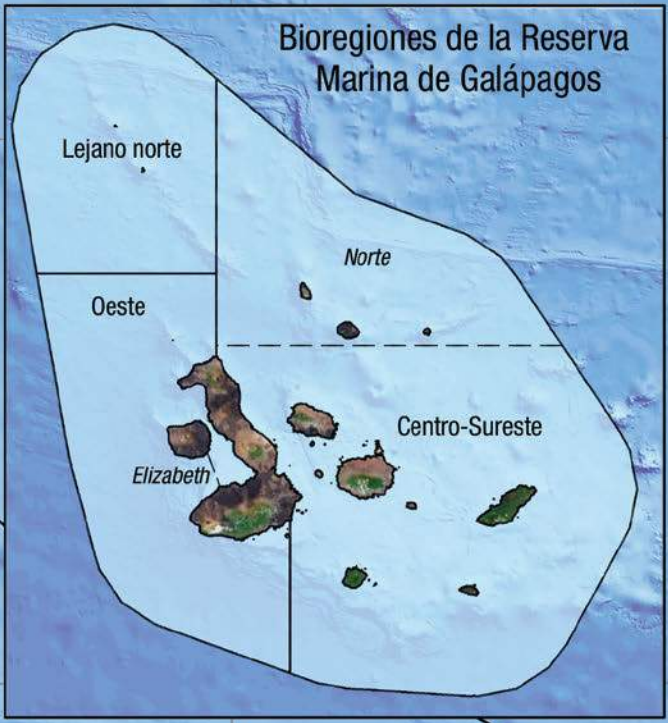
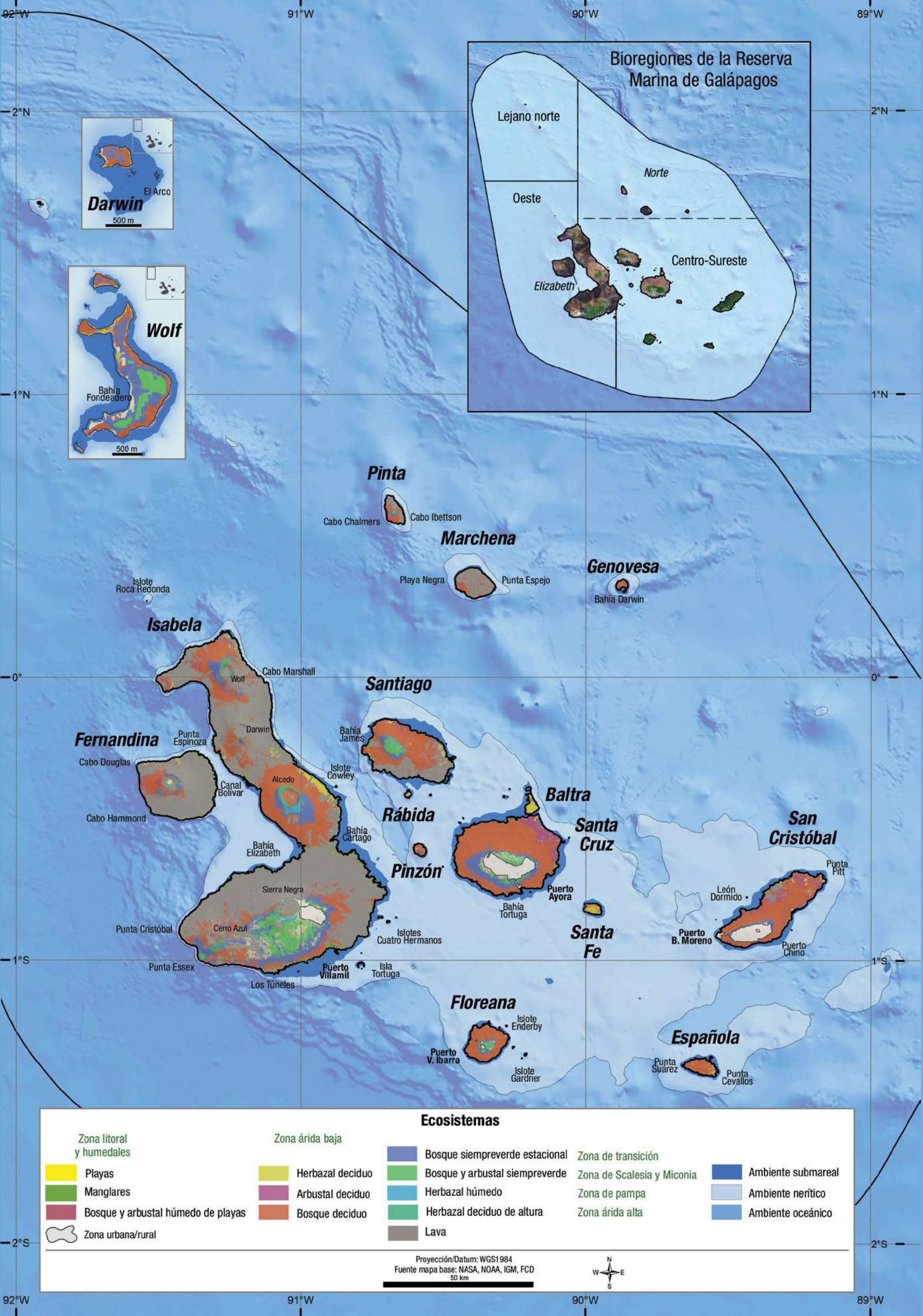
profundas (~2 000 m). Las erupciones volcánicas han creado una plataforma relativamente somera con una profundidad de aproximadamente -500 m que solo representa ~12% de la Reserva Marina de Galápagos (RMG). La columna de agua que está encima de la plataforma se conoce como “ambiente nerítico”. El resto de la RMG, fuera de la plataforma, está entre -500 y -4 000 m de profundidad. Este ambiente está influenciado por las corrientes y la cantidad de nutrientes que marcan zonas de afloramiento, relativamente profundas, en las que la productividad es mayor. En ellas se encuentran las montañas submarinas, elevaciones de 100-200 m a varios kilómetros sobre el fondo del mar que no llegan a emerger⁴, y crean afloramientos localizados con comunidades biológicas propias.

El ambiente costero tiene una longitud de ~2 000 km, en el que se encuentra varias comunidades según la profundidad: la zona de salpicaduras, la zona intermareal, la zona submareal superior (hasta el límite de presencia de algas fotófilas, las cuales requieren un ambiente bien iluminado por la luz solar para subsistir) y la zona submareal inferior. La mayoría de la costa es rocosa, aunque también hay playas (~15-20% de la costa) y otros ambientes mixtos, como los manglares (~35% de la costa).

Las comunidades bentónicas (del fondo marino) cambian según el tipo y tamaño del sedimento, la pendiente, la orientación, la profundidad y la influencia de las corrientes y el oleaje. El archipiélago se divide en tres biorregiones de acuerdo con las comunidades de peces de arrecife y macroinvertebrados de la zona submareal superior de fondo rocoso: el Oeste, el Lejano Norte y la Central-Sudeste, así como en dos subregiones: la bahía Elizabeth-Canal Bolívar y la Norte (islas Pinta, Marchena y Genovesa)⁵.

Nicolás Moity y Gonzalo Rivas-Torres

► **Figura 8.** Ecosistemas y hábitats identificados para Galapagos¹



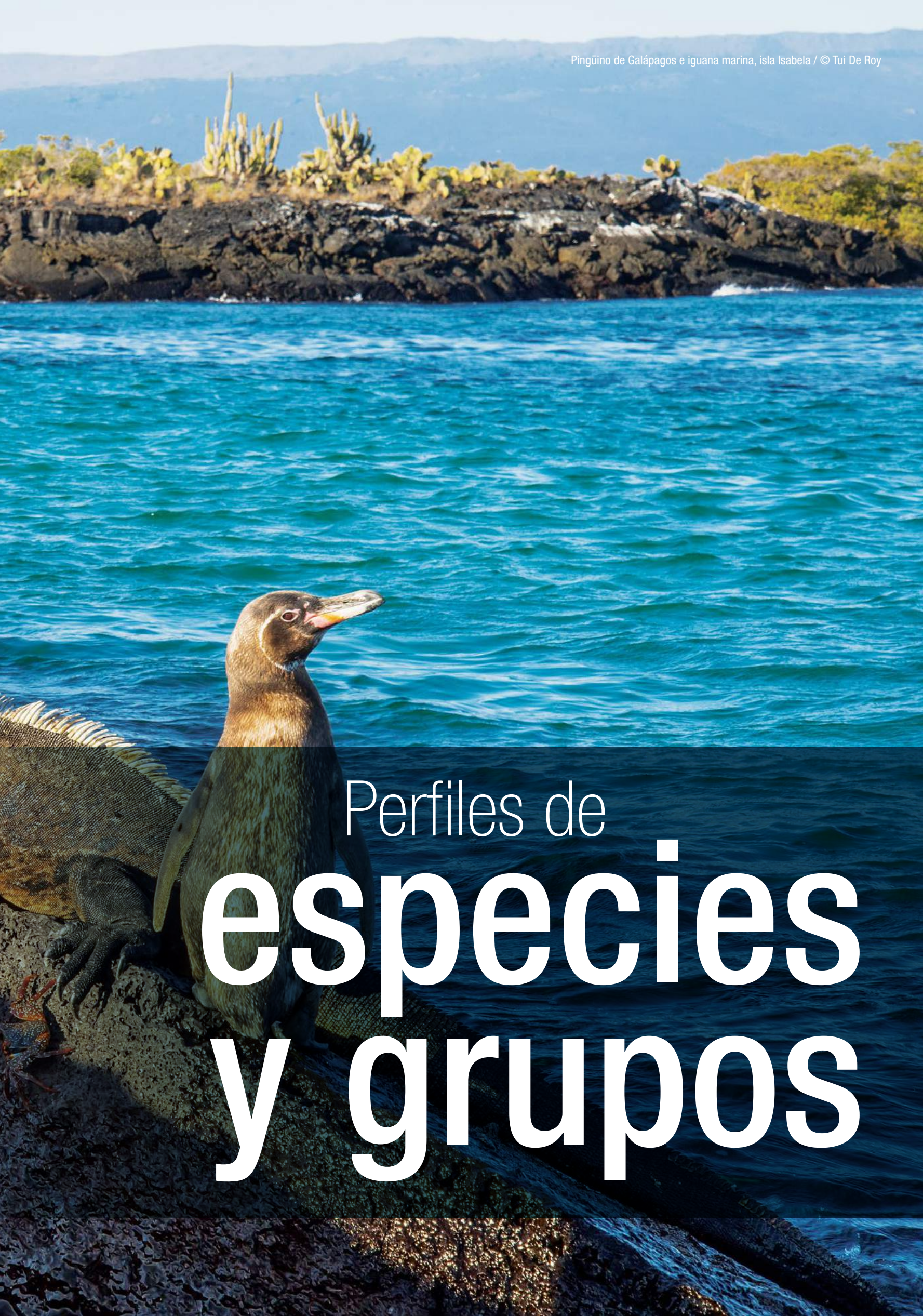
Ecosistemas

<p>Zona litoral y humedales</p> <ul style="list-style-type: none"> Playas Manglares Bosque y arbustal húmedo de playas Zona urbana/rural 	<p>Zona árida baja</p> <ul style="list-style-type: none"> Herbazal decíduo Arbustal decíduo Bosque decíduo 	<ul style="list-style-type: none"> Bosque siempreverde estacional Bosque y arbustal siempreverde Herbazal húmedo Herbazal decíduo de altura Lava 	<p>Zona de transición</p> <ul style="list-style-type: none"> Zona de Scalesia y Miconia Zona de pampa Zona árida alta 	<ul style="list-style-type: none"> Ambiente submareal Ambiente nerítico Ambiente oceánico
--	---	--	---	---

Proyección/Datum: WGS1984
Fuente mapa base: NASA, NOAA, IGM, FCD
50 km







Perfiles de
especies
y grupos

Estructura y contenido de las fichas

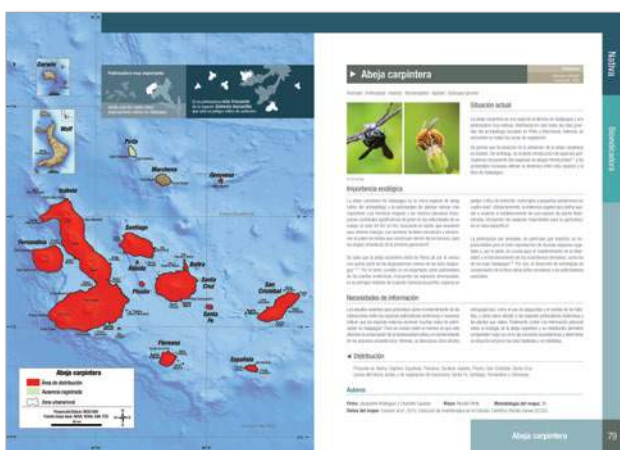
La selección de especies endémicas, nativas e introducidas para este atlas se consensuó en un taller de trabajo con personal de la Fundación Charles Darwin (FCD) y WWF-Ecuador, a finales de 2016. Estas fueron elegidas a partir de criterios determinados, como su importancia ecológica, económica o cultural.

El *Atlas de Galápagos* de ninguna manera reemplaza una lista exhaustiva de todas las especies clave de las islas Galápagos. Sus objetivos son servir como herramienta para facilitar el

análisis de información y de las especies seleccionadas, y proporcionar una visión del estado de la ciencia en las islas.

La información sobre las especies de las islas Galápagos que se presenta a continuación está ordenada en fichas, de acuerdo con dos categorías de impacto: Especies Nativas y Especies Invasoras. Estas se diferencian por color, para facilidad del lector.

En ambas categorías, hay fichas de grupo e individuales.



Fichas de Especies Nativas

Hacen referencia a aquellas especies que se han establecido en los ecosistemas de Galápagos por miles de años de forma natural y que cumplen un rol importante en cada biorregión o ecosistema que habitan.

Fichas de Especies Invasoras

Hacen referencia a aquellas especies no nativas o introducidas, cuya presencia causa daño al ecosistema y/o uno de sus componentes¹.

► Fichas de grupo

Estas fichas presentan información de un grupo de especies taxonomicamente parecidas (ej. pinzones, tortugas).

Icono que identifica la ficha de grupo.

TORTUGAS TERRESTRES GIGANTES DE GALÁPAGOS

Nombre del grupo.

Ilustración de la especie representativa del grupo.

Nombre común y científico de la especie.

Están acompañadas por una ficha individual de una especie representativa del grupo. Estas se diferencian de las demás fichas individuales, ya que contienen la siguiente información:

Todos los demás bloques de información, incluidos los mapas, son constantes y se explican más adelante.

Icono que identifica la ficha individual que corresponde a un grupo.

Tortuga gigante del este de Santa Cruz

Nombre del grupo al que corresponde la ficha.

Nombre común de la especie representativa del grupo.

► En el caso de las fichas que corresponden a los grupos de **asteráceas endémicas**, **tortugas gigantes**, **lobos marinos** y **pinzones**, es importante señalar que se incluyó dos o más especies representativas, a diferencia de las demás fichas, ya que se trata de especies endémicas e icónicas del archipiélago de Galápagos.

► Fichas individuales

Estas fichas presentan el perfil de una especie determinada. Contienen la siguiente información básica:

Datos relevantes sobre la especie.

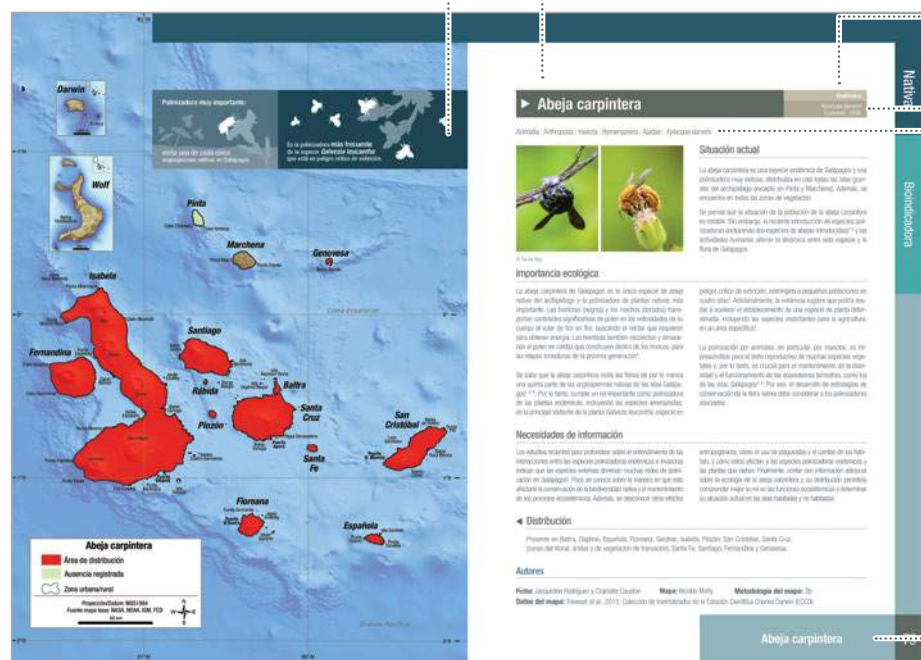
Nombre común de la especie.

Especie endémica. Para las Especies Nativas se distingue aquellas que son endémicas a Galápagos, es decir que no existen en ningún otro lugar del mundo.

Nombre científico.
Género especie, autoridad taxonómica, año de primera descripción.

Taxonomía*.
Reino : División : Clase : Orden : Familia : *Género especie*.

Nombre común de la especie.



Adicionalmente, las fichas individuales describen:

Situación actual. Para las Especies Nativas y Endémicas de una Sola Isla, esta sección describe el estado de la población, detalles del hábitat, distribución, etc. Para las Especies Invasoras, el rango nativo y la historia de la invasión.

Importancia ecológica. Se describe el rol o papel de las Especies Nativas en el ecosistema, por medio de información sobre sus interacciones con otras especies y utilización del hábitat, entre otros aspectos. Con respecto a las Especies Invasoras, se presenta información sobre sus impactos actuales y probables.

Necesidades de información. Se describe los vacíos y necesidades de información, priorizadas según los autores de cada ficha.



Distribución. Se menciona los lugares en las islas Galápagos donde la especie está presente.

*Todas las especies siguen esta clasificación taxonómica, determinada por autor/por lista de especies de la Fundación Charles Darwin (FCD)⁵.

Metodología de los mapas

Las fichas individuales, correspondan a un grupo o no, están acompañadas de un mapa que muestra la distribución de la especie en el archipiélago.

Debido al carácter multidisciplinario del equipo científico-técnico que elaboró las fichas y a la enorme variedad de datos disponibles sobre la distribución de la flora y fauna claves del archipiélago, se utilizó Sistemas de Información Geográfica (SIG) para la distribución cartográfica de las especies.

Los SIG tienen la capacidad de recolectar información espacial de cualquier índole, que se procesa, analiza, sintetiza, traduce y, finalmente, visualiza en mapas con datos sólidos, que pueden ser interpretados fácilmente.

Adicionalmente, la recopilación de información consistió en el diálogo entre un experto de la especie (conocimiento experto, CE) y un experto SIG, la revisión bibliográfica y la minería de las bases de datos disponibles en Galápagos.

Una vez obtenidos los aportes sobre la distribución de la especie, el experto en SIG “tradujo” la información en datos geográficos, asegurando su coherencia científica y geográfica. El resultado geográfico se discutió con el especialista de cada especie, se planteó posibles mejoras y el experto en SIG aplicó los cambios acordados. Este proceso se repitió hasta que el resultado final reflejara la distribución correcta de la especie.

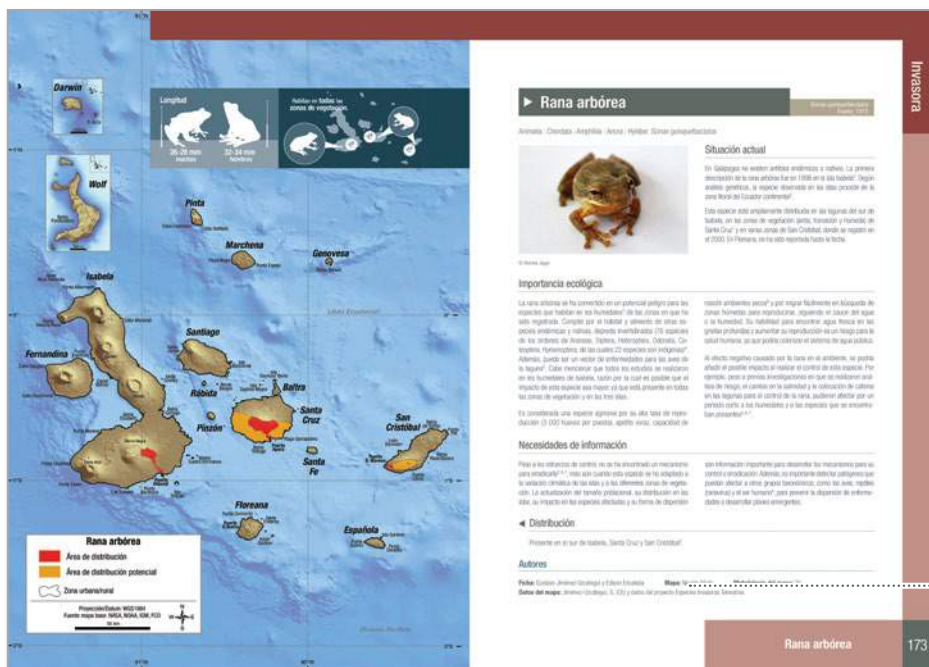
Por tanto, las fichas presentan también la siguiente información:

Todos los mapas se ubican en página izquierda y permiten visualizar la distribución de una especie determinada en el archipiélago.

- Autor de la ficha
- Autor del mapa
- Fuentes del mapa
- Metodología del mapa

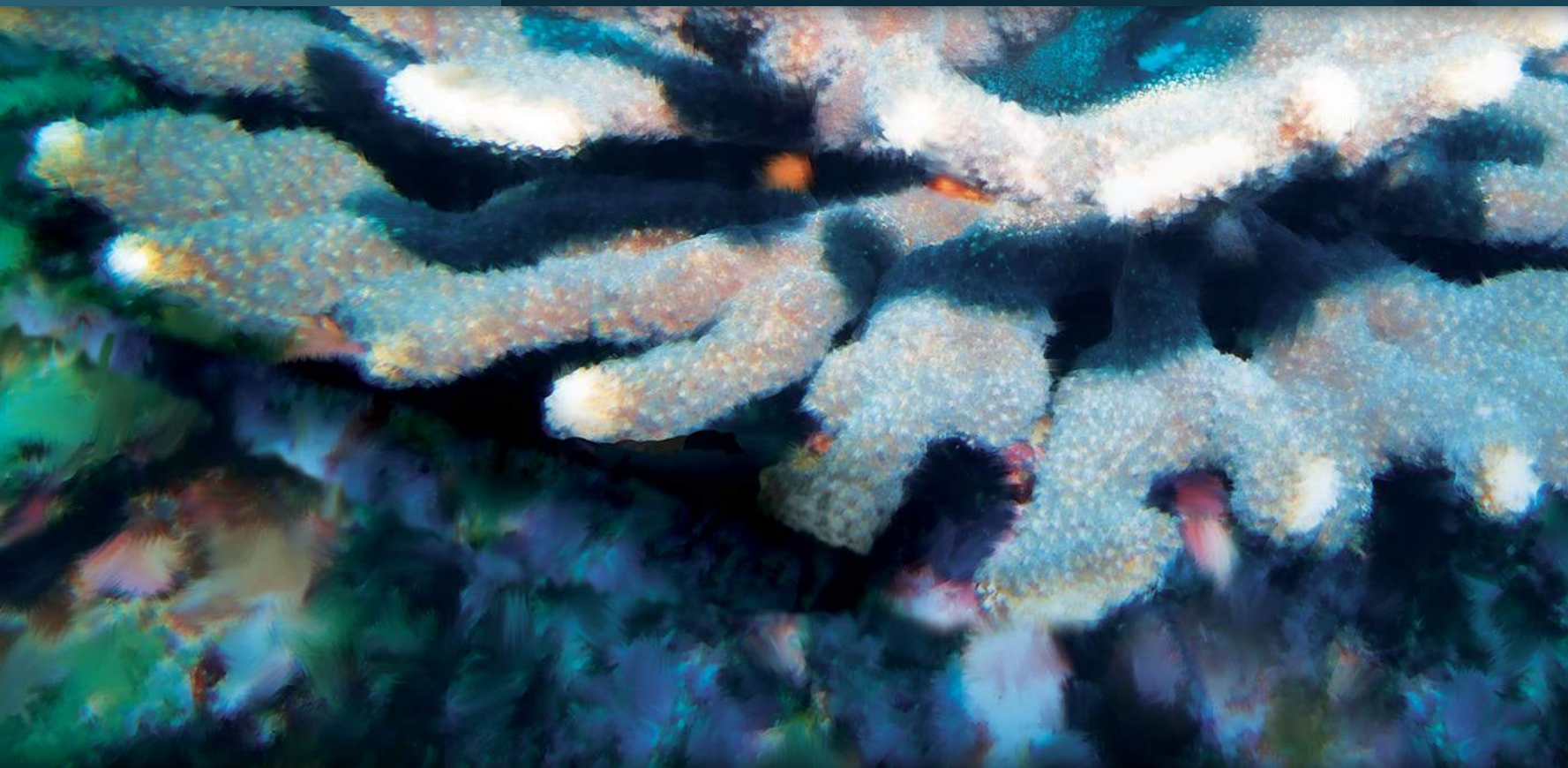
*Agradecemos a la Dirección del Parque Nacional Galápagos (DPNG) por todos los permisos de investigación científica que han hecho posible la ejecución de estos estudios.

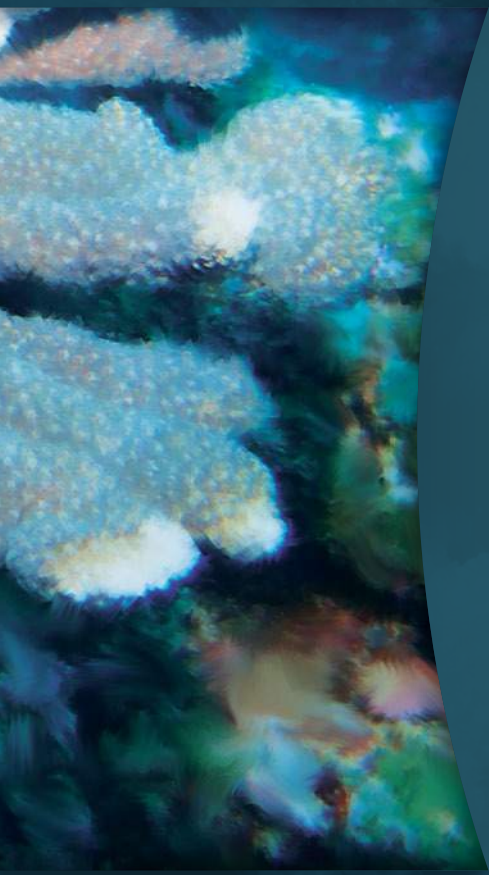
Los mapas de este atlas responden a metodologías determinadas. A cada una se le asignó un código, para que el lector las reconozca con facilidad.



Código. Metodología con la que se realizó el mapa.

1. **Puntos.** La ubicación de la especie se obtiene a partir de datos de posición geográfica (GPS). Esta información se utiliza especialmente para especies localizadas en sitios específicos o cuando el experto asegura que su distribución no se conoce adecuadamente. Por tanto, solo se presenta las observaciones comprobadas.
2. **Líneas.** Se obtiene de la delimitación de franjas costeras para especies de distribución costera.
3. **Áreas (polígonos).**
 - 3a. Generalización de áreas a partir de la combinación de información de puntos de registro georreferenciados de la especie.
 - 3b. Delimitación de áreas según el conocimiento del experto, para especies que no tienen suficientes estudios. Se conoce su general por la ecología de la especie, pero no al detalle pues no hay estudios suficientes.
4. **Modelos Ráster.**
 - 4a. **Modelos de distribución de especies:** para aquellas especies de las que se tiene registros georreferenciados (mínimo n=30) alrededor de su rango de distribución. A partir de estos datos, se aplica una técnica de aprendizaje de máquina (Maxent) que combina estadística, máxima entropía y métodos bayesianos, y permite estimar distribuciones de probabilidad de máxima entropía sujetas a las restricciones dadas por la información ambiental disponible⁶.
 - 4b. **Modelado a partir de conocimiento técnico:** para aquellas especies con pocas referencias geográficas, se realiza entrevistas a los expertos (ej. guías naturalistas o pescadores, en el caso de especies marinas), para plasmar en un mapa su percepción sobre la distribución de la especie. Gracias a cálculos geográficos en los SIG, se adicionan todos los mapas realizados por los entrevistados hasta obtener un mapa final que contenga toda la información.
 - 4c. **Mapas de densidad Kernel:** para aquellas especies de las que se tiene muchos datos de telemetría satelital, pero de las que se desconoce o no se dispone de las variables biofísicas a las que responde su distribución, se aplica un modelado basado en la densidad de puntos por unidad de área.
 - 4d. **Modelo de hábitat:** aplicado en función del conocimiento de la ecología de la especie y su distribución registrada hasta la fecha.
5. **Digitalización.** Para aquellas especies ingenieras de ecosistemas, creadoras de hábitat o cuya distribución dependa del hábitat creado por otra especie, se digitaliza el hábitat.

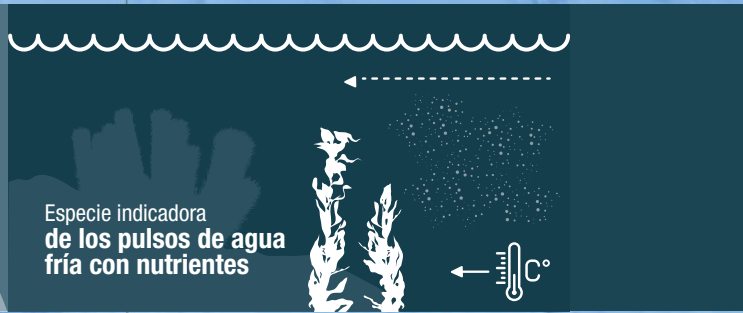
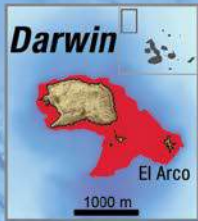




Especies

Nativas

91°W



1°N

0°

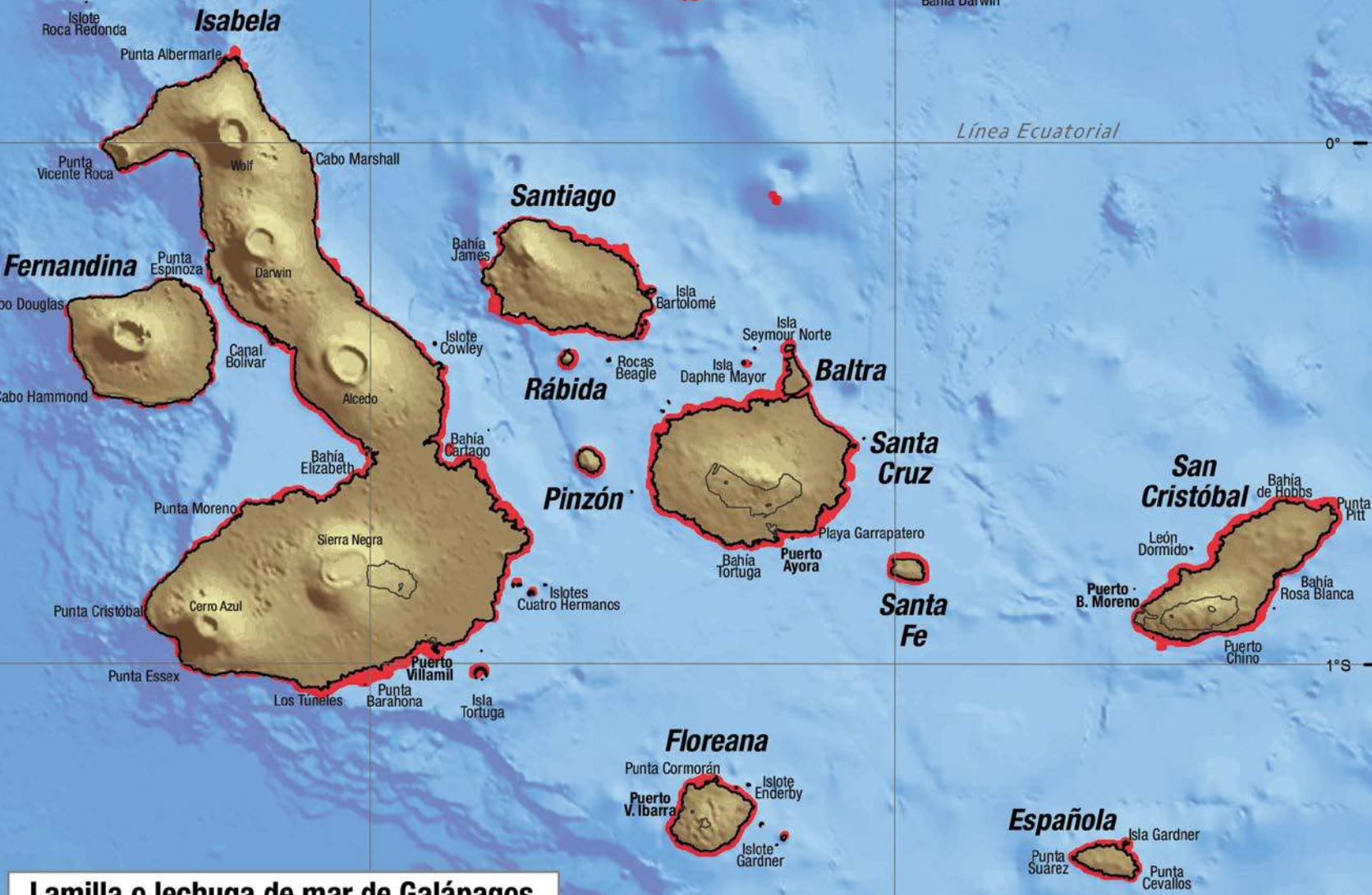
1°S

2°S

91°W

90°W

2°S



Línea Ecuatorial

Océano Pacífico

Lamilla o lechuga de mar de Galápagos

Área de distribución

Zona urbana/rural

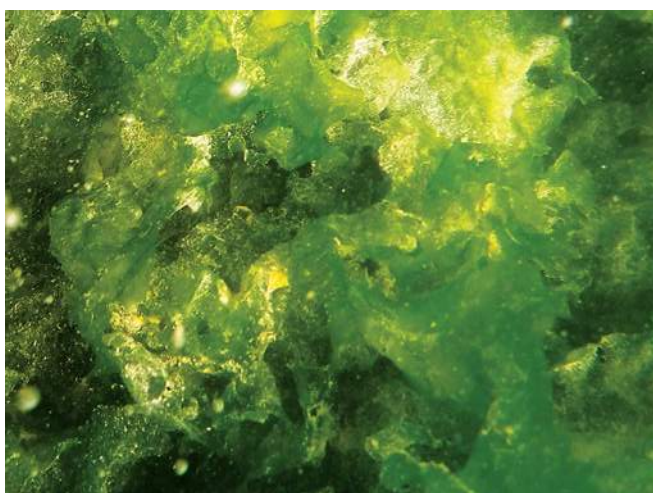
Proyección/Datum: WGS1984
 Fuente mapa base: NASA, NOAA, IGM, FCD

50 km

► Lamilla o lechuga de mar de Galápagos

Ulva spp
Linnaeus, 1753

Plantae : Chlorophyta : Ulvophyceae : Ulvales : Ulvaceae : *Ulva* spp



© Inti Keith/FCD

Situación actual

Las algas verdes del género *Ulva* crecen en zonas intermareales y submareales, en ambientes de alta productividad. Comúnmente, son llamadas “lamillas” o “lechugas de mar”, por ser comestibles y tener hojas verdes, planas y largas parecidas a las de la lechuga común. En Galápagos, se ha registrado ocho especies¹, cinco de las cuales tienen hojas laminares: *Ulva taeniata*, *U. lobata*, *U. lactuca* y *U. linza*. Tres especies son algas filamentosas: *U. flexuosa*, *U. clathrata* y *U. prolifera*.

El estado de conservación de este género no está evaluado en Galápagos y aún no ha sido valorado para la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN).

Importancia ecológica

La lechuga de mar es un alga que, junto con otras especies de algas en zonas intermareales y submareales, forma campos de alta productividad primaria², creando zonas clave de alimentación para numerosos animales marinos, como las tortugas marinas, cangrejos, peces y erizos. Es la principal fuente de alimento de la iguana marina, herbívoro endémico e icónico de Galápagos^{3,4}. Estos organismos dependen de la lamilla como alimento, por lo que las fluctuaciones en su abundancia se vinculan con cambios en sus poblaciones; por ejemplo, durante los episodios de El Niño en 1982-1983 y 1997-1998, durante los cuales la

temperatura del agua aumentó y hubo un declive de nutrientes por falta de afloramientos, se observó una disminución de algas foliosas, incluyendo a la lamilla. El declive de estas especies se relaciona además con la alta mortalidad de las iguanas marinas (*Amblyrhynchus cristatus*) y los cangrejos zayapa (*Grapsus grapsus*)^{4,5}.

La lamilla juega un papel importante en el mantenimiento y estructuración de las cadenas alimentarias costeras de Galápagos³, como productora primaria.

Necesidades de información

Actualmente, la escasez de investigaciones centradas en la lamilla, así como en la mayoría de macroalgas de Galápagos, demuestra la necesidad de reducir los vacíos de conocimiento en cuanto a su ecología y evolución temporal. La información existente sobre la lamilla se limita a la identificación de sus especies⁶, a breves descripciones de su ocurrencia y cobertura en los reportes de los monitoreos ecológicos anuales que se realizan desde 2001^{2,7,8}, y a estudios en los que indirectamente se monitorea su rol ecológico⁴.

Las investigaciones futuras sobre las especies de lamilla se deben enfocar en establecer una línea base de su distribución espacial y temporal; conocer su función ecológica como base alimentaria de numerosos organismos; entender la relación entre la temperatura del mar y su abundancia y productividad, considerando especialmente los potenciales impactos relacionados con el cambio climático y El Niño, y entender su papel como indicadora ambiental.

◀ Distribución

Más abundante en las regiones del archipiélago en que la temperatura del agua es menor y la productividad mayor (oeste y partes de la región central y sur).

Autores

Ficha: Salomé Buglass y Patricia Marti-Puig

Mapa: Nicolás Moity

Datos del mapa: Tompkins, P. (CE), Proyecto Monitoreo Ecológico Submareal 1994-2014 (Banks *et al.*, 2016), Tompkins y Wolff (2017)

Metodología del mapa: 4d; se determina la distribución de la especie por rango batimétrico (-0,5 m por debajo de la media de pleamar hasta -15 m).



Lechoso, *Scalesia gordilloi* ▲



ASTERÁCEAS ENDÉMICAS

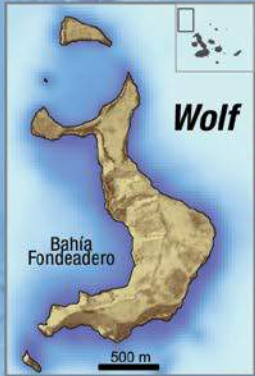
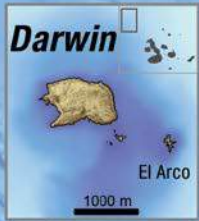
La familia Asteraceae es reconocida como una de las más representativas de las islas oceánicas, donde se han producido especiaciones endémicas extraordinarias. De los cuatro géneros endémicos de Galápagos, los tres considerados en este atlas han evolucionado en más de una especie; el cuarto, *Macraea*, tiene una sola especie^{1,2}. El género *Darwiniothamnus* tiene dos (originalmente se pensaba que eran tres hasta que se descubrió que una tenía un origen diferente³). *Lecocarpus* tiene cuatro (incluyendo a *L. leptolobus*, recientemente redescubierto) (Tye y Jaramillo, datos no publicados) y el más diverso, *Scalesia*, 15 especies. Además, varias especies de *Darwiniothamnus* y *Scalesia* tienen diferentes subespecies en diferentes islas de Galápagos⁴.

Una evaluación según los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) demostró que la mayoría de estas especies se encuentra en peligro de extinción⁵, aunque el estado de algunas ha mejorado como consecuencia de la erradicación y control de ungulados cimarrones en muchas de las islas. En ciertos casos, como el de *Scalesia affinis* en la isla Santa Cruz, la amenaza principal es el impacto directo del desarrollo urbano.

Estos tres géneros endémicos tienen un papel importante como especies dominantes en algunas zonas de vegetación arbórea o arbustiva húmeda e incluyen especies predominantes en la colonización de nuevos flujos de lava, tanto en las zonas secas como en las más húmedas.

Patricia Jaramillo y Alan Tye

91°W



Distribución en la mitad occidental del archipiélago.



Se extiende desde:



ecosistemas de costa



campos de lava



bosques o helechos de alta elevación

1°N

0°

1°S

2°S

91°W

90°W

2°S

Pinta

Cabo Chalmers Cabo Ibbetson

Marchena

Playa Negra Punta Espejo

Genovesa

Bahía Darwin

Línea Ecuatorial

Isabela

Islote Roca Redonda Punta Albermarle Cabo Marshall Punta Vicente Roca Wolf

Santiago

Bahía James Isla Bartolomé Isla Norte

Fernandina

Punta Espinoza Darwin Canal Bolívar Cabo Douglas Cabo Hammond

Rábida

Islote Cowley Rocas Beagle Daphne Mayor

Baltra

Pinzón

Bahía Cartago Bahía Elizabeth Sierra Negra Cerro Azul

Santa Cruz

Playa Garrapatero Bahía Tortuga Puerto Ayora

Santa Fe

San Cristóbal

Bahía de Hobbs Punta Pitt León Dormido Bahía Rosa Blanca Puerto B. Moreno Puerto Chino

Floreana

Punta Cormorán Puerto V. Ibarra Islote Enderby Islote Gardner

Española

Punta Suárez Isla Gardner Punta Cevallos

Margarita de Darwin

● Presencia registrada

○ Zona urbana/rural

Proyección/Datum: WGS1984
Fuente mapa base: NASA, NOAA, IGM, FCD
50 km



Océano Pacífico

► Margarita de Darwin

Endémica

Darwiniothamnus tenuifolius
(Hook. f.) HarlingPlantae : Magnoliophyta : Dicotyledoneae : Asterales : Asteraceae : *Darwiniothamnus tenuifolius*

© Patricia Jaramillo/FCD

Situación actual

El género *Darwiniothamnus* (Asteraceae) es endémico de Galápagos y comprende dos especies: *D. lancifolius* y *D. tenuifolius*, derivadas de una sola colonización a las islas por un ancestro de la región de Chile¹. Las tres subespecies descritas de *D. lancifolius* se limitan a las islas Fernandina e Isabela, mientras que la margarita de Darwin (*D. tenuifolius*), con por lo menos dos subespecies, tiene una distribución más amplia, extendiéndose, además de en estas dos islas, en Floreana, Pinta, Pinzón, Santiago y Santa Cruz, así como en algunos de sus islotes²; es decir, en la mitad occidental del archipiélago. Es un arbusto leñoso que generalmente crece hasta 1-3 m de altura. Sus hojas se condensan en verticilos terminales con entrenudos muy cortos³.

Sus poblaciones han disminuido en islas como Santa Cruz e Isabela, debido a la degradación de su hábitat y también por la escama algodonosa (en los años noventa). En otras islas, parece estable. Se han realizado estudios palinológicos (polen), morfológicos, semillas y sobre las relaciones entre especies⁴⁻⁷.

Importancia ecológica

La margarita de Darwin se extiende desde costas de playa a matorrales húmedos y bosques, de campos de lava hasta helechos de alta elevación. Es un importante componente de la vegetación

arbustiva en algunos sectores de las siete islas en que se encuentra. Se ha integrado en los jardines ecológicos de las islas pobladas como planta ornamental⁸⁻¹⁰.

Necesidades de información

Es una especie endémica amenazada cuyas relaciones ecológicas y dinámica poblacional no son bien conocidas. Aunque algunos autores no aceptan subespecies ni variedades dentro de esta

especie¹¹, varias son reconocidas por una investigación completa, ejecutada en 2009. Sin embargo, aún hace falta más investigaciones para definir las con seguridad¹².

◀ Distribución

Presente en las cuatro islas más grandes de Galápagos (Fernandina, Isabela, Santiago y Santa Cruz) y en algunos de sus islotes, y en tres de las islas más pequeñas (Pinta, Pinzón y Floreana).

Autores

Ficha: Patricia Jaramillo Díaz, Washington Tapia y Alan Tye

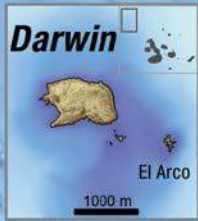
Mapa: Byron Delgado

Metodología del mapa: 1

Datos del mapa: Base de datos de colecciones de la Estación Científica Charles Darwin (ECCD), Proyecto Conservación de Especies Amenazadas y Galápagos Verde 2050.



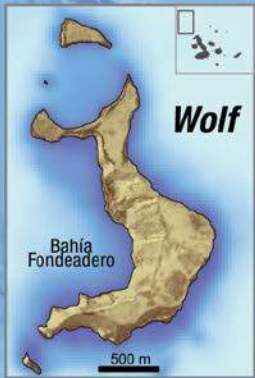
91°W



Se encuentra únicamente en la Isla San Cristóbal.

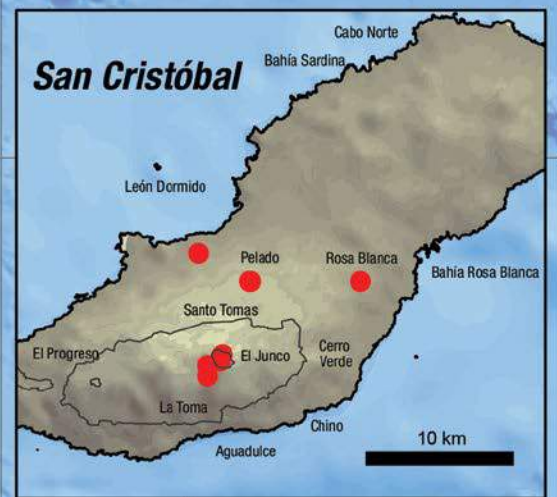


El género *Lecocarpus* es endémico de las Galápagos.



Genovesa

Bahía Darwin



Isabela

Línea Ecuatorial

Santiago

Rábida

Pinzón

Baltra

Santa Cruz

Santa Fe

San Cristóbal



Floreana



Española



Lecocarpus de Darwin

● Presencia registrada

☞ Zona urbana/rural

Proyección/Datum: WGS1984
Fuente mapa base: NASA, NOAA, IGM, FCD



50 km

Océano Pacífico

2°S

2°S

91°W

90°W

► Lecocarpus de Darwin

Endémica

Lecocarpus leptolobus
(Blake) Cronquist y StuessyPlantae: Magnoliophyta : Dicotyledoneae : Asterales : Asteraceae : *Lecocarpus leptolobus*

© Patricia Jaramillo/FCD

Situación actual

El lecocarpus de Darwin se encuentra solo en tres localidades, en un área inferior a 10 km². En el pasado, se encontraría en otros lugares, como en la zona en que Darwin lo recolectó¹. Es una especie seriamente amenazada y fue afectada en el pasado por la presencia de cabras asilvestradas. Por eso, en algunas localidades están protegidas con cercados, pero su distribución es tan restringida que urge desarrollar un plan de recuperación^{1,2}.

Importancia ecológica

El género *Lecocarpus* es endémico de las islas Galápagos. Actualmente, se consideran cuatro especies y una subespecie; cada una restringida a una sola isla y, en un solo caso, a islotes³. *L. pinnatifidus* se registró únicamente en la isla Floreana; *L. leptolobus*, en el suroeste de San Cristóbal; *L. darwinii*, en el noreste de San Cristóbal; *L. lecocarpoides*, en Española y el islote oeste, y *L. I. brachyceratus*, en los islotes Gardner, Osborn y Xarifa⁴⁻¹¹.

La importancia particular del lecocarpus de Darwin, desde el punto de vista evolutivo y de radiación adaptativa, es que se trata de una de las dos especies del mismo género representadas en una sola isla y que, además, en varias zonas de la isla existen individuos con características morfológicas intermedias entre esta especie y *L. darwinii*. En términos de biodiversidad funcional, se conoce muy poco sobre el papel ecológico de esta planta en el ecosistema de

San Cristóbal, pero considerando que es una especie restringida básicamente a los afloramientos de escoria roja, como los que se encuentran en los bordes de antiguos cráteres volcánicos², y que su fenología incluye la presencia de flores casi todo el año, sin duda constituye una especie fundamental para el mantenimiento de las redes de polinización en la zona árida de la isla, que tiene las redes más grandes y los niveles más altos de generalización de especies polinizadoras¹².

Esta especie crece a menudo asociada a otra especie vegetal amenazada, *Calandrinia galapagosa* St John, ambas severamente reducidas por las cabras asilvestradas. Esta asociación ha permitido la construcción de cercados que protegen poblaciones importantes de las dos especies a la vez^{1,9,11,13-16}.

Necesidades de información

Es necesario realizar estudios genéticos de esta y otras especies del género, para investigar sus relaciones y su patrón de distribución tanto en la isla San Cristóbal como en el archipiélago en general. Además, se requiere estudiar su distribución y función en

el ecosistema con más profundidad, así como el impacto de las cabras introducidas sobre esta especie, no solo con respecto a su tamaño poblacional, sino también a su distribución espacial.

◀ Distribución

Presente única y exclusivamente en la localidad El Ripioso, en la isla San Cristóbal.

Autores

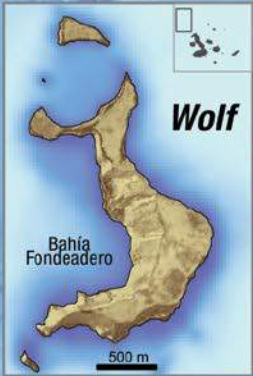
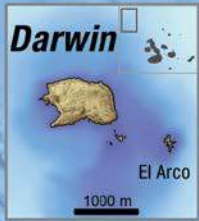
Ficha: Patricia Jaramillo Díaz, Washington Tapia, Jeffrey Málaga y Alan Tye

Mapa: Byron Delgado

Metodología del mapa: 1

Datos del mapa: Base de datos de colecciones de la Estación Científica Charles Darwin (ECCD), Proyecto Conservación de Especies Amenazadas.



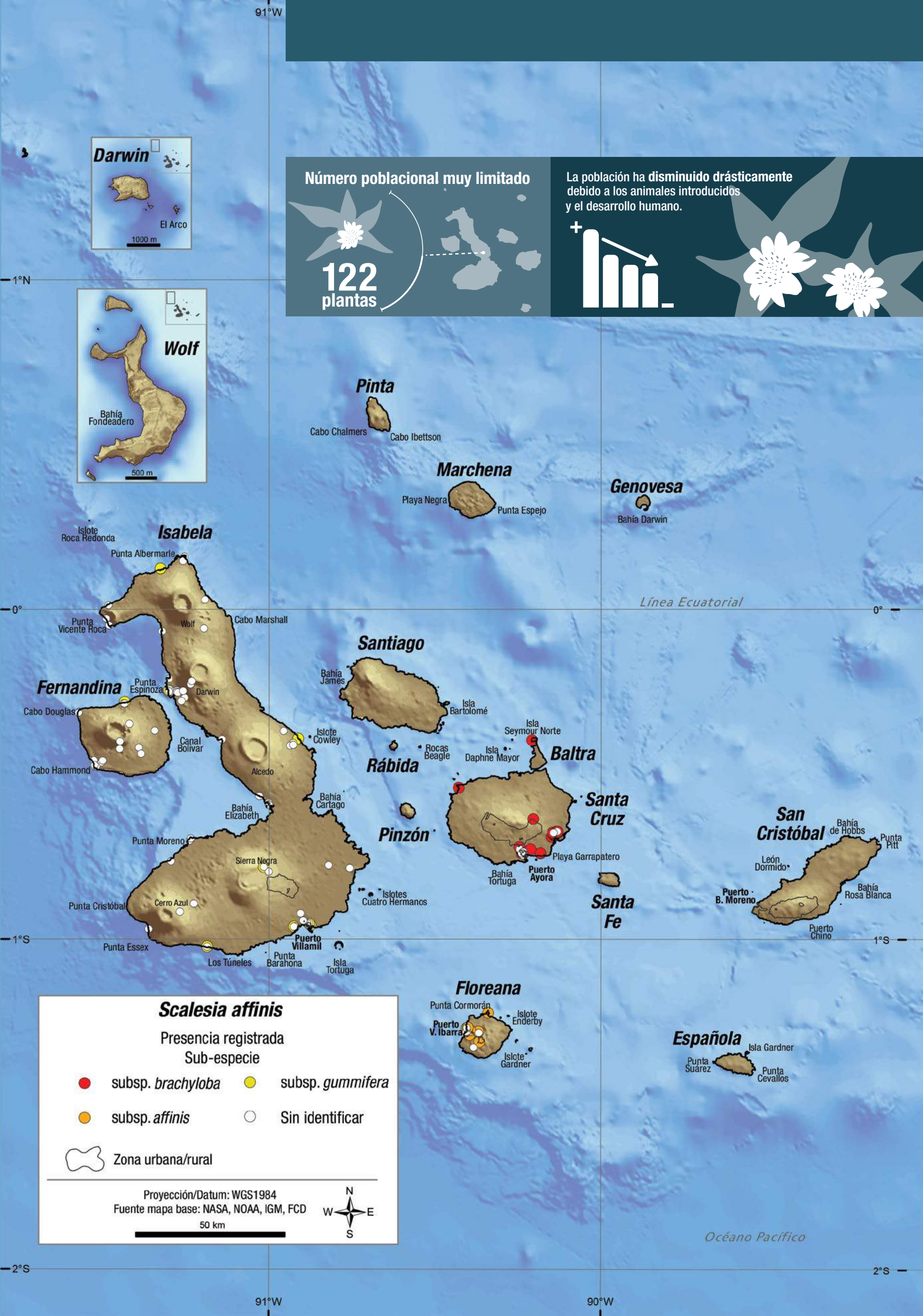
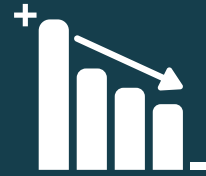


Número poblacional muy limitado



122 plantas

La población ha disminuido drásticamente debido a los animales introducidos y el desarrollo humano.



Scalesia affinis
Presencia registrada
Sub-especie

● subsp. <i>brachyloba</i>	● subsp. <i>gummifera</i>
● subsp. <i>affinis</i>	○ Sin identificar

Zona urbana/rural

Proyección/Datum: WGS1984
Fuente mapa base: NASA, NOAA, IGM, FCD

50 km

► Lechoso o tabaquillo

Endémica

Scalesia affinis
Hook. f.Plantae : Magnoliophyta : Dicotyledoneae : Asterales : Asteraceae : *Scalesia affinis*

© Patricia Jaramillo/FCD

Situación actual

Según la literatura y el conocimiento de algunos antiguos colonos, el lechoso estaba distribuido únicamente en la zona entre El Garrapatero, El Cascajo y la costa este de la Estación Científica Charles Darwin (ECCD), abarcando inclusive el área sobre la que ahora se asienta Puerto Ayora^{1, 2}. En 2007 quedaban solo 60 plantas en el área cercana a la terminal terrestre y tres cerca a El Garrapatero²⁻⁵. Actualmente, gracias al proyecto de restauración ecológica de ecosistemas degradados Galápagos Verde 2050, existen 122 individuos⁶⁻⁸. Se encuentra en dos zonas de vegetación: árida y de transición.

Importancia ecológica

Santa Cruz es la isla que más especies de *Scalesia* alberga: seis en total. Entre estas, el lechoso tiene las flores más llamativas. Se encuentra en cuatro islas^{3, 9}, pero cada población tiene características únicas, por lo que es necesario conservar cada una^{10, 11}.

En Puerto Ayora, la población ha disminuido drásticamente debido a los animales introducidos y el desarrollo humano^{1, 4, 12}. En 2005, en el sector Pampas Coloradas, donde hasta hace pocos años era fácil encontrar lechosos, se encontró plantas juveniles muertas, en un área privada. Lamentablemente, desde dicho año, la cantidad de construcciones produjo el desplazamiento de esta especie. Asimismo, al norte de Puerto Ayora, en 2006 desaparecieron varias plántulas y, actualmente, no se ha registrado. Además, las nuevas construcciones cerca al terminal terrestre terminaron con los últimos grupos de plantas en ese sector. Actualmente, estas plantas se conservan únicamente en la Agencia de Regulación y Control de la Bioseguridad y Cuarentena

para Galápagos (ABG), en un pequeño espacio natural y jardines ecológicos, gracias al trabajo con la Fundación Charles Darwin (FCD) en el proyecto Galápagos Verde 2050.

En la actualidad, el lechoso presenta un número poblacional muy limitado, que lo ubica al borde de la extinción en las islas. La Dirección del Parque Nacional Galápagos (DPNG) y la FCD construyeron cercas para proteger las plantas que quedan en los alrededores de Puerto Ayora y en el área cercana al Garrapatero, permitiendo así la creación de un banco de semillas que facilitará el proceso de restauración ecológica.

Este arbusto, que permanece verde durante la época seca, con hojas grandes parecidas al tabaco y flores con forma de corona, se ha integrado como planta ornamental en jardines ecológicos^{6, 7, 13}. Necesita ser plantada en terreno pedregoso.

Necesidades de información

Considerando que el lechoso ocupaba el área en la que actualmente se asienta Puerto Ayora, es evidente que esta especie sea la planta símbolo de dicha ciudad, por lo que contribuir a su conservación y restauración constituye una obligación moral para todos quienes viven en ella. Por esta razón, es muy importante ejecutar proyectos sociales en el proceso de restauración de ecosistemas urbanos, que involucren a la comunidad local. Asimismo, resulta necesario estudiar las causas y alteraciones irreversibles y sus causas en áreas de distribución histórica y actual, para

obtener medidas de conservación urgentes, así como investigar sobre la supervivencia de esta especie, la viabilidad de sus semillas, los protocolos y ensayos de germinación y un monitoreo permanente a largo plazo.

Es importante también elaborar un plan estratégico para la construcción de jardines ecológicos en la nueva urbanización El Mirador y en las áreas verdes en Puerto Ayora, y realizar estudios genéticos sobre los nuevos híbridos de lechoso y *Scalesia helleri*.

◀ Distribución

Presente en las islas Fernandina, Floreana, Isabela y Santa Cruz.

Autores

Ficha: Patricia Jaramillo Díaz, Washington Tapia y Alan Tye

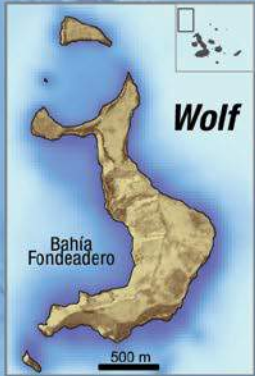
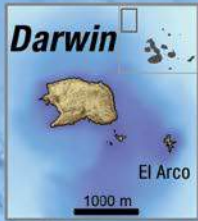
Mapa: Byron Delgado

Metodología del mapa: 1

Datos del mapa: Base de datos de colecciones de la Estación Científica Charles Darwin (ECCD), Proyecto Conservación de Especies Amenazadas y Galápagos Verde 2050.



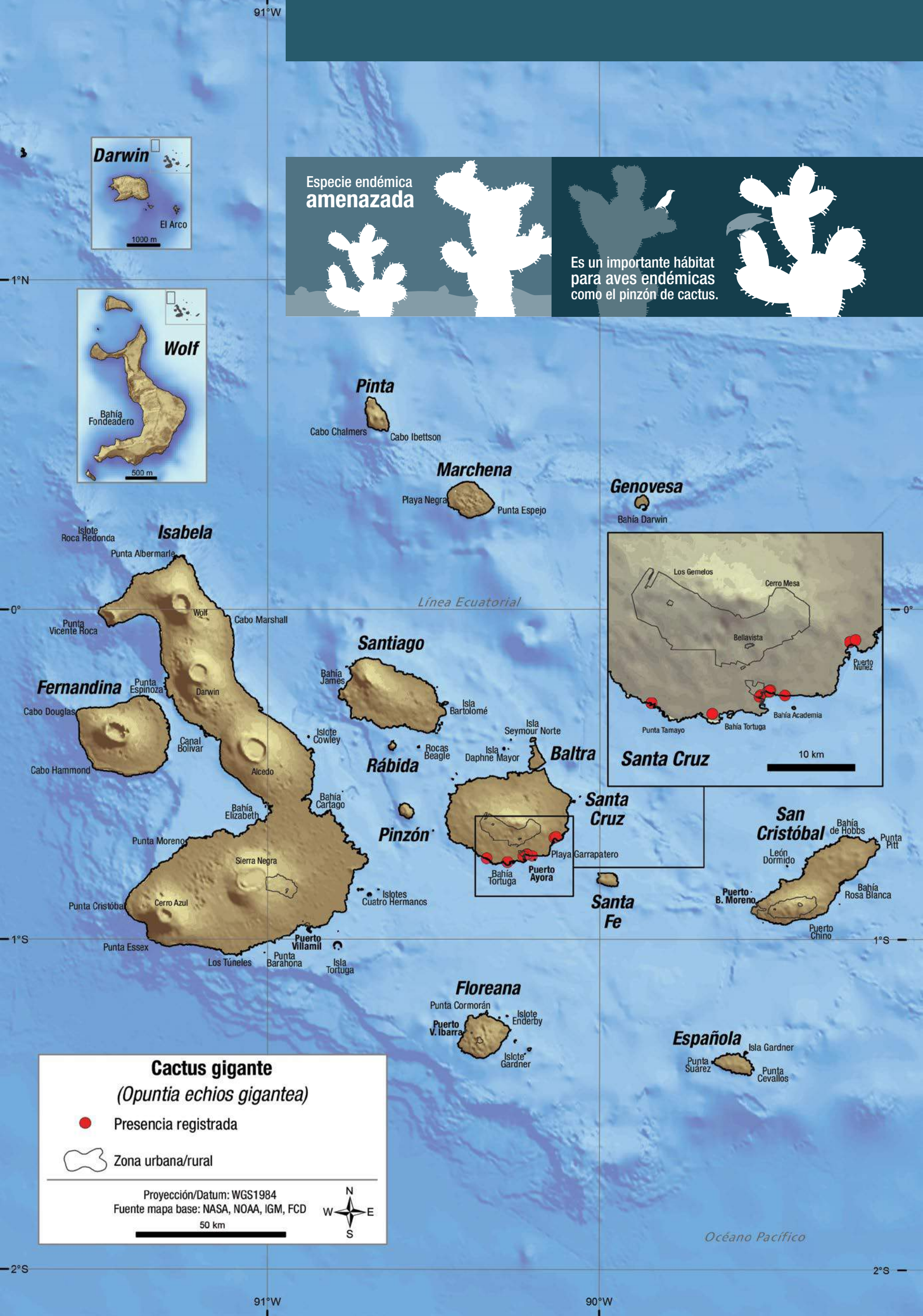
Asteráceas endémicas
Lechoso o tabaquillo



Especie endémica
amenazada



Es un importante hábitat
para aves endémicas
como el pinzón de cactus.



Cactus gigante
(Opuntia echios gigantea)

- Presencia registrada
- Zona urbana/rural

Proyección/Datum: WGS1984
Fuente mapa base: NASA, NOAA, IGM, FCD

50 km

► Cactus gigante

Endémica

Opuntia megasperma var. *orientalis*
HowellPlantae : Magnoliophyta : Dicotyledoneae : Caryophyllales : Cactaceae : *Opuntia megasperma* var. *orientalis*

© Patricia Jaramillo/FCD

Situación actual

En la actualidad, la mayoría de los taxones de *Opuntia* de Galápagos no se encuentran en peligro de extinción, pero existen brechas significativas en nuestro conocimiento sobre su distribución sistemática, ecología y evolución¹⁻⁴. El cactus gigante *Opuntia megasperma* incluye tres variedades, ubicadas en las islas Floreana, San Cristóbal y Española; de estas, *O. megasperma* var. *orientalis* se encuentra solo en Española y en los islotes cercanos: Gardner, Osborn, Xarifa (Tortuga) y Oeste^{5, 6}. De acuerdo con los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), es una especie en peligro de extinción^{7, 8}. Su disminución poblacional probablemente fue producida por la introducción de cabras asilvestradas y la disminución drástica de la población de tortugas gigantes^{8, 9}.

Importancia ecológica

En Galápagos, los *Opuntia* son árboles y arbustos longevos, cuyas formas son impresionantemente esculturales. Son considerados Especies Clave para la dinámica de los ecosistemas de las tierras bajas, debido a que son fuente de alimento e interactúan con diferentes animales vertebrados e invertebrados que polinizan y dispersan sus semillas^{2, 3, 6, 8}.

O. megasperma var. *orientalis* es uno de los más importantes componentes estructurales de la vegetación de la isla Española, debido a que constituye la principal fuente de alimento para la población de tortugas gigantes, reestablecida mediante el programa de reproducción en cautiverio y posterior repatriación de tortugas, man-

tenido desde hace 50 años^{4, 8, 9}. Además, al ser uno de los pocos árboles que existen en la isla, convierten a la especie en una especie paraguas, pues por sus características físicas y biológicas, así como sus requerimientos estrictos de hábitat, engloban las necesidades de otras especies, particularmente de fauna⁸⁻¹². Por lo tanto, de acuerdo con lo establecido en el Plan de Manejo de las Áreas Protegidas de Galápagos¹⁰, se entiende que, al actuar sobre la conservación de estas especies, se actúa también sobre otro número importante de especies con requerimientos ecológicos similares. Por ejemplo, sus ramas forman un sitio de anidación importante para las aves endémicas y sus flores son una de las fuentes más importantes de néctar y polen para el pinzón de cactus^{4, 9, 11-17}.

Necesidades de información

Debido a que es una especie endémica amenazada, se requiere más información sobre sus relaciones ecológicas y dinámica poblacional. En particular, se requiere información de los episodios de El Niño, cuando las raíces se pudren y la planta absorbe tal volumen de agua que las ramas o la totalidad de la planta

se caen. Además, tanto el cactus gigante como las demás especies de cactus son vulnerables a la posible introducción de *Cactoblastis* sp^{9, 13, 14}. Finalmente, es necesario documentar también los cambios que los animales introducidos producen en las poblaciones de *Opuntia* sp, los cuales comen y dañan las plántulas.

◀ Distribución

Se encuentra únicamente en la parte centro sur de la isla Española y los islotes Gardner, Osborn, Xarifa (Tortuga) y Oeste; otras variedades habitan en San Cristóbal y Floreana^{5, 18-20}.

Autores

Ficha: Patricia Jaramillo Díaz, Washington Tapia y Alan Tye

Mapa: Byron Delgado

Metodología del mapa: 1

Datos del mapa: Base de datos de colecciones de la Estación Científica Charles Darwin (ECCD), Proyecto Conservación de Especies Amenazadas y Galápagos Verde 2050.



Mangle negro, *Avicennia germinans* ▲



MANGLARES

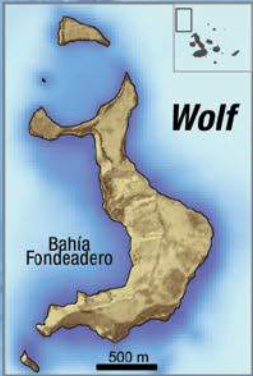
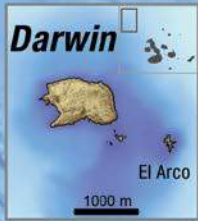
Los manglares constituyen un ensamblaje de árboles o arbustos de diferentes especies de distribución tropical y subtropical, que se caracterizan por tolerar altos niveles de salinidad (algunas especies viven en aguas hasta 100 veces más saladas de lo que cualquier otra planta soportaría), lo que les permite crecer en la interfase entre los sistemas marinos y terrestres^{1,2}.

En Galápagos, los manglares están compuestos por cuatro especies: el mangle rojo (*Rhizophora mangle*, Fam. Rhizophoraceae), el mangle negro (*Avicennia germinans*, Fam. Acanthaceae), el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*, Fam. Combretaceae) y el mangle botón (*Conocarpus erectus*, Fam. Combretaceae)³. El mangle blanco se encuentra asociado al mangle rojo, aunque aparece en zonas más alejadas del oleaje; el mangle negro se ubica en posiciones más periféricas, tierra adentro de los manglares. El mangle botón, que algunos autores consideran una especie asociada al manglar, se encuentra en la transición entre los bosques de mangle y la vegetación costera seca, junto con otras especies, como el manzanillo (*Hippomane mancinella*) y el monte salado (*Cryptocarpus pyriformis*), siempre en posiciones más alejadas a la línea de costa.

Los manglares usualmente se encuentran en la zona intermareal, en zonas protegidas con poca exposición al oleaje, como en bahías, lagunas costeras, canales intermareales, etc. Su extensión depende en gran medida del rango intermareal, la pendiente de la línea de costa, la salinidad, así como del tipo de suelo y sus propiedades. La mayoría de la zona costera de Galápagos es inhóspita para los manglares; por eso, en algunas zonas solo constituyen manchas de vegetación subdesarrollada (como en la costa sureste de Santiago). Sin embargo, en otras áreas óptimas, su desarrollo es considerable, como en Bahía Cartago o Bahía Elizabeth.

Nicolás Moity y Byron Delgado

91°W



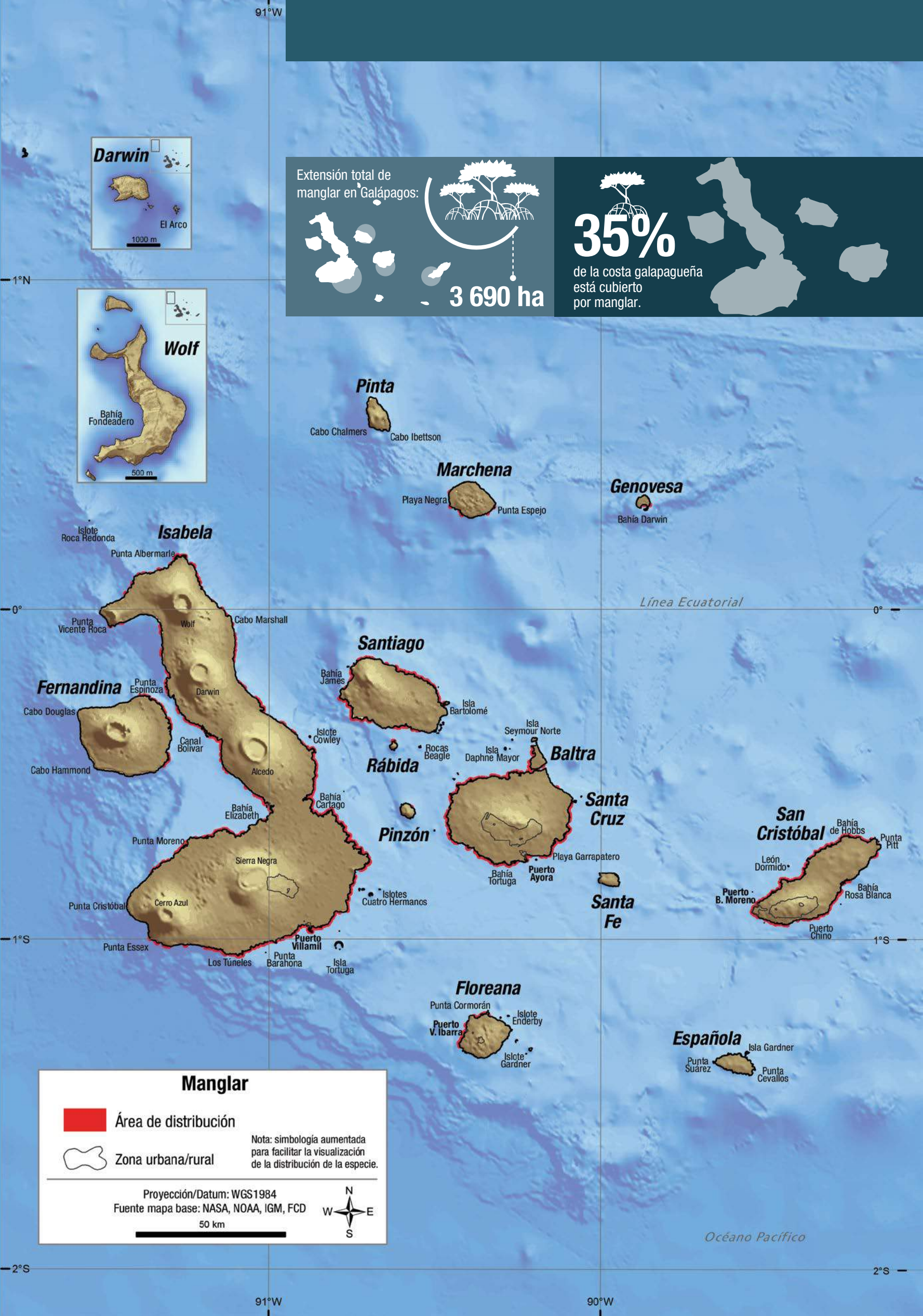
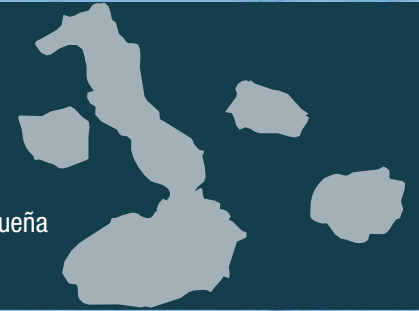
Extensión total de manglar en Galápagos:



3 690 ha

35%

de la costa galapagueña está cubierto por manglar.



Manglar



Área de distribución



Zona urbana/rural

Nota: simbología aumentada para facilitar la visualización de la distribución de la especie.

Proyección/Datum: WGS1984
Fuente mapa base: NASA, NOAA, IGM, FCD
50 km



Océano Pacífico

2°S

91°W

90°W

2°S

► Mangle rojo

Rhizophora mangle
L.

Tracheophyta : Magnoliopsida : Rhizophorales : Rhizophoraceae : *Rhizophora mangle*



© Nicolás Moity/FCD

Situación actual

El mangle rojo es el más común y abundante de Galápagos (con densidades de hasta 865 individuos por 100 m²). Se encuentra casi exclusivamente en la franja costera, en la zona más cercana al mar, donde es la especie dominante. Parece ser la especie pionera de todos los manglares en el archipiélago^{4,5}. Casi siempre se encuentra con ejemplares de mangle blanco y negro, aunque estos suelen aparecer en zonas más protegidas del oleaje y de manera más puntual.

Los manglares (en sentido amplio, es decir, las cuatro especies de mangle) ocupan una superficie total de 3 690 ha y cubren 35% de la línea de costa del archipiélago. Se encuentran en todas las islas, excepto en Pinta, Española, Darwin y Wolf.

Importancia ecológica

A pesar de que solo cubren 0,12% de la superficie terrestre (a nivel mundial), los manglares son ecosistemas extremadamente importantes; se estima que generan entre USD 200 000 y USD 900 000 por hectárea en servicios ecosistémicos a nivel global⁶. Los manglares son especies ingenieras clave; es decir, proveen hábitat para otras especies, constituyen uno de los ecosistemas más productivos del planeta y, además, capturan más carbono por unidad de superficie que otros bosques tropicales⁷. Tienen gran valor escénico y son un escudo de protección ante riesgos costeros como tsunamis^{7,8}.

Por otro lado, los manglares son zonas de guardería para numerosas especies de peces, como los tiburones punta negra (*Carcharhinus limbatus*) en las islas centrales⁹⁻¹¹. También son importantes para especies de interés comercial; estudios preliminares parecen in-

dicar que son criaderos de pargo y bacalao en la biorregión oeste. Además, son el hábitat de especies terrestres; particularmente, son áreas de anidación del pinzón de manglar, una de las aves más amenazadas del planeta¹², que necesita la presencia de las tres especies de mangle (Francesca Cunninghame, comm. pers.).

A diferencia de los manglares de la mayoría del planeta, en Galápagos están a salvo de las principales amenazas. Gracias a la estricta protección en el archipiélago desde 1959, la industria acuícola no está presente. La tala de mangle para obtener leña también está totalmente prohibida; los manglares solo han sufrido impactos por corte en los puertos poblados. Sin embargo, no están a salvo de otros impactos como la introducción de especies y fenómenos asociados a impactos del cambio climático, como la subida del nivel del mar, cambios en las condiciones oceanográficas, etc.

Necesidades de información

Los estudios sobre manglares en Galápagos son relativamente escasos y recientes. Existen numerosas áreas del conocimiento sin explorar, como los cambios temporales de la cobertura de los manglares y su relación con tsunamis y el ciclo de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS), su vulnerabilidad ante el cambio climático, las especies

de peces asociadas a manglares a lo largo de su fase de vida, estudios fisiológicos, servicios ambientales, captura de carbono. Es necesario realizar monitoreos de insectos y otros organismos asociados al manglar (como los hongos fitopatógenos), para detectar y controlar posibles plagas que pongan en riesgo a esta especie.

◀ Distribución

Presente en Santa Cruz, Santiago, San Cristóbal, Floreana, Isabela, Fernandina, Genovesa y Marchena.

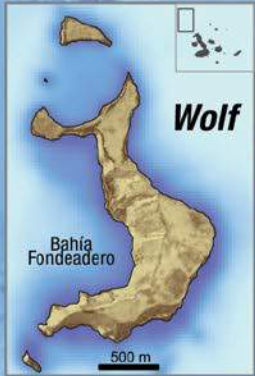
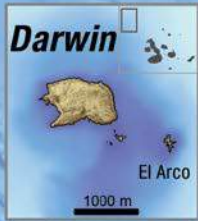
Autores

Ficha: Nicolás Moity y Byron Delgado
Mapa: Nicolás Moity y Byron Delgado

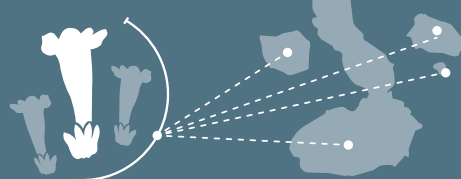
Datos del mapa: Moity, N. y Delgado, B., 2016; Moity, N. *et al.*, datos por publicar.
Metodología del mapa: 5



91°W



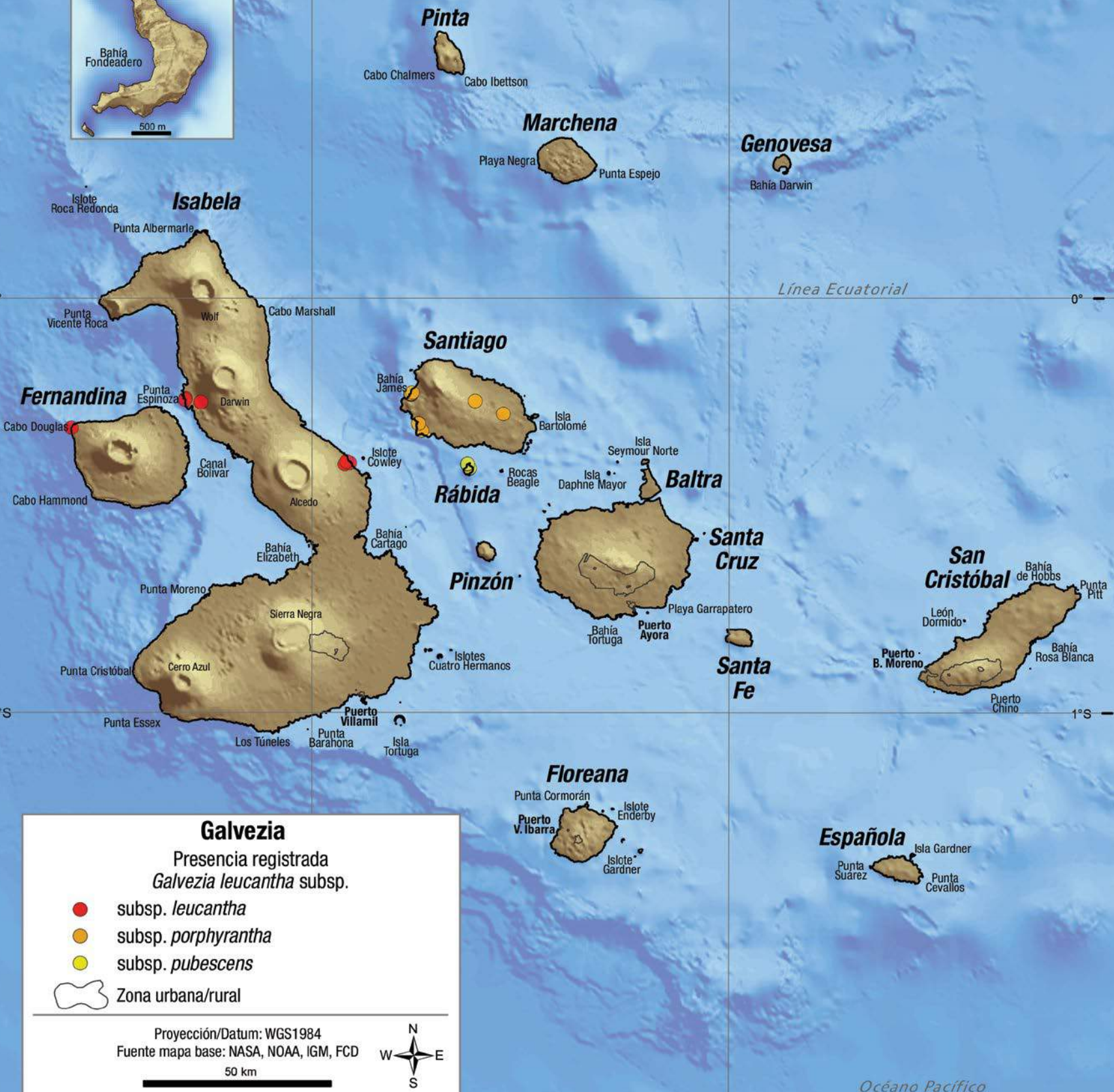
Solo están en 4 islas:



Fernandina, Isabela, Rábida y Santiago

Hay 3 subespecies:

la de Fernandina crece únicamente en afloramientos erosionados de escoria roja



Línea Ecuatorial

Océano Pacífico

91°W

90°W

2°S

▶ Galvezia

Endémica

Galvezia leucantha
WigginsPlantae : Magnoliophyta : Dicotyledonadae : Lamiales : Plantaginaceae : *Galvezia leucantha*

© Patricia Jaramillo/FCD

Situación actual

La galvezia es una especie de planta endémica de Galápagos con poblaciones en cuatro islas. Existen tres subespecies: *G. l. leucantha*, en Fernandina e Isabela; *G. l. pubescens*, en Rábida, y *G. l. porphyrantha* en Santiago^{1,2}. Todas las poblaciones son muy pequeñas (pocos individuos) y, en por lo menos tres islas, están muy reducidas en comparación con su estado anterior, lo que las ubica en peligro de extinción.

Importancia ecológica

Es la única especie insular de un género que se encuentra desde Sudamérica hasta el sur de Norteamérica, donde la mayoría de sus especies son polinizadas por colibríes. Debido a la ausencia de estas aves en Galápagos, las flores de galvezia han desarrollado características aptas para que los insectos las polinicen, como un color menos intenso y un tamaño reducido. Son atractivas y de color blanco (la subespecie *G. l. leucantha*), blanco-rosado (*G. l. pubescens*) o púrpura (*G. l. porphyrantha*)¹⁻⁵.

Sus poblaciones se han reducido en Santiago, Rábida e Isabela debido a la presencia de animales introducidos, por lo que las

subespecies se encuentran en estado de amenaza; dos subespecies (*G. l. porphyrantha* y *G. l. pubescens*) se encuentran en peligro crítico de extinción¹. Se espera que la erradicación reciente de los ungulados asilvestrados en Santiago permita la recuperación de *G. l. porphyrantha* en esta isla.

Sin embargo, la rareza de las poblaciones en Fernandina indica que esta especie, que crece únicamente en afloramientos erosionados de escoria roja, siempre existirá en números limitados y, por lo tanto, siempre será vulnerable a nuevas amenazas.

Necesidades de información

Todas las poblaciones, especialmente las de las dos subespecies en peligro crítico, merecen un monitoreo continuo para confirmar su supervivencia y restauración. Si no se recuperan luego de la

erradicación de herbívoros introducidos, podrían ser necesarias intervenciones de conservación (protección o propagación).

◀ Distribución

Pequeñas poblaciones presentes únicamente en las islas Fernandina, Isabela, Rábida y Santiago.

Autores

Ficha: Patricia Jaramillo Díaz y Alan Tye

Mapa: Byron Delgado

Metodología del mapa: 1

Datos del mapa: Base de datos de colecciones de la Estación Científica Charles Darwin (ECCD), Proyecto Conservación de Especies Amenazadas y Galápagos Verde 2050.



Liquen con ojos áureos, *Teloschistes chrysophthalmus* ▲



LÍQUENES

En Galápagos, los líquenes constituyen uno de los grupos de organismos más diversos. Actualmente, la lista de referencia de la Fundación Charles Darwin (FCD) documenta más de 600 especies, de las cuales aproximadamente 20% es endémico. Son organismos simbióticos en los que un hongo es hospedero de algas verdes y/o cianobacterias. Se caracterizan por un crecimiento lento, los ciclos prolongados de generaciones y por la falta de tejidos protectores (absorben todos sus nutrientes y agua del aire). Por lo tanto, son indicadores ambientales sensibles, ideales para el monitoreo de la degradación del hábitat y el cambio climático. Su diversidad se correlaciona directamente con la diversificación del hábitat y, por eso, son indicadores importantes de la continuidad ecológica y de la salud del ecosistema.

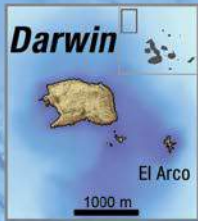
En Galápagos, los líquenes se desarrollan en todos los hábitats terrestres, pero generalmente abundan en las áreas secas. Las partes altas y húmedas son las que tienen mayor número de especies y, también, son las zonas donde estas han sufrido el descenso más fuerte, por la degradación de su hábitat nativo.

Pese a su diversidad, se conoce poco sobre el rol ecológico de los líquenes de Galápagos. En la zona de transición, cortinas largas como “barbas” de color verde-amarillo pálido cubren en abundancia las ramas de los árboles, las cuales contribuyen al suministro natural de agua. Cuando estas “redes” o “cortinas” interceptan la llovizna, el excedente de agua gotea hacia el suelo, acumulándose en acuíferos. En las partes bajas, los líquenes forran los árboles, protegiendo su corteza contra el exceso de calor. Las aves de Galápagos los usan como acojinamiento para sus nidos. Además, sus propiedades antibióticas de los metabolitos secundarios contribuyen a un ambiente más saludable en el nido. En la roca protegida y bajo la sombra, favorecen la intemperización y la formación del suelo. También proporcionan hábitat para los invertebrados, que los usan como albergues, camuflaje y alimento.

En Galápagos, el líquen *Rocella gracilis*, cuyo nombre común es “orchilla”, es una Especie Clave de importancia cultural. Es un epífito costero abundante que se recogía en grandes cantidades para obtener el colorante azul a morado “orchil” (que varía según su pH). Aunque la explotación de la orchilla duró desde 1860 hasta 1870, fue el medio económico que posibilitó la colonización del archipiélago.

Frank Bungartz

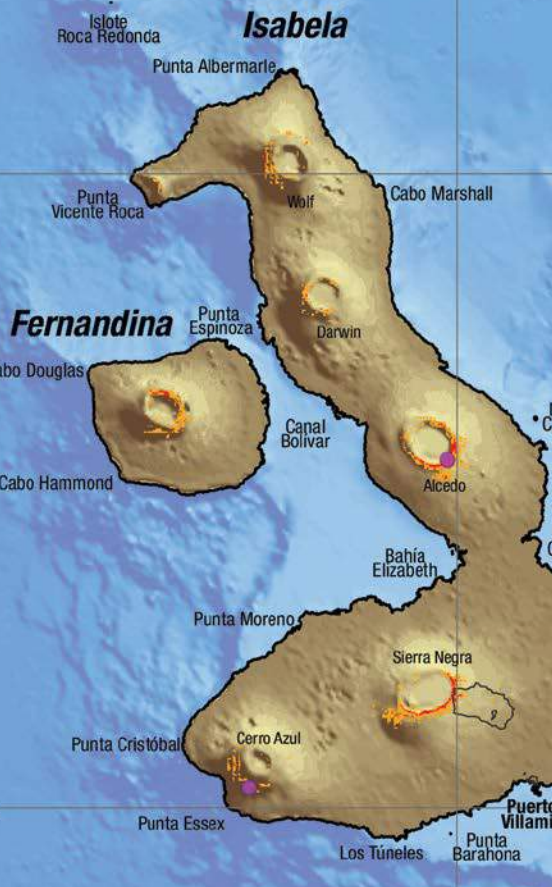
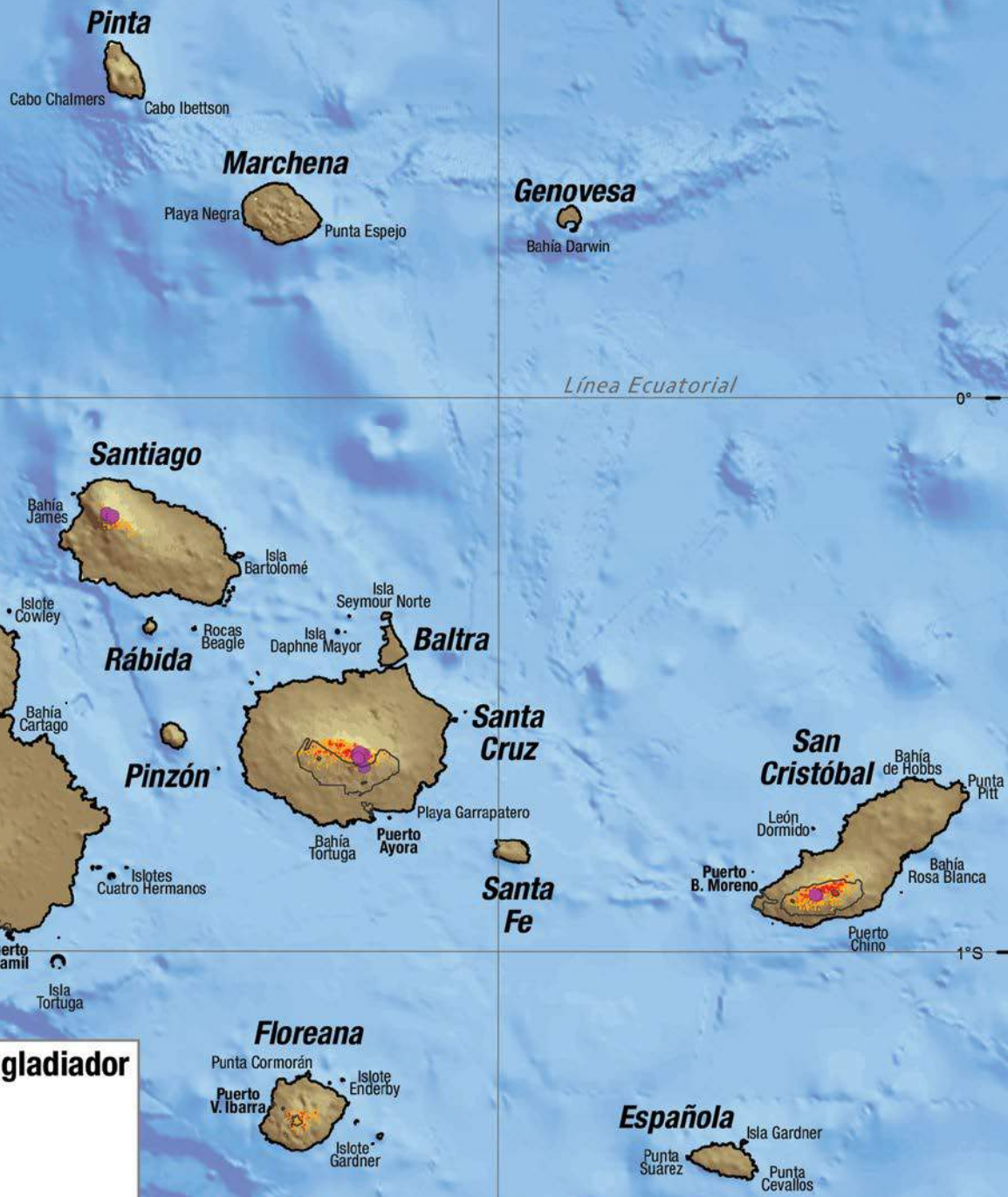
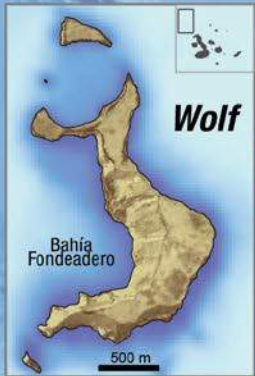
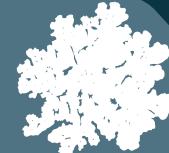
91°W



Peculiaridad:
 más de 600
 especies
 de líquenes
 en Galápagos



Una de cada tres especies
 aún no se ha identificado.



Liquen con clavos espinosos de gladiador

- Presencia registrada

Idoneidad de hábitat

- Media idoneidad
- Alta idoneidad

○ Zona urbana/rural

Proyección/Datum: WGS1984
 Fuente mapa base: NASA, NOAA, IGM, FCD

50 km

Océano Pacífico

2°S

91°W

90°W

2°S

► Liquen con clavos espinosos de gladiador

Endémica

Acantholichen galapagoensis
Dal-Forno, Bungartz y Lücking

Fungi : Basidiomycota : Agaricomycetes : Agaricales : Hygrophoraceae : *Acantholichen galapagoensis*



© Frank Bungartz

Situación actual

La mayoría de líquenes son ascomicetos; es decir, son hongos con micelio tabicado que producen ascosporas endógenas. El liquen con clavos espinosos de gladiador pertenece a los basidiomicetos liquenizados, que, en Galápagos, son todos endémicos. Evaluado como vulnerable, posiblemente en peligro crítico, ocupa hábitats húmedos y bien iluminados. Sus poblaciones se observan en las partes más húmedas de las áreas de arbustos de *Miconia* y los fragmentos de bosques de *Frullania-Zanthoxylum*. Ahí, habita sobre plantas hepáticas que cuelgan de *Zanthoxylum* y *Psychotria rufipes*, o crece en las vainas de hojas de *Cyathea weatherbyana*. En Santa Cruz, este helecho arbóreo fue, en el pasado, una planta abundante, inclusive más que la *Miconia*. Hoy en día, la *Cinchona* (especie introducida) brinda un hábitat similar.

Importancia ecológica

El Grupo de Especialistas para las Plantas de las Galápagos de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) identifica los rasgos de sensibilidad y adaptabilidad que aumentan la vulnerabilidad de las especies al cambio climático. De acuerdo con dichos rasgos, se considera que el liquen con clavos espinosos de gladiador no se adapta bien a la variabilidad ambiental debido a que se encuentra solo en las partes más húmedas de las zonas altas y restringido a los hábitats con alta iluminación. Por lo tanto, sirve como Especie Centinela para el monitoreo del cambio climático.

La vegetación terrestre de Galápagos tiene una zonificación marcada según la altitud. El calentamiento global causaría que las zonas que se encuentran en las partes bajas avancen hacia mayor altura, ampliando la zona seca y reduciendo la zona húmeda. El descenso drástico de esta especie de liquen en la isla Santa Cruz se documentó recién en 2016-2017. Algunas de las poblaciones más exuberantes estaban presentes sobre la *Cinchona*, cubiertas de *Frullania* y localizadas entre los cerros El Puntudo y Crocker. Durante la sequía de 2016-2017, casi la totalidad de estas poblaciones desapareció.

Necesidades de información

En Galápagos, los líquenes son un buen ejemplo de grupo altamente diverso de organismos casi totalmente descuidado. Por lo menos, un tercio de todas las especies permanece indocumentado y hay más de 100 especies nuevas registradas. Por otro lado, se requiere, de manera urgente, más investigación para evaluar mejor los ritmos de supervivencia de varias especies, como el liquen con clavos espinosos de gladiador, que fue recientemente reconocido como especie endémica del archipiélago.

El colapso de la población e incluso la desaparición de esta especie de las partes altas y húmedas son señales de advertencia. Un monitoreo regular de las poblaciones permitirá documentar cómo el descenso y la recuperación de la población se relacionan con importantes parámetros climáticos (especialmente, irradiación solar, pluviometría, nubosidad y humedad del aire).

◀ Distribución

Esta especie crece como epífita sobre otras plantas, distribuidas en partes altas y húmedas de Isabela: en Cerro Azul, sobre *Cyathea weatherbyana*, y en el Volcán Alcedo, en fragmentos de bosques, sobre *Frullania-Zanthoxylum*. En Santiago, sobre

Psychotria rufipes; en Santa Cruz, en zona de miconias, sobre *Cinchona* sp; en San Cristóbal en zona de miconias, sobre *Miconia robinsoniana* y *Psidium guava*.

Autores

Ficha: Frank Bungartz
Mapa: Byron Delgado
Metodología del mapa: 4a

Datos del mapa: Base de datos de colecciones de la Estación Científica Charles Darwin (ECCD), Proyecto Estado Actual y Distribución de Plantas No Vasculares de Galápagos, Bungartz F. (CE).





▲
Coral coliflor, *Pocillopora eydouxi*



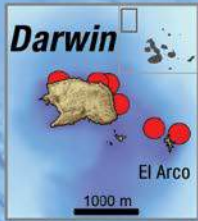
CORALES

Los corales contribuyen significativamente a la diversidad y riqueza de la Reserva Marina Galápagos (RMG), ya que proporcionan refugio a cientos de especies, incluyendo las endémicas. La mayoría se encuentra al este y norte del archipiélago, donde la temperatura del mar es más cálida y, por tanto, más óptima para su crecimiento. Entre las especies formadoras de arrecifes, se encuentran *Porites lobata*, *Pocillopora* spp, *Pavona clavus* y *P. gigantea*^{1, 2}. Se estima que hay aproximadamente 38 especies en el archipiélago³. Sin embargo, debido a los nuevos avances en taxonomía, incluyendo la genética y plasticidad morfológica (colonial y micromorfología) de los géneros *Pocillopora* y *Porites*, se recomienda revisar el número de especies⁴⁻⁶.

Existen siete especies de coral en peligro de extinción: *Pocillopora* sp, *Polycyathus isabela*, *Fungia curvata*, *Cycloseris curvata*, *Psammocora stellata*, *Rhizopsammia wellingtoni* y *Tubastraea floreana*⁷. Las dos últimas son endémicas y están incluidas como especies en peligro crítico en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) desde 2006^{8, 9}.

La reproducción de los corales puede ser sexual o asexual. Esta última domina en Galápagos, lo que, a pesar de provocar una menor diversidad genética, favorece su supervivencia y la extensión de sus poblaciones en condiciones ambientales drásticas¹⁰⁻¹³. El cambio climático y la acidificación son los impactos más importantes en los corales de Galápagos¹⁴. El aumento y anomalías de la temperatura del agua debido a El Niño en 1982-1983 y 1997-1998 causaron una alta mortalidad de corales (95% en 1982-1983)¹⁵, mientras que su persistencia varía según la acidificación¹⁶. En las islas del norte —las más remotas—, se ha observado una mayor recuperación en comparación con las demás islas¹⁷. La inclusión de los corales en la zona de conservación de la RMG ayuda a incrementar su resiliencia y contribuye a su recuperación en el archipiélago. Por eso, es importante considerar estos ecosistemas en el plan de zonificación de la RMG.

Patricia Marti-Puig, Salomé Buglass y David A. Paz-García

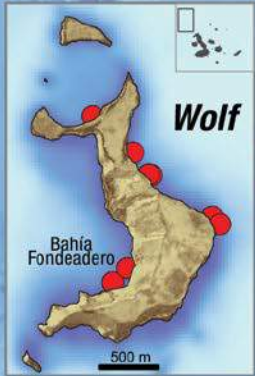


Esta especie es de crecimiento lento.

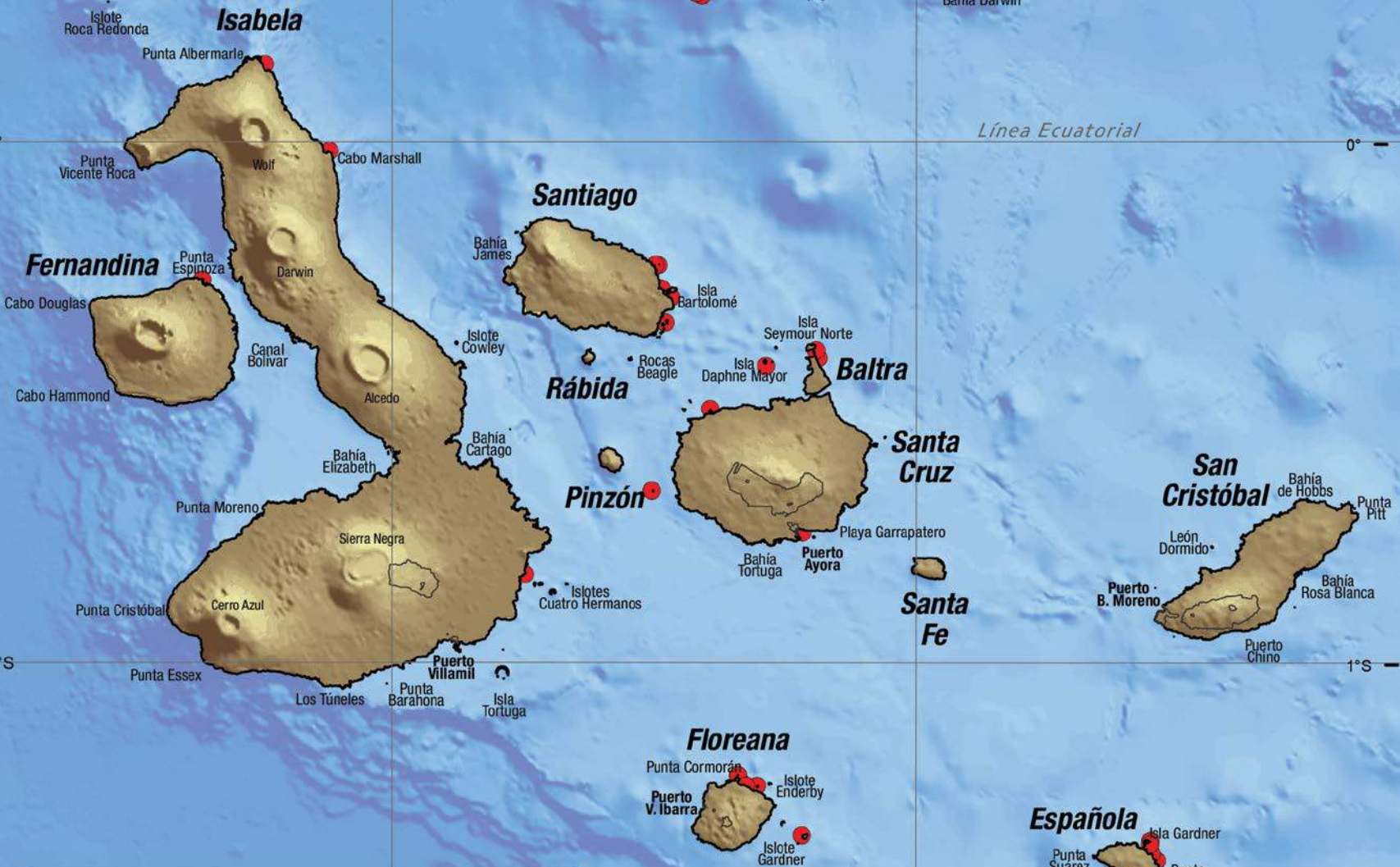
8,1 mm al año



Sufre blanqueamiento en los eventos de La Niña después de El Niño.



Línea Ecuatorial



Coral pétree lobata

● Presencia registrada

☞ Zona urbana/rural

Proyección/Datum: WGS1984
Fuente mapa base: NASA, NOAA, IGM, FCD

50 km



Océano Pacífico

► Coral pétreo lobata

Porites lobata
Dana, 1946

Animalia : Cnidaria: Anthozoa: Scleractinia : Poritidae : *Porites lobata*



© Inti Keith/FCD

Situación actual

El coral pétreo lobata está ampliamente distribuido en Galápagos y es probablemente la especie más común del género *Porites*. Los principales impactos que esta especie soporta son la extensiva reducción de su hábitat, el cambio climático, enfermedades y especies invasoras¹⁸. El blanqueamiento, provocado por la expulsión de algas simbióticas debido a cambios de temperatura, representa uno de los síntomas más obvios de estrés. En el Pacífico Este Tropical (PET), esta especie fue gravemente afectada por El Niño en 1982-1983^{19, 20, 21}. Los corales de Galápagos sufrieron las mortalidades más altas del PET; se registró de 95 a 100% en las islas centrales y meridionales, y un blanqueamiento masivo en Darwin.

Aunque se recuperó de manera significativa en Darwin y Wolf, no pasó lo mismo en las demás islas^{17, 21}. Su recuperación se atribuye a que la estructura coralina permaneció intacta, lo que permitió el crecimiento asexual del tejido sobreviviente, y al reclutamiento sexual. Además, se ha registrado lesiones en el tejido de esta especie, provocadas por mordidas de peces, el sobrecrecimiento de algas y otros factores^{22, 23}. Por estas razones, es considerada una especie casi en peligro. También es una especie Clave y Bioindicadora, debido a su importancia ecológica y a que su presencia es indicadora del buen estado de conservación de la región.

Importancia ecológica

El coral pétreo lobata es una de las especies más importantes de corales formadores de arrecife del sur del PET²⁴; proporciona hábitats clave para muchas especies, como peces y otros invertebrados. Es frecuentemente dominante en los márgenes del arrecife, lagunas y arrecifes de barrera y, generalmente, se encuentra hasta profundidades de 30 m. En Galápagos, es de crecimiento lento (8,1 mm/año), aunque en los primeros años crece hasta 14 a 19 mm/año²⁴. Generalmente, posee sexos separados y expulsa

gametos²⁵. Su fecundidad varía entre regiones; registra tasas más bajas en las islas Galápagos respecto a otras regiones del PET²⁵. Después de 1983, las observaciones de reclutamiento sexual han sido raras en el Pacífico este, aunque se han registrado en algunas áreas de las islas Galápagos²⁵. El coral negro pétreo lobata también se reproduce asexualmente por fragmentación^{24, 25}. Varias especies de peces se alimentan de los corales, causando daño en su esqueleto o rompiendo sus colonias. *Porites lobata* es depredado por el pez globo *Arothron meleagris*^{26, 27}.

Necesidades de información

No hay información específica sobre el estado de esta especie. Se necesita más estudios sobre la estructura de sus poblaciones, abundancia, ecología y hábitat.

Debido a su variabilidad morfológica, es difícil de distinguir de otras especies de crecimiento masivo. Esta se atribuye a la variabilidad geográfica y a la plasticidad fenotípica, o a una combinación de ambos

factores^{5, 29}. Se necesita más estudios que combinen la genética y morfología del esqueleto, para investigar la taxonomía del género *Porites*.

Para conservar esta especie, se recomienda realizar más investigaciones sobre sus enfermedades, restauración y establecimiento, así como sobre el manejo de nuevas áreas marinas protegidas y la expansión de las áreas marinas para su conservación.

◀ Distribución

Presente principalmente en las aguas más calientes, incluyendo las islas Wolf y Darwin^{1-3, 30}.

Autores

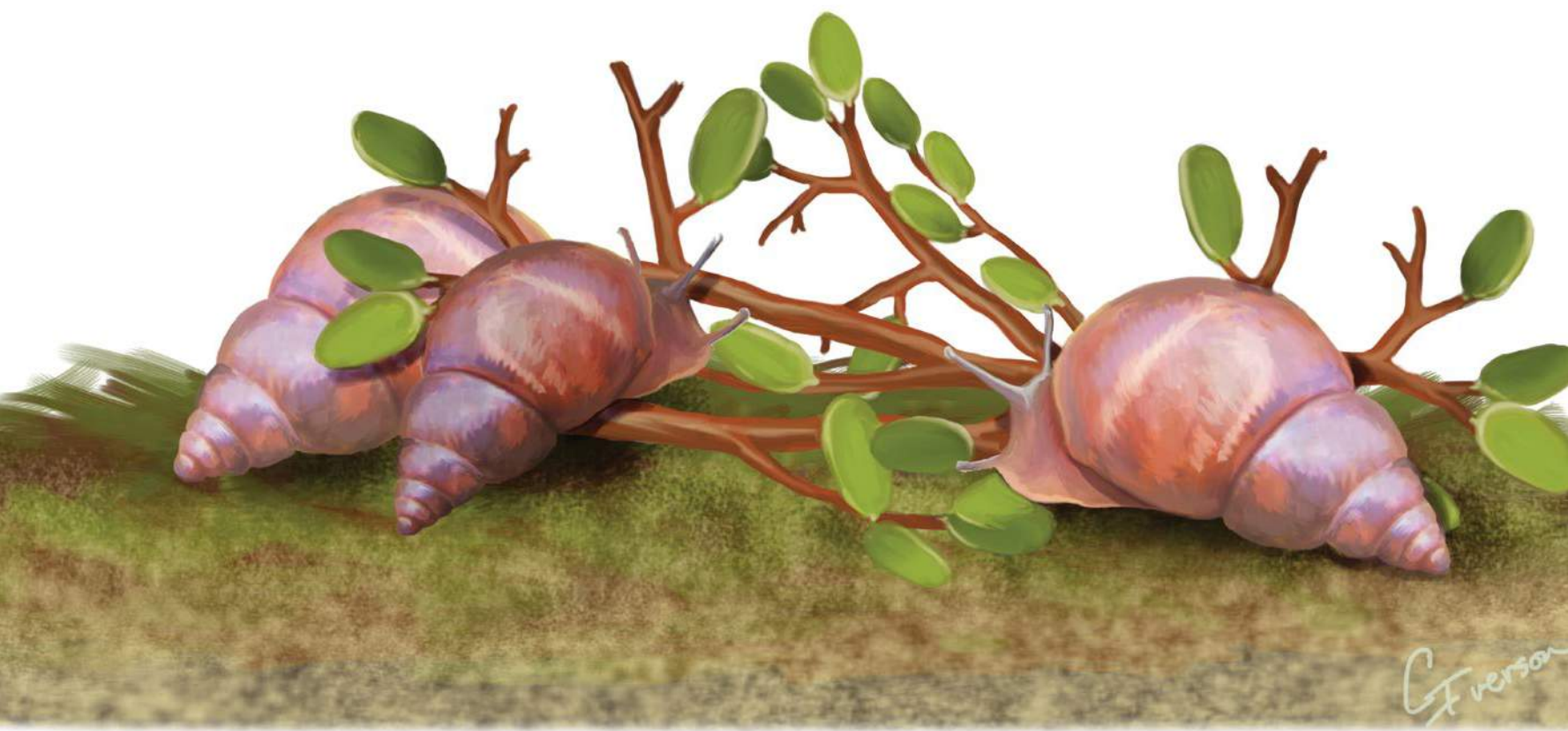
Ficha: Patricia Marti-Puig, Salomé Buglass y David A. Paz-García

Mapa: Nicolás Moity

Metodología del mapa: 1

Datos del mapa: Proyecto Monitoreo Ecológico Submareal 1994-2014 (Banks *et al.*, 2016).





Naesiotus unifasciatus ▲



CARACOLES NAESIOTUS

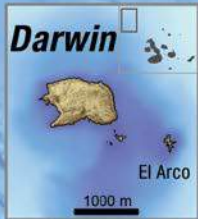
De las 62 especies de caracoles (*Naesiotus* spp) actualmente descritos en las Galápagos, 40 están en peligro o en peligro crítico, de acuerdo con la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN)¹. En Galápagos, los caracoles se encuentran en todas las zonas de vegetación, excepto en el litoral. Durante los últimos 40 años, muchas especies han sufrido abruptas reducciones en sus rangos de distribución y tamaño poblacional. Es notable, por ejemplo, la desaparición de varias especies que se encontraba en grandes números en las zonas altas de la isla Santa Cruz (T. De Roy, comm. pers.)². Los esfuerzos de investigación han sido recompensados por el redescubrimiento de caracoles vivos en algunas de las áreas con severas reducciones de sus poblaciones (C. Parent, obs. pers.)³.

Aunque se ha avanzado considerablemente en la descripción de la distribución de las especies de *Naesiotus* spp en las islas, se necesita caracterizar mejor sus hábitats. Se ha monitoreado los cambios en varias poblaciones pequeñas de caracoles, pero el entendimiento sobre las causas de las reducciones observadas es muy pobre. Contar con esta información ayudará a identificar los factores que influyen en la supervivencia de estas especies y a establecer planes de conservación para protegerlas.

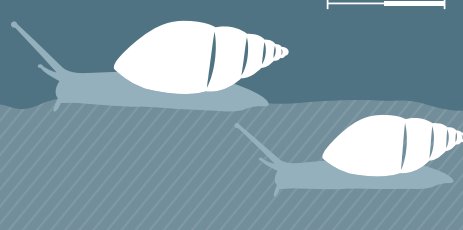
Christine Parent



91°W

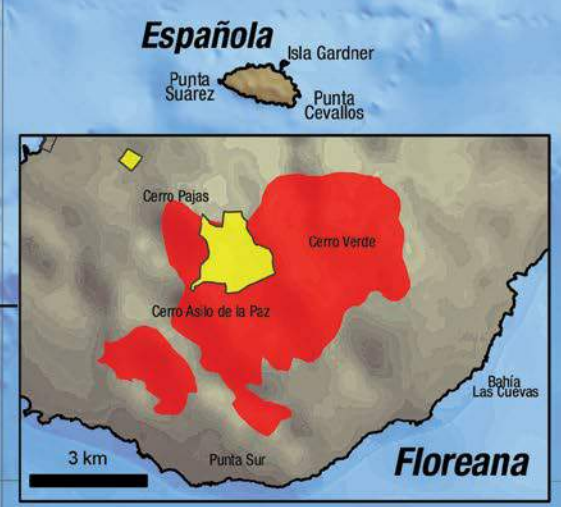
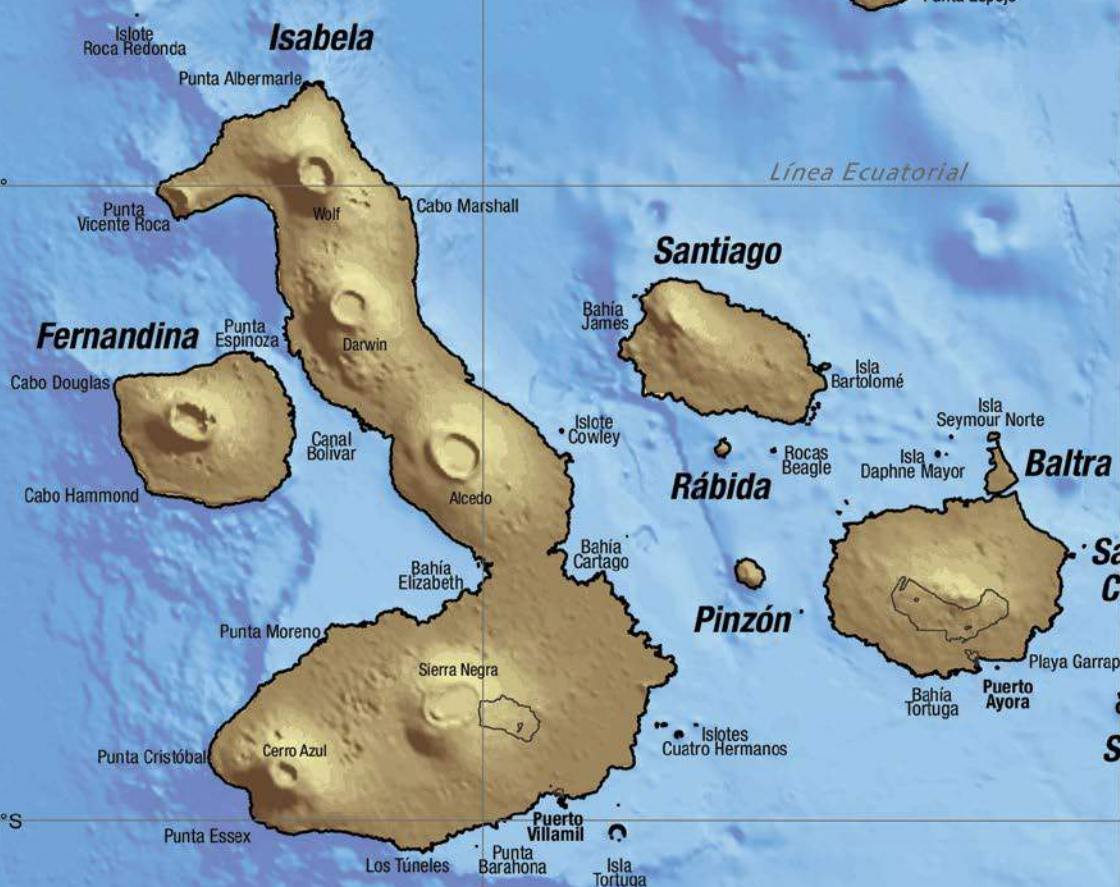
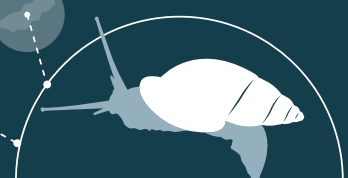


Su área de distribución es de solo **16 km²**



1 población en San Cristobal

6 en Floreana



Caracol nux

- Área perturbada que constituye hábitat potencial
- Área de distribución
- Zona urbana/rural

Proyección/Datum: WGS1984
 Fuente mapa base: NASA, NOAA, IGM, FCD
 50 km



Océano Pacífico

2°S

91°W

90°W

2°S

▶ Caracol nux

Endémica

Naesiotus nux
Broderip, 1832Animalia : Mollusca : Gastropoda : Stylommatophora : Orthalicoidea : *Naesiotus nux*

© Christine Parent

Situación actual

El caracol nux está en peligro de extinción según la *Lista Roja* de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN)¹. Esta especie es endémica de las zonas húmedas de las islas Floreana y San Cristóbal. Su población sufre severas reducciones en el área de ocupación y, actualmente, se tiene conocimiento de una sola subpoblación en San Cristóbal y seis subpoblaciones en Floreana, en un área total combinada de 16 km². Las razones de esta disminución son desconocidas, pero la destrucción y alteración del hábitat por las actividades humanas y especies introducidas son causas posibles.

Importancia ecológica

Durante muchos años, los moluscos, especialmente las especies marinas y de agua dulce, han sido utilizadas como biomonitores y bioindicadores. Recientemente, se resaltó el rol potencial de los caracoles terrestres como bioindicadores⁴. Como grupo taxonómico, tienen amplios rangos de distribución (se encuentran en gran número de hábitats) y son particularmente sensibles a las perturbaciones ambientales. Sin embargo, cada especie típicamente ocupa un área restringida y, por lo tanto, es susceptible a los cambios ambientales. Así como muchas especies de *Naesiotus*, el caracol nux está restringido a una pequeña área en una sola zona de vegetación.

Es una especie arbórea de las zonas húmedas de San Cristóbal y Floreana. Generalmente, se encuentra en los troncos de los árboles

y las hojas de las plantas, y, a veces, bajo piedras o en troncos caídos, especialmente, cuando el hábitat está seco. En condiciones áridas, se oculta bajo materiales de sus alrededores y se retrae dentro de su concha para evitar desecarse. Puede sobrevivir muchas semanas, posiblemente varios meses, en estado de estivación, tiempo durante el cual baja su ritmo metabólico y mantiene la entrada de su concha cubierta con una capa delgada de mucosidad (llamada "epifragma"), para minimizar la pérdida de humedad. Aunque la reducción del tamaño poblacional del caracol nux y otros caracoles de Galápagos del género *Naesiotus* se relaciona directamente con las actividades humanas, está por demostrarse que las reducciones más drásticas han sido observadas en las islas habitadas, lo que sugiere una posible correlación.

Necesidades de información

Aunque se ha avanzado considerablemente en la descripción de la distribución de *N. nux* y de otras especies relacionadas en las islas, es urgente caracterizar mejor sus hábitats y entender las causas de las disminuciones observadas. Existe un monitoreo intensivo de los cambios en muchas poblaciones pequeñas de caracoles, incluyendo al caracol nux, en varias islas, como Floreana y

San Cristóbal. Sin embargo, el entendimiento de las causas de las reducciones poblacionales observadas en la mayoría de estas especies todavía es muy pobre. Contar con esta información ayudaría a identificar los factores que influyen en su supervivencia y a establecer planes de conservación para protegerlas.

◀ Distribución

Presente en las zonas húmedas de San Cristóbal (una población) y Floreana (seis poblaciones).

Autores

Ficha: Christine Parent
Mapa: Byron Delgado

Metodología del mapa: 3b
Datos del mapa: Parent C. (CE), Villanea *et al.* (2016).



▶ Abeja carpintera

Endémica

Xylocopa darwini
Cockerell, 1926Animalia : Arthropoda : Insecta : Hymenoptera : Apidae : *Xylocopa darwini*

© Tui De Roy

Situación actual

La abeja carpintera es una especie endémica de Galápagos y una polinizadora muy exitosa, distribuida en casi todas las islas grandes del archipiélago (excepto en Pinta y Marchena). Además, se encuentra en todas las zonas de vegetación.

Se piensa que la situación de la población de la abeja carpintera es estable. Sin embargo, la reciente introducción de especies polinizadoras (incluyendo dos especies de abejas introducidas)¹⁻³ y las actividades humanas alteran la dinámica entre esta especie y la flora de Galápagos.

Importancia ecológica

La abeja carpintera de Galápagos es la única especie de abeja nativa del archipiélago y la polinizadora de plantas nativas más importante. Las hembras (negras) y los machos (dorados) transportan cantidades significativas de polen en las vellosidades de su cuerpo al volar de flor en flor, buscando el néctar que requieren para obtener energía. Las hembras también recolectan y almacenan el polen en celdas que construyen dentro de los troncos, para las etapas inmaduras de la próxima generación⁴.

Se sabe que la abeja carpintera visita las flores de por lo menos una quinta parte de las angiospermas nativas de las islas Galápagos^{1,5,6}. Por lo tanto, cumple un rol importante como polinizadora de las plantas endémicas, incluyendo las especies amenazadas; es la principal visitante de la planta *Galvezia leucantha*, especie en

peligro crítico de extinción, restringida a pequeñas poblaciones en cuatro islas⁷. Adicionalmente, la evidencia sugiere que podría ayudar a acelerar el establecimiento de una especie de planta determinada, incluyendo las especies importantes para la agricultura, en un área específica⁴.

La polinización por animales, en particular, por insectos, es imprescindible para el éxito reproductivo de muchas especies vegetales y, por lo tanto, es crucial para el mantenimiento de la diversidad y el funcionamiento de los ecosistemas terrestres, como los de las islas Galápagos^{5,8}. Por eso, el desarrollo de estrategias de conservación de la flora nativa debe considerar a los polinizadores asociados.

Necesidades de información

Los estudios recientes para profundizar sobre el entendimiento de las interacciones entre las especies polinizadoras endémicas e invasoras indican que las especies externas dominan muchas redes de polinización en Galápagos⁵. Poco se conoce sobre la manera en que esto afectaría la conservación de la biodiversidad nativa y el mantenimiento de los procesos ecosistémicos. Además, se desconoce otros efectos

antropogénicos, como el uso de plaguicidas y el cambio de los hábitats, y cómo estos afectan a las especies polinizadoras endémicas y las plantas que visitan. Finalmente, contar con información adicional sobre la ecología de la abeja carpintera y su distribución permitiría comprender mejor su rol en las funciones ecosistémicas y determinar su situación actual en las islas habitadas y no habitadas.

◀ Distribución

Presente en Baltra, Daphne, Española, Floreana, Gardner, Isabela, Pinzón, San Cristóbal, Santa Cruz (zonas del litoral, áridas y de vegetación de transición), Santa Fe, Santiago, Fernandina y Genovesa.

Autores

Ficha: Jacqueline Rodríguez y Charlotte Causton

Mapa: Nicolás Moity

Metodología del mapa: 3b

Datos del mapa: Traveset *et al.*, 2015; Colección de Invertebrados de la Estación Científica Charles Darwin (ECCD).



▲
Camponotus planus



HORMIGAS ENDÉMICAS

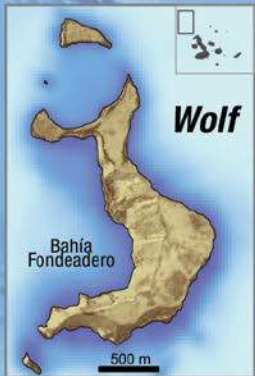
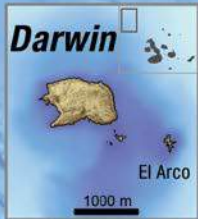
Hasta la fecha, nueve especies de hormigas son consideradas endémicas de las islas Galápagos: *Camponotus macilentus*, *Camponotus planus*, *Cyphomyrmex nesiotus*, *Dorymyrmex pyramicus albemarlensis*, *Hypoponera beebei*, *Leptogenys cf. gorgona* (hh03), *Leptogenys santacruzii*, *Pheidole williamsi* y *Solenopsis gnoma*. Ocho especies adicionales fueron catalogadas como de origen indeterminado, en tanto que las demás especies presentes en el archipiélago (33) fueron introducidas por el ser humano (Herrera Moreno *et al.*, datos no publicados).

Poco se conoce sobre las hormigas de las islas Galápagos. Como en otras partes del mundo, probablemente desempeñan un papel esencial en el archipiélago, en mantener el equilibrio de los hábitats en que se encuentran, siendo también un elemento fundamental en la red alimentaria¹. Estos insectos se alimentan de otros invertebrados, plantas, semillas y material en descomposición. También, son fuente de alimento para otros invertebrados, reptiles, aves y mamíferos. Son dispersores de semillas y polen, lo que facilita la reproducción de las plantas.

Las hormigas son consideradas recolectoras y trabajadoras eficientes, por lo que son calificadas como "ingenieras de los ecosistemas", sobre todo, por la forma en que moldean y modelan el ambiente en el que viven, lo que afecta a otras especies. A medida que construyen túneles en el suelo, participan en su aireación, ya que permiten que el agua y el oxígeno alcancen las raíces de las plantas y mejoren su salud. Por medio de este proceso y de los alimentos que llevan a sus nidos, alteran las características químicas, físicas y bióticas del suelo. Por otro lado, las hormigas que construyen nidos en madera facilitan los procesos de descomposición por microorganismos. Debido a su papel como ingenieras de ecosistemas y su presencia en una amplia gama de ecosistemas, son buenas indicadores de la salud y función del ecosistema^{1,2}.

Charlotte E. Causton y Henri Herrera Moreno

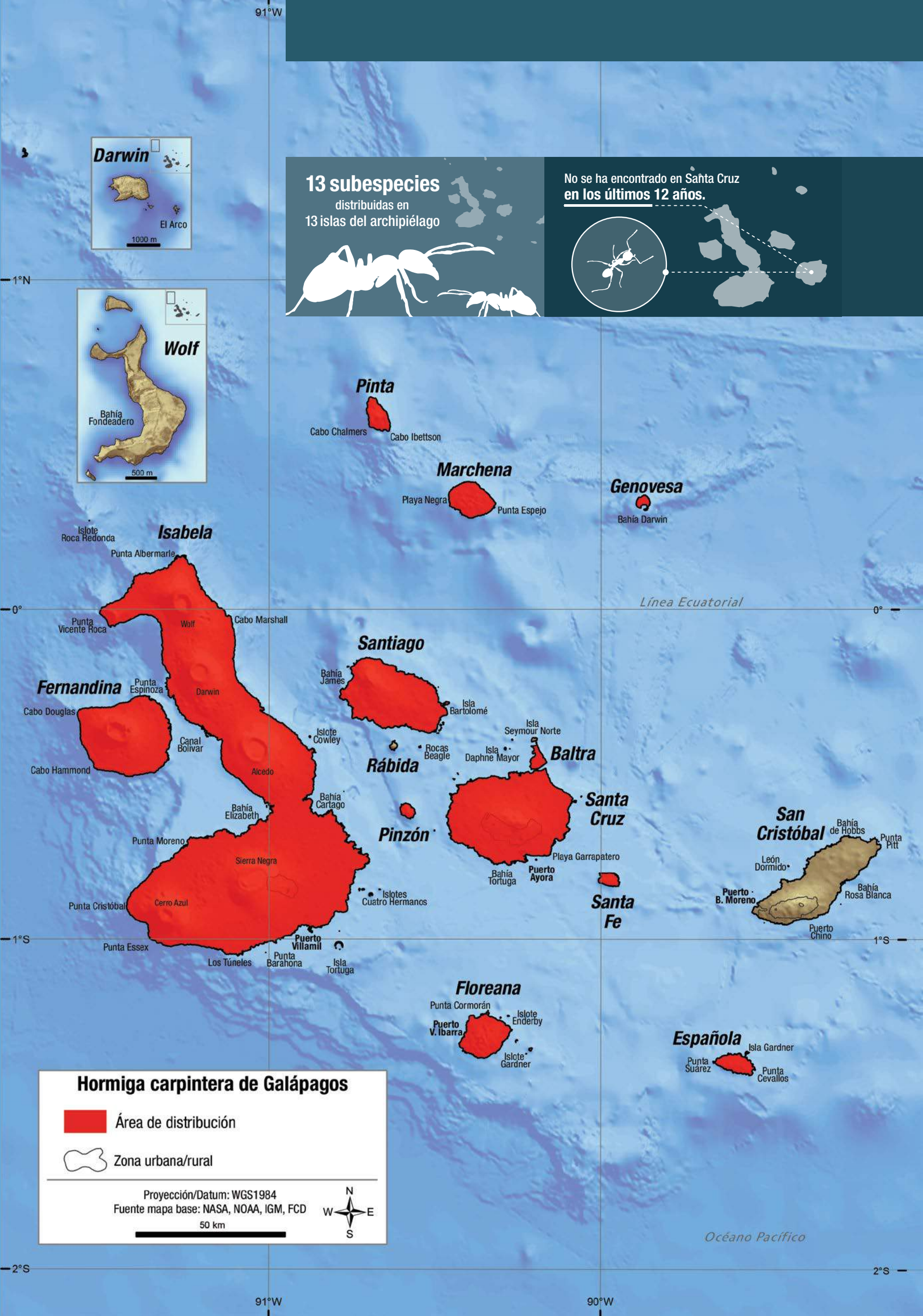
91°W



13 subespecies
distribuidas en
13 islas del archipiélago



No se ha encontrado en Santa Cruz
en los últimos 12 años.



Isabela
Punta Albermarle
Cabo Marshall
Punta Vicente Roca
Cabo Douglas
Cabo Hammond
Punta Cristóbal
Punta Essex
Los Túneles
Punta Barahona
Isla Tortuga

Fernandina
Cabo Douglas
Cabo Hammond
Punta Espinoza
Canal Bolívar
Bahía Elizabeth
Punta Moreno
Punta Cristóbal

Isabela
Punta Albermarle
Cabo Marshall
Punta Vicente Roca
Cabo Douglas
Cabo Hammond
Punta Cristóbal
Punta Essex
Los Túneles
Punta Barahona
Isla Tortuga

Pinta
Cabo Chalmers
Cabo Ibbetson

Marchena
Playa Negra
Punta Espejo

Genovesa
Bahía Darwin

Santiago
Bahía James
Isla Bartolomé

Rábida
Islote Cowley
Rocas Beagle

Pinzón
Islotes Cuatro Hermanos

Baltra
Isla Seymour Norte
Isla Daphne Mayor

Santa Cruz
Playa Garrapatero
Bahía Tortuga
Puerto Ayora

Santa Fe

Floreana
Punta Cormorán
Puerto V. Ibarra
Islote Enderby
Islote Gardner

San Cristóbal
Bahía de Hobbs
Punta Pitt
León Dormido
Bahía Rosa Blanca
Puerto Chino

Española
Punta Suárez
Isla Gardner
Punta Cevallos

Hormiga carpintera de Galápagos

Área de distribución

Zona urbana/rural

Proyección/Datum: WGS1984
Fuente mapa base: NASA, NOAA, IGM, FCD

50 km

Océano Pacífico

2°S

91°W

90°W

2°S

► Hormiga carpintera de Galápagos

Endémica

Camponotus macilentus
F. Smith, 1877Animalia : Arthropoda : Insecta : Hymenoptera : Formicidae : *Camponotus macilentus*

© Henri Herrera Moreno

Situación actual

La hormiga carpintera de Galápagos es una de las dos especies de hormigas carpinteras consideradas endémicas de las islas (la otra es *Camponotus planus* cuya cabeza, tórax y abdomen son de color negro). Existen 13 subespecies distribuidas en 13 islas en todo el archipiélago (Herrera Moreno *et al.*, datos no publicados)³. Estudios recientes han demostrado que esta especie ha disminuido dramáticamente en algunas islas (Baltra, Floreana, Española y Santa Cruz), posiblemente debido a la presencia de especies invasoras, incluyendo a las hormigas (Herrera Moreno *et al.*, datos no publicados). La hormiga carpintera no se ha encontrado en Santa Cruz durante los últimos 12 años, a pesar de los censos intensivos realizados en todas las zonas de vegetación. En áreas deshabitadas, como los volcanes Alcedo y Darwin, podría encontrarse en mejor estado de conservación (Herrera Moreno *et al.*, datos no publicados).

Importancia ecológica

La hormiga carpintera de Galápagos juega un papel importante en el medio ambiente, ya que contribuye a los procesos de descomposición. También, es una importante fuente de alimento para otros animales. Sus larvas, por ejemplo, son el alimento de aves, así como de otros invertebrados⁴. De hábitos nocturnos, esta especie come insectos y otros invertebrados, así como la ligamaza producida por insectos escama y áfidos (Herrera Moreno *et al.*, datos no publicados). Participa en la polinización de plantas nativas ya que se alimenta de su polen y néctar. Además, se alimenta de nectarios extraflorales de plantas; por ejemplo, de los cactus endémicos *Opuntia echios* y *Jasminocereus thouarsii*⁸.

Particularmente importante es el papel que las hormigas carpinteras juegan en la aceleración del proceso de descomposición de los árbo-

les. Al abrir galerías en ellos, la madera se expone a hongos y organismos asociados a los procesos de descomposición de la madera⁹. Esto es muy importante en ambientes secos en los que dichos procesos toman más tiempo.

La hormiga carpintera de Galápagos es extremadamente tímida y escapa rápidamente cuando se ve amenazada. Anida bajo rocas y ramas secas. Recientemente, muchos de sus hábitats han sido invadidos por la hormiga carpintera introducida *Camponotus conspicuus zonatus* que, a menudo, se confunde con la especie endémica (ambas son de color amarillo/café). Esta especie introducida ya está presente en 48 islas e islotes, al igual que en todas las zonas de vegetación. Probablemente, ha reemplazado a la hormiga carpintera de Galápagos en varias islas¹⁰.

Necesidades de información

Se sabe muy poco sobre la ecología de esta especie. Su declive en el archipiélago es una preocupación seria y se necesitan

estudios para determinar su estatus en las diferentes islas e identificar sus principales amenazas.

◀ Distribución

Prefiere los ambientes áridos. Presente en las islas Baltra, Champion, Española, Fernandina, Floreana, Genovesa, Isabela, Marchena, Pinzón, Pinta, Santa Cruz, Santa Fé y Santiago.

Autores

Ficha: Charlotte E. Causton y Henri Herrera Moreno

Mapa: Nicolás Moity

Metodología del mapa: 3b

Datos del mapa: Base de datos de la Colección de Invertebrados de la Estación Científica Charles Darwin (ECCD); Herrera Moreno, H., 2016.



Hormigas endémicas
Hormiga carpintera de Galápagos



Langosta verde, *Panulirus gracilis* ▲



LANGOSTAS ESPINOSAS

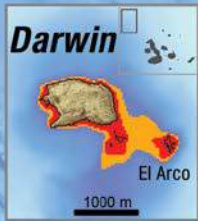
En Galápagos habitan dos especies de langostas espinosas: la langosta roja (*Panulirus penicillatus*) y la langosta verde o azul (*P. gracilis*). Sus características más destacables son la presencia de cuernos en la parte frontal y espinas en el dorso; de ahí, su nombre común. Ambas se diferencian por el color que su nombre común indica¹.

La langosta roja tiene una amplia distribución a lo largo de la región del Indo-Pacífico, incluyendo las zonas de fondos rocosos de la Reserva Marina Galápagos (RMG), mientras que la verde se distribuye a lo largo del Pacífico Este Tropical (PET) y, en Galápagos, se restringe principalmente a los fondos rocosos y arenosos de la isla Isabela.

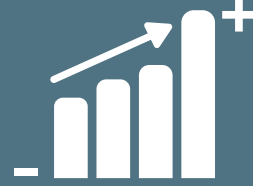
Ambas especies son recursos para la pesquería artesanal de Galápagos. Por el volumen de captura, la langosta roja tiene más importancia que la verde²⁻⁴, aunque las dos son parte de la identidad galapagueña ya que son protagonistas del Festival de la Langosta, celebrado cada año.

Jorge Ramírez y Harry Reyes



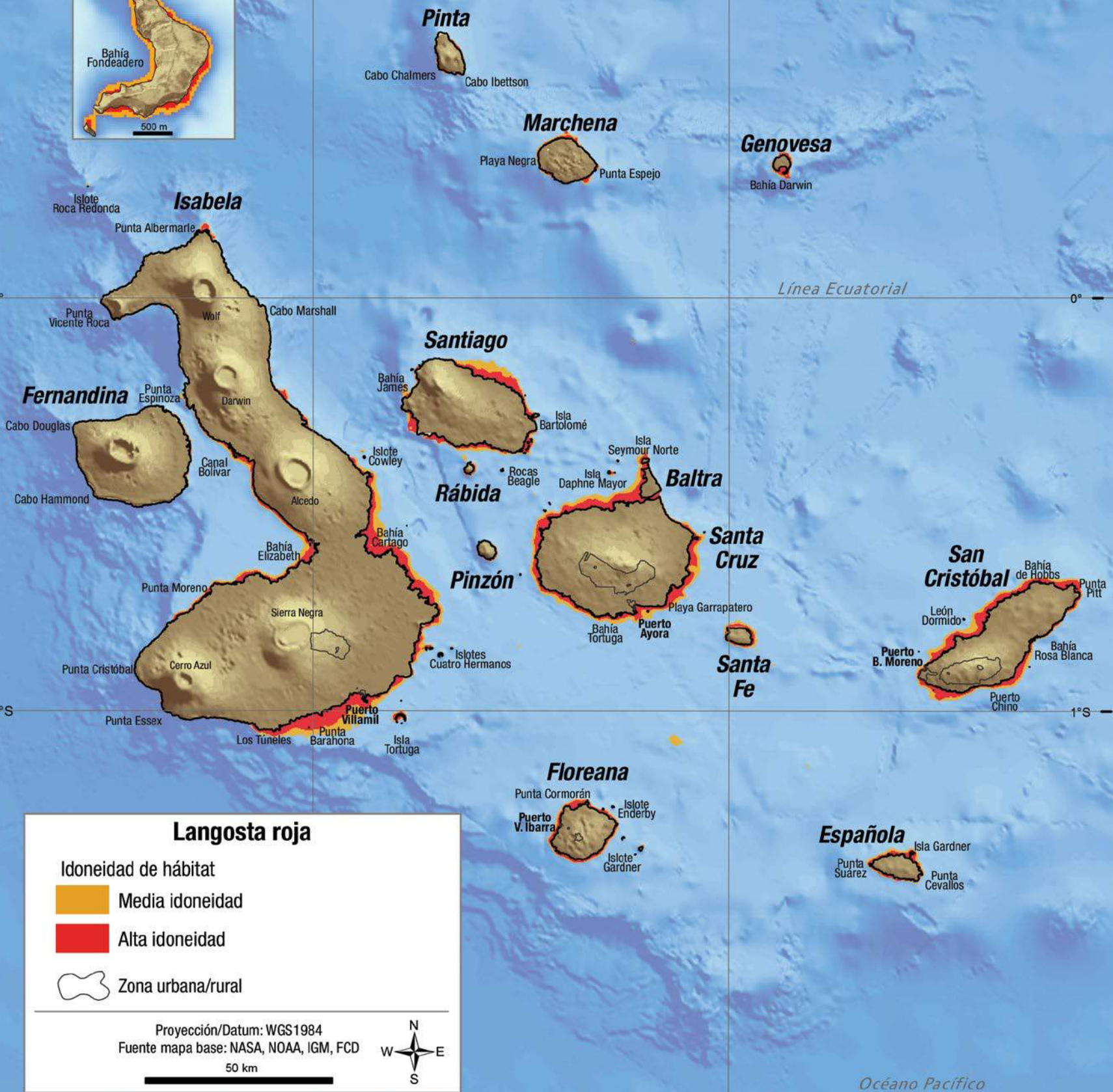


Tendencia de **abundancia positiva**



La pesquería de **langosta** puede aportar más de

2 millones de dólares por año.



Langosta roja

Idoneidad de hábitat

Media idoneidad

Alta idoneidad

Zona urbana/rural

Proyección/Datum: WGS1984
Fuente mapa base: NASA, NOAA, IGM, FCD
50 km



Océano Pacífico

▶ Langosta roja

Panulirus penicillatus
Oliver, 1791

Animalia : Arthropoda : Malacostraca : Decapoda : Palinuridae : *Panulirus penicillatus*



© Nicolás Moity/FCD

Situación actual

En Galápagos, se consideraba que la langosta roja estaba sobre-explotada; sin embargo, a partir del año 2008, sus poblaciones comenzaron a recuperarse gracias a la regulación según la cual no se puede pescar tallas pequeñas ni hembras con huevos, así como a la estabilización de la cantidad de pescadores y embarcaciones, y a un cambio en la comercialización, ofreciendo las langostas enteras, en lugar de solo su cola, lo que representa mejores precios. Actualmente, la población de langosta roja es considerada saludable en Galápagos^{4,5}.

Importancia ecológica

La langosta roja es considerada una especie limpiadora del ecosistema porque se alimenta de los restos de animales muertos⁶. Por el largo tiempo que pasa en fase larval^{7,8}, se asume un rol importante como alimento de animales filtradores.

La pesquería de este recurso se considera relevante, por los ingresos económicos que genera. De 2013 a 2015, el ingreso bruto promedio anual generado por la pesca de langosta espinosa en

Galápagos fue de USD 1 752 815. Además, cada año emplea a entre 300 y 470 pescadores de las islas²⁻⁴.

Se ha observado un aumento en el consumo de langosta en las islas, por lo que se prevé una mayor distribución de este ingreso en la población local y un mayor aporte a la seguridad alimentaria de las islas. Por todo lo anterior, la langosta roja juega un rol como indicador social y del ecosistema de Galápagos.

Necesidades de información

Identificar todos los sitios de importancia reproductiva de la langosta roja en Galápagos constituye un elemento de importancia investigativa. Además, existe la necesidad de entender la relación entre la temperatura del mar y las poblaciones de langosta, así como sus patrones de movimiento, y de conocer

su biología y ecología larval, y de identificar genéticamente poblaciones de esta especie dentro y fuera de Galápagos. Determinar el esfuerzo pesquero óptimo e identificar canales para su comercialización también son relevantes en el proceso investigativo.

◀ Distribución

Vive en arrecifes rocosos, someros y con aguas claras de todo el archipiélago de Galápagos⁹.

Autores

Ficha: Jorge Ramírez y Harry Reyes
Mapa: Nicolás Moity
Metodología del mapa: 4a

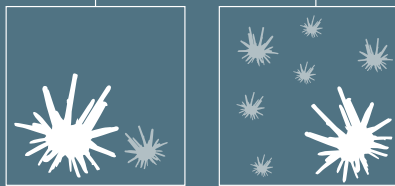
Datos del mapa: Monitoreo de pesca (2012-2015) y poblacional (2012-2016) Dirección del Parque Nacional Galápagos (DPNG).



91°W



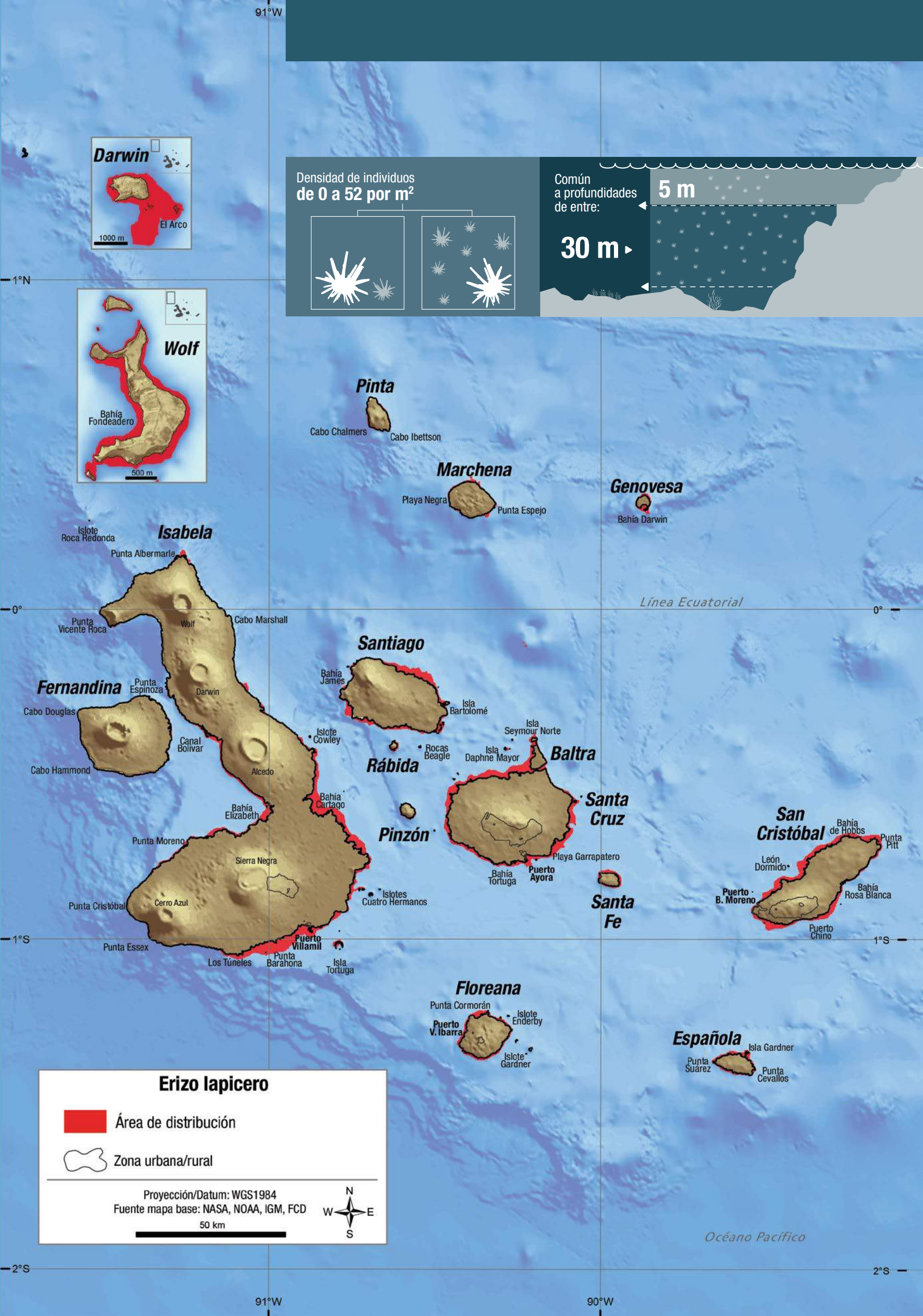
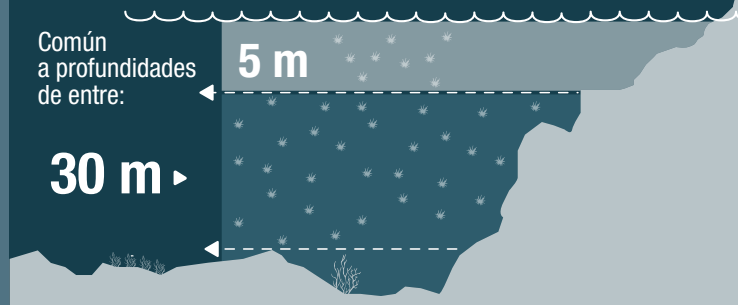
Densidad de individuos
de 0 a 52 por m²



Común
a profundidades
de entre:

5 m

30 m



Erizo lapicero

Área de distribución

Zona urbana/rural

Proyección/Datum: WGS1984
Fuente mapa base: NASA, NOAA, IGM, FCD

50 km

Océano Pacífico

2°S

2°S

91°W

90°W

▶ Erizo lapicero

Eucidaris galapagensis
Valenciennes, 1846

Animalia : Echinodermata : Echinoidea : Cidaroida : Cidaridae : *Eucidaris galapagensis*



© Jon D. Witman

Situación actual

El erizo lapicero es un miembro común de las comunidades rocosas submareales de las islas Galápagos, las islas Cocos y el atolón Clipperton. De 1999 a 2017, el promedio de las densidades poblacionales en la parte central del archipiélago, la región más estudiada, fue de 0,4 a 51,6 individuos/m² (6 m de profundidad). Las poblaciones de esta especie permanecieron estables durante los tres eventos de El Niño ocurridos en este periodo.

Importancia ecológica

El erizo lapicero es omnívoro, se alimenta de corales¹ y forrajea en tapetes de algas, diatomeas y algas². Bioerosiona los corales y puede reducir su abundancia y contribuir así a las diferencias regionales en la recuperación del coral a los eventos de El Niño³. Debido a que, en Galápagos, la zona submareal comprende principalmente arrecifes rocosos y no de coral, se ha observado a esta especie comiendo micro y macroalgas o algas coralinas crustosas, formando “yermos de erizo” donde estas sean abundantes. En este sentido, el erizo lapicero es un ingeniero de ecosistemas porque reduce la biomasa de algas y la complejidad espacial de los hábitats bénticos. En situaciones extremas, el forrajeo de este erizo deja áreas desnudas, exponiendo el sustrato estéril de la roca.

Sus espinas ofrecen un hábitat idóneo para los invertebrados epifaunísticos; alberga hasta 20 especies⁴. Como especie móvil de

fundación, incrementa la riqueza de especies de invertebrados ya que proporciona sustrato y crea refugio contra la depredación⁴. Sin embargo, es una presa importante de las langostas⁵, los peces *Lachnolaimus maximus* y los pejepercos, y son impactados negativamente por los caracoles parásitos⁶. Varios autores sostienen la hipótesis de que la actual abundancia de erizos lapiceros en la zona submareal de las islas Galápagos es resultado de la sobrepesca de sus depredadores^{7, 8}; sin embargo, la mayor parte de la evidencia del control por depredación de este erizo es correlativa y se fundamenta principalmente en levantamientos sobre la abundancia de erizos y predadores. Los recientes experimentos realizados en campo indican que el erizo lapicero es un herbívoro clave en la cascada trófica pejeperco – erizo – algas⁹. Por su importancia ecológica, es considerada una Especie Bioindicadora.

Necesidades de información

Poco se sabe sobre la biología poblacional de esta especie, aparte de la información sobre su tamaño, estructura, distribución y abundancia. Los juveniles abundan en hábitats de escombros rocosos, lo que sugiere que este es el hábitat preferido para su reclutamiento¹⁰; pero los procesos clave de reproducción, suministro de larvas y reclutamiento, requeridos para comprender su crecimiento poblacional, no han sido estudiados para ninguna especie de erizos en las islas Galápagos.

La limitación del reclutamiento es una hipótesis alternativa válida a la hipótesis de depredación, para explicar la baja densidad de erizos en un sitio determinado. Se requiere experimentos de campo para probar ambas hipótesis. Debido a su importancia ecológica, es necesario comprender de qué manera el consumo, abundancia y crecimiento poblacional del erizo lapicero son afectados por factores ambientales (acción de las olas, afloramientos), biológicos (reclutamiento, depredación) y antropogénicos (sobrepesca, calentamiento oceánico).

◀ Distribución

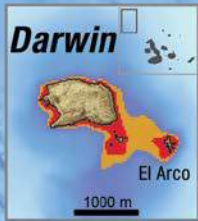
El erizo lapicero es una especie submareal, casi ausente en profundidades menores a los 5 m y común en profundidades de entre 5 y 30 m. Presente en todo el archipiélago, la isla del Coco y el atolón Clipperton.

Autores

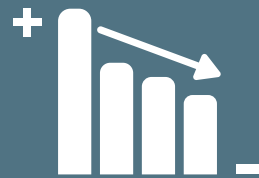
Ficha: Jon D. Witman
Mapa: Nicolás Moity

Metodología del mapa: 4d; se determina la distribución de la especie por rango batimétrico (-5 a -30 m).
Datos del mapa: Witman, J. (CE), Proyecto Monitoreo Ecológico Submareal 1994-2014 (Banks *et al.*, 2016).

91°W



Tendencia de abundancia negativa



Rango batimétrico hasta

40 m de profundidad

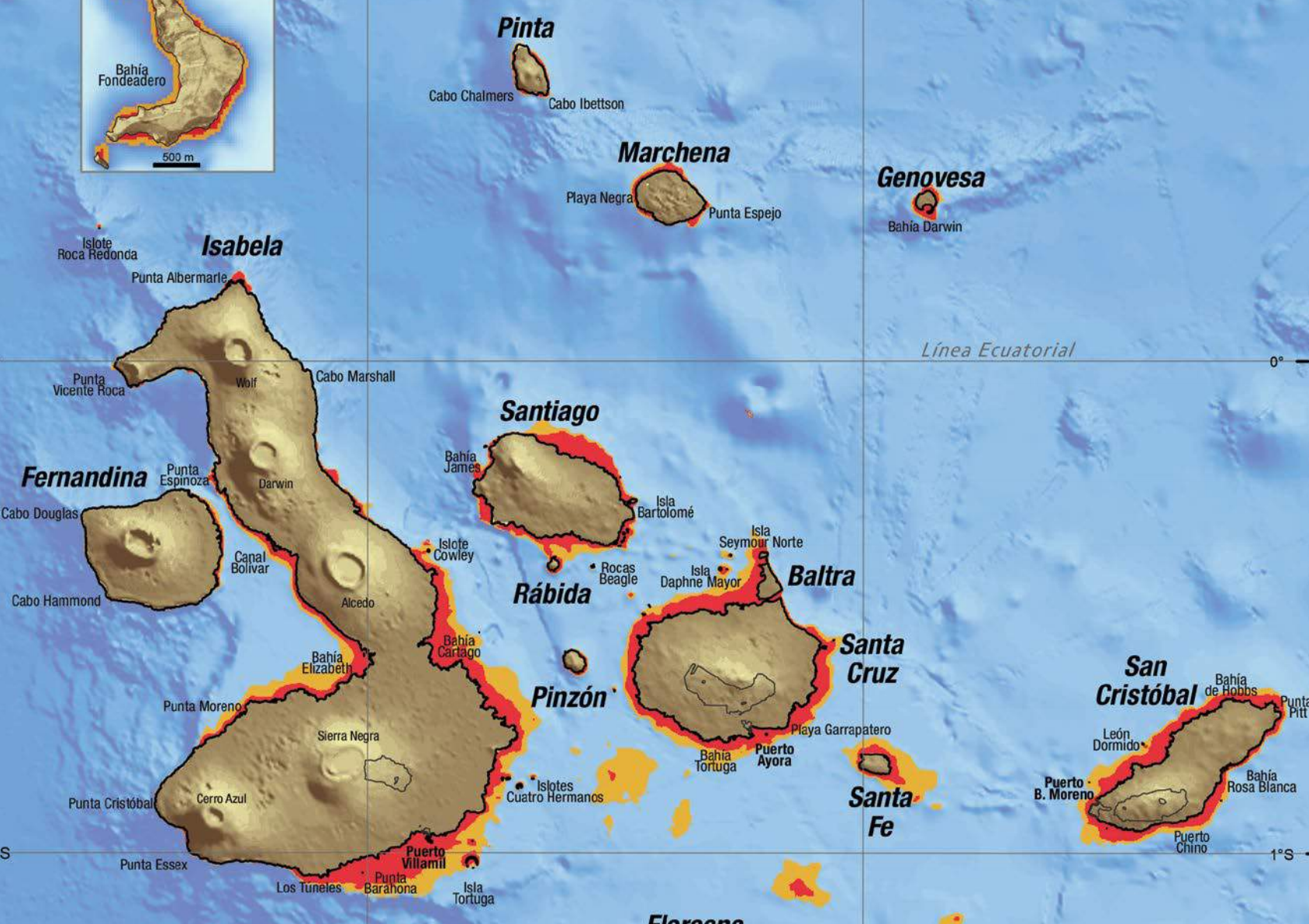


1°N

0°

1°S

2°S



Pepino de mar

Idoneidad de hábitat

Media idoneidad

Alta idoneidad

Zona urbana/rural

Proyección/Datum: WGS1984
Fuente mapa base: NASA, NOAA, IGM, FCD

50 km



Océano Pacífico

91°W

90°W

2°S

▶ Pepino de mar

Isostichopus fuscus
Ludwig, 1875

Animalia : Echinodermata : Holothuroidea : Aspidochirotida : Stichopodidae : *Isostichopus fuscus*



© Alex Hearn/FCD

Situación actual

El pepino de mar se distingue por su color café verdoso y sus papilas amarillas¹. Actualmente, es considerado una especie comercialmente colapsada en Galápagos. Desde 2012, su densidad poblacional ha estado por debajo del punto crítico (12 pepinos por 100 m²)². La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) ubica a esta especie en la categoría de peligro de extinción³. En 2015, se acordó una veda de cinco años, para su recuperación en Galápagos.

Importancia ecológica

I. fuscus es la única especie de pepino de mar que se pesca en Galápagos, donde se inició su pesquería en 1991⁴. El inicio de la primera década de este siglo fue el de mayor auge para la pesca de este recurso. Durante ese tiempo, participaron hasta 1 229 pescadores y 377 embarcaciones, se capturó más de ocho millones de pepinos de mar y se obtuvo un ingreso bruto de más de

USD 4 000 000². Actualmente, su demanda y precio aumentan en Asia, su principal mercado. En cuanto a su papel en el ecosistema, es limpiador ya que remueve y oxigena los fondos marinos^{5,6}. Además, es indispensable para mantener la productividad marina⁴. Debido a su importancia económica y ecológica, es una especie indicadora del socioecosistema de Galápagos.

Necesidades de información

Con el objetivo principal de recuperar las poblaciones de pepino de mar en Galápagos, es necesario identificar genéticamente las poblaciones de esta especie en las islas; conocer los factores ambientales y ecológicos que influyen en su abundancia; evaluar la

efectividad del punto de referencia a partir del cual se determina su salud en la actualidad; saber el efecto biológico, ecológico y socioeconómico de su veda, e incrementar el conocimiento sobre su reclutamiento.

◀ Distribución

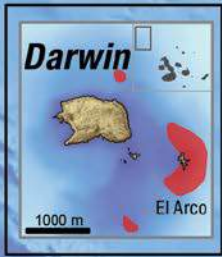
Presente en los fondos rocosos en que predomina el alga *Ulva* spp. Se encuentra a hasta 40 m de profundidad^{1,4}.

Autores

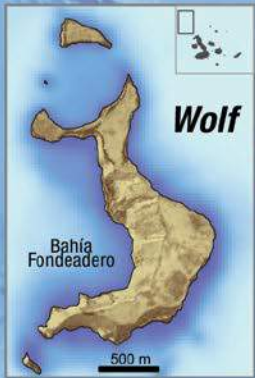
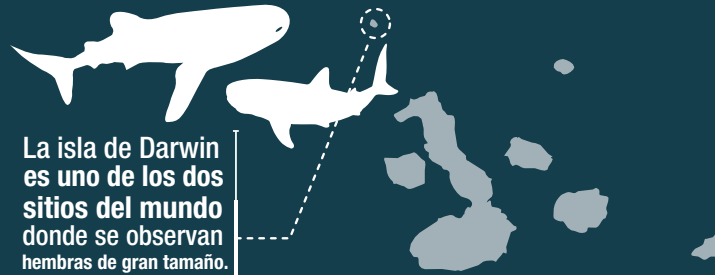
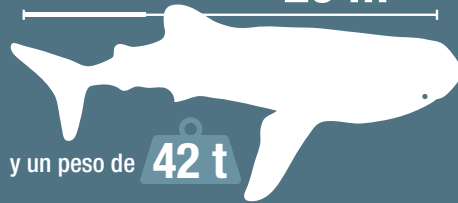
Ficha: Jorge Ramírez y Harry Reyes
Mapa: Nicolás Moity

Metodología del mapa: 4a
Datos del mapa: Monitoreo poblacional de la Dirección del Parque Nacional Galápagos (DPNG) 2012-2016.

91°W

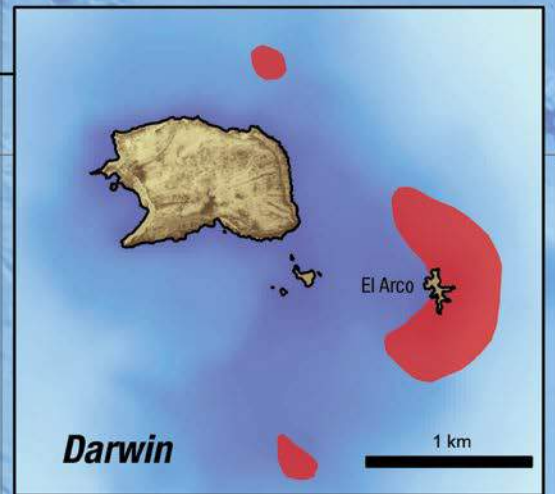


Es el pez más grande del mundo,
con una talla máxima de **20 m**



Genovesa

Bahía Darwin



Isabela

Línea Ecuatorial

Santiago

Fernandina

Rábida

Baltra

Darwin

Santa Cruz

San Cristóbal

Pinzón

Santa Fe

Floreana

Española

Tiburón ballena

Área de concentración de individuos

Zona urbana/rural

Proyección/Datum: WGS1984
Fuente mapa base: NASA, NOAA, IGM, FCD



50 km

Océano Pacífico

2°S

91°W

90°W

2°S

▶ Tiburón ballena

Rhincodon typus
Smith, 1828

Animalia : Chordata : Chondrichthyes : Orectolobiformes : Rhincodontidae : *Rhincodon typus*



© Pelayo Salinas-de-León/FCD

Situación actual

El tiburón ballena tiene una distribución circunglobal en aguas tropicales y semitempladas, excluyendo el Mediterráneo¹. Está catalogado como especie en peligro en la *Lista Roja* de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) desde 2011. Esto se debe a que sus poblaciones se encuentran en declive a nivel mundial, principalmente a causa de la pesca dirigida y su ocurrencia como pesca incidental². El tiburón ballena está incluido en el *Apéndice II* de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) desde 2002 y en el *Apéndice II* de la Convención sobre la Conservación de Especies Migratorias (CMS, por sus siglas en inglés) desde 1999.

Importancia ecológica

El tiburón ballena es el pez más grande del mundo, llegando a alcanzar una talla máxima de 20 m y un peso de 42 toneladas¹. Debido a su tamaño y a su naturaleza tranquila, es uno de los animales marinos más deseados por los practicantes de buceo deportivo. El valor medio de un tiburón vivo en Galápagos representa USD 350 000/año para la industria del turismo; a lo largo de su vida, genera USD 5 000 000³. Muchos operadores ofrecen encuentros con

estos gigantes oceánicos como un atractivo de sus paquetes turísticos, ya que la isla Darwin, al norte del archipiélago, es uno de los dos sitios en el mundo, además del sur de la península de Baja California (México), donde se observa hembras de gran tamaño, de manera consistente entre julio y diciembre⁴. Después de pasar por Galápagos, estas suelen desplazarse al oeste del archipiélago en un viaje de ida y vuelta, para luego ir hasta las costas continentales de Ecuador y Perú⁵.

Necesidades de información

Aunque se sospecha que las hembras de tiburón ballena se encuentran en estado de gestación avanzado con base en su abdomen abultado, esta hipótesis aún no se ha validado. Se desconocen los lugares en donde paren a sus crías y estas pasan sus primeros años de vida.

Es necesario identificar las zonas de apareamiento y determinar cuál es su dieta y las zonas de alimentación alrededor del archipiélago. Asimismo, se debe estudiar la incidencia de esta especie como pesca acompañante en las pesquerías de atún y otros aspectos de su ecología.

◀ Distribución

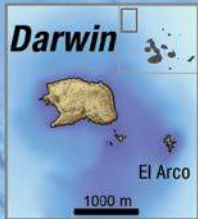
Aunque el tiburón ballena se ha registrado ocasionalmente a lo largo de la Reserva Marina Galápagos (RMG), su incidencia es casi exclusiva alrededor de la isla de Darwin, de julio a diciembre⁴.

Autores

Ficha: Pelayo Salinas-de-León y David Acuña-Marrero
Mapa: Nicolás Moity

Metodología del mapa: 3a
Datos del mapa: Acuña-Marrero, 2014.

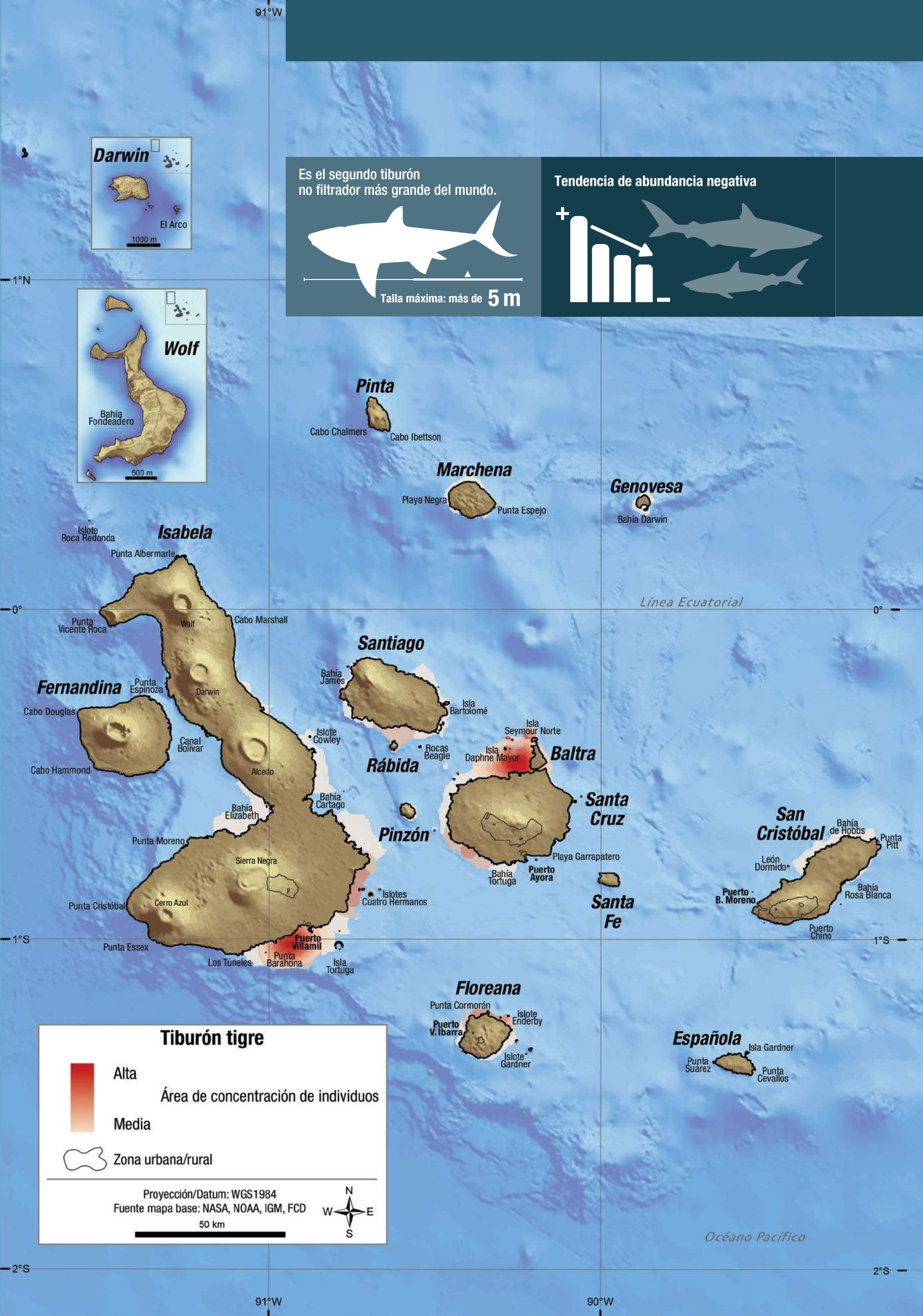
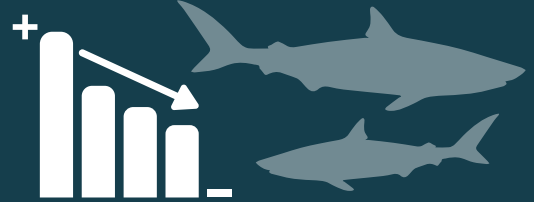
91°W



Es el segundo tiburón no filtrador más grande del mundo.



Tendencia de abundancia negativa



Tiburón tigre



Área de concentración de individuos

Zona urbana/rural

Proyección/Datum: WGS1984
Fuente mapa base: NASA, NOAA, IGM, FCD
50 km



2°S

91°W

90°W

2°S

▶ Tiburón tigre

Galeocerdo cuvier
Péron y Lesueur, 1822

Animalia : Chordata : Chondrichthyes : Carcharhiniformes : Carcharhinidae : *Galeocerdo cuvier*



© Pelayo Salinas-de-León/FCD

Situación actual

Este tiburón de gran tamaño es común en los mares tropicales y semitemplados alrededor del globo. Desde 2009, está catalogado como especie casi amenazada en la *Lista Roja* de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), debido a los descensos poblacionales registrados, causados principalmente por la pesca dirigida y la captura incidental. El continuo aumento en la demanda de sus aletas, para la elaboración de sopa de aleta de tiburón, carne, piel, cartílago y aceite de hígado, probablemente causarán descensos más pronunciados en el futuro¹.

Importancia ecológica

El tiburón tigre es el segundo tiburón no filtrador más grande del mundo, después del gran tiburón blanco; alcanza una talla máxima de más de 5 m². Cumple el rol de depredador tope en las cadenas alimenticias de los arrecifes costeros y, probablemente, tiene la dieta más variada de todas las especies de tiburón, la cual incluye crustáceos, mamíferos marinos, cefalópodos, aves marinas y tortugas marinas³. En Galápagos, comúnmente patrullan cerca de las principales playas de anidación de las tortugas marinas verdes (*Chelonia mydas*), por lo que se asume que estas son

un importante componente de su dieta⁴. En Galápagos no hay una industria dedicada específicamente al buceo con esta especie, la cual raramente se ve durante los buceos realizados en cruceros y en los *tours* diarios de buceo. En otros lugares del mundo, como en Aliwal Shoal en Sudáfrica, donde se atrae a los tiburones con carnada, el buceo con tiburones tigre representó USD 1 800 000 de ingresos para la región en 2007, lo que resalta su potencial valor socioeconómico⁵.

Necesidades de información

Aunque recientemente se ha realizado importantes avances en la investigación de los patrones de movimiento y uso espacial de los tiburones tigre en la Reserva Marina Galápagos (RMG), es necesario llevar a cabo estudios para entender su estado poblacional

y su ecología reproductiva y trófica. Asimismo, es necesario identificar las zonas de cría de juveniles y determinar sus patrones de conectividad regional y estructura genética poblacional, así como su incidencia como pesca incidental.

◀ Distribución

Registrado ocasionalmente a lo largo de la RMG. Común en la zona central del archipiélago, principalmente en las principales playas de anidación de la tortuga verde del sureste de Isabela y el norte de Santa Cruz.

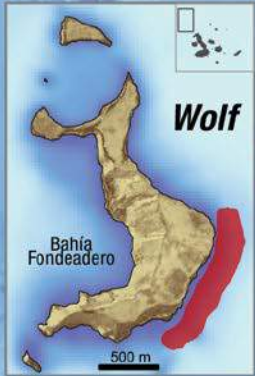
Autores

Ficha: Pelayo Salinas-de-León y David Acuña-Marrero

Mapa: Nicolás Moity

Metodología del mapa: 1, 3c

Datos del mapa: Monitoreo de poblaciones de tiburones costeros (Acuña-Marrero *et al.*, 2017); datos de la Estación Científica Charles Darwin (ECCD).



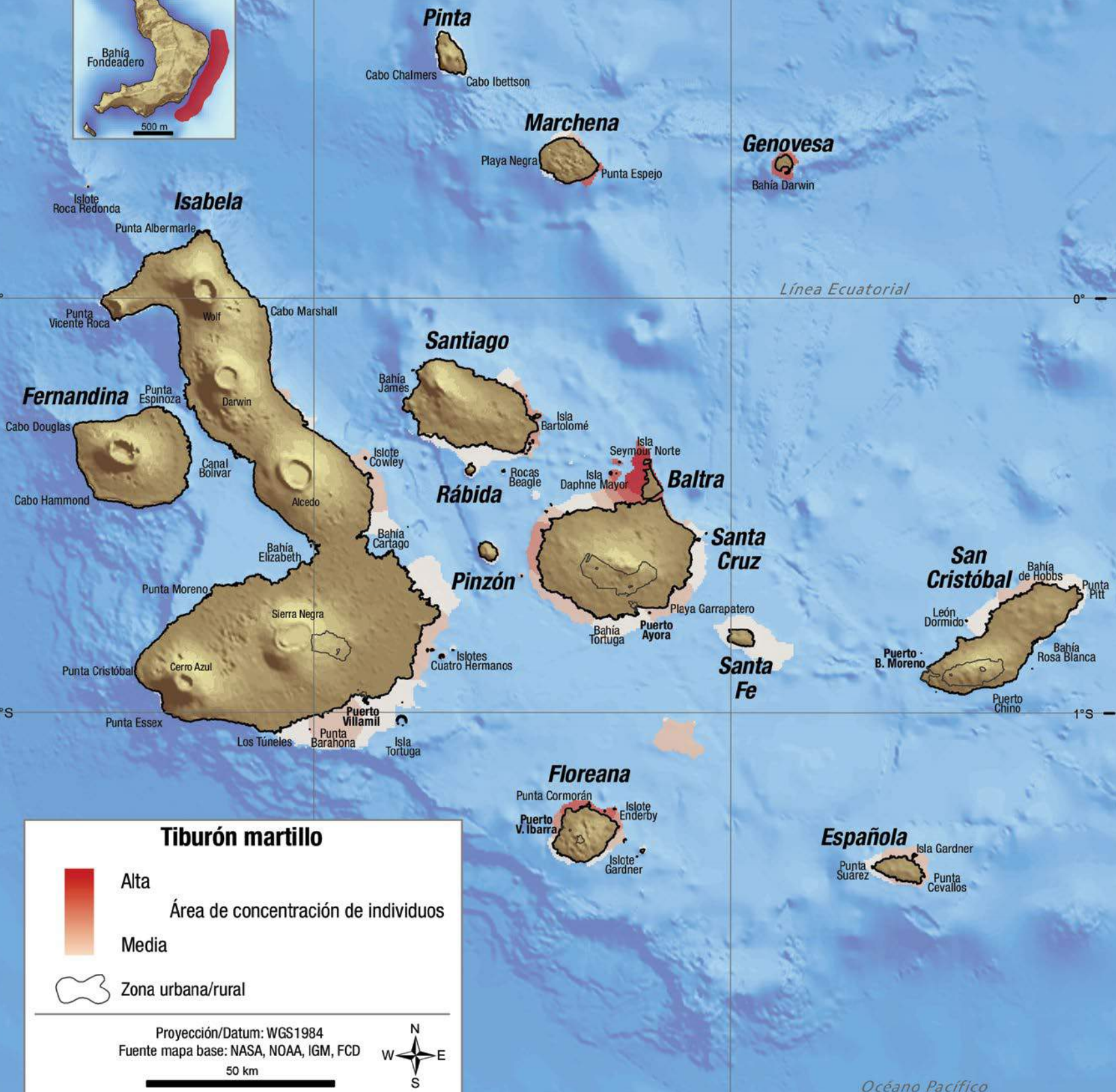
Tendencia de abundancia negativa



Catalogado como especie en peligro



A lo largo de su vida, un tiburón vivo genera cerca de USD 12 000 000 por ingresos turísticos.



▶ Tiburón martillo

Sphyrna lewini
Griffith y Smith, 1834

Animalia : Chordata : Chondrichthyes : Carcharhiniformes : Sphyrnidae : *Sphyrna lewini*



© Pelayo Salinas-de-León/FCD

Situación actual

Este tiburón costero y semioceánico es común en los mares tropicales y semitemplados del globo. Está catalogado como especie en peligro en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) desde 2007, debido a los descensos poblacionales registrados, causados principalmente por la pesca de adultos, para la obtención de aletas, unas de las más valoradas en los mercados asiáticos, y de juveniles y neonatos, en zonas costeras¹.

Importancia ecológica

El tiburón martillo es la especie de tiburón icónica de la Reserva Marina Galápagos (RMG) y es uno de los mayores atractivos para los practicantes de buceo recreativo, que visitan las islas con el objetivo de encontrarse con grandes cardúmenes de esta especie. El valor medio de un tiburón vivo en Galápagos para la industria del turismo de buceo representa USD 350 000/año, y un individuo de tiburón martillo puede llegar a generar hasta USD 12 000 000 a lo largo de su vida².

Además de su valor socioeconómico, los tiburones ocupan el tope de las cadenas alimenticias marinas y son clave para mantener los

ecosistemas marinos saludables³. En las islas Darwin y Wolf, en el norte de la RMG, se ha reportado la mayor biomasa de tiburones martillo y otras especies que, actualmente, se encuentran en peligro de extinción, lo que resalta el valor ecológico único de estas islas a nivel global⁴.

Los tiburones martillo realizan grandes migraciones a lo largo del Pacífico Este Tropical (PET), incluyendo migraciones para parir a sus crías en manglares de zonas costeras. Esto resalta la necesidad de establecer corredores biológicos regionales⁵.

Necesidades de información

Aunque se tiene conocimiento sobre la conectividad de los tiburones martillo entre las islas oceánicas del PET, es necesario realizar estudios para entender su estado poblacional y el impacto de la RMG en su protección, así como su ecología reproductiva y

trófica. Asimismo, se debe identificar las zonas de cría de juveniles en zonas continentales, determinar patrones de estructura genética poblacional y conectividad, y los niveles de captura por parte de las flotas pesqueras que operan alrededor de la RMG.

◀ Distribución

Aunque el tiburón martillo se observa comúnmente a lo largo de la RMG, excluyendo quizás la zona oeste del archipiélago, su mayor incidencia es alrededor de las islas Darwin y Wolf, de julio a febrero.

Autores

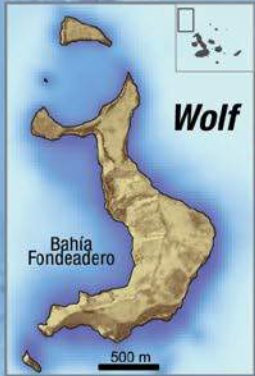
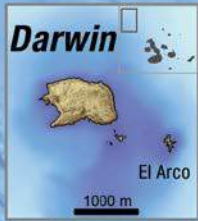
Ficha: Pelayo Salinas-de-León y David Acuña-Marrero

Mapa: Nicolás Moity

Metodología del mapa: 1, 3a

Datos del mapa: Monitoreo de poblaciones de tiburones costeros (Acuña-Marrero, datos por publicar); datos del Proyecto Monitoreo Ecológico Submareal 1994-2014 (Banks *et al.*, 2016); Hearn *et al.*, 2010.

91°W



Es la más grande de las rayas:
puede alcanzar

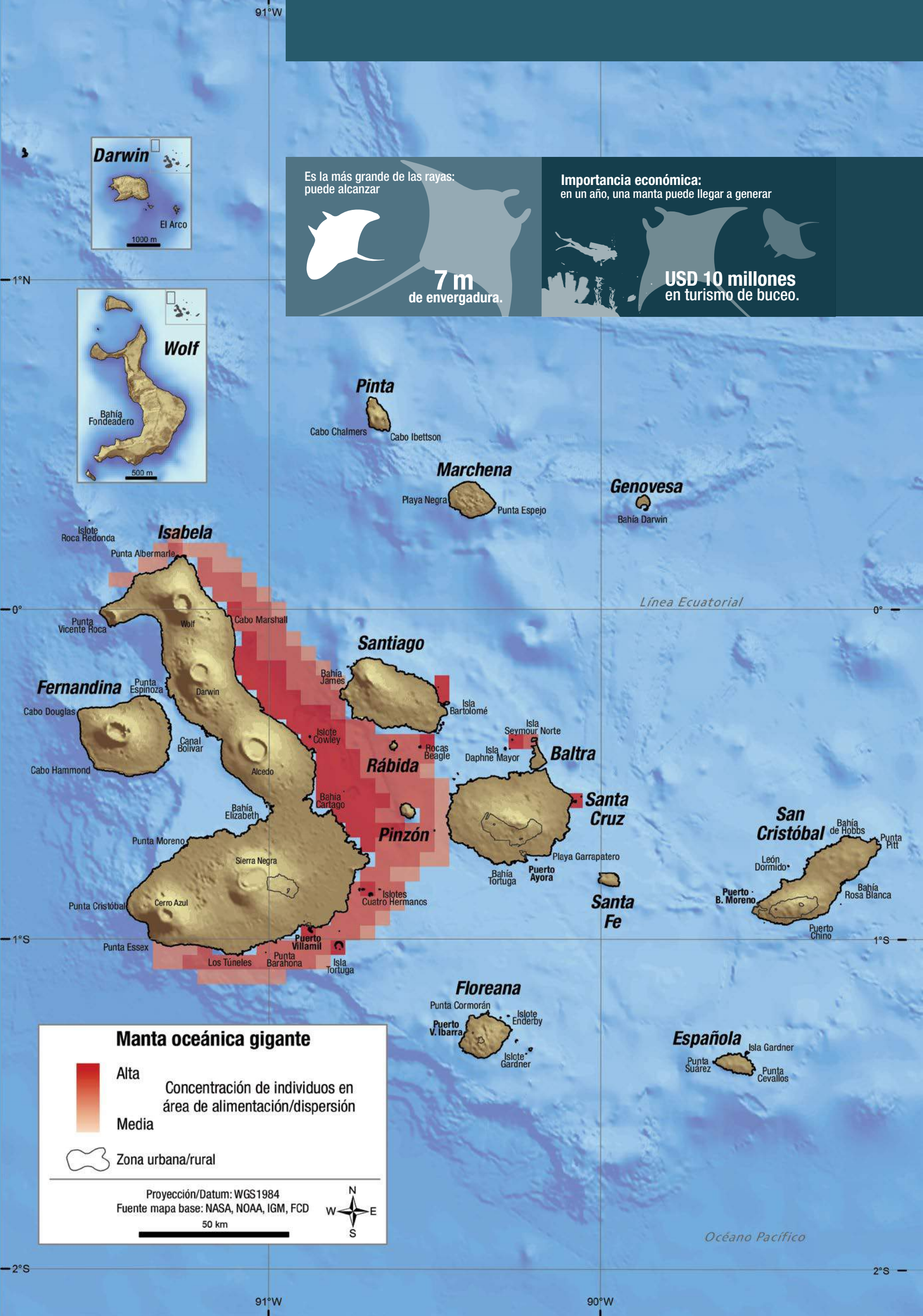


7 m
de envergadura.

Importancia económica:
en un año, una manta puede llegar a generar



USD 10 millones
en turismo de buceo.



Manta oceánica gigante

Alta Concentración de individuos en área de alimentación/dispersión

Media

Zona urbana/rural

Proyección/Datum: WGS1984
Fuente mapa base: NASA, NOAA, IGM, FCD

50 km

Océano Pacífico

2°S

91°W

90°W

2°S

► Manta oceánica gigante

Mobula birostris
Walbaum, 1792

Animalia: Chordata : Chondrichthyes : Rajiformes : Myliobatidae : *Mobula birostris*



© Pelayo Salinas-de-León/FCD

Situación actual

La manta oceánica gigante tiene una distribución circuntropical y semitemplada en todos los océanos, aunque sus poblaciones parecen estar fragmentadas y tener una conectividad limitada entre ellas¹. Las mantas gigantes están catalogadas como especies vulnerable en la *Lista Roja* de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) desde 2011, porque sus poblaciones se encuentran en declive a nivel mundial, principalmente por la pesca dirigida e incidental². Recientemente fue incluida en el *Apéndice II* de la Convención sobre el Comercio Internacional de las Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) y en los *Apéndices I y II* de la Convención sobre la Conservación de Especies Migratorias (CMS), con el objetivo de revertir sus descensos poblacionales.

Importancia ecológica

La manta oceánica es la especie de raya más grande, llegando a alcanzar una envergadura de 7 m, y es uno de los peces más grandes del mundo. Debido a su tamaño y a su naturaleza curiosa, es uno de los animales marinos más deseados por los practicantes del buceo, ya que este inteligente pez suele interactuar activamente con los buzos³. Aunque actualmente se desconozca su valor económico para la industria del turismo de buceo en Galápagos, es probable que este sea alto, ya que muchos operadores ofrecen encuentros con estos gigantes oceánicos como un atractivo de sus paquetes turísticos. En el archipiélago de Revillagigedo, en la costa pacífica de México, por

ejemplo, el turismo de buceo con mantas gigantes representa un ingreso estimado de USD 10 000 000/año³. Además de su importancia socioeconómica, esta especie es un importante vector de nutrientes en el océano. Se alimenta principalmente de zooplancton y estudios recientes han revelado que obtiene una gran proporción de su dieta en la zona mesopelágica (200-1 000 m de profundidad), lo que la convierte en un nexo importante entre aguas profundas y superficiales⁴. Además, suele frecuentar los servicios de limpieza brindados por diversas especies de peces de arrecife, contribuyendo a la movilización de nutrientes entre las zonas pelágicas y costeras.

Necesidades de información

Aunque se estima que la población más grande de mantas a nivel global se encuentra en Ecuador continental⁵, actualmente se desconoce su ecología en la Reserva Marina Galápagos (RMG) y sus niveles de conectividad. Es necesario realizar estudios que se enfoquen en estimar el tamaño y estructura poblacional de esta

especie en la RMG, identificar y caracterizar las principales zonas sensibles y hábitats, determinar la fidelidad de sitio y uso de hábitat, caracterizar los patrones migratorios y de conectividad dentro de la RMG y a en la región del Pacífico Este Tropical (PET), y entender su comportamiento alimentario y reproductivo.

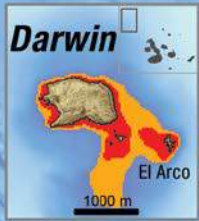
◀ Distribución

Aunque se ha registrado a lo largo de la RMG, se estima que su incidencia es mayor en las zonas este y sur de la isla Isabela.

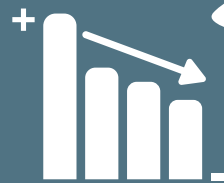
Autores

Ficha: Pelayo Salinas-de-León y David Acuña-Marrero
Mapa: Nicolás Moity

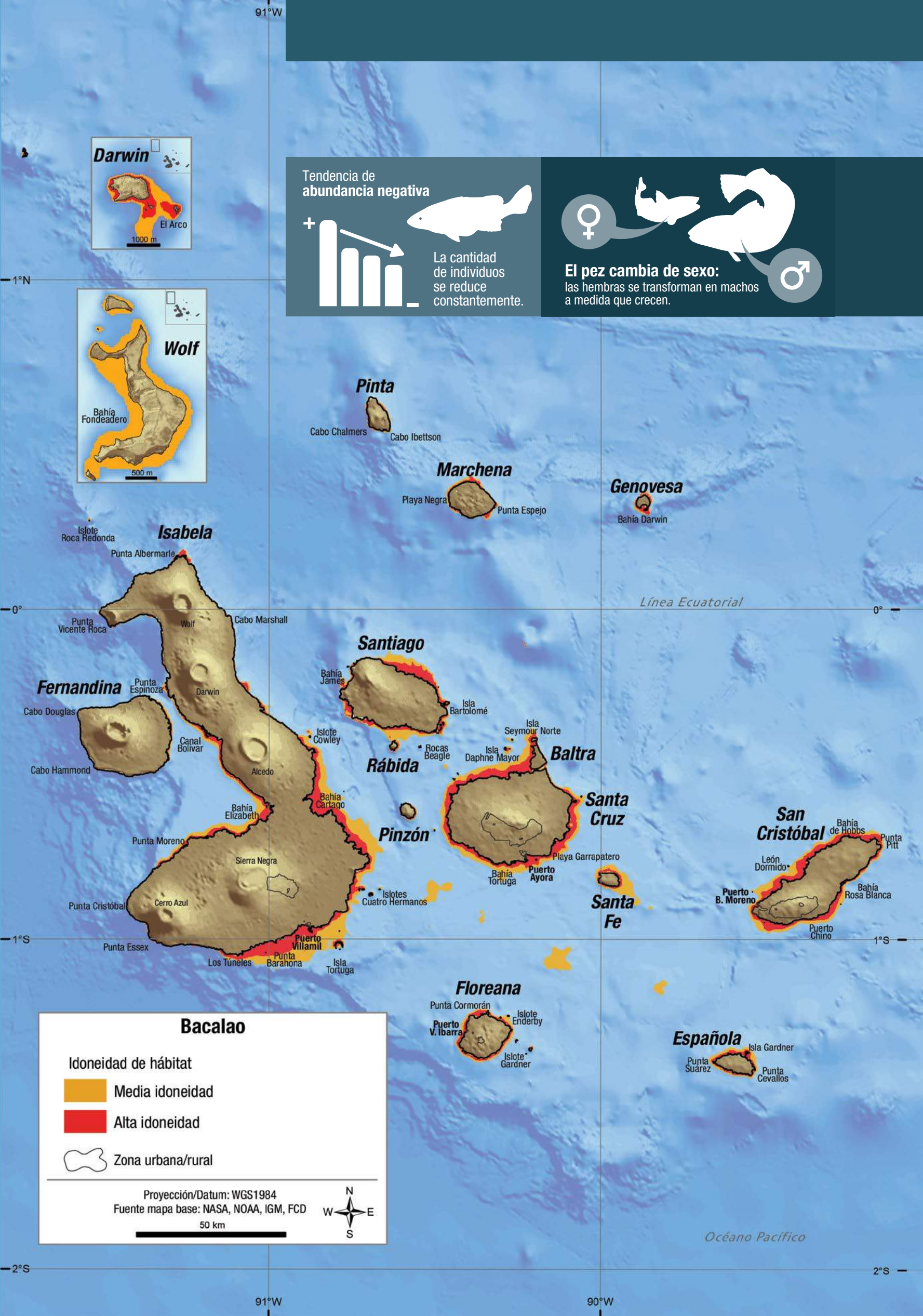
Metodología del mapa: 4b
Datos del mapa: Proyecto de Mantas de la RMG, 2015.



Tendencia de abundancia negativa



La cantidad de individuos se reduce constantemente.



Bacalao

Idoneidad de hábitat

- Media idoneidad
- Alta idoneidad

Zona urbana/rural

Proyección/Datum: WGS1984
Fuente mapa base: NASA, NOAA, IGM, FCD
50 km



▶ Bacalao

Endémica

Mycteroperca olfax
Jenyns, 1840Animalia : Chordata : Actinopterygii : Perciformes : Epinephelidae : *Mycteroperca olfax*

© Armando del Rosario/FCD

Situación actual

El bacalao está distribuido, en su mayoría, en las islas Galápagos, aunque también está presente en la isla del Coco en Costa Rica y en Malpelo, en Colombia. En Galápagos, se encuentra en todas las ecorregiones¹. Tradicionalmente, fue la especie de pez más explotada, comprendiendo casi 100% de la pesca en los años cuarenta². Actualmente, representa menos de 20% de las capturas, su biomasa reproductiva ha sido reducida a menos de 10% y la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) la catalogó como especie vulnerable³⁻⁵.

Importancia ecológica

El bacalao es una especie de importancia cultural, comercial y ecológica para las personas y comunidades ecológicas de Galápagos. Se pesca durante todo el año, aunque es particularmente buscada los meses anteriores a la cuaresma cristiana, ya que es el ingrediente principal de la "fanesca", plato tradicional del Ecuador⁶. Es un depredador demersal tope en las zonas submareales rocosas de las islas⁷.

Es hermafrodita: las hembras se transforman en machos a medida que crecen⁸. Se reproduce formando agregaciones de desove, lo

que lo hace sumamente susceptible a la sobrepesca^{9,10}. Debido a su nivel trófico elevado, es posible que la reducción del tamaño de sus poblaciones a causa de la pesca haya provocado cambios en los ecosistemas del archipiélago, como el incremento de herbívoros benthicos y una reducción de macroalgas¹¹. Estos cambios son particularmente dramáticos en áreas cercanas a los puertos de desembarque, debido a que el fácil acceso que tienen los pescadores a estas áreas permite que la sobrepesca sea aún más pronunciada¹².

Necesidades de información

Aunque se cuenta con suficiente información para implementar un plan de manejo pesquero que revierta la sobreexplotación de esta especie indicadora, aún se necesita conocer más sobre ella, especialmente, sobre la ecología y biología de sus larvas; la conectividad entre los hábitats larvales, juveniles y adultos dentro y fuera del archipiélago; su distribución espacial dentro de la

Reserva Marina Galápagos (RMG), y su estructura genética poblacional. Asimismo, es necesario identificar las áreas de desove, sus depredadores naturales y los canales para su comercialización; determinar el esfuerzo pesquero óptimo y las zonas de pesca más importantes, y estimar su mortalidad natural y la influencia de factores físicos sobre su dinámica poblacional.

◀ Distribución

Adultos presentes en formaciones verticales rocosas, arrecifes y montañas submarinas; juveniles, en lagunas arenosas, manglares, arrecifes y pozas de lava².

Autores

Ficha: José R. Marín Jarrín, Nicolás Moity y Pelayo Salinas-de-León

Mapa: Nicolás Moity

Metodología del mapa: 4a

Datos del mapa: Proyecto Monitoreo Ecológico Submareal 1994-2014 (Banks *et al.*, 2016), Proyecto Pesquerías.



Iguana Marina, *Amblyrhynchus cristatus hassi* ▲



IGUANAS MARINAS

Al arribar a San Cristóbal, Charles Darwin hizo una descripción despectiva de las iguanas marinas de Galápagos, a las que llamó "espantosas, asquerosas y estúpidas, monstruos de la oscuridad". Sin embargo, este peculiar reptil es una especie vegetariana e inofensiva.

La iguana marina es el único lagarto moderno que se asocia directamente al medio ambiente marino. Se encuentra distribuida en todo el archipiélago¹. Según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), su estado de conservación es vulnerable debido a varias amenazas², como la interacción de especies introducidas, alteraciones antropogénicas en su hábitat natural y su sensibilidad frente al cambio climático.

En la actualidad, hay poco conocimiento sobre el estado poblacional a nivel subespecífico. Sin embargo, su taxonomía fue revisada recientemente y presenta 11 subespecies, las cuales deben considerarse como unidades de manejo independiente³⁻⁴. Estas son: *Amblyrhynchus cristatus cristatus*, de las islas Fernandina e Isabela; *A. c. jeffreysi* subsp. nov., de las islas Wolf y Darwin; *A. c. sielmanni*, de la isla Pinta; *A. c. hayampi* subsp. nov., de la isla Marchena; *A. c. nanus*, de la isla Genovesa; *A. c. wikelskii* subsp. nov., de la isla Santiago; *A. c. hassi*, de la isla Santa Cruz; *A. c. trillmich* subsp. nov., de la isla Santa Fe; *A. c. venustissimus*, de las islas Española y Floreana; *A. c. mertensi*, del sur de la isla San Cristóbal, y *A. c. godzilla* subsp. nov., del norte de la isla de San Cristóbal.

Alejandro Ibáñez, Sebastian Steinfartz y Gustavo Jiménez-Uzcátegui



91°W



Peso:



Genovesa
0,5 kg

Isabela
12 kg

Es el único
lagarto marino
en el mundo.



Pinta

Cabo Chalmers Cabo Ibbetson

Marchena

Playa Negra Punta Espejo

Genovesa

Bahía Darwin

Línea Ecuatorial

Isabela

Islote Roca Redonda

Punta Albermarle

Wolf Cabo Marshall

Santiago

Bahía James

Isla Bartolomé

Fernandina

Punta Espinoza

Darwin

Isla Seymour Norte

Baltra

Rábida

Rocas Beagle

Isla Daphne Mayor

Santa Cruz

Pinzón

Bahía Cartago

Playa Garrapatero

San Cristóbal

Bahía de Hobbs

Punta Pitt

Cabo Douglas

Canal Bolívar

Alcedo

Bahía Elizabeth

Bahía Tortuga

Santa Fe

Puerto B. Moreno

Bahía Rosa Blanca

Puerto Chino

Cabo Hammond

Punta Moreno

Sierra Negra

Islotes Cuatro Hermanos

Puerto Ayora

Puerto B. Moreno

Bahía Rosa Blanca

Puerto Chino

Punta Cristóbal

Cerro Azul

Puerto Villamil

Los Túneles

Floreana

Punta Cormorán

Islote Enderby

Española

Punta Suárez

Isla Gardner

Punta Cevallos

Iguana marina

Presencia registrada

Subespecies

- A. c. cristatus
- A. c. godzilla
- A. c. hassi
- A. c. hayampi
- A. c. jeffreysi
- A. c. mertensi
- A. c. nanus
- A. c. sielmanni
- A. c. trillmichi
- A. c. venustissimus
- A. c. wikelskii
- Zona urbana/rural

Proyección/Datum: WGS1984

Fuente mapa base: NASA, NOAA, IGM, FCD

50 km



Océano Pacífico

2°S

91°W

90°W

2°S

▶ Iguana marina godzilla

Endémica

Amblyrhynchus cristatus godzilla
Miralles *et al.*, 2017

Animalia: Chordata : Reptilia : Squamata : Iguanidae : *Amblyrhynchus cristatus* : *A. c. godzilla*



© Alejandro Ibáñez

Situación actual

La iguana marina de Galápagos del norte de San Cristóbal, recientemente descrita como *A. c. godzilla*, se encuentra localizada al noreste de la isla y en los islotes frente a esta zona costera. La determinación de esta subespecie se realizó a partir de los análisis genéticos y morfológicos de especímenes recolectados en Punta Pitt. Su talla es mediana en relación con las demás diez subespecies³. Las amenazas que enfrenta son similares a las de otras subespecies; sin embargo, las de mayor impacto son la interacción con especies introducidas, como los gatos asilvestrados, que depredan a las iguanas marinas, y su sensibilidad frente al cambio climático²⁻⁴.

Importancia ecológica

Generalmente, la iguana marina es considerada una Especie Centinela porque es indicadora de la variación de las condiciones climáticas. Cuando la temperatura de la superficie del mar experimenta un cambio, usualmente común durante la ocurrencia de El Niño-Oscilación Sur (ENOS) en Galápagos, existen grandes fluctuaciones en el tamaño de sus poblaciones⁴. Además, puede considerarse un bioindicador ecotoxicológico, al igual que algunas especies de algas marinas.

Es herbívora; se alimenta casi exclusivamente de algas macrófitas de la zona intermareal cuando bucea. Por tanto, la disponibilidad de algas es un factor limitante que afecta su crecimiento, tamaño⁵ y supervivencia. Asimismo, es muy sensible a la contaminación ambiental y al envenenamiento; en 2001, el derrame de petróleo del buque cisterna *Jessica*, cerca de San Cristóbal, durante el que se depositaron hidrocarburos en el fondo marino, causó 62% de mortalidad de las poblaciones de la isla Santa Fe durante el año siguiente⁶⁻⁸.

Necesidades de información

De acuerdo con la taxonomía revisada de las iguanas marinas³, y con base en las unidades de manejo, el conocimiento sobre el estado de conservación de las subespecies difiere significativamente. Es necesario investigar el tamaño de la población, las tasas de supervivencia y las amenazas que enfrenta tanto la iguana marina de Galápagos del norte de San Cristóbal como las demás subespecies. Asimismo, se debe priorizar estudios sobre las subespecies menos analizadas, aquellas amenazadas y aquellas con poblaciones relativamente bajas, como las dos

subespecies presentes en San Cristóbal, Marchena, Española y Floreana. Por otro lado, entender los posibles efectos de la interacción humana es importante, especialmente, porque los patógenos pueden afectar a poblaciones enteras, sobre todo, cuando el ser humano es un posible vector⁹. Finalmente, la evaluación del control de especies invasoras en las zonas de anidación durante la época reproductiva¹⁰ es importante para conocer su impacto en la supervivencia de la iguana marina.

◀ Distribución

Presente en el noreste de la isla San Cristóbal y en los islotes frente a la zona norte de la isla³⁻⁴.

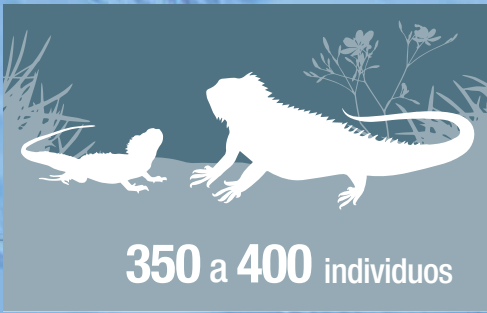
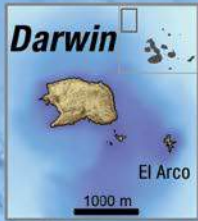
Autores

Ficha: Alejandro Ibáñez, Sebastian Steinfartz y Gustavo Jiménez-Uzcátegui
Mapa: Nicolás Moity

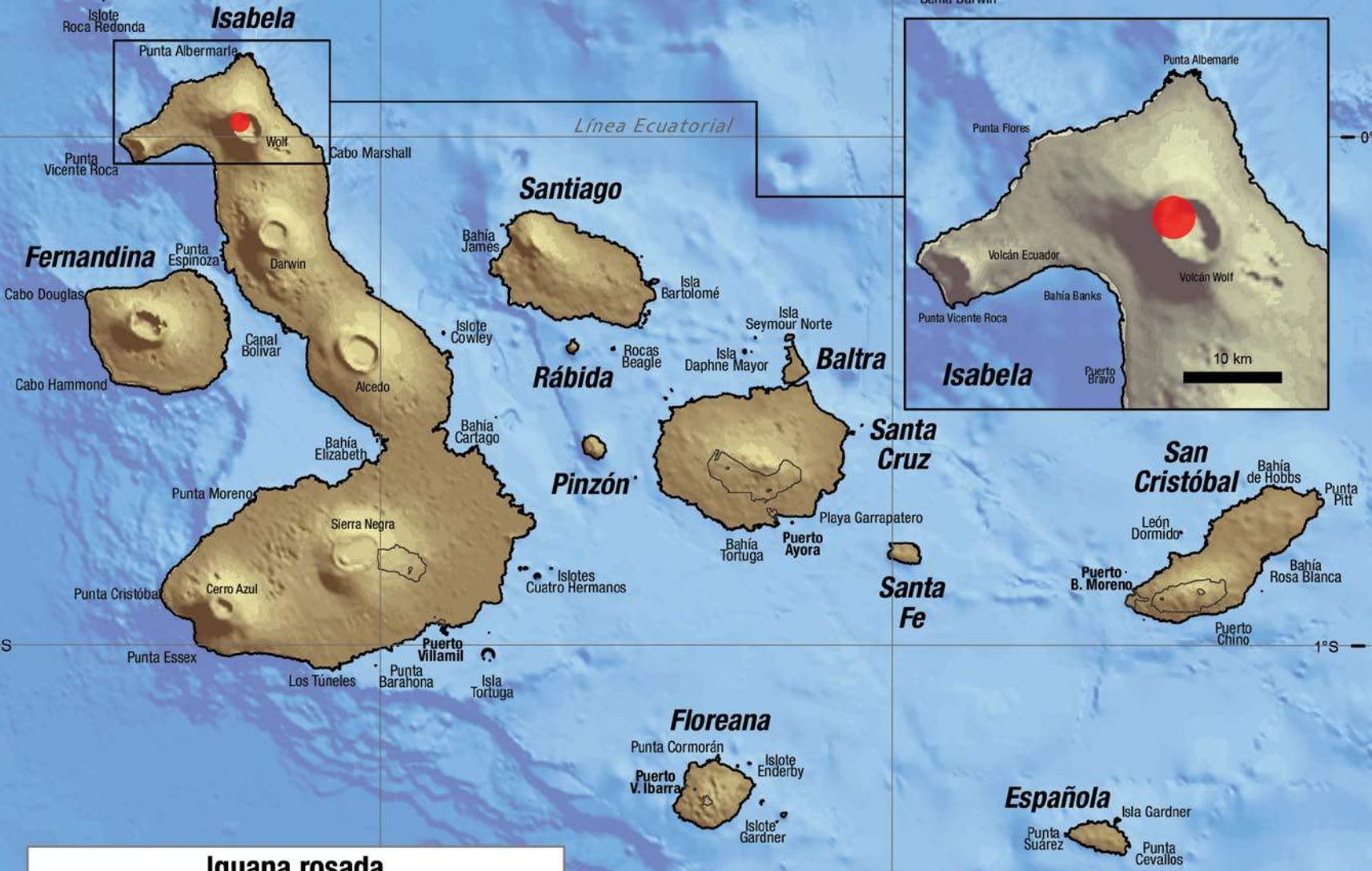
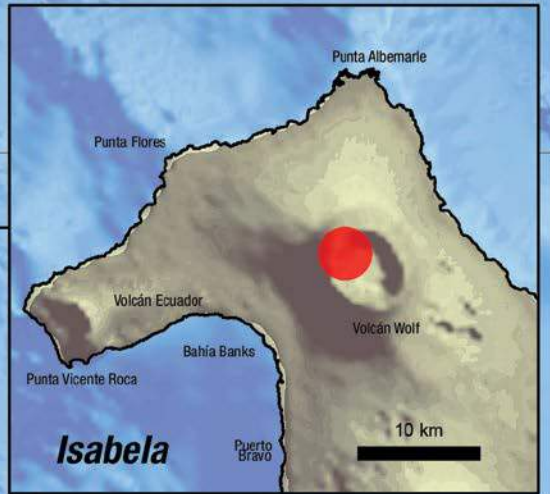
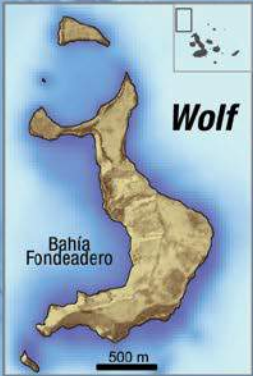
Metodología del mapa: 2
Datos del mapa: Miralles *et al.*, 2017.



91°W



Únicamente se encuentra en el volcán Wolf de la isla Isabela.



Iguana rosada

Área de distribución

Zona urbana/rural

Proyección/Datum: WGS1984
Fuente mapa base: NASA, NOAA, IGM, FCD

50 km



Océano Pacífico

2°S

91°W

90°W

2°S

► Iguana rosada

Endémica

Conolophus marthae
Gentile y Snell, 2009Animalia : Chordata : Reptilia : Squamata : Iguanidae : *Conolophus marthae*

© Washington Tapia

Situación actual

La iguana rosada (*Conolophus marthae*) se encuentra en el volcán Wolf en la isla Isabela. Se estima que su población comprende entre 350 y 400 individuos adultos¹⁻³ (Tapia, obs. pers.). Además, de la baja densidad poblacional, existen varios problemas que amenazan la existencia de esta especie: una distribución extremadamente restringida en un volcán activo, una población dominada por adultos y sin juveniles registrados, la posible competencia con la población sintópica de la iguana terrestre de Galápagos (*C. subcristatus*)⁴, y la presencia de depredadores introducidos, particularmente gatos asilvestrados y ratas^{1,2,5,6}.

Importancia ecológica

El género *Conolophus* es endémico de Galápagos^{3,7,8}. Sin embargo, la iguana rosada es endémica, no solo del archipiélago, sino también del Volcán Wolf^{2,3,6,9}. Se desconoce prácticamente todos los aspectos sobre la ecología y biología de la especie, por lo que su papel funcional en el ecosistema en que habita aún no es claro⁶ (Tapia, datos no publicados). No obstante, considerando que las iguanas terrestres de Galápagos son consumidoras primarias y muy eficientes dispersoras de semillas, son Especies Clave,

porque contribuyen al mantenimiento de la integridad ecológica y la resiliencia de sus ecosistemas^{3,10-12}, así como de una gran cantidad de semillas pertenecientes a 16 especies diferentes encontradas en solo 16 excrementos analizados durante un estudio preliminar de su dieta^{5,6}. Se deduce que la iguana rosada debe cumplir un rol similar en su área de vida, pero no existen datos suficientes para confirmar esta información.

Necesidades de información

Se necesita estudiar todos los aspectos relacionados con su ecología y biología, sobre todo, su reproducción, la interacción con la iguana terrestre de Galápagos, caracterización del nicho ecológico, modelaje de la idoneidad de hábitat, análisis de la dieta, impacto producido por las especies introducidas,

vulnerabilidad al cambio climático y la factibilidad de implementar con éxito programas de conservación con reproducción y crianza en cautiverio. Además, se requiere profundizar el estudio sobre su filogenia, variabilidad genética y posible hibridación con la iguana amarilla.

◀ Distribución

Se encuentra en volcán Wolf, en un área de 25 km² al norte y noreste del volcán.

Autores

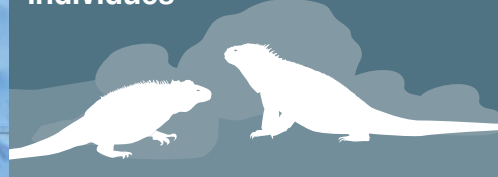
Ficha: Washington Tapia, Patricia Jaramillo, James Gibbs y Gabriele Gentile
Mapa: Nicolás Moity

Metodología del mapa: 3a
Datos del mapa: Tapia, W. (CE).

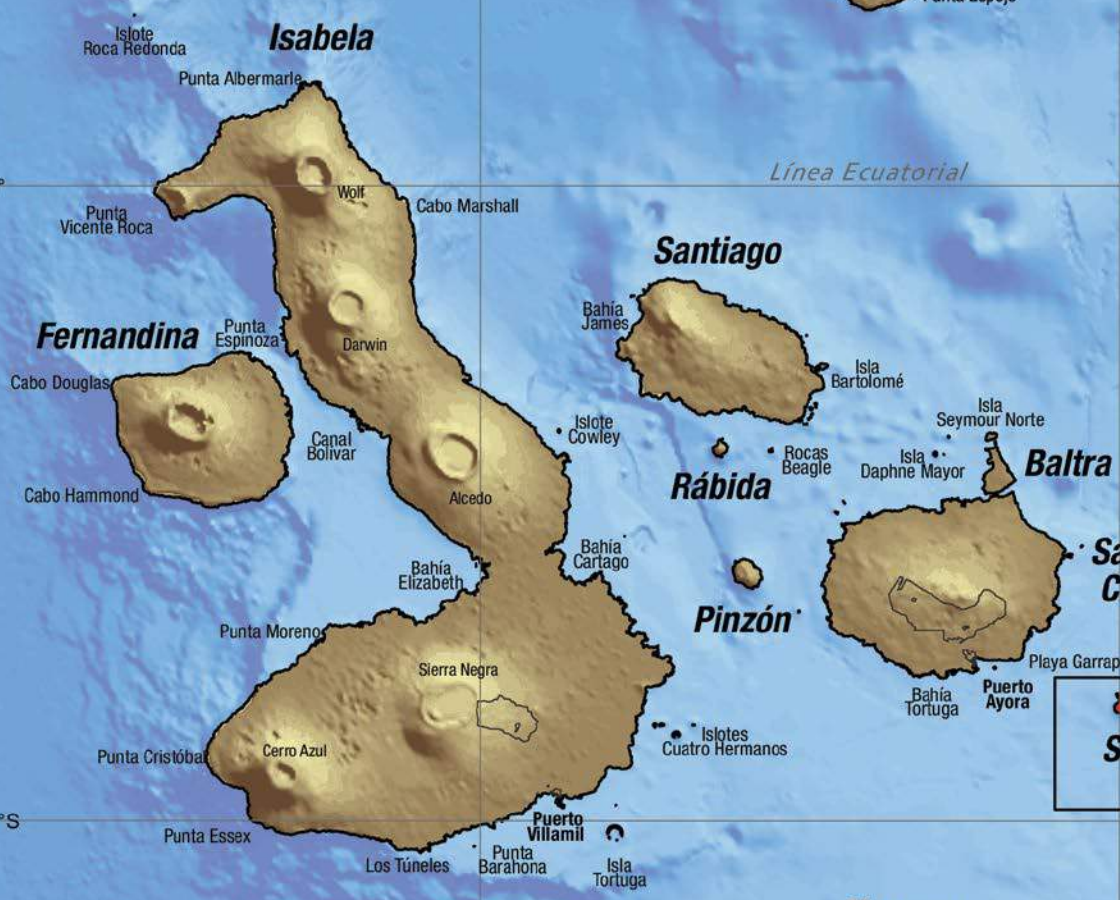
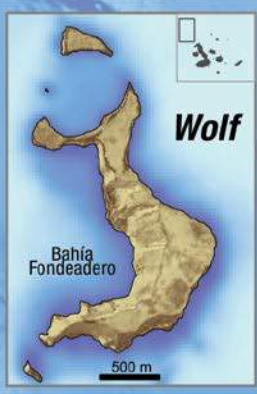
91°W



6 500 individuos



Principal herbívoro de la isla Santa Fe



Iguana de Santa Fe

 Área de distribución

 Zona urbana/rural

Proyección/Datum: WGS1984
Fuente mapa base: NASA, NOAA, IGM, FCD

50 km



Océano Pacífico

2°S

91°W

90°W

2°S

► Iguana terrestre de Santa Fe

Endémica

Conolophus pallidus
Heller, 1903Animalia : Chordata : Reptilia : Squamata : Iguanidae : *Conolophus pallidus*

© Tui De Roy

Situación actual

El género *Conolophus* es endémico de Galápagos³⁻⁵ por lo tanto, la iguana terrestre de Santa Fe (*C. pallidus*), al igual que las otras dos especies de iguanas terrestres del archipiélago, es endémica, pero además lo es para la isla Santa Fe^{4,6}. Actualmente, se estima que su población es de 6 500 individuos y su densidad poblacional de 2,7 iguanas/ha¹. Considerando que la isla está libre de animales introducidos, el único depredador natural que influye en el reclutamiento de juveniles a la población adulta es el gavilán de Galápagos (*Buteo galapagoensis*) que se alimenta de individuos juveniles y subadultos¹⁻³.

Importancia ecológica

Las iguanas terrestres de Galápagos son consumidoras primarias y dispersoras muy eficientes de semillas, por lo que son una Especie Clave en las islas en las que habitan, ya que contribuyen al mantenimiento de la integridad ecológica y la resiliencia de sus ecosistemas^{1,3,7-8}.

Hace aproximadamente 150 años, se extinguieron las tortugas gigantes en Santa Fe, el herbívoro principal de la isla^{1,9-10}. Durante

el mismo periodo, las iguanas terrestres mantuvieron una población saludable, que actualmente comprende aproximadamente 6 500 individuos¹. Durante ese tiempo, las iguanas también se han desempeñado como el principal herbívoro de la isla y, como tal, han contribuido al desarrollo de los procesos ecológicos relacionados con la herbivoría y la dispersión de semillas, especialmente, luego de la erradicación de las cabras asilvestradas hace casi 50 años^{1,6,11}.

Necesidades de información

Se requiere investigar su variabilidad genética y su rol en el ecosistema, así como su dieta e interacción con los cactus, la vegetación leñosa y la población de tortugas gigantes

(*Chelonoidis hoodensis*), especie recientemente introducida para como análogo ecológico de la especie original de tortuga de la isla.

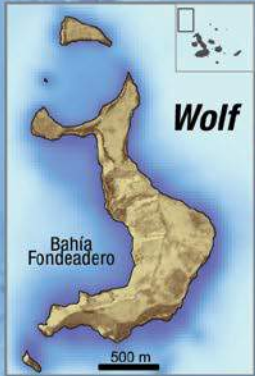
◀ Distribución

Presente en los 24 km² de la superficie terrestre de Santa Fe.

Autores

Ficha: Washington Tapia, Patricia Jaramillo y James Gibbs
Mapa: Nicolás Moity

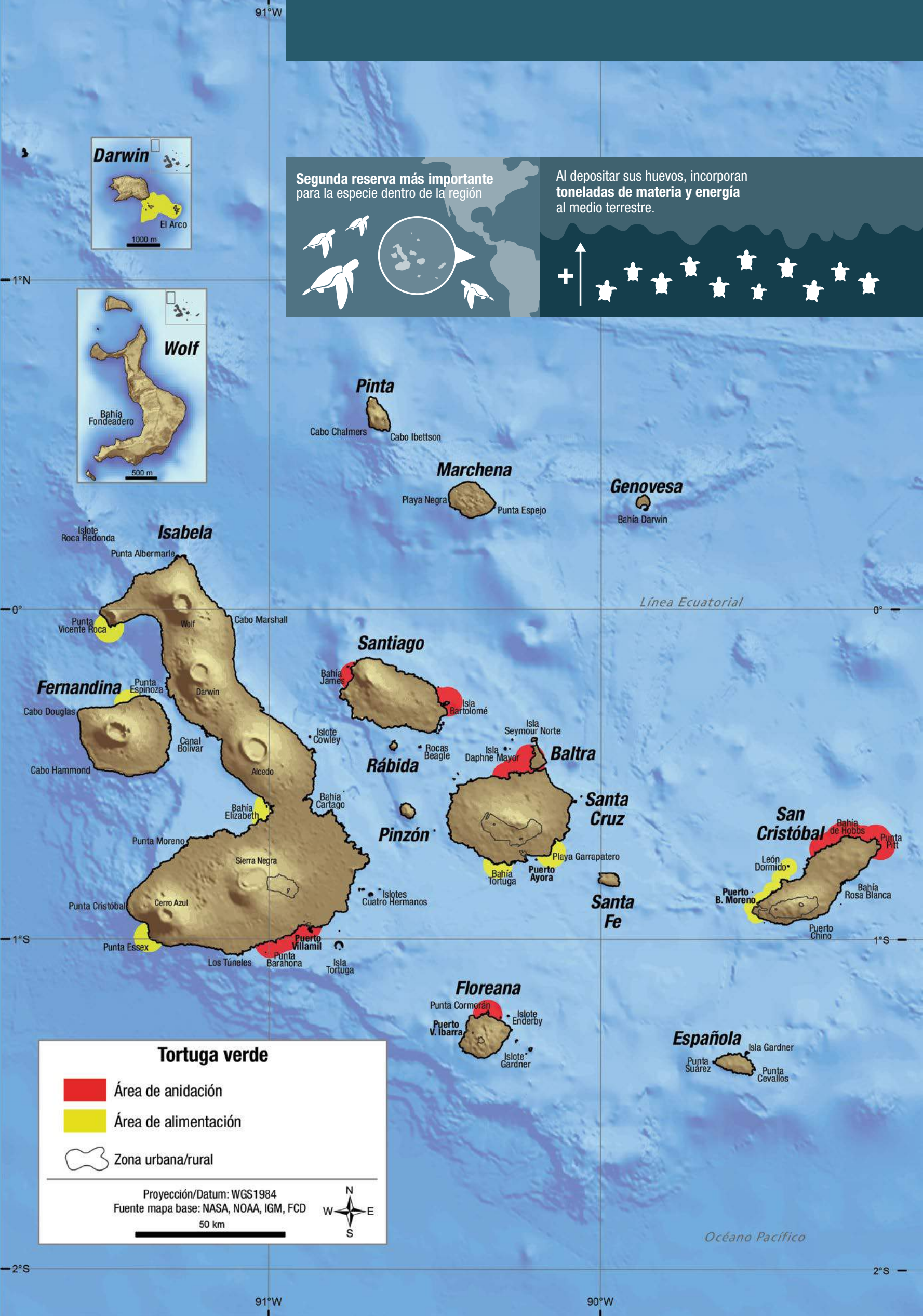
Metodología del mapa: 3b
Datos del mapa: Tapia, W. (CE).



Segunda reserva más importante para la especie dentro de la región



Al depositar sus huevos, incorporan toneladas de materia y energía al medio terrestre.



Tortuga verde

- Área de anidación
- Área de alimentación
- Zona urbana/rural

Proyección/Datum: WGS1984
Fuente mapa base: NASA, NOAA, IGM, FCD
50 km



► Tortuga verde

Chelonia mydas
Linnaeus, 1758

Animalia : Chordata : Reptilia : Testudines : Cheloniidae : *Chelonia mydas*



© Tui De Roy

Situación actual

La tortuga verde está categorizada globalmente como una especie en peligro en todo el mundo por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). En la región del Pacífico Este Tropical (PET), el *stock* reproductivo de Galápagos es considerado estable, ya que en la última década el número de hembras anidadoras se ha mantenido en alrededor de 1 500 por año. Estas llegan al principal sitio de anidación en el archipiélago¹. Galápagos representa el segundo *stock* más importante de la especie en la región^{2,3}.

La Reserva Marina Galápagos (RMG) provee importantes zonas de forrajeo para parte del *stock* de tortugas verdes que reside en el archipiélago; mientras que la otra parte de la población migra hacia zonas de alimentación en Centro y Suramérica⁴. A pesar de las condiciones casi prístinas de Galápagos, esta especie está expuesta a amenazas dentro de la RMG, que incluyen el impacto con embarcaciones, la interacción con actividades de pesca, el consumo e ingesta de desechos y la realización de actividades turísticas en sitios importantes de anidación^{5,6}.

Importancia ecológica

En términos generales, las tortugas marinas son importantes para el mantenimiento de los ecosistemas, poseen importancia cultural y son especies de alto atractivo turístico. Se sabe que, como megaherbívoro, ayuda a mantener controlada la cobertura de algas en sus hábitats de alimentación por medio del forrajeo, favoreciendo la resiliencia de los arrecifes ante posibles perturbaciones⁷. Asimismo, juega un papel importante en sus sitios de anidación, en los que, a través de los huevos que deposita en la arena,

anualmente traslada a las playas toneladas de materia orgánica, lípidos, nitrógeno, fósforo, carbonato de calcio y grandes cantidades de energía, esenciales en ambientes terrestres que dependen del intercambio océano-tierra. Este aporte de nutrientes a las playas promueve el crecimiento de las plantas que las estabilizan, protegiendo de este modo sus propios ambientes de anidación y el hábitat de muchos otros organismos⁸.

Necesidades de información

Es necesario profundizar sobre la conectividad entre el *stock* de tortugas verdes en Galápagos y Ecuador continental, así como con otros países de la región, y sobre sus amenazas tanto dentro como fuera de Galápagos. Hace falta conocer la proporción del *stock*

migratorio y residente e identificar los posibles impactos del cambio climático en sus zonas de alimentación y anidación, así como las interacciones y los impactos de las actividades antropogénicas desarrolladas dentro de la RMG, como el turismo.

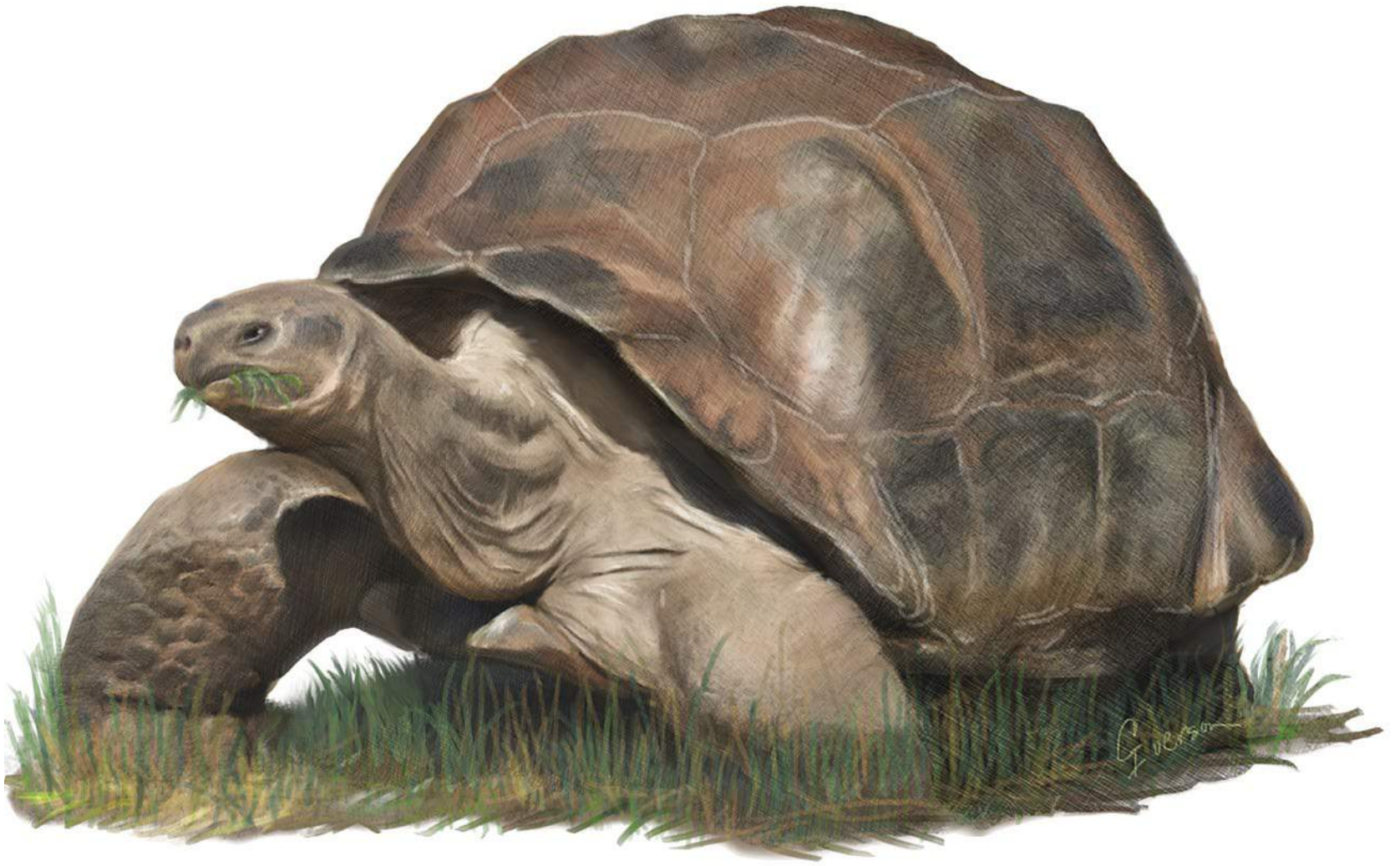
◀ Distribución

Presente en zonas costeras donde existen principalmente algas verdes y pardas, que utiliza como sitios de alimentación, así como en zonas costeras poco profundas, como bahías tranquilas o pozas de marea, que utiliza como sitios de descanso⁹. Durante la época reproductiva, se encuentra en playas de arena a lo largo de todo el archipiélago, a las que llega para depositar sus huevos¹⁰.

Autores

Ficha: Macarena Parra
Mapa: Byron Delgado

Metodología del mapa: 3a
Datos del mapa: Graham y Hijmans, 2006; Parra, 2013; Pritchard, 1975; Zárate y Carrión, 2007.



Tortuga de Alcedo, *Chelonoidis vandenburghi* ▲



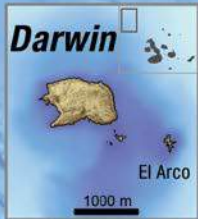
TORTUGAS TERRESTRES GIGANTES DE GALÁPAGOS

El ancestro más cercano de la tortuga gigante de Galápagos es *Chelonoidis chilensis*, que arribó hace 5-10 millones de años a las antiguas islas Galápagos (actualmente sumergidas y ubicadas entre 150-200 millas al este de las islas actuales). A medida que estas se sumergían, los ancestros divergieron a San Cristóbal y Española, islas que emergieron hace 2,4-4,0 millones de años¹⁻⁴. Posteriormente colonizaron las islas remanentes, donde viven actualmente.

Un total de 15 especies se originaron de *Chelonoidis chathamensis* y *hoodensis* desde las islas San Cristóbal y Española, en un periodo de entre 3,0-3,5 millones de años⁴, donde la isla Pinzón fue colonizada hace 1,3-1,7 millones de años. Las 15 especies de *Chelonoidis* spp actualmente descritas, habitan en diez de las 13 islas grandes. En Isabela se encuentran cinco especies diferentes, de norte a sur son: *C. becki* (volcán Wolf), *C. microphyes* (volcán Darwin), *C. vandenburghi* (volcán Alcedo), *C. guntheri* (volcán Sierra Negra) y *C. vicina* (volcán Cerro Azul); en Santa Cruz, *C. porteri* (del oeste de Santa Cruz – El Chato) y *C. donfaustoi* (del este de Santa Cruz – El Fatal); en Española *C. hoodensis*; en San Cristóbal *C. chathamensis*; en Santiago *C. darwini*; en Pinzón *C. duncanensis*, en Pinta *C. abingdonii*; en Floreana *C. niger*; en Fernandina *C. phantasticus*, y en Santa Fe *C. sp*⁵⁻⁷.

Cruz Márquez, Danny Rueda, Lady Márquez y Jefferson Márquez

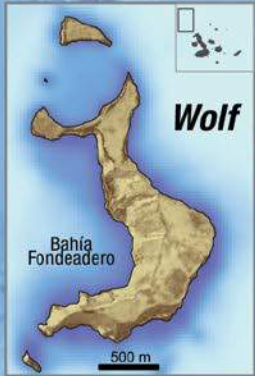
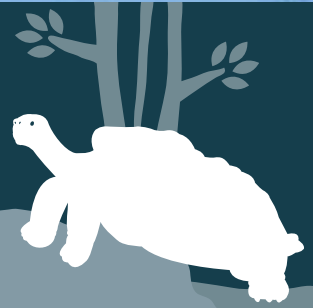
91°W



Endémica de la isla Santa Cruz



Reclasificada como nueva especie en el año 2015



Genovesa

Bahía Darwin



Santa Cruz

Santa Cruz

San Cristóbal



Santa Fe

Santiago

Rábida

Pinzón

Floreana

Española



Isabela


Fernandina




Línea Ecuatorial

Océano Pacífico

Tortuga del este de Santa Cruz (El Fatal)

 Área de distribución

 Zona urbana/rural

Proyección/Datum: WGS1984
Fuente mapa base: NASA, NOAA, IGM, FCD

50 km



91°W

90°W

2°S

2°S

▶ Tortuga gigante del este de Santa Cruz

Endémica

Chelonoidis donfaustoi
Poulakakis *et al.*, 2015Animalia : Chordata : Reptilia : Testudines : Cheloniidae : *Chelonoidis donfaustoi*

© Tui De Roy

Situación actual

Actualmente, se estima que la población de la tortuga del este de Santa Cruz, *C. donfaustoi*, tiene aproximadamente 250 adultos. Existe un programa de crianza en cautiverio establecido por la Dirección del Parque Nacional Galápagos (DPNG) desde 2015, cuando fue descrita como especie. Sin embargo, su recuperación en estado natural es limitada, debido a los impactos producidos por los cerdos asilvestrados, la hormiga negra de fuego y las plantas invasoras, así como por la pérdida de un gran porcentaje de su área de vida por el uso agropecuario¹⁻⁴.

Importancia ecológica

La tortuga del este de Santa Cruz, al igual que las otras 14 especies del complejo de tortugas gigantes de Galápagos, es endémica no solo del archipiélago sino del área. Estos quelonios son considerados Especies Clave e ingenieras del ecosistema, por su papel determinante en el mantenimiento de la integridad ecológica y la resiliencia de los ecosistemas de las islas donde habitan⁵. Esto se debe a que, con sus actividades y movimientos, moldean los ecosistemas, cumplen el rol de herbívoros principales, pisotean la vegetación y son los principales dispersores de semillas⁶⁻⁹.

Por más de un millón de años, las tortugas gigantes han sido especies ecológicamente esenciales. Se estima que alguna vez

existieron alrededor de 200 000 tortugas en todo el archipiélago; en la actualidad, se considera que existe solo un 10-20% de la población original¹⁰⁻¹². Esta dramática disminución se debe principalmente a la sobreexplotación causada por balleneros en los años 1800, seguida por una eliminación sistemática de tortugas por parte de los científicos y los primeros colonos^{10,11,13,14}. No obstante, las tortugas gigantes son uno de los atractivos principales para los turistas, por lo que también juegan un papel importante para la economía local^{10,15}. En consecuencia, la conservación efectiva de estos animales es importante a muchos niveles, para la sostenibilidad de Galápagos⁹.

Necesidades de información

Es necesario completar los estudios genéticos para conocer su variabilidad genética, así como entender el estatus poblacional real de la especie, las amenazas que enfrenta y su patrón de dis-

tribución. Asimismo, es importante conocer los efectos de su interacción con el ser humano y la invasión por plantas introducidas en el área que habita.

◀ Distribución

Presente en el lado este de la isla Santa Cruz, con una alta concentración en torno al cerro El Fatal, ocupando un área estimada de 40 km².

Autores

Ficha: Washington Tapia, Patricia Jaramillo y James Gibbs
Mapa: Byron Delgado

Metodología del mapa: 3b
Datos del mapa: Tapia, W. (CE).



Tortugas terrestres
gigantes de Galápagos

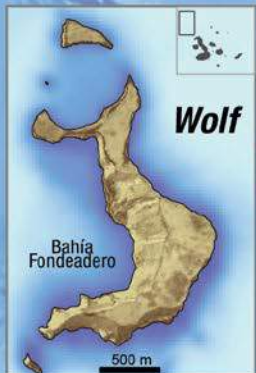
Tortuga gigante del este de Santa Cruz

91°W



16 especies
de tortugas terrestres

Habitán **10 de las 13** islas.



Genovesa

Bahía Darwin

Isabela

Islote Roca Redonda, Punta Albermarle

0°

Línea Ecuatorial



Santiago



Fernandina



Pinzón

3 km

1°S



San Cristóbal



1°S

1°S

1°S

Floreana



Española



Tortuga gigante de la isla Pinzón

● Zona de distribución

○ Zona urbana/rural

Proyección/Datum: WGS1984
Fuente mapa base: NASA, NOAA, IGM, FCD

50 km



Océano Pacífico

2°S

2°S

91°W

90°W

▶ Tortuga gigante de Pinzón

Endémica

Chelonoidis duncanensis
Pritchard, 1996Animalia: Chordata : Reptilia : Testudines : Testudinidae : *Chelonoidis duncanensis*

© Tui De Roy

Situación actual

La tortuga gigante de Pinzón fue descrita como *Chelonoidis ephippium*^{1, 2} y *C. duncanensis*¹ en 1875 y 2017 respectivamente, y documentadas en 1914-2017. En 1974, menos de 100 individuos maduros fueron registrados y por más de 100 años, la reproducción de esta población estuvo paralizada por el efecto depredador de la rata negra. En el censo de 2006, se registró 138 individuos maduros (machos, hembras) y tres juveniles^{1, 3-5}.

En 2010, se estimó 722 individuos con una densidad de 8,3-11,7 tortugas/km², en los tres estratos poblacionales³⁻⁵. Hasta 2010, aunque hubo restauración desde el cautiverio, la población, registraba un bajo tamaño poblacional por la presencia de ratas negras⁵⁻⁶. En 2012, la rata negra fue erradicada. El éxito reproductivo siempre fue viable, pero el de reclutamiento siempre fue limitado por la presencia de la rata negra, desde hace más de 150 años. Pero a partir de 2013, un ligero reclutamiento fue registrado en la isla. La mayoría de hembras anida en cuatro zonas (El Sur, Oeste, La Pirámide y La Central) de la isla, lugares de superficies pequeñas, aisladas por terrenos abruptos de lava y densa vegetación espinosa de *Prosopis juliflora* y *Acacia* sp⁵.

Importancia ecológica

Esta especie es única de la isla. Análisis moleculares⁷⁻⁹ afirman que *C. duncanensis* se originó genéticamente de *C. hoodensis*⁵ de Española hace 1,3-1,7 millones de años⁹. Las tortugas gigantes son consideradas especies pioneras e ingenieras únicas del archipiélago, al que le dieron su nombre, sobre todo la de morfo-tipo montura, cuyo caparazón tiene forma de silla de montar en la parte delantera. Tienen un impacto ecológico positivo, ya que

son consumidores y dispensadores de semillas, e incrementan su viabilidad para germinar^{10, 11}. Además, abren grandes trochas sinuosas con su pesado cuerpo y gran caparazón, las cuales son como pequeñas carreteras de hasta de 1,20 metros de ancho, desde abajo hacia arriba y viceversa, orientándose y buscando los lugares menos abruptos del sustrato en el hábitat de la isla y población¹²⁻¹⁴.

Necesidades de información

Es importante conocer su distribución e impacto positivo en el ambiente porque, como herbívoro, mantiene la dinámica de la flora y la viabilidad, dispersión y germinación de las semillas. Es necesario conocer cómo mejorar su estatus poblacional debido al

reducido tamaño de su población. Además, es imperativo aumentar el número de crías en cautiverio, desarrollarlas y repatriarlas a la isla para aumentar y acelerar la restauración de la población.

◀ Distribución

Habita únicamente en la isla Pinzón en las zonas Las Tunas, Sur, Oeste, Pirámide y la Central, donde anidan. Se distribuye entre los 100-400 msnm, en un área de 12,9 km².

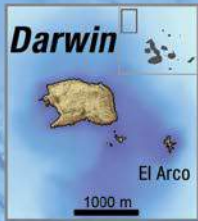
Autores

Ficha: Cruz Márquez, Danny Rueda, Lady Márquez y Jefferson Márquez
Mapa: Nicolás Moity

Metodología del mapa: 1
Datos del mapa: Márquez, C. (CE)



**Tortugas terrestres
gigantes de Galápagos**
Tortuga gigante de Pinzón

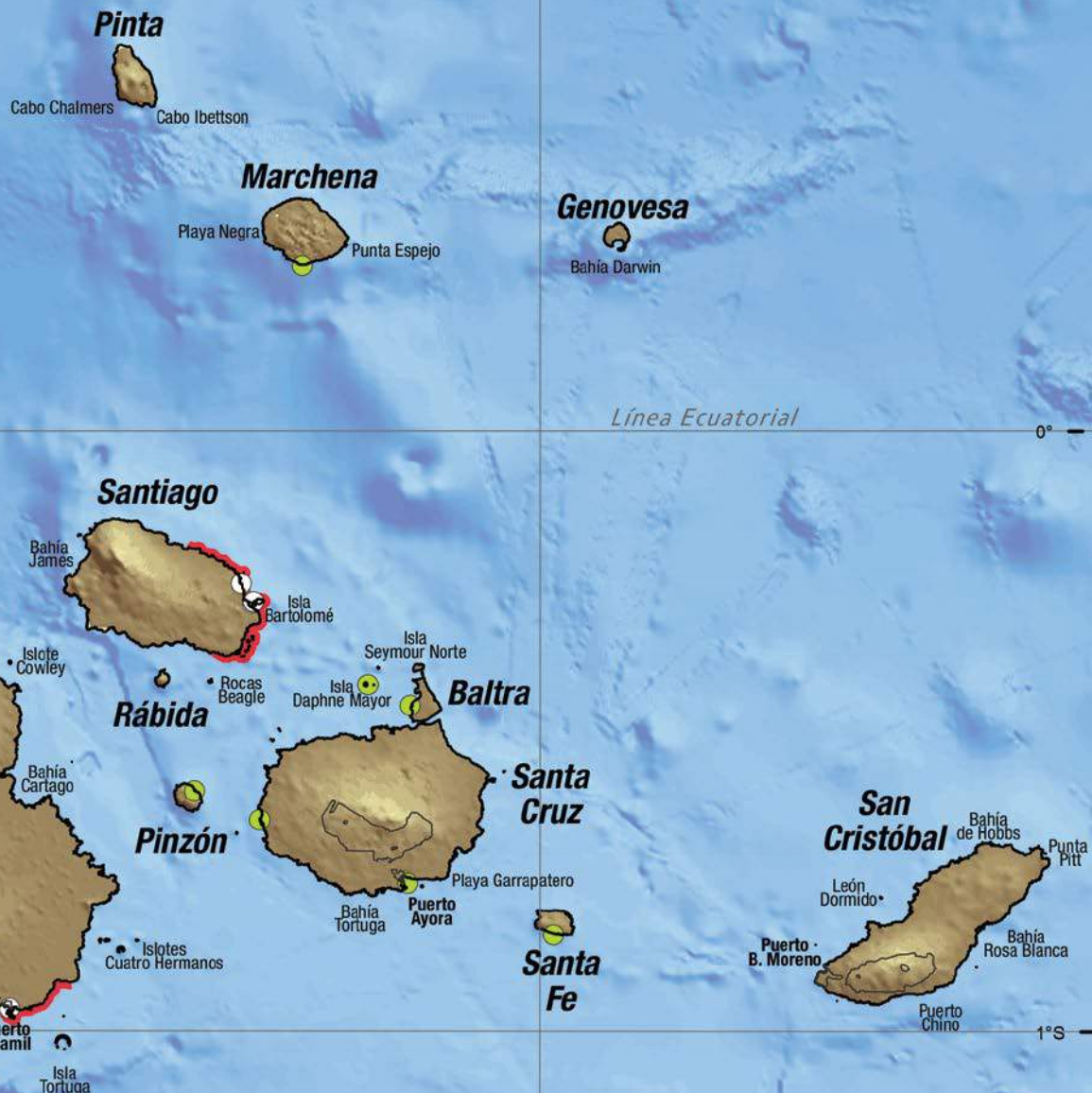


Largo macho
52 cm

Largo hembra
49 cm



Único pingüino en el trópico y el tercero más pequeño del mundo



Pingüino de Galápagos

- Anidación
- Registros ocasionales
- Presencia confirmada
- Presencia posible
- Zona urbana/rural

Nota: simbología aumentada para facilitar la visualización de la distribución de la especie.

Proyección/Datum: WGS1984
 Fuente mapa base: NASA, NOAA, IGM, FCD
 50 km

► Pingüino de Galápagos

Endémica

Spheniscus mendiculus
Sundevall, 1871Animalia : Chordata : Aves : Sphenisciformes : Spheniscidae : *Spheniscus mendiculus*

© Tui De Roy

Situación actual

El pingüino de Galápagos, con una distribución restringida a zonas de afloramiento marino, y un tamaño poblacional pequeño, de entre 1 500 y 4 700 individuos, es una de las especies de ave más amenazada a nivel mundial¹. Los eventos de El Niño, las especies introducidas, las actividades humanas (pesca, turismo), la contaminación y la presencia de patógenos, de manera individual o en conjunto, tienen un efecto negativo en su población¹⁻⁶.

Importancia ecológica

El pingüino de Galápagos es una Especie Centinela⁷ y un buen indicador de la variación climática, ya que es sensible a los fuertes cambios poblacionales asociados a los eventos de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) o La Niña. Durante El Niño, debido a las temperaturas altas y el alimento escaso, su población disminuye significativamente; mientras que, durante La Niña, a causa de las temperaturas bajas y el alimento abundante, la población crece y se recupera⁸. En 1982-1983, 1997-1998^{1,3,8} y 2015-2016², cuando las temperaturas estuvieron más altas que el promedio normal, la población del pingüino diezmó drásticamente^{1,3}.

Además, el pingüino es indicador de enfermedades y patógenos que afectan a especies de aves marinas^{4,5}, ya que es fácil de monitorear. También es un bioindicador ecotoxicológico; al ser un depredador tope en la cadena alimenticia, presentaría una bioacumulación endógena por biomagnificación y una bioacumulación exógena por su capacidad de captar metales pesados, que posiblemente circulan en las corrientes marinas y/o están presentes en el aire⁶. Asimismo, ya que se alimenta de la anchoveta del Pacífico (*Cetengraulis mysticetus*), sardinias (*Sardinops sagax*) y lisas (*Mugil spp*)^{1,8,9}, es una Especie Clave para distinguir los efectos negativos, como la disminución, sobre estas poblaciones de peces.

Necesidades de información

Las interacciones humanas en el futuro posiblemente aumenten en Galápagos, disminuyendo el aislamiento insular. Entender los impactos climáticos, humanos y patógenos ayudará a conocer su estado poblacional y del ecosistema marino¹⁰. Erradicar o controlar especies introducidas (ratas, perros, gatos, mosquitos-vectores) en áreas de anidación es clave para aumentar la resiliencia de esta especie ante el cambio climático y El Niño^{2,8,9}. Es necesario investigar factores (requerimientos físicos: nidos

naturales, construcción: nidos artificiales, pesca durante El Niño, presencia/dispersión de vectores, entre otros) que reduzcan la vulnerabilidad de esta especie¹. Para esto, la Fundación Charles Darwin (FCD) y la Dirección del Parque Nacional Galápagos (DPNG) cuentan con un programa de monitoreo ecológico, que permite conocer la supervivencia de la especie a largo plazo frente a los cambios en la zona marina y sus amenazas, entre otros temas^{2,10}.

◀ Distribución

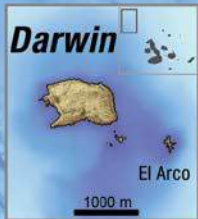
Anida en Fernandina, Isabela, Floreana, Santiago, Bartolomé y Sombrero Chino. Se ha observado individuos solitarios en otras islas^{2,9,11}.

Autores

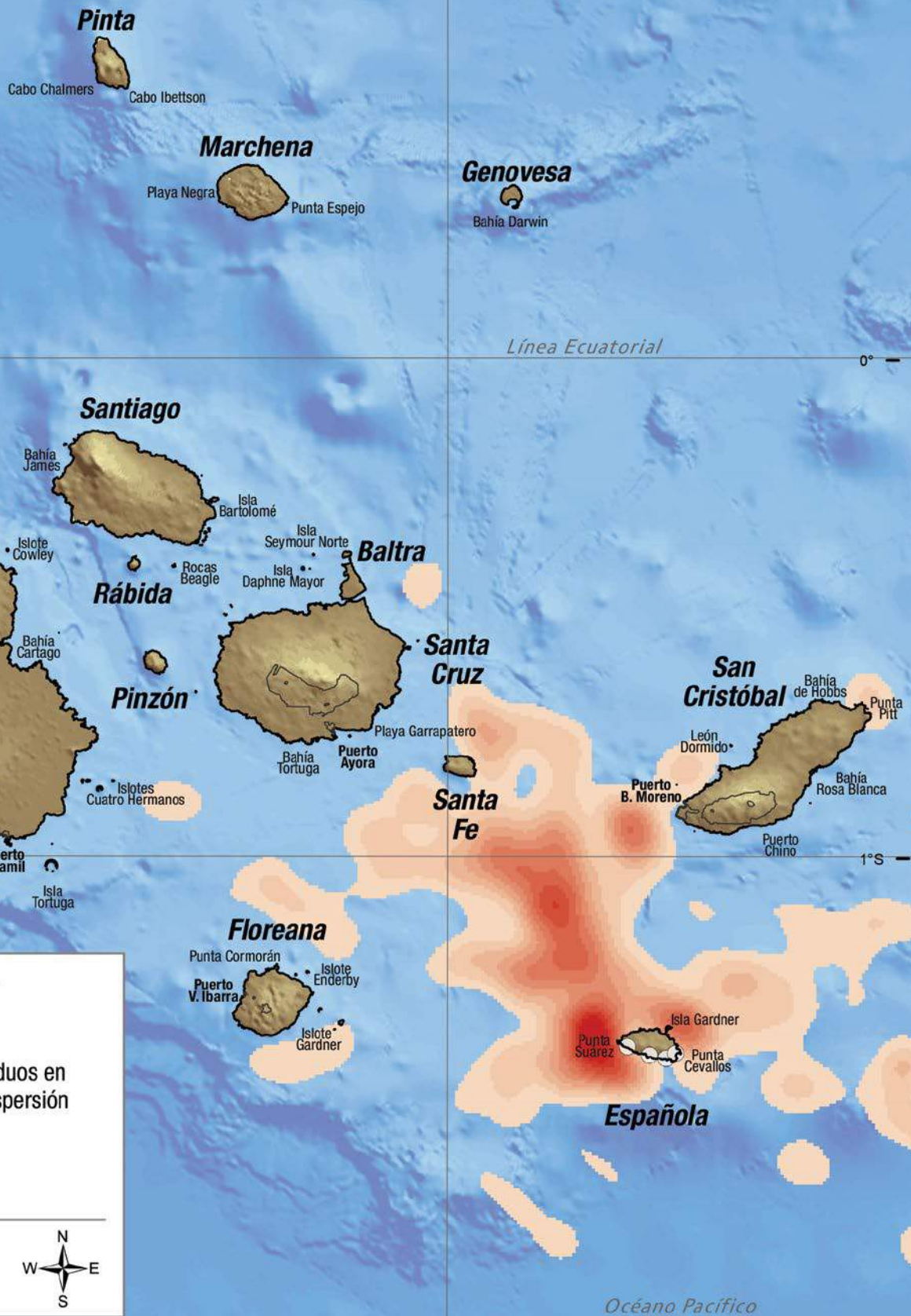
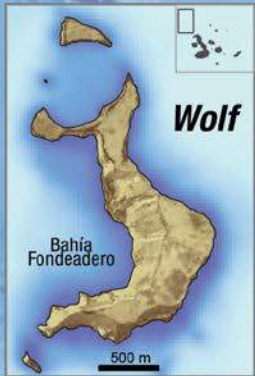
Ficha: Gustavo Jiménez-Uzcátegui, Dee Boersma y F. Hernán Vargas
Mapa: Nicolás Moity

Metodología del mapa: 1 y 2
Datos del mapa: Jiménez-Uzcátegui, G. (CE), Proyecto Monitoreo de Pingüinos de Galápagos (2003-2017).

91°W



Ave más grande en Galápagos
Largo de alas:



Fernandina

Isabela

Santiago

Rábida

Pinzón

Floreana

Albatros de Galápagos

○ Anidación



Alta Concentración de individuos en área de alimentación/dispersión

Media

⬭ Zona urbana/rural

Proyección/Datum: WGS1984
Fuente mapa base: NASA, NOAA, IGM, FCD



Océano Pacífico

2°S

91°W

90°W

2°S

▶ Albatros de Galápagos

Endémica

Phoebastria irrorata
Salvin, 1883Animalia : Chordata : Aves : Procellariiformes : Diomedidae : *Phoebastria irrorata*

© Hugo Arnal

Situación actual

El albatros de Galápagos enfrenta diferentes amenazas, principalmente, fuera de la Reserva Marina Galápagos (RMG), debido a la pesca incidental^{1, 2}. Hace una década, se estimaba una población de 33 000-35 000 individuos³, pero las investigaciones sobre su supervivencia y amenazas mostraron disminuciones poblacionales vinculadas a la captura incidental en las pesquerías artesanales¹. Otras amenazas son las condiciones climáticas causadas por El Niño⁴, las especies introducidas⁵, la interacción humana (turismo), la polución⁶ y la presencia de patógenos^{7, 8}.

Importancia ecológica

El albatros de Galápagos es una Especie Bioindicadora ecotoxicológica porque, al ser un depredador al tope de la cadena alimenticia, presenta una bioacumulación endógena por biomagnificación y una bioacumulación exógena por la capacidad de captar metales pesados provenientes de las corrientes marinas y/o presentes en el aire⁶.

También es una Especie Centinela en la cadena trófica porque, al existir algún efecto negativo en calamares y peces (especies

objetivo, blanco o presas)⁹ de las que se alimenta el albatros, sería más fácil detectar este efecto negativo en su población, al registrar disminución poblacional o en la reproducción¹⁰. Además, el albatros es una especie referencial de lo que ocurre en el ecosistema¹⁰ porque, al ser sensible a la presencia del fenómeno de El Niño (ENOS), como en 1982-1983, 1997-1998^{1, 3, 4, 11} y 2015-2016, cuando se registró un impacto negativo en su población, ya que su reproducción fue prácticamente nula.

Necesidades de información

Se ha registrado patógenos y parásitos en la especie^{7, 8}; es importante continuar con los estudios sobre este tema en las zonas reproductivas y, especialmente, en la zona turística, donde existe interacción con el ser humano. La detección temprana contribuiría a conservar la especie a largo plazo y a desarrollar planes emergentes.

Es necesario investigar con más énfasis la interacción pesquera con el albatros en el Ecuador continental, tema incluido en el Plan de Acción del Acuerdo de Conservación de Albatros y Petreles (ACAP)¹². Continuar con el programa de marca-recaptura es importante para conocer la supervivencia a largo plazo de esta especie, considerando su tiempo de vida y las amenazas que enfrenta.

◀ Distribución

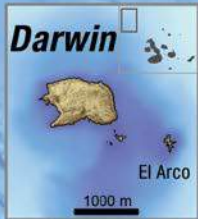
Anida en la isla Española, desde Punta Cevallos por el sur de la isla hasta Punta Suárez, y en parches pequeños dentro de la isla. Existen pocas parejas que anidan en la Isla de La Plata, cerca de la costa continental ecuatoriana^{1, 3, 9}. Se ha registrado algunos individuos y huevos en la isla Genovesa, aunque sin éxito reproductivo.

Autores

Ficha: Gustavo Jiménez-Uzcátegui y Kathryn P. Huyvaert
Mapa: Nicolás Moity

Metodología del mapa: 1, 4b y 4c
Datos del mapa: Jiménez-Uzcátegui, G. (CE), Proyecto Aves Marinas, Dodge *et al.*, 2013; Awkerman *et al.*, 2014; Moity y Proaño, 2017.

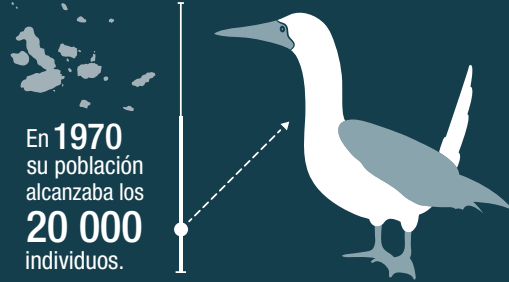
91°W



Población actual estimada:
6 400 individuos



En 1970
su población
alcanzaba los
20 000
individuos.



1°N

0°

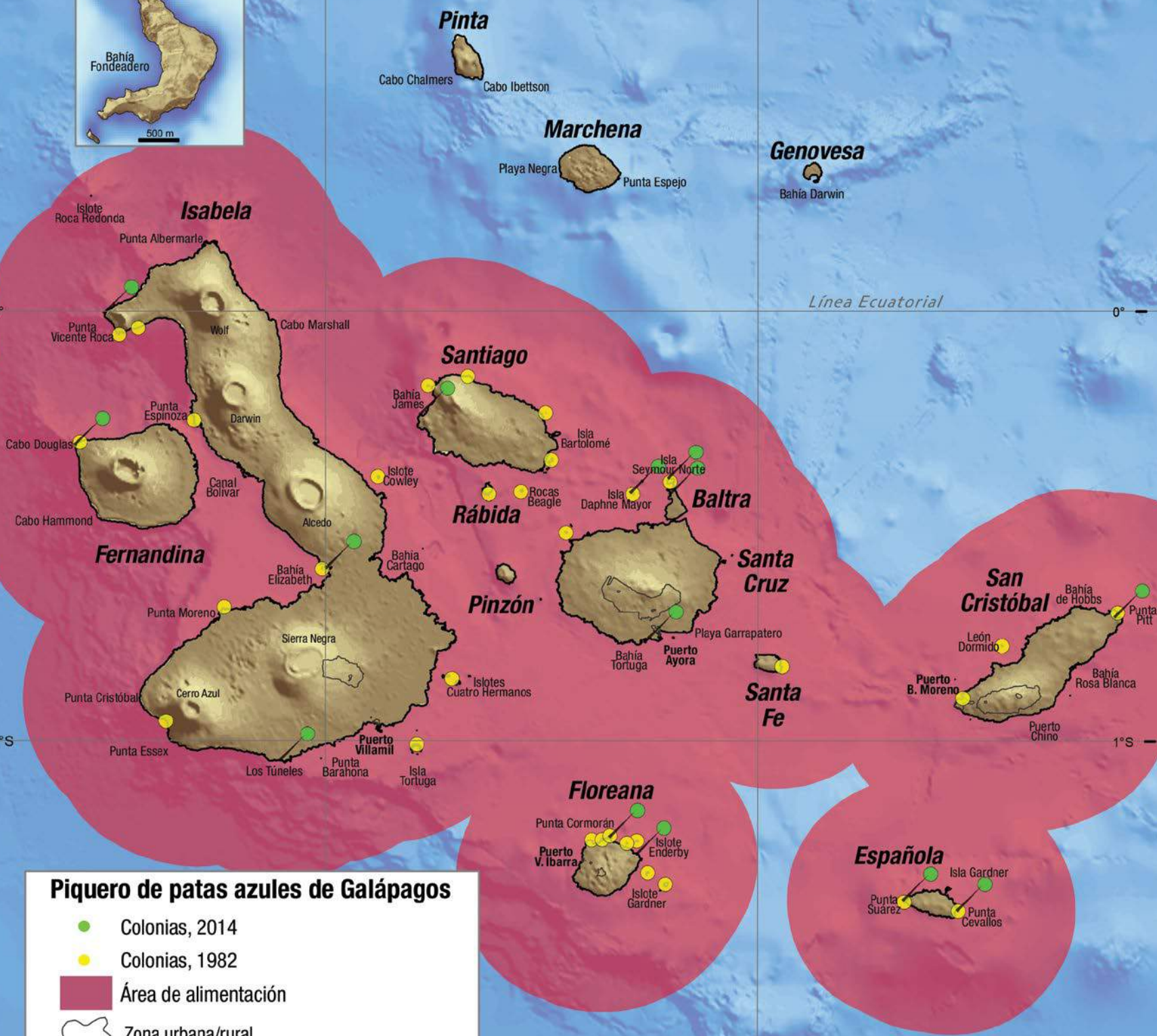
1°S

2°S

91°W

90°W

2°S



Piquero de patas azules de Galápagos

- Colonias, 2014
- Colonias, 1982
- Área de alimentación
- Zona urbana/rural

Proyeccion/Datum: WGS1984
Fuente mapa base: NASA, NOAA, IGM, FCD
50 km



Océano Pacífico

► Piquero de patas azules de Galápagos

Endémica

Sula nebouxii excisa
Todd, 1948Animalia : Chordata : Aves : Suliformes : Sulidae : *Sula nebouxii excisa*

© Tui De Roy

Situación actual

Una de las aves más llamativas de Galápagos, con dos subespecies reconocidas, es el piquero de patas azules de Galápagos (*Sula nebouxii excisa*) presente en Galápagos y el piquero patas azules (*Sula nebouxii nebouxii*) distribuido a lo largo de la costa del Pacífico este, desde México hasta Perú¹. Se estima que su población actual es de aproximadamente 6 400 individuos, cifra mucho menor a las estimaciones de la década de los setenta, cuando se registró 20 000 individuos^{1,2}. La razón de este decrecimiento es el escaso éxito reproductivo observado en varias colonias en los últimos años².

Importancia ecológica

Las aves marinas son sensibles a cambios en las fuentes de alimento, por lo que pueden ser usadas para monitorear las poblaciones de peces³. Los piqueros de patas azules de Galápagos prefieren peces con alto contenido de grasa, como sardinias (*Sardinops sagax*), anchovetas (*Engraulis ringens*) o arenques (*Opisthonema berlangai*)^{2,4-6}. Estudios sobre la dieta de individuos de esta especie proveen información indirecta sobre el estado de las poblaciones de sardina en Galápagos^{2,4}. En 1980, la dieta de esta especie en Española fue alta en sardina (94-98%⁴). Después del fenómeno de El Niño (1997-1998), la disponibilidad de este pez disminuyó y, actualmente, representa 50% de su dieta en todo el archipiélago².

La disminución de sardina en la dieta de los piqueros coincide con la casi desaparición de este pez en el Pacífico Este Tropical (PET),

donde los fenómenos oceanográficos provocan que su cantidad disminuya o aumente cada 25 años⁷.

El pobre éxito reproductivo de los piqueros de patas azules en los últimos años parece estar relacionado con la disminución de sardinias en Galápagos². Sin embargo, se ha sugerido que los depredadores introducidos, como los gatos, son los responsables; aunque, varias colonias presentes en islas sin estas especies (Española, Seymour, Fernandina, etc.) tienen poca reproducción. Actualmente, las colonias con mejor reproducción se encuentran en islas con muchos impactos antropogénicos y especies introducidas, como Santa Cruz y Baltra². Se ha registrado endoparásitos de poca virulencia en esta especie, como nemátodos *Contracecum* sp, tremátodos *Renicola* sp⁸ y, recientemente, *Haemoproteus* pero no hay evidencia de que afecten el éxito reproductivo⁹.

Necesidades de información

A pesar de ser una especie ampliamente reconocida, los estudios científicos sobre ella son escasos. Es necesario realizar censos más frecuentes, usando la misma metodología que en 2012², para determinar si sus poblaciones aumentan o disminuyen. Asimismo, se debe ampliar la investigación sobre enfermedades y

salud en general. Se recomienda estudiar las poblaciones de peces carnada, como sardinias o arenques y proveer datos sobre su abundancia y distribución. Es importante entender la biología de estos peces, porque varios depredadores marinos dependen de ellos.

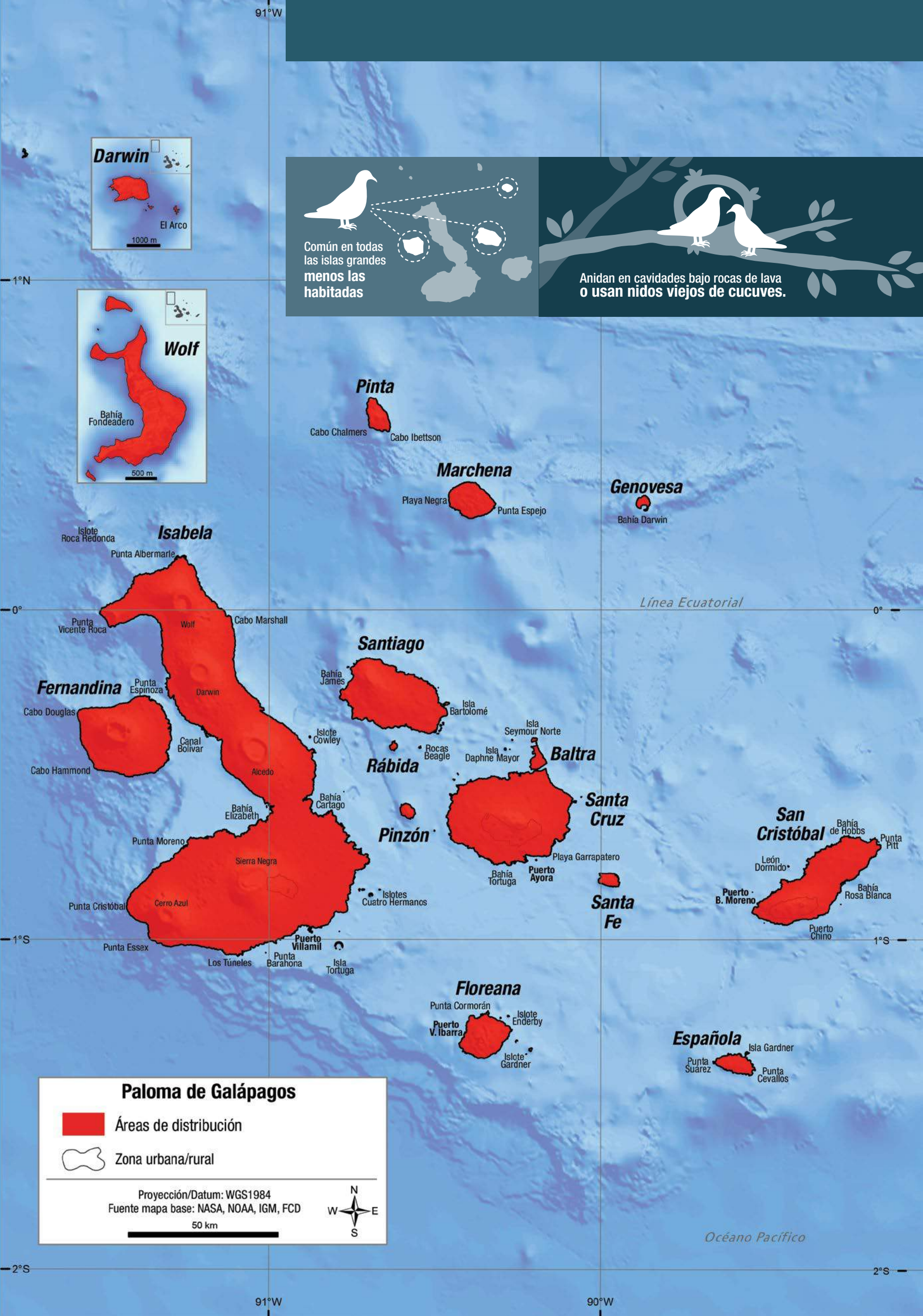
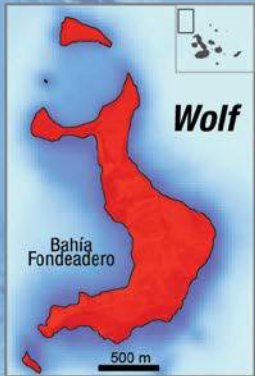
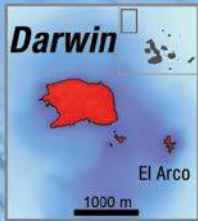
◀ Distribución

Presente en todo el archipiélago, con registros escasos en Genovesa, Marchena, Pinta, Darwin y Wolf.


Autores


Ficha: David Anchundia
Mapa: Byron Delgado

Metodología del mapa: 1, 3
Datos del mapa: Anchundia *et al.*, 2014; Programa de Monitoreo de Aves Marinas.

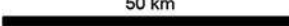



Paloma de Galápagos

 Áreas de distribución

 Zona urbana/rural

Proyección/Datum: WGS1984
Fuente mapa base: NASA, NOAA, IGM, FCD

50 km 



► Paloma de Galápagos

Endémica

Zenaida galapagoensis
Gould, 1841Animalia: Chordata : Aves : Columbiformes : Columbidae : *Zenaida galapagoensis*

© Hugo Arnal

Situación actual

La paloma de Galápagos, especie endémica, está representada por dos subespecies: *Z. g. exsul* (Rothschild y Hartert, 1896), en Darwin y Wolf, y *Z. g. galapagoensis* (Gould, 1841) en el resto del archipiélago^{1,2}. Esta ave es común en islas sin gatos³, aunque muy rara en las islas habitadas Floreana⁴ y San Cristóbal^{5,6} donde fue registrada dos veces en cada isla durante censos realizados en 2015-2017. Parece que su población está en descenso en Santa Cruz (FCD, Fessl *et al.*, datos por publicar), y en 2017, la Fundación Charles Darwin (FCD) empezó a estudiar su distribución y su importancia en las zonas agrícolas.

Importancia ecológica

Esta ave emblemática es la única Columbidae en Galápagos. Está adaptada a las condiciones muy áridas de algunas islas, como Española, Marchena, Santa Fe, Darwin y Wolf, pero también es muy común en la parte alta de Santiago, de donde baja a dormir y anidar en áreas de lava. Se alimenta principalmente de semillas, frutas, flores de *Opuntia* y, a veces, de vegetales verdes e invertebrados⁷. Debido a su alto consumo de semillas es una dispersadora, aunque muchas se destruyen en su paso por el tracto digestivo⁸.

En las islas áridas, se ha observado forrajeando a nivel del suelo, cavando y removiendo material vegetal en búsqueda de alimento. Anida en cavidades bajo rocas de lava o usa nidos viejos de cucuves (conocido en Genovesa⁷). Su reproducción inicia

aproximadamente un mes después del inicio de las lluvias y parece tener una fase de reproducción larga, con hasta tres puestas.

La reducción de sus poblaciones en varias islas o sitios remotos coincide con la amplia dispersión de gatos (por ejemplo, los volcanes Isabela, Wolf, Alcedo, Sierra Negra, Santa Cruz, Floreana, San Cristóbal), en contraste con su abundancia relativa en islas habitadas sin gatos como Baltra (FCD, datos por publicar). Poblaciones de distintas islas no se distinguen genéticamente indicando que se mueven entre islas⁹. Presenta niveles altos de infección por diferentes enfermedades, incluyendo *Trichomonas*, *Chlamydophila* y *Haemoproteus* spp¹⁰⁻¹² y es potencial transmisora de estas enfermedades a otras especies¹³.

Necesidades de información

No se conoce si la mosca parásita *Philornis downsi* afecta a la paloma de Galápagos y, en general, se sabe poco sobre su ecología y dispersión. Puede ser un vector/reservorio de enfermedades infecciosas¹⁰, razón por la cual se debe monitorear enfermedades.

Hacen falta estudios sobre los impactos de los distintos factores que explican el descenso observado en Floreana, San Cristóbal y Santa Cruz⁶, como predadores introducidos, enfermedades, pesticidas o cambios en el hábitat. Se desconoce su impacto/beneficio para el suelo.

◀ Distribución

Común en todas las islas grandes, menos en las islas habitadas.

Autores

Ficha: Birgit Fessl y David Anchundia
Mapa: Byron Delgado

Metodología del mapa: 3b
Datos del mapa: Anchundia, D. (CE), Proyecto de Aves Terrestres.



▲
Búho campestre, *Asio flammeus galapagoensis*



LECHUZAS

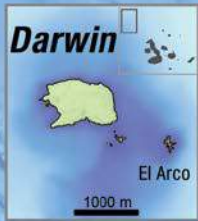
En este grupo encontramos a los búhos, representados por dos familias: Tytonidae y Strigidae¹. La primera está compuesta por 16 especies a nivel global, las cuales poseen cabezas grandes con un disco facial en forma de corazón y patas largas y fuertes. Su plumaje es café, blanquecino o crema, y presenta puntos o líneas². En Galápagos, esta familia está representada por la lechuza de campanario (*Tyto alba punctatissima*), subespecie más pequeña y con un plumaje más oscuro que las demás¹. El sexo se distingue por la coloración del plumaje, siendo la hembra más oscura que el macho.

La familia Strigidae está compuesta por 222 especies a nivel global³. Son búhos con una cabeza grande, disco facial redondo, cuerpo compacto y pico curvo fuerte. Su plumaje es similar al ambiente donde cazan. En Galápagos, esta familia está representada por la lechuza de campo (*Asio flammeus galapagoensis*), subespecie que difiere bastante de las demás, porque posee un plumaje y un antifaz más oscuro que el resto, y es de menor tamaño. Ya que también caza durante el día, incluye aves pequeñas a su dieta. Köning¹ sugiere que el taxón *A. flammeus* de Galápagos puede ser una especie distinta.

Ya que son aves rapaces de hábitos nocturnos, la lechuza de campanario y la de campo cumplen el rol ecológico de controlar la población de sus presas, principalmente de roedores.

Paolo Piedrahita

91°W



2 subespecies endémicas



Alimentación:



51%
aves



47%
mamíferos



2%
insectos

1°N

0°

1°S

2°S

91°W

90°W

2°S

Pinta

Cabo Chalmers Cabo Ibbetson

Marchena

Playa Negra Punta Espejo

Genovesa

Bahía Darwin

Isabela

Islote Roca Redonda Punta Albermarle Cabo Marshall Punta Vicente Roca Wolf

Santiago

Bahía James Isla Bartolomé Isla Norte

Fernandina

Punta Espinoza Cabo Douglas Cabo Hammond Canal Bolívar

Rábida

Islote Cowley Bahía Cartago

Baltra

Isla Seymour Norte Daphne Mayor

Santa Cruz

Playa Garrapatero Bahía Tortuga Puerto Ayora

San Cristóbal

Bahía de Hobbs Punta Pitt León Dormido Bahía Rosa Blanca Puerto B. Moreno Puerto Chino

Pinzón

Sierra Negra Cerro Azul Los Túneles

Santa Fe

Islotes Cuatro Hermanos Isla Tortuga

Floreana

Punta Cormorán Puerto V. Ibarra Islote Enderby Islote Gardner

Española

Punta Suarez Isla Gardner Punta Cevallos

Lechuga de campo

-  Área de anidación
-  Área de campeo
-  Ausencia registrada
-  Zona urbana/rural

Proyección/Datum: WGS1984
Fuente mapa base: NASA, NOAA, IGM, FCD
50 km



Océano Pacífico

▶ Lechuza de campo

Endémica

Asio flammeus galapagoensis
Gould, 1837Animalia : Chordata : Aves : Strigiformes : Strigidae : *Asio flammeus galapagoensis*

© Tui De Roy

Situación actual

La lechuza de campo es un ave rapaz nocturna que habita el archipiélago junto a la lechuza de campanario. Su estado de conservación es de preocupación menor y no se encuentra amenazada globalmente, de acuerdo con el Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES II). Sin embargo, al igual que en el caso de la lechuza de campanario, se desconoce su estado poblacional actual. De acuerdo con el estudio de Groot⁴, se estima que su población es de 9 000 parejas reproductivas a lo largo del archipiélago.

Importancia ecológica

La lechuza de campo caza durante las horas crepusculares: temprano en la mañana y a las primeras horas de la noche. Sin embargo, en las islas en que se encuentra el gavián de Galápagos, en cuyos nidos se ha encontrado restos de lechuza, sus hábitos de cacería se vuelven nocturnos^{4,5}. Una de sus técnicas de vuelo para evitar la depredación del gavián es volar hacia al cielo, lo más alto posible, hasta perderlo⁵.

La alimentación de la lechuza de campo está compuesta por 51% de aves pequeñas, como los pinzones de Darwin, y aves de mayor tamaño, como petreles y otras aves marinas (ej. *Puffinus* spp, *Sterna* spp, *Anous* spp, *Pluvialis* spp), y 47% de mamíferos. El resto es complementado por insectos⁴. De preferencia, habita las

zonas húmedas, pero también las áreas cercanas a la costa o los alrededores de colonias de aves marinas.

Esta ave descansa entre los arbustos y grietas, como parte de su técnica para cazar. Debido a la ausencia del gavián de Galápagos en ciertas islas, la lechuza de campo puede ser observada durante el día con más facilidad que la lechuza de campanario. Se reproduce entre noviembre y mayo, aunque existen reportes de que lo hace durante la época de garúa. Construye su nido directamente sobre el suelo, aunque también se encuentra entre las raíces de los árboles. La puesta comprende de tres a cuatro huevos, pero se desconoce el periodo de incubación y el abandono del nido por parte del juvenil.

Necesidades de información

Es necesario contar con información sobre el estado poblacional y la distribución actual de esta especie. La última estimación poblacional en el archipiélago se realizó entre los años 1979 y 1981⁴. Se desconoce si la composición de la dieta en los alrededores de las zonas agrícolas de las islas habitadas también incluye aves de corral, así como su dieta en islas deshabitadas.

Falta información sobre su ecología y éxito reproductivo. Se desconoce el periodo de incubación y el abandono del nido por parte del juvenil. Al igual que para la lechuza de campanario, es necesario realizar campañas de concientización ambiental, ya que la interacción de estas especies con los asentamientos humanos es aparentemente desfavorable.

◀ Distribución

Presente en todas las islas, por su facilidad de volar de una a otra.

Autores

Ficha: Paolo Piedrahita, Hermann Wagner y Galo Quezada
Mapa: Byron Delgado

Metodología del mapa: 3b
Datos del mapa: Piedrahita, P. (CE).





Cucuve de Española, *Mimus macdonaldi* ▲

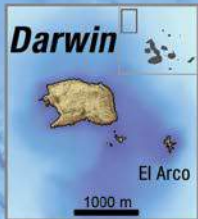


CUCUVES

En las islas Galápagos existen cuatro especies de cucuves: cucuve de Galápagos (*Mimus parvulus*), cucuve de San Cristóbal (*M. melanotis*), cucuve de Española (*M. macdonaldi*) y cucuve de Floreana (*M. trifasciatus*). El cucuve de Galápagos es la especie más ampliamente distribuida, encontrándose en por lo menos ocho islas. Las otras tres especies están restringidas a una sola isla e islotes asociados a la misma especie. Todas las especies de cucuve son omnívoras y viven en grupos familiares que alcanzan hasta 24 individuos. En general, los cucuves habitan tierras bajas con vegetación arbustiva; ocasionalmente, también se encuentran en bosques de *Scalesia*. Los cucuves son susceptibles a la depredación por especies introducidas.

Luis Ortiz-Catedral

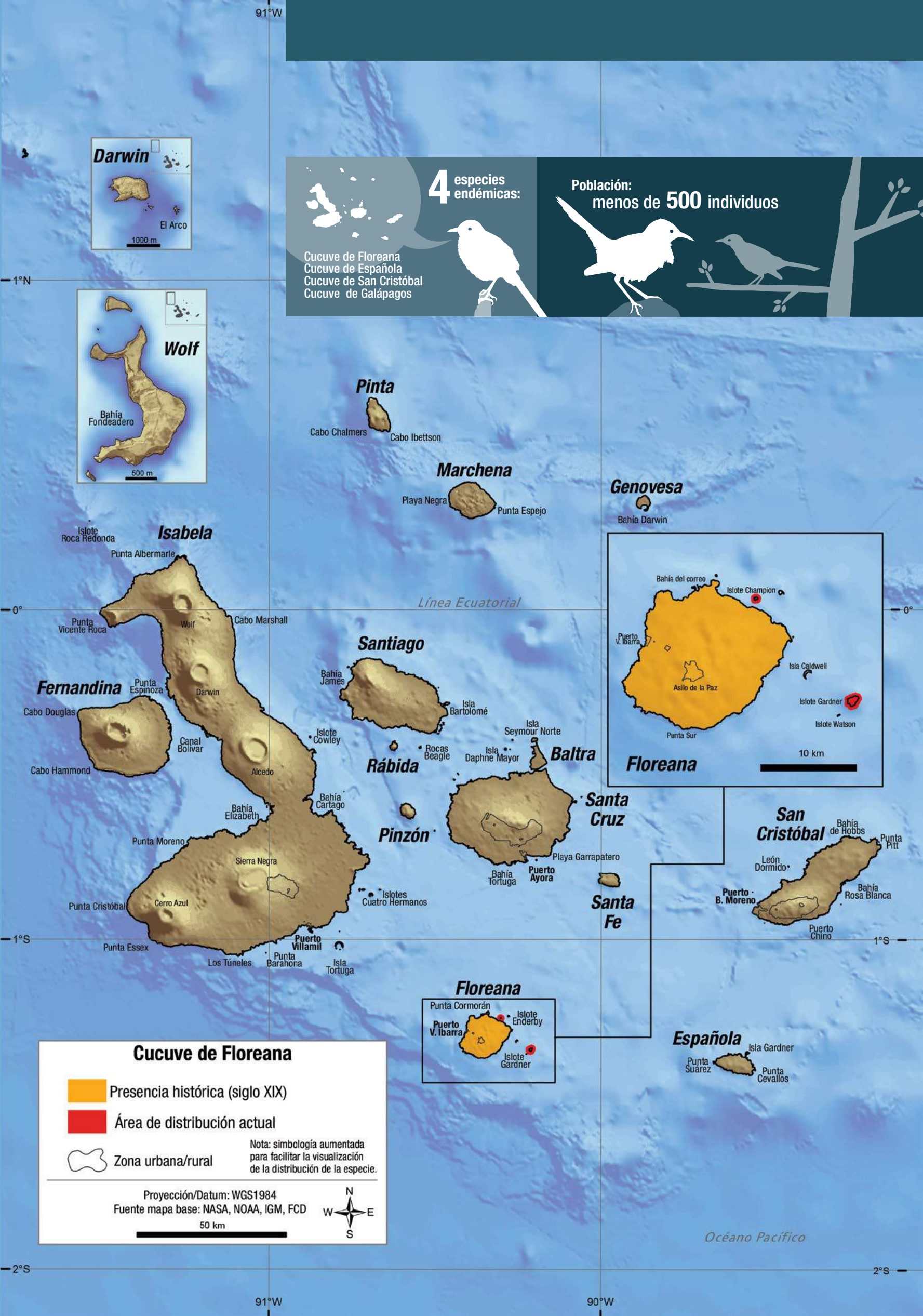




4 especies endémicas:

Población: menos de 500 individuos

Cucuve de Floreana
Cucuve de Española
Cucuve de San Cristóbal
Cucuve de Galápagos



Cucuve de Floreana

- Presencia histórica (siglo XIX)
- Área de distribución actual
- Zona urbana/rural

Nota: simbología aumentada para facilitar la visualización de la distribución de la especie.

Proyección/Datum: WGS1984
Fuente mapa base: NASA, NOAA, IGM, FCD

50 km

► Cucuve de Floreana

Endémica

Mimus trifasciatus
Gould, 1837Animalia : Chordata : Aves : Passeriformes : Mimidae : *Mimus trifasciatus*

© Luis Ortiz-Catedral

Situación actual

El cucuve de Floreana está en peligro crítico de extinción, de acuerdo con la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Históricamente, su distribución era amplia en las partes bajas de la isla Floreana¹; sin embargo, la especie desapareció de la isla al final del siglo XIX e inicios del siglo XX debido a la modificación de su hábitat y a la depredación de mamíferos introducidos². Actualmente, tiene una distribución limitada; existe en dos islotes (Champion y Gardner por Floreana), con 14 km de distancia entre ellos, que suman un total de apenas 90 ha³. En un periodo de 14 años, la población ha fluctuado entre aproximadamente 300 y 500 individuos. Existe evidencia de pérdida de diversidad genética por el aislamiento de las poblaciones existentes⁴.

Importancia ecológica

Los cucuves de Floreana son comunes en los islotes y viven en grupos familiares de dos a siete individuos, que mantienen un territorio principal de alimentación durante todo el año. Las observaciones de campo⁵⁻⁶ indican que esta especie poliniza el cactus *Opuntia megasperma*, cactus candelabro (*Jasminocereus thouarsii*) y *Portulaca howellii*. También, dispersa semillas de una gama de especies de vegetación en las partes bajas, incluyendo *Cordia lutea*, *Physalis galapagoensis*, *Croton scouleri*, *Exedcomus miersii* y, potencialmente, *Jasminocereus thouarsii*. Consume pequeños vertebrados, como salamanguetas (*Phyllodactylus baueri*), lagartijas de lava de Floreana (*Microlophus grayii*) y, potencialmente, culebras (*Pseudalsophis biserialis biserialis*) recién eclosionadas. Ocasionalmente, se alimenta del contenido de los

huevos del piquero de Nazca (*Sula granti*) y de la paloma de Galápagos (*Zenaida galapagoensis*). Asimismo, depreda a los ciempiés de Galápagos (*Scolopendra galapagoensis*) y otros artrópodos, incluyendo moscas, arañas, escarabajos y orugas. Cumple un rol en las comunidades vegetales y en la regulación de las poblaciones de las especies que son sus presas. Sin embargo, los juveniles del cucuve de Floreana son depredados por la lechuza de campo (*Asio flammeus*) y, potencialmente, por el halcón peregrino (*Falco peregrinus*), que visita los islotes ocasionalmente. Se sospecha que las culebras adultas depredan polluelos. A diferencia de las demás especies de aves de Galápagos, la mosca parásita (*Philornis downsi*) afecta poco a los polluelos del cucuve de Floreana.

Necesidades de información

Se sabe poco sobre los ámbitos de dispersión individuales de los cucuves y sobre la formación de grupos reproductores, información necesaria para apoyar el desarrollo de un plan de reintroducción a las partes bajas de la isla Floreana y asegurar el establecimiento de grupos reproductores dentro de los relictos del hábitat restaurado. Por otra parte, existe información limitada sobre los requisitos mínimos de hábitat para los grupos reproductores.

Las observaciones de campo preliminares indican que los grupos reproductores grandes (de cinco a siete individuos) mantienen territorios grandes, de aproximadamente 1,5 ha, en las áreas de *Opuntia megasperma* y *Cordia lutea*, aunque no es claro si esta especie puede establecerse exitosamente en otros tipos de hábitat presentes en la isla Floreana, como el del palo santo (*Bursera graveolens*) o del cactus candelabro (*Jasminocereus thouarsii*).

◀ Distribución

Presente en los islotes Champion y Gardner, próximos a la costa de la isla Floreana. Existen planes de reintroducirla a la isla Floreana⁷.

Autores

Ficha: Luis Ortiz-Catedral
Mapa: Byron Delgado

Metodología del mapa: 1
Datos del mapa: Jiménez-Uzcátegui *et al.*, 2011.





Pinzón de Tierra Grande, *Geospiza magnirostris* ▲



PINZONES

Según *Illustrated Checklist of the Birds of the World* (“Lista ilustrada de las aves del mundo”), considerando nuevos datos filogenéticos^{1, 2}, hay 17 pinzones de Darwin en Galápagos. En 2016, una evaluación de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) identificó ocho especies como amenazadas y en peligro de extinción. Todas, excepto las especies restringidas a las islas Darwin, Wolf, Española y Genovesa, sufren el impacto de la mosca parásita *Philornis downsi*, sobre todo, aquellas que viven en las zonas altas, donde este insecto es más abundante³.

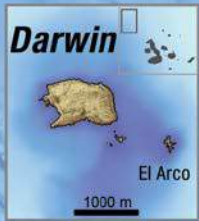
En las islas habitadas, hay descensos poblacionales^{4, 5}; el impacto de dicha mosca es una de sus mayores amenazas. Asimismo, la competencia entre especies, la depredación por parte de las especies introducidas, el potencial arribo de nuevas enfermedades y el cambio de hábitat afectan gravemente las poblaciones de pinzones⁵.

Los pinzones tienen un papel importante en la polinización de flores, depredación y dispersión de semillas⁶⁻⁸. Hay cuatro géneros: *Geospiza* (nueve subespecies), *Camarhynchus* (cinco subespecies), *Certhidea* (dos subespecies) y *Platyspiza* (una subespecie). *Geospiza*, a excepción del pinzón de pico afilado (*G. difficilis*) es principalmente granívoro y más abundante en zonas áridas^{9, 10}; los machos oscurecen con la edad hasta volverse completamente negros. Las hembras y los machos de un año tienen un plumaje similar, de color café con manchas y rayas.

Camarhynchus y *Certhidea* son principalmente insectívoros y más abundantes en las zonas húmedas, a excepción del pinzón de manglar (*C. heliobates*), que habita zonas de manglar, y el pinzón cantor gris (*C. fusca*), común en zonas áridas. *Platyspiza*, cuya dieta es en gran parte vegetariana, está presente en zonas áridas y de transición. El color del plumaje de la mayoría de los machos de *Camarhynchus* y *Platyspiza* oscurece con cada muda hasta que adquieren una capucha y mentón negros. Las hembras y los machos jóvenes son muy parecidos; presentan un plumaje verde crema con pocas rayas.

Birgit Fessl y David Anchundia

91°W



Población:



menos de 100 individuos

Ave más amenazada en Galápagos



Pinta

Cabo Chalmers Cabo Ibbetson

Marchena

Playa Negra Punta Espejo

Genovesa

Bahía Darwin

Isabela

Islote Roca Redonda

Punta Albermarle

Punta Vicente Roca

Wolf

Cabo Marshall

Santiago

Bahía James

Fernandina

Punta Espinoza

Darwin

Cabo Douglas

Cabo Hammond

Capal Bolívar

Alcedo

Rábida

Islote Cowley

Pinzón

Bahía Elizabeth

Bahía Cartago

Baltra

Isla Bartolomé

Isla Seymour Norte

Isla Daphne Mayor

Santa Cruz

Playa Garrapatero

Bahía Tortuga

Puerto Ayora

Santa Fe

San Cristóbal

Bahía de Hobbs

León Dormido

Bahía Rosa Blanca

Puerto B. Moreno

Puerto Chino

Punta Pitt

Floreana

Punta Cormorán

Puerto V. Ibarra

Islote Enderby

Islote Gardner

Española

Punta Suarez

Isla Gardner

Punta Cevallos

Pinzón de manglar

● Registros ocasionales

■ Registros ocasionales

■ Área de distribución

○ Zona urbana/rural

Nota: simbología aumentada para facilitar la visualización de la distribución de la especie.

Proyección/Datum: WGS1984

Fuente mapa base: NASA, NOAA, IGM, FCD

50 km



Océano Pacífico

2°S

91°W

90°W

2°S

► Pinzón de manglar

Endémica

Camarhynchus heliobates
Snodgrass y Heller, 1901

Animalia : Chordata : Aves : Passeriformes : Thraupidae : *Camarhynchus heliobates*



© Michael Dvorak

Situación actual

El pinzón de manglar está en peligro crítico. Tiene una población estimada de 100 individuos y menos de 20 parejas reproductoras, por lo que es el ave más rara de Galápagos¹⁻³. Está amenazada por la depredación de sus nidos por parte de la rata introducida (*Rattus rattus*) y el parasitismo de los pichones, causado por las larvas de la mosca parásita *Philornis downsi*¹⁻⁵. En la actualidad, se hace un manejo intensivo para la conservación de la especie, que incluye el control de los depredadores introducidos y la cría de polluelos en cautiverio, para asegurar la supervivencia del pinzón de manglar en su hábitat natural⁴⁻⁷.

Importancia ecológica

El pinzón de manglar es una especie icónica y representativa de los manglares de la isla Isabela. Es uno de los pinzones de Darwin más especializados, habiéndose adaptado para vivir y reproducirse en los manglares, un tipo de hábitat limitado naturalmente en Galápagos^{3,8-9}. Su hábitat actual comprende tres especies de manglar: el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), el mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y el mangle negro (*Avicennia germinans*). Su dieta consiste en invertebrados que encuentra en el follaje, la corteza, las ramas y la hojarasca de los manglares^{4,8-9}. Adicionalmente, hace forrajeo estacional de las frutas maduras de palo santo (*Bursera graveolens*) en los bordes de los manglares y en la vegetación adyacente a la zona árida².

Se reproduce en respuesta a la lluvia y pone sus huevos desde fines de enero hasta abril, aunque esto varía cada año dependiendo del

clima^{2,4,9}. Los machos establecen territorios reproductivos e inician la construcción del nido, cantando para atraer a las hembras, que se encargan de terminarlo^{2,4,9}. Estos se encuentran desde los tres hasta los 26 m de altura (promedio: 16 m)⁴. El tamaño de la puesta varía de dos a cuatro huevos (promedio: 2,3). La incubación, realizada únicamente por las hembras, dura 15 días^{2,4}.

Los pichones demoran de 15 a 20 días para emplumar². Después, son alimentados por los adultos, que se movilizan ampliamente en busca de alimento, por lo que volverse independientes les toma más de un mes². Si los nidos fracasan y las condiciones climáticas son favorables, las hembras producen hasta seis puestas por temporada². Se ha documentado su hibridación con el pinzón carpintero (*C. pallidus*), que es un pariente cercano³⁻⁴.

Necesidades de información

La información sobre la supervivencia juvenil a largo plazo es escasa. Aunque varios pichones en vida libre y todos los criados en cautiverio llevan bandas con combinaciones únicas de colores, es un desafío avistar aquellos que no están reproduciéndose, debido a su naturaleza sigilosa. Pueden pasar varios años entre las observaciones de algunos o todos los individuos².

Se desconoce cuál es la distribución de los pinzones de manglar en otros manglares de las islas Isabela y Fernandina. Los informes que confirman la presencia de individuos en otros sitios y la evidencia del monitoreo acústico durante periodos cortos de los juveniles liberados han demostrado que estas aves son capaces de dispersión. La gran área de manglares y la compleja topografía de la isla Isabela dificultan el monitoreo completo.

◀ Distribución

Limitada a dos manglares en el noroeste de la isla Isabela, en la playa Tortuga Negra (20 ha) y Caleta Black (10 ha)¹⁻⁵.

Autores

Ficha: H. Francesca Cunninghame, Birgit Fessl y H. Glyn Young
Mapa: Nicolás Moity

Metodología del mapa: 5
Datos del mapa: Cunninghame, F. (CE), Proyecto de Aves Terrestres.



► Pinzón de tierra pequeño

Endémica

Geospiza fuliginosa
Gould, 1837Animalia : Chordata : Aves : Passeriformes : Thraupidae : *Geospiza fuliginosa*

© Michael Dvorak

Situación actual

El pinzón de tierra pequeño es el más abundante y disperso de todos los pinzones de Darwin. Habita en todas las zonas de vegetación, aunque su mayor densidad se registra en zonas áridas y con vegetación abierta. Esta especie se expande en la zona alta de Santa Cruz (única isla con datos de monitoreo a largo plazo), probablemente por la reducción de los bosques, el incremento de hábitat abierto (ej. agricultura) y la introducción de muchas especies herbáceas presentes en las zonas de *Scalesia* y helechos, que son fuentes de semillas para las aves⁵ y atraen a esta especie.

Importancia ecológica

De preferencia, se alimenta de semillas, pero también de frutas y flores. Posiblemente sea un vector importante en la polinización, depredación y dispersión de semillas^{7,11}. También consume artrópodos, sobre todo, durante la temporada de anidación, que se relaciona con las lluvias fuertes⁸. Estudios sobre la dispersión de semillas determinaron que este pinzón excreta una de las proporciones de semillas viables más altas entre todos los pinzones¹². Al ser una especie abundante, cumple un papel importante en la ecología de ciertas plantas de Galápagos, así como en la dispersión de plantas invasoras. Se ha reportado pinzones juveniles moviéndose de una isla a otra¹³, por lo que también actúan como dispensadores de semillas a larga distancia.

Son oportunistas para reproducirse y lo hacen cuando las condiciones ambientales son favorables¹⁴. Las hembras eligen a los machos

por su canto y su nido. Pueden reproducirse con otras especies de su mismo género, como con el pinzón mediano de tierra (*G. fortis*) y el pinzón de cactus común (*G. scandens*)¹⁵. Viven hasta 15 años, al igual que los demás pinzones.

La mosca parásita (*Philornis downsi*) afecta a esta especie produciendo mortalidad de pichones¹⁶ y deformaciones en sus narinas con consecuencias poco estudiadas^{17,18}. También la afectan enfermedades como la viruela aviar^{19,20}, *Isospora* spp²¹ y otras que potencialmente pueden convertirse en epidemias²².

En zonas urbanas y agrícolas se adaptan fácilmente a nuevos alimentos, por lo que causan problemas a los agricultores y aumentan el riesgo de transmisión de enfermedades de las aves domésticas (gallinas) a las silvestres²³.

Necesidades de información

Este ave ha sido observada buscando parásitos externos en iguanas y tortugas terrestres, que extienden tanto el cuello como las patas para este propósito. La importancia de la limpieza para los reptiles es poco conocida. Al ser una especie que se mueve entre islas¹³, debe realizarse

un monitoreo a largo plazo para observar la transmisión de enfermedades, específicamente en las islas habitadas. Es importante elaborar modelos ecológicos para conocer el impacto de esta especie en los ecosistemas de Galápagos y, en caso de desaparecer, cómo afectaría a todo el ecosistema insular.

◀ Distribución

Común en todas las islas principales, excepto en Genovesa, Darwin y Wolf.

Autores

Ficha: Birgit Fessl y David Anchundia
Mapa: Byron Delgado

Metodología del mapa: 3a
Datos del mapa: Proyecto de Aves Terrestres.



Pinzones

Pinzón de tierra pequeño



Rata de Santa Fe, *Aegialomys bauri* ▲



ROEDORES ENDÉMICOS

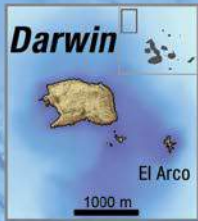
Este grupo está conformado por 11 especies de la familia Cricetidae, tribu Oryzomyini, que comprende dos géneros endémicos (*Megaoryzomys* y *Nesoryzomys*) y uno nativo (*Aegialomys galapagoensis*)¹⁻⁷. Sus antepasados probablemente llegaron a la deriva en balsas de vegetación desde América del Sur⁸⁻¹⁰.

Los roedores endémicos son el taxón de vertebrados con más número de especies extintas en Galápagos^{2,4}. La rata negra (*Rattus rattus*) es la causa probable del desplazamiento de las poblaciones de las ratas *Nesoryzomys darwini* (en Santa Cruz), *N. indefessus* (en Santa Cruz y Baltra) y *A. galapagoensis* (en San Cristóbal)^{2,11}. La depredación por gatos asilvestrados también es una causa probable¹². Las otras especies extintas nunca fueron vistas vivas y la causa de su extinción queda poco clara^{2,9,13}. En la actualidad, tres de las cuatro especies existentes viven en la isla Fernandina (dos especies) y en la isla Santa Fe (una especie), por lo tanto, es crucial mantenerlas sin roedores invasores ni gatos^{4,14}. En la isla Santiago, los cactus pueden haber reducido el impacto de la rata negra sobre la Santiago *Nesoryzomys* (*N. swarthi*), por lo tanto, el hábitat de refugio similar podría ser hogar de las especies “extintas” en otras islas^{15,16}.

El conocimiento de las especies de Fernandina es escaso; sin embargo, se sabe que *N. swarthi* y *A. galapagoensis* han desarrollado una estrategia de alta supervivencia y baja reproducción, inusual entre las especies de la tribu Oryzomyini, probablemente como respuesta a la disponibilidad impredecible de recursos en la zona árida de Galápagos¹⁷⁻¹⁹. Los altos niveles de diversidad genética de las cuatro especies existentes también pueden facilitar su adaptación a este paisaje dinámico²⁰. Se recomienda la conservación de estas especies *in situ* y el desarrollo de un centro de crianza en cautiverio⁴, así como el monitoreo de todas estas especies.

Donna Harris, Stephen Gregory y David Macdonald



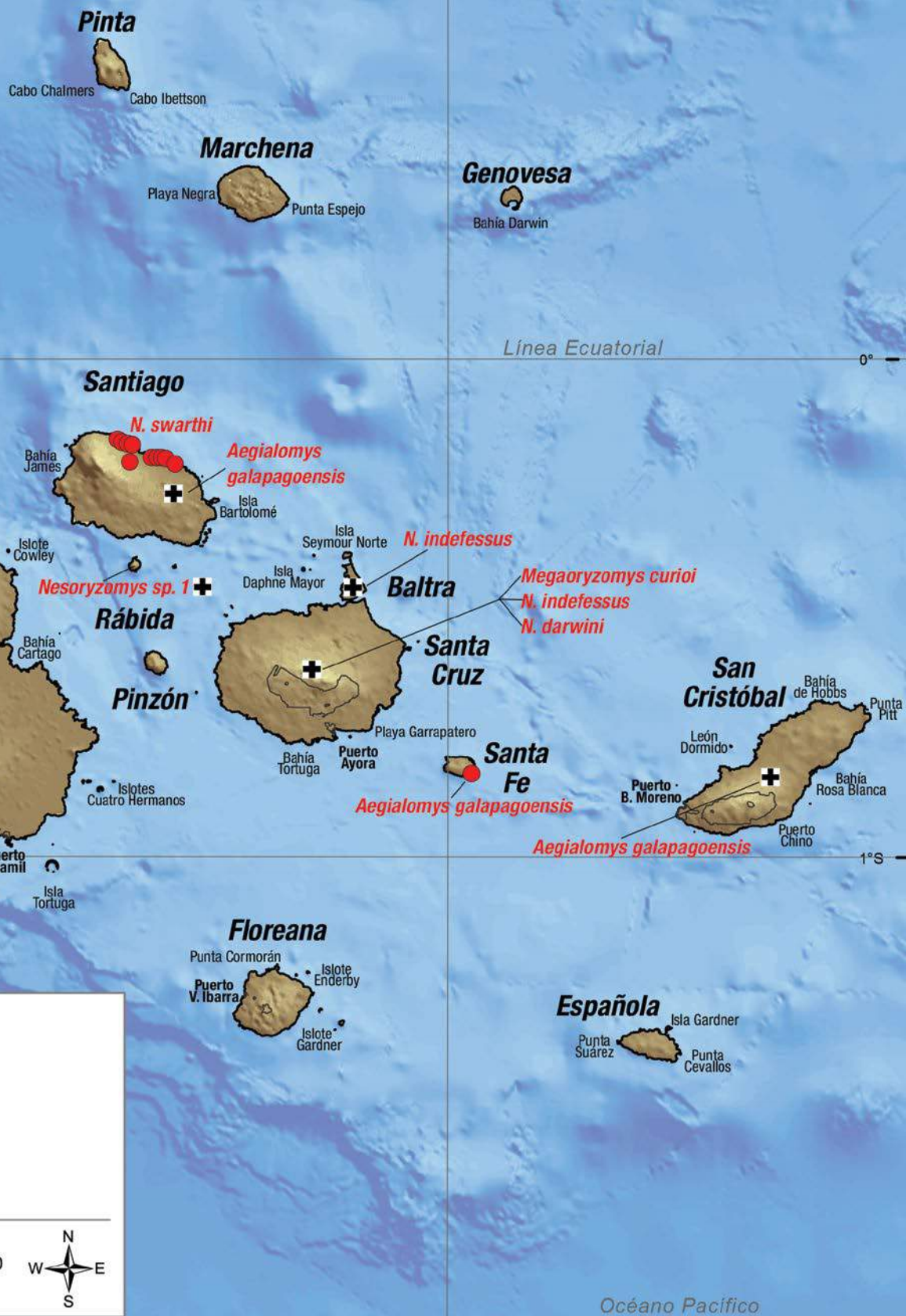
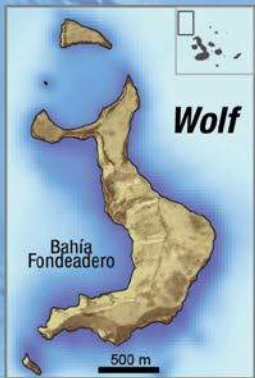


Los roedores endémicos tienen la mayor extinción de especies de todos los vertebrados de las islas:



solo quedan 4 especies de 11 registradas.

Redescubierta en los 90



Roedores nativos

Estado de la especie

● Presente

⊕ Extinto

○ Zona urbana/rural

Proyección/Datum: WGS1984
Fuente mapa base: NASA, NOAA, IGM, FCD
50 km



Océano Pacífico

▶ Santiago Nesoryzomys

Endémica

Nesoryzomys swarthy
Orr, 1938Animalia : Chordata : Mammalia : Rodentia : Cricetidae : *Nesoryzomys swarthy*

© Donna Harris

Situación actual

Después del desplazamiento causado por la competencia con la rata negra (*R. rattus*), la coexistencia en el sitio remanente (que es muy árido) con esta especie introducida puede ser facilitada por sus estrategias de vida diferentes y el refugio de recursos ofrecido por el cactus endémico *Opuntia galapageia*. Sin embargo, se desconoce la dinámica poblacional a largo plazo de la Santiago Nesoryzomys^{15-16, 19, 21}.

El cambio climático puede beneficiar a la rata negra y puede afectar negativamente a la *Opuntia*^{15, 22-23}. El ratón de campo (*Mus musculus*)^{15, 24-25}, la introducción potencial de *Rattus norvegicus*, gatos y patógenos que provienen en las especies introducidas son otras amenazas para la Santiago Nesoryzomys².

Importancia ecológica

Los roedores endémicos tienen la mayor pérdida de especies de todos los vertebrados de las islas. Solo quedan cuatro de 11 especies, de las cuales se puede conocer su importancia ecológica¹⁻⁷. Además, la Santiago Nesoryzomys proporciona una oportunidad única para aprender sobre el impacto de los roedores introducidos en los roedores endémicos, ya que es la única especie que coexiste con ellos¹⁵. Es probable que *R. rattus* haya desempeñado un papel importante en algunas extinciones de roedores endémicos^{2, 11}, aunque la depredación de felinos asilvestrados también pudo ser una causa importante¹².

La Santiago Nesoryzomys probablemente sea presa del gavilán de Galápagos (*Buteo galapagoensis*), especie endémica, y de las subespecies endémicas de lechuzas *Asio flammeus galapagoensis* y *Tyto alba punctatissima*^{4, 26-27}. Se alimenta de las semillas y los frutos de muchas especies endémicas y nativas de plantas, incluyendo *Opuntia galapageia*, *Bursera graveolens* y *Cordia lutea*¹⁶. Sin embargo, todavía se desconoce la extensión de su dispersión de semillas. Las observaciones de la alimentación de esta especie muestran que consume muchas semillas, especialmente de *O. galapageia* que obtiene por coprofagia²⁸.

Necesidades de información

Es importante establecer un programa de monitoreo del estado de la población a largo plazo, para conocer qué ha ocurrido después de la erradicación de cabras asilvestradas²⁷, así como para enfrentar el cambio climático¹⁵. El control localizado y selectivo de la rata negra puede requerirse para prevenir el desplazamiento competitivo de esta especie endémica, pero es probable que este control beneficie al ratón de campo, otra especie introducida^{14-15, 25}. Es necesario, por tanto, cuantificar el impacto del ratón de campo en la Santiago Nesoryzomys.

Asimismo, es importante contar con información detallada sobre el manejo en cautiverio y la crianza de esta especie para proveerla en un momento determinado, si alguna de las múltiples amenazas que enfrenta se presenta en las islas, causando una disminución de su población^{4, 29}. Asimismo, un programa de detección de todas las especies de roedores en Santiago ayudaría a identificar las amenazas potenciales de posibles patógenos invasores.

◀ Distribución

Especie endémica de la isla Santiago. Originalmente, fue capturada viva en 1906, en Bahía Sullivan³⁰, y se encontró un cráneo parcial en 1965, en la Bahía James³¹. Las investigaciones recientes no encontraron *N. swarthy* en estos sitios históricos; es posible que en la actualidad esté restringida a un tramo de 14 km de la costa norte-central, centrado en el área de La Bomba^{4, 21}.

Autores

Ficha: Donna Harris, Stephen Gregory y David Macdonald
Mapa: Byron Delgado

Metodología del mapa: 1

Datos del mapa: Harris *et al.*, 2006; Dowler *et al.*, 2000; Weksler *et al.*, 2006; do Prado y Percequillo, 2017.





Murciélago negro, *Lasiurus cinereus* ▲



MURCIÉLAGOS

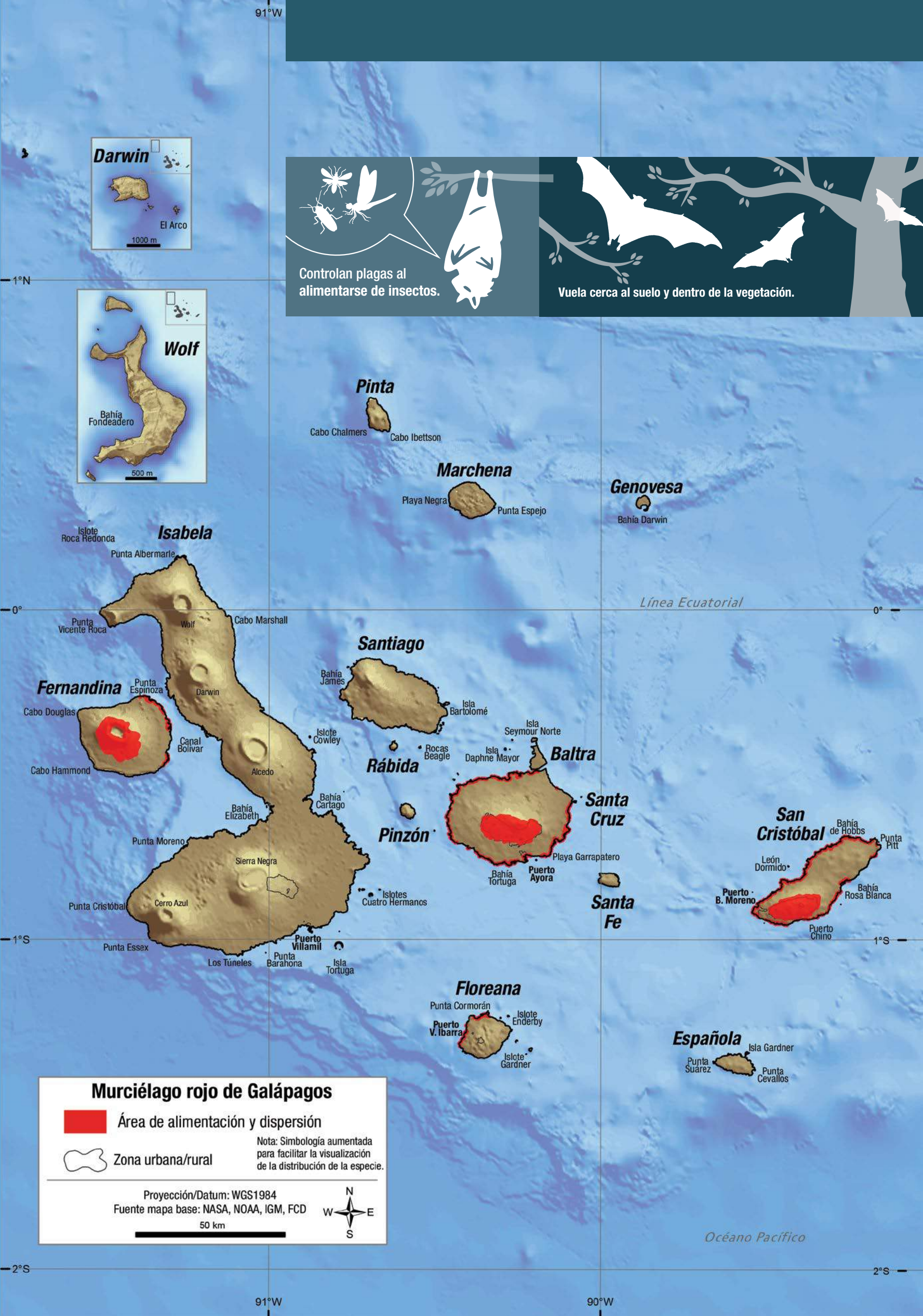
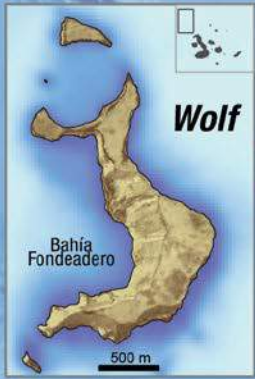
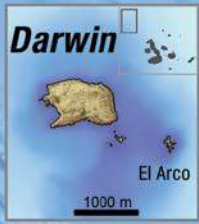
Los mamíferos nativos de las islas Galápagos incluyen dos especies de murciélago: el murciélago rojo de Galápagos (*Lasiurus borealis brachyotis*) y el murciélago gris (*Lasiurus cinereus villosissimus*)¹⁻³. El murciélago rojo fue recolectado por primera vez en la isla Floreana, en 1891, y registrado como una especie endémica, *Lasiurus brachyotis*⁴. Los restos fósiles del murciélago rojo en el Holoceno, recuperados de pelets de búhos, sugieren que esta especie ha residido en las islas por varios miles de años⁵. Los primeros ejemplares confirmados del murciélago gris en Galápagos datan de 1950 y no existen restos fósiles conocidos en las islas, lo que sugiere una colonización más reciente de esta especie en Galápagos^{2,6}.

El vuelo del murciélago gris es más largo, rápido y directo que el del murciélago rojo, y suele volar por encima del dosel, mientras que el murciélago rojo se ve con más frecuencia cerca del suelo y dentro de la vegetación². En Norte y Sur América, ambas especies son migratorias en su área, por lo que se piensa que existen movimientos regulares o estacionales entre los hábitats costeros y las zonas altas y entre islas^{2,3}.

Los estudios con frecuencias acústicas demostraron que las zonas de vuelo de los murciélagos no se superponen^{2,3}. Las dos especies han sido registradas en Santa Cruz, San Cristóbal, Floreana y Fernandina; el murciélago gris también ha sido documentado en Isabela y Santiago.

Gary F. McCracken y Gustavo Jiménez-Uzcátegui





► Murciélago rojo de Galápagos

Endémica

Lasiurus borealis brachyotis
Koopman y McCracken, 1998Animalia : Chordata : Mammalia : Chiroptera : Vespertilionidae : *Lasiurus borealis brachyotis*

© Gary F. McCracken

Situación actual

El murciélago rojo está presente en las zonas altas y costeras de Santa Cruz y San Cristóbal². También, se ha registrado en la zona costera de Floreana y en una región alta de Fernandina³.

En las regiones costeras de Santa Cruz, durante la temporada de garúa, las hembras usan pequeñas áreas de alimentación (10-20 ha), forrajean solas y dentro del follaje de una variedad de árboles y arbustos, incluyendo manglares. Es abundante en las áreas pobladas, donde se observa frecuentemente alimentándose alrededor del alumbrado público^{2,3}.

Importancia ecológica

El análisis de los fragmentos de insectos encontrados en las heces de 11 individuos y el contenido estomacal de dos ejemplares conservados mostró que las polillas (Insecta : Lepidoptera) constituían 86,8% del volumen de su alimento⁷; también se registró Coleoptera, Homoptera y Hemiptera⁷. Los murciélagos rojos son importantes porque contribuyen a los servicios ecosistémicos, como al control de plagas ya que consumen insectos dañinos para los cultivos. En América del Norte, se ha documentado que consumen polillas que son plagas en las huertas orgánicas⁸.

Utilizan los manglares rojos, árboles y arbustos en áreas costeras como sitio de reposo. El uso de las pequeñas áreas de forrajeo que rodean dichas áreas sugiere que los murciélagos rojos están en riesgo debido al desarrollo costero en Galápagos². La avispa amarilla introducida (*Polistes vericolor*), registrada en 1988 y ahora extendida por todas

las zonas ecológicas, podría representar una amenaza adicional. Esta es agresiva y hace su nido a alturas similares y en la misma vegetación que el murciélago rojo. Por lo tanto, esta especie sería clave para conocer el impacto de esta avispa en el ecosistema.

Estudios en otras partes del mundo han documentado impactos de murciélagos rojos en turbinas eólicas⁹. Los modelos generados para estimar la supervivencia del murciélago a largo plazo en América del Norte sugieren que el desarrollo de la energía eólica es una amenaza para sus poblaciones¹⁰. El desarrollo reciente de este tipo de energía en San Cristóbal y Baltra, que coinciden con la conocida y limitada distribución del murciélago rojo¹¹, podría ser una amenaza para las poblaciones de esta especie; sin embargo, estudios previos a la colocación de los parques eólicos, mostraron que sus impactos son mínimos.

Necesidades de información

Es necesario recopilar información actual sobre el tamaño de la población, biología reproductiva, uso del hábitat y los movimientos, para evaluar los riesgos de conservación. Además, es importante realizar análisis genéticos para determinar a la subespecie *L. borealis brachyotis*, que, en la actualidad, se basa en análisis morfológicos.

Debido a los datos limitados, se desconoce el posible impacto positivo del murciélago rojo como controlador de plagas, en la producción de cultivos en Galápagos. Asimismo, se desconoce el impacto negativo de la avispa amarilla introducida, en el murciélago rojo de Galápagos.

◀ Distribución

Presente en Santa Cruz, San Cristóbal, Floreana y Fernandina. Reportado en estado fósil en Floreana.

Autores

Ficha: Gary F. McCracken y Gustavo Jiménez-Uzcátegui
Mapa: Byron Delgado

Metodología del mapa: 3b
Datos del mapa: Jiménez-Uzcátegui, G. (CE).





Lobo marino común, *Zalophus wollebaeki* ▲



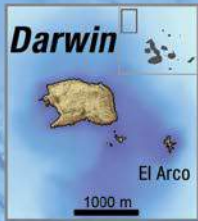
LOBOS MARINOS

Los pinnípedos son mamíferos carnívoros que se distinguen por presentar miembros anteriores y posteriores en forma de aleta y un cuerpo fusiforme que facilita su adaptación a la vida acuática. Estos mamíferos marinos pasan gran parte de su tiempo alimentándose en el mar, aunque su reproducción se limita a playas arenosas o rocosas. Este suborden presenta alrededor de 36 especies distribuidas en tres familias: Phocidae (focas), Otariidae (lobos marinos) y Odobenidae (morsas), que habitan en las costas de todos los mares polares, templados e, inclusive, de zonas tropicales. En general, los pinnípedos son especies de ambiente frío-templado, en el que existen niveles de productividad marina capaces de sostener su demanda energética.

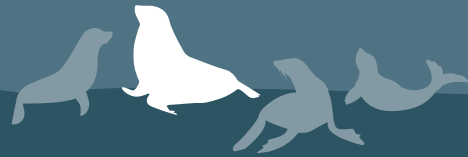
En las islas Galápagos, se encuentran dos otaridos endémicos: el lobo marino de Galápagos, o lobo marino común (*Zalophus wollebaek*), y el lobo fino de Galápagos, o lobo marino de dos pelos (*Arctocephalus galapagoensis*), especies que representan uno de los pocos casos de adaptación a un entorno tropical como el del archipiélago. Ambos otaridos están cubiertos por un pelaje de menor o mayor espesor según la especie, presentan un pabellón auditivo externo y su estructura pélvica es móvil, lo que les permite apoyar las extremidades posteriores para desplazarse en tierra. A diferencia de las focas que tienen un pelaje más delgado, carecen de pabellones auditivos y su pelvis no es móvil por lo que deben arrastrarse todo el tiempo. Al igual que muchos mamíferos marinos, paren una sola cría al año. Durante la temporada reproductiva, las hembras se establecen en un harén, donde son protegidas, junto a su cría, por un macho territorial.

Ambas especies son consideradas bioindicadoras de la dinámica del ecosistema de las islas, debido a que son depredadoras tope y con ellas termina la mayor parte del flujo de energía que circula en los mares de esta región. Por este motivo, están bajo programas de manejo y un monitoreo constante por parte de la Dirección del Parque Nacional Galápagos (DPNG).

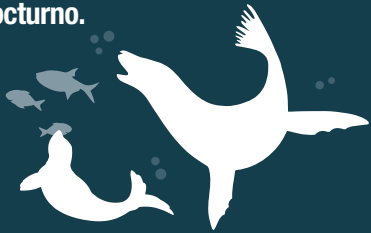
Diego Páez-Rosas



10 000 individuos en 10 colonias



Es cazador nocturno.



Línea Ecuatorial



Lobo fino de Galápagos

Abundancia por colonia (individuos)

- 11-400
- 400-800
- 800-1200
- 1200-1577

Zona urbana/rural

Proyección/Datum: WGS1984
Fuente mapa base: NASA, NOAA, IGM, FCD

50 km



Floreana



Española



Océano Pacífico

► Lobo fino de Galápagos o lobo de dos pelos

Endémica

Arctocephalus galapagoensis
Heller, 1904Animalia : Chordata : Mamíferos : Carnívoros : Pinnípedos : Otariidae : *Arctocephalus galapagoensis*

© Diego Páez-Rosas

Situación actual

El lobo fino de Galápagos es uno de los pocos mamíferos endémicos de las islas. Su población ha decrecido de manera alarmante a lo largo del tiempo, llegando incluso a encontrarse al borde de la extinción debido a la cacería y al impacto de eventos climáticos como El Niño-Oscilación Sur (ENOS)¹. Está incluido en el *Apéndice II* de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) y la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) ha catalogado su estado de conservación como en peligro de extinción².

No existen muchos datos sobre su estructura poblacional; censos realizados en los últimos años estiman que existen aproximadamente 10 000 individuos distribuidos en diez colonias reproductivas ubicadas en las islas de la región norte y oeste del archipiélago (Páez-Rosas *et al.*, datos no publicados).

Importancia ecológica

Estudios filogeográficos sugieren una diversidad genética reducida en los lobos finos de Galápagos, característica que los expone a los efectos de consanguinidad y deriva génica³. Se cree que el declive demográfico al que estuvo expuesta esta especie a finales del siglo XIX (producto de la cacería) pudo haber reducido su diversidad genética³.

Eventos oceanográficos, como ENOS, provocan trastornos considerables en su dieta, llegando incluso a incrementar los niveles de mortalidad de la especie⁴. Al igual que otros otaridos, presentan una estrategia de reproducción poligínica (un macho con varias hembras), que deriva en un marcado dimorfismo sexual, por el que los machos territoriales son notablemente más grandes que las hembras adultas. Su periodo reproductivo comprende los meses de agosto a diciembre.

Las hembras tienen una cría por año; sin embargo, el éxito reproductivo se basa en los nacimientos de cada dos a tres años, ya que la prolongada lactancia que mantiene la especie (más de un año) provoca que el juvenil de un año de edad sea una competencia muy fuerte para el recién nacido⁵.

Esta especie habita en acantilados rocosos, formando pequeñas colonias donde descansa y se termoregula durante el día. En la noche, sale a alimentarse, recorriendo largas distancias fuera de la costa⁶⁻⁷. Presenta cierto nivel de especialismo en sus hábitos alimentarios, enfocando su dieta en presas de zonas profundas que suben a la superficie durante la noche, como los calamares y varios peces linterna (familia Myctophidae)⁴.

Necesidades de información

Es necesario realizar estudios sobre la dinámica poblacional, para validar su situación actual y entender los impactos demográficos que podrían provocar los eventos oceanográficos anómalos como ENOS. Debido a

sus condiciones y a las necesidades de conservación, es importante investigar a fondo la filogeografía y la diversidad genética de esta especie, con la finalidad de establecer su eficacia biológica y ecológica.

◀ Distribución

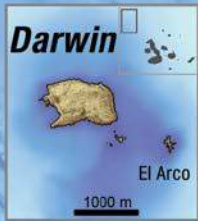
Presente en la región norte y oeste del archipiélago; sus colonias más numerosas se localizan en la parte oeste de la isla Fernandina. Existen avistamientos ocasionales de individuos adultos en las islas de la región central y sur del archipiélago¹.

Autores

Ficha: Diego Páez-Rosas
Mapa: Byron Delgado

Metodología del mapa: 1
Datos del mapa: Páez-Rosas D. (CE), Proyecto Ecología Trófica de Pinnípedos.

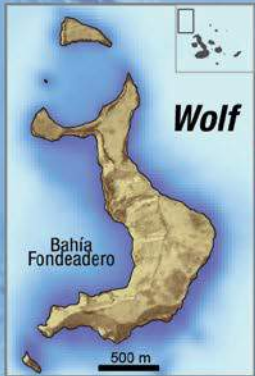




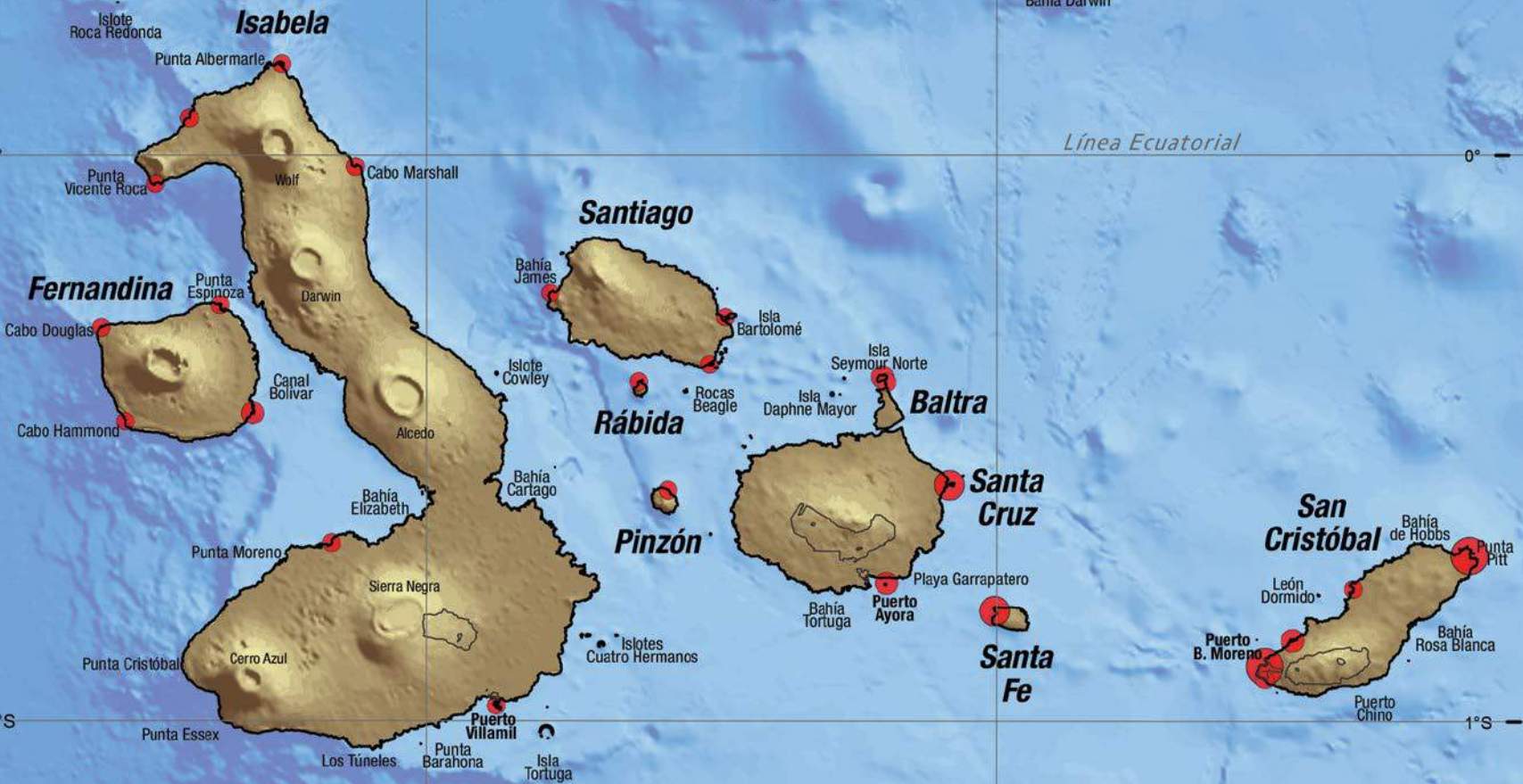
Las hembras viven 22 años y los machos, 17.



Son cazadores diurnos.



Línea Ecuatorial



Lobo marino de Galápagos

Abundancia por colonia (individuos)

- 22-200
- 200-350
- 350-500
- 500-658

Zona urbana/rural

Proyección/Datum: WGS1984
Fuente mapa base: NASA, NOAA, IGM, FCD

50 km



Floreana



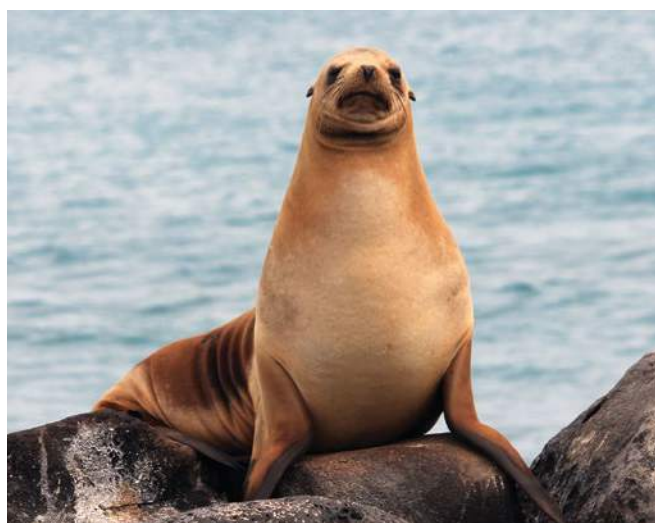
Española



Océano Pacífico

► Lobo marino de Galápagos o lobo marino común

Endémica

Zalophus worlbebaeki
Silvertsen, 1943Animalia : Chordata : Mamíferos : Carnívoros : Pinnípedos: Otariidae : *Zalophus worlbebaeki*

© Diego Páez-Rosas

Situación actual

El lobo marino de Galápagos es una especie endémica de las islas. Su población ha decrecido aproximadamente 50% durante los últimos 40 años, debido a la variabilidad ambiental (El Niño-Oscilación Sur – ENOS) y, en menor medida, al impacto antrópico¹. Esto ha provocado que la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) catalogue su estado de conservación como en peligro de extinción². Actualmente, no se conoce exactamente su estado poblacional; sin embargo, se estima que existen alrededor de 14 000 individuos distribuidos en aproximadamente 40 colonias ubicadas en la mayoría de las islas del archipiélago (Páez-Rosas *et al.*, datos no publicados). Durante los últimos años ha sido objeto de diversos estudios que lo catalogan como Especie Centinela con características relevantes para el monitoreo del cambio climático en las islas Galápagos.

Importancia ecológica

En general, los lobos marinos son especies gregarias y adaptadas a ecosistemas costeros, atributos que las ubican como piezas importantes dentro de la dinámica del ecosistema, ya que con ellas termina la mayor parte del flujo de energía que circula en los medios en que habitan. Se ha comprobado que esta especie tiene la capacidad de responder rápida y claramente a perturbaciones ambientales, como ENOS, lo que evidencia los cambios en su dieta y en el uso de sus zonas de alimentación³. Algunos estudios señalan que se alimentan principalmente de peces, sobre todo, de especies pelágicas que tienden a formar grandes cardúmenes cerca de la costa. Complementan su dieta con peces demersales de mayor tamaño que viven en fondos rocosos⁴. Estas características revelan cierto nivel de especialismo en su comportamiento trófico, cuya finalidad es disminuir los niveles de competencia en sus poblaciones y facilitar su subsistencia⁴⁻⁵.

Habitan en playas arenosas y sitios protegidos de depredadores, formando pequeñas colonias. Su territorio comprende una parte acuática, que utilizan con fines de termorregulación, y una terrestre, que destinan al descanso⁶.

Su periodo reproductivo comprende los meses de agosto a diciembre, durante los cuales mantienen una estrategia de tipo poligínica, representada por un macho territorial que tiene la capacidad de formar un harén. Este tipo de estrategias deriva en un marcado dimorfismo sexual, por el que los machos adultos son notablemente más grandes que las hembras. Ambos sexos alcanzan la madurez sexual entre los cuatro y seis años, mientras que la madurez física se presenta entre los ocho y nueve años. La longevidad es de 20 a 22 años en las hembras y de 17 años en los machos.

Necesidades de información

Son necesarios estudios de tendencia poblacional, para validar su distribución actual y evaluar el impacto de los eventos oceanográficos, como ENOS, en su tasa de supervivencia. La escasez de conoci-

to en temas de salud representa un serio problema de conservación, ya que varias colonias interactúan con agentes bacterianos y virales, debido a su cercanía a los asentamientos humanos de las islas.

◀ Distribución

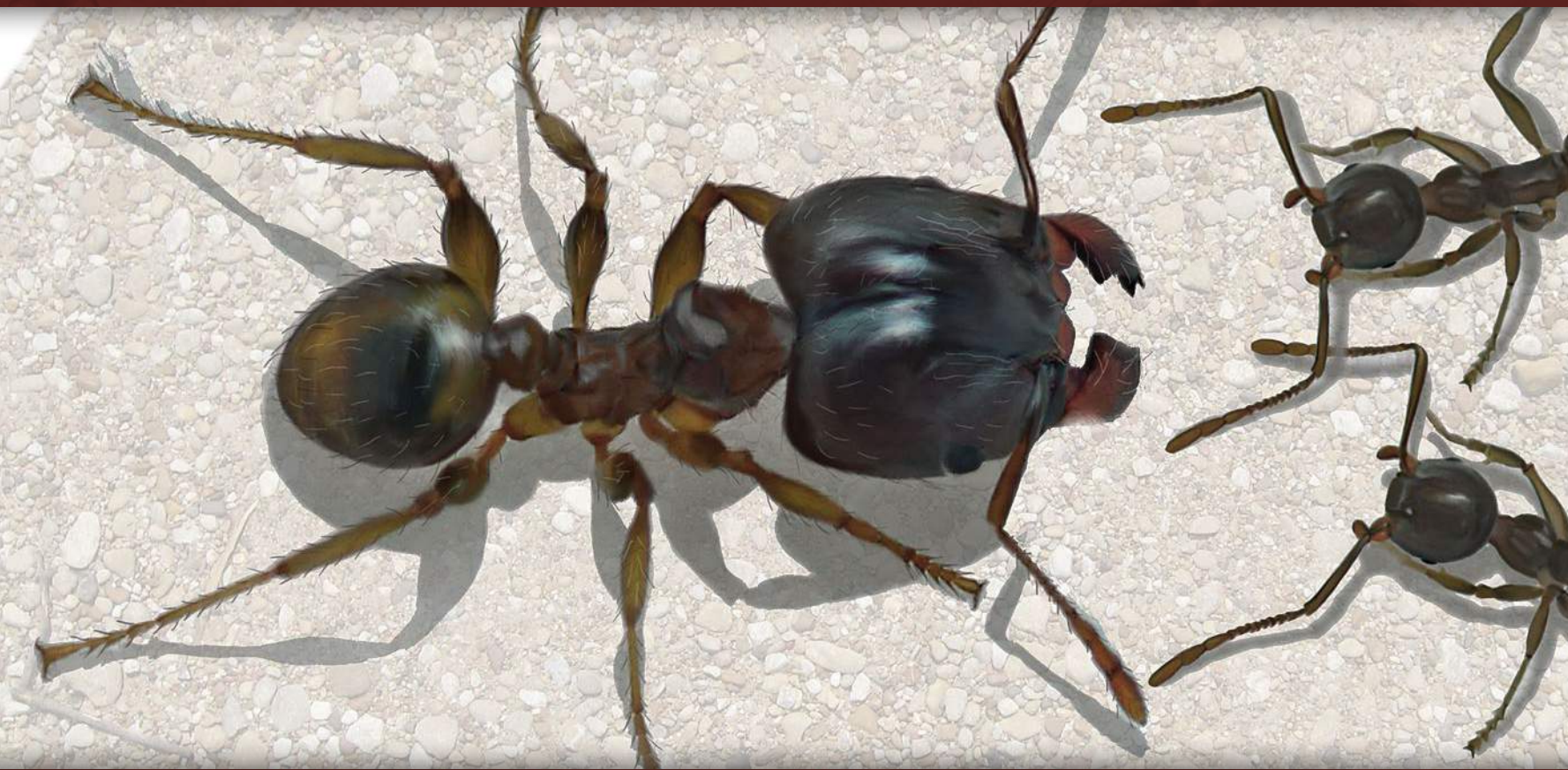
Presente en todo el archipiélago, siendo las islas del sureste (Floreana, Española, Santa Fe y San Cristóbal) las de mayor concentración demográfica⁷.

Autores

Ficha: Diego Páez-Rosas**Mapa:** Byron Delgado**Metodología del mapa:** 1**Datos del mapa:** Páez-Rosas D. (CE), Proyecto Ecología Trófica de Pinnípedos.

Lobos marinos

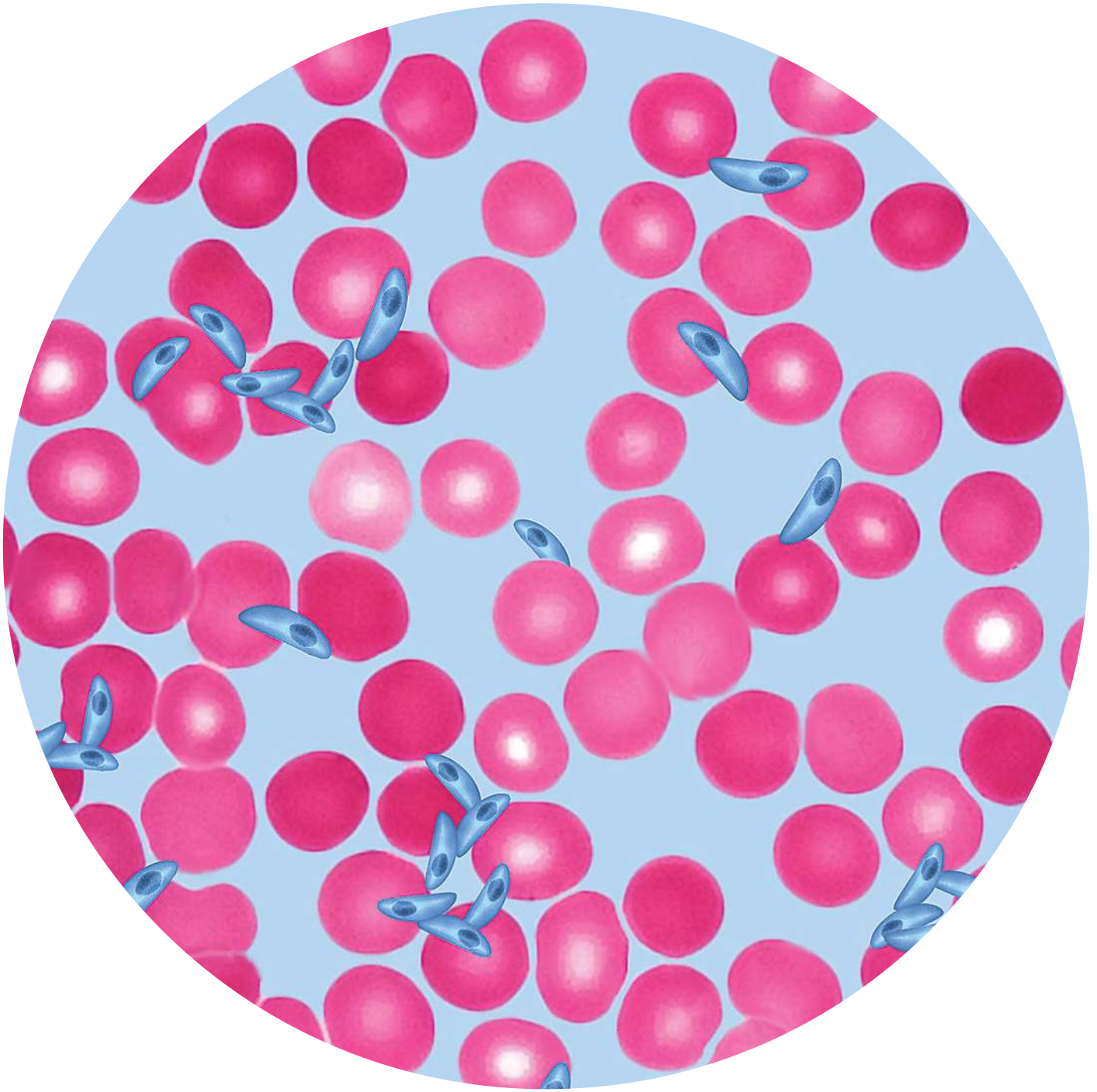
Lobo marino de Galápagos





Especies

Invasoras



▲
Toxoplasmosis,
Toxoplasma gondii (azul) con células de sangre (rojo)



PATÓGENOS y PARÁSITOS

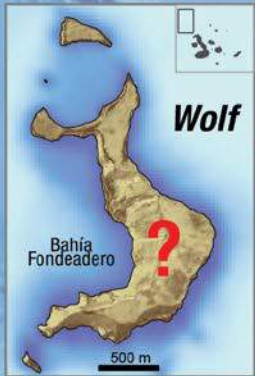
Los patógenos y parásitos registrados en la fauna y flora de Galápagos forman un grupo heterogéneo que incluye virus, bacterias, hongos, levaduras, protozoarios, nemátodos, tremátodos, céstodos, piojos, pulgas y moscas, entre otros¹. Muchos de estos organismos han evolucionado juntos y han estado en estrecha relación con la fauna y flora nativa². Sin embargo, el ingreso de patógenos virulentos o enfermedades emergentes a las islas puede tener un alto impacto en las poblaciones, debido a la vulnerabilidad de las especies endémicas y nativas por su aislamiento y endemismo, tal como ocurrió en Hawái y Nueva Zelanda en el siglo XIX²⁻⁵.

En la actualidad, se ha registrado un gran número de patógenos y parásitos en Galápagos; no obstante, al ser un grupo tan diverso, falta mucho por conocer. Entre los más importantes, porque tienen un impacto en las especies, están la viruela aviar, la hemsporidiosis (*Plasmodium* spp, *Haemoproteus* spp, *Leucocytozoon* spp), la toxoplasmosis (*Toxoplasma gondii*) y la mosca parásita (*Philornis downsi*), entre otros^{2, 3, 6-8}.

Además de investigar los nuevos agentes patógenos, se debe estudiar a sus hospedadores, así como su prevalencia*, incidencia, dispersión, distribución e impacto en las especies y en los ecosistemas del archipiélago. Al mismo tiempo, las medidas de prevención de ingreso de estos agentes son clave para la conservación de las especies de Galápagos².

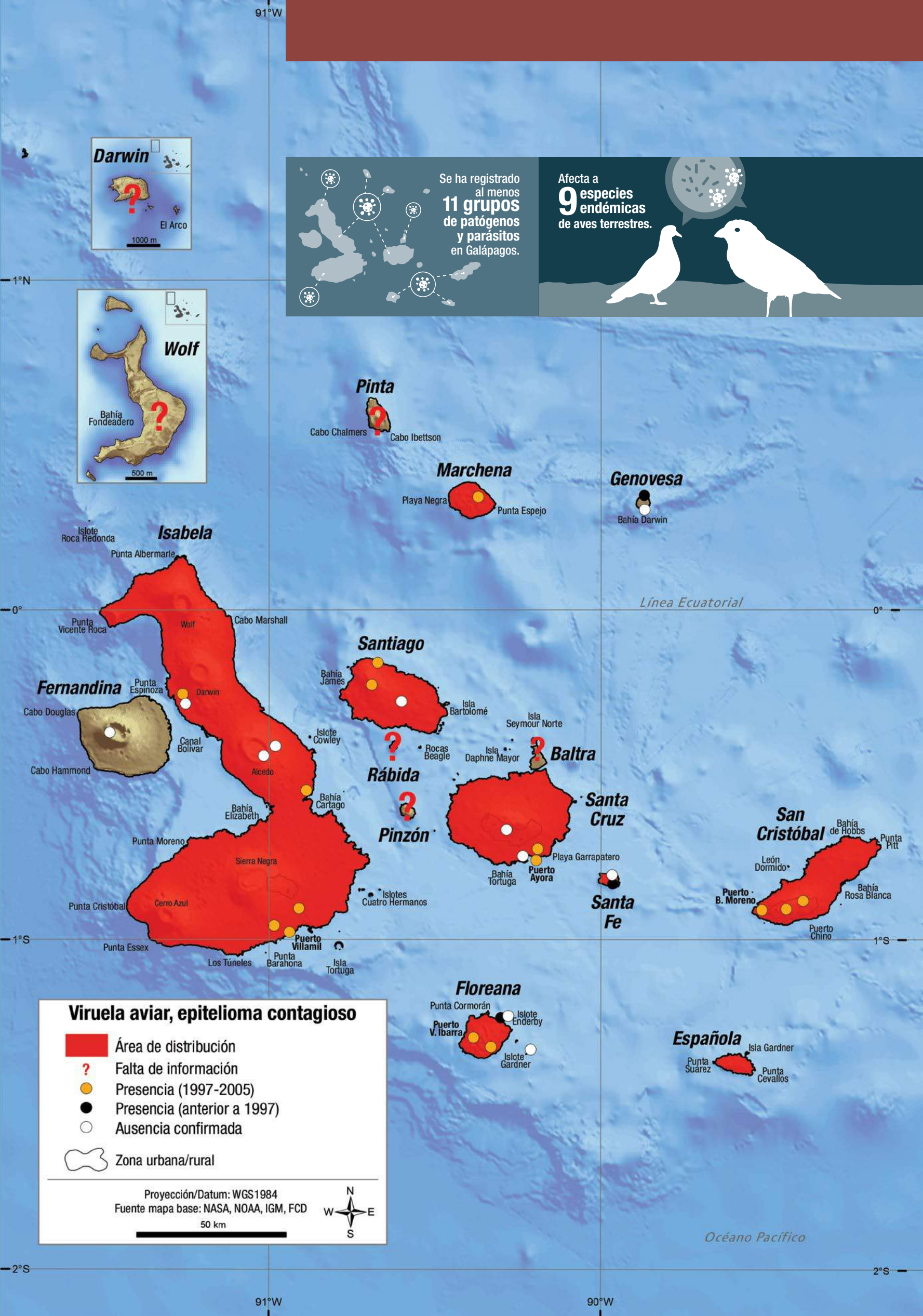
Gustavo Jiménez-Uzcátegui y Patricia G. Parker

* La prevalencia de una enfermedad se refiere al número total de individuos afectados en un momento o durante un período de tiempo.



Se ha registrado al menos **11 grupos de patógenos y parásitos** en Galápagos.

Afecta a **9 especies endémicas** de aves terrestres.



Viruela aviar, epiteloma contagioso

- Área de distribución
- ? Falta de información
- Presencia (1997-2005)
- Presencia (anterior a 1997)
- Ausencia confirmada
- Zona urbana/rural

Proyección/Datum: WGS1984
 Fuente mapa base: NASA, NOAA, IGM, FCD
 50 km

► Viruela aviar, epiteloma contagiosa

Avipoxvirus

Incertae sedis : Incertae sedis : Incertae sedis : Incertae sedis : Poxviridae : *Avipoxvirus*



© Patricia G. Parker

Situación actual

La viruela aviar presenta variedades (*Canaripoxvirus*, *Fowlpoxvirus* y *Gallipoxvirus*) que afecta a distintos grupos de aves⁶. Se ha registrado dos presentaciones:

- 1. Cutánea.** Se caracteriza por el desarrollo de nódulos proliferativos en la piel, que forman costras gruesas.
- 2. Diftérica.** Presenta lesiones en el tracto digestivo y vías respiratorias superiores⁷.

La sintomatología de la viruela aviar se ha registrado en nueve especies de aves endémicas y en nueve islas^{3,6,9}.

Importancia ecológica

La mortalidad de aves con la presentación cutánea es baja; sucede lo contrario en la presentación diftérica¹⁰. Se desconoce el impacto de la viruela aviar diftérica en la vida silvestre, debido a su difícil detección. Más aún, con la presencia de *Plasmodium* sp en varias especies de aves⁷ y tomando como referencia lo ocurrido en Hawái y Nueva Zelanda, podría tener un alto impacto en la avifauna de Galápagos²⁻⁶. Además, se registró más cantidad de aves afectadas en los años con mayor precipitación, porque el vector, mosquito *Culex*

quinquefasciatus, incrementa su reproducción y número de individuos^{3,6}. Por lo tanto, ¿qué pasaría si el fenómeno de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) se presenta con más frecuencia en las islas, cuando se presume que este es afectado por el cambio climático¹¹. Se menciona esto porque, a pesar de que la viruela aviar se la ha registrado en las islas desde 1899¹², solo cuando ha habido mayor precipitación, esta enfermedad tuvo mayor impacto en las aves^{3,13}.

Necesidades de información

Es necesario monitorear la presencia de viruela en islas como Genovesa, Darwin y Wolf, donde existen poblaciones frágiles como la del pinzón vampiro (*Geospiza septentrionalis*). En toda investigación la presencia de viruela se debe confirmar mediante análisis de laboratorio⁶, como en el caso del cucuve de la islas Española (*Mimus macdonaldi*) y Cristóbal (*M. melanotis*) que fueron diagnosticados clínicamente.

Se debe continuar con el monitoreo en zonas prístinas, como en el islote Champion donde se registró individuos enfermos⁹, de otras especies que no sean el cucuve de Floreana (*M. trifasciatus*), especie amenazada. Se debe determinar si la viruela presente en las islas podría mutar y afectar a las aves marinas, y entender el rol de los insectos (vectores del virus), para aplicar un mejor manejo en el control de los mismos².

◀ Distribución

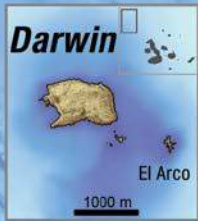
Presente en Isabela, Santiago, Santa Cruz, Marchena, Floreana, San Cristóbal^{3,6}, Champion⁹, Santa Fe y Española.

Autores

Ficha: Gustavo Jiménez-Uzcátegui y Patricia G. Parker
Mapa: Byron Delgado

Metodología del mapa: 3a, 1
Datos del mapa: Jiménez-Uzcátegui, G. (CE).

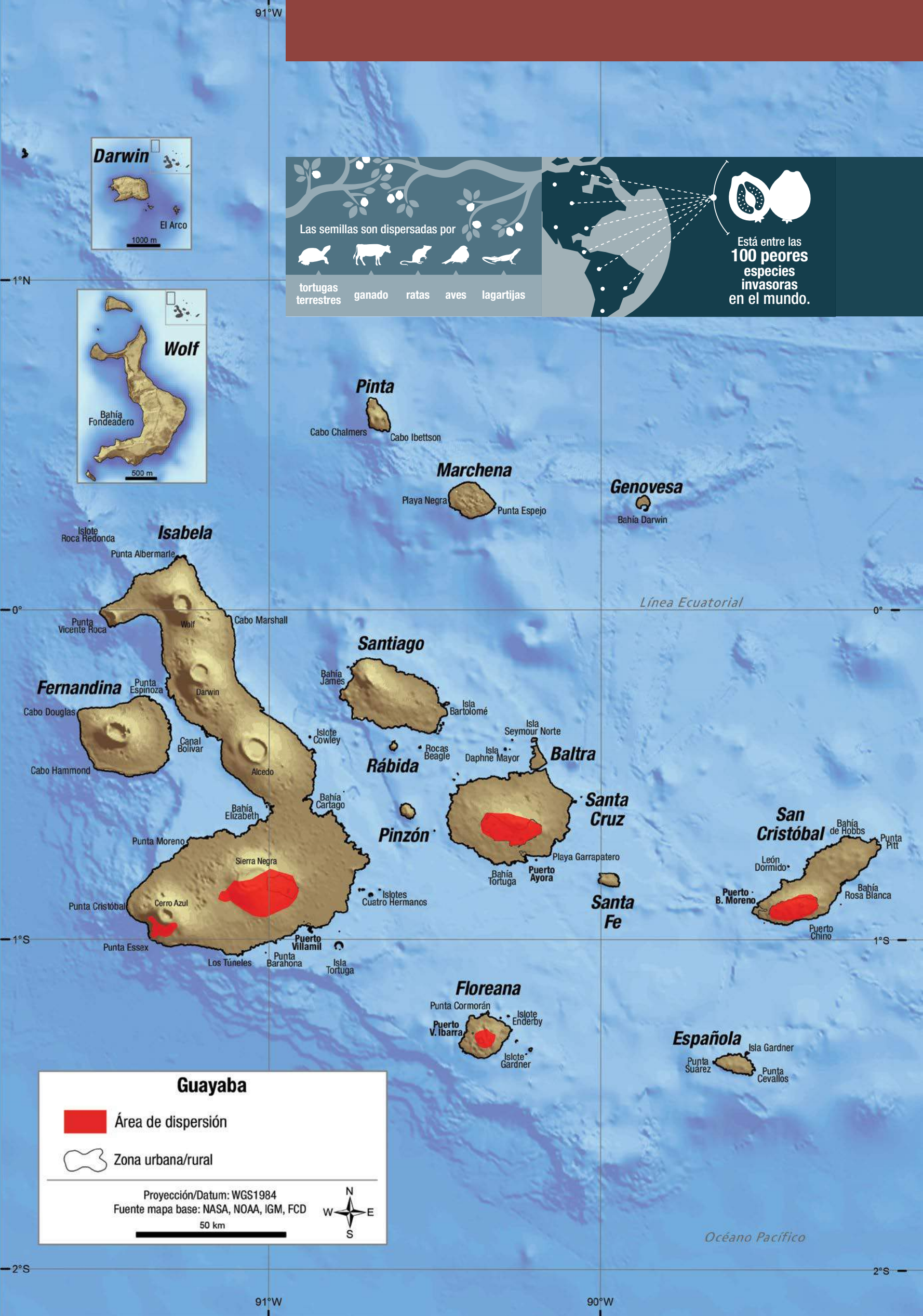




Las semillas son dispersadas por

tortugas terrestres ganado ratas aves lagartijas

Está entre las 100 peores especies invasoras en el mundo.



Guayaba

Área de dispersión

Zona urbana/rural

Proyección/Datum: WGS1984
Fuente mapa base: NASA, NOAA, IGM, FCD

50 km

▶ Guayaba

Psidium guajava
Linnaeus

Plantae : Magnoliophyta : Dicotyledoneae : Myrtales : Myrtaceae : *Psidium guajava*



© Heinke Jäger

Situación actual

El rango nativo de la guayaba es la zona tropical de América. Fue introducida por primera vez a Galápagos en 1869, a la isla San Cristóbal. Luego, llegó al sur de Isabela, en 1910 y, a Santa Cruz, en 1930. No se consideró una especie invasora hasta los cincuenta. Hoy, se considera una de las especies vegetales más invasivas de las islas, ya que es una especie transformadora que cambia los ecosistemas de áreas extensas.

Importancia ecológica

La guayaba también ha sido identificada como una especie invasora en otras islas del Pacífico, como Hawái, Nueva Zelanda, las Marquesas, Nueva Caledonia, Fiji y Tonga, así como en Australia, África austral y el sureste de Estados Unidos. En el Global Invasive Species Database, consta entre las 100 peores especies invasoras. En Galápagos, ha invadido las zonas húmedas de las áreas agropecuarias y protegidas de las principales islas, donde compete con la vegetación nativa e invade cultivos y pastizales.

Es altamente adaptable a diferentes ambientes, tolera la sombra y puede resistir una sequía temporal. Se reproduce por semillas y también vegetativamente, naciendo de raíces o tocones. Las tortugas terrestres, ganado, ratas, aves y lagartijas de lava ingieren la gran cantidad de semillas producidas por la guayaba, con el fruto,

y las dispersan. Estas permanecen viables durante más de un año y no pierden la capacidad de germinación al pasar por el tracto digestivo de una tortuga. Las plantas adultas toleran e incluso se benefician de la remoción del suelo, el pastoreo, podas y otras perturbaciones. En Galápagos, las plantas de guayaba dan frutos a los 2-4 años, los cuales se usan para hacer jugo; los árboles dan sombra al ganado.

Debido a la amplia distribución de la guayaba en Galápagos, actualmente, se controla solo en las áreas prioritarias para la conservación. Se inició el control manual en el año 1971 y el control químico en 1974. Los métodos más eficaces implican cortar el tronco o la corteza, y aplicar un herbicida. Su eliminación mecánica requiere mano de obra intensiva.

Necesidades de información

No se dispone de mucha información sobre los efectos de la invasión de la guayaba en la flora y fauna residentes de Galápagos. Sus impactos negativos han sido documentados principalmente en Hawái y se asume que son similares en otras áreas que ha

invadido. Esto es sorprendente, debido a su vasta distribución en Galápagos. Además, hay solo información limitada sobre la percepción de los agricultores de las diferentes islas en cuanto a la utilidad de la guayaba o los desafíos que esta representa.

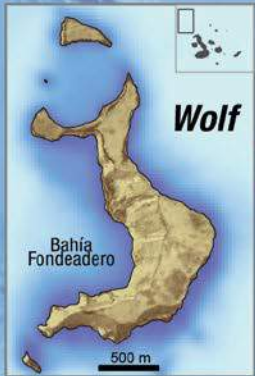
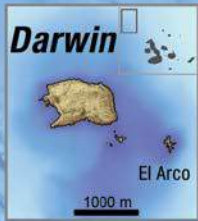
◀ Distribución

Presente en las islas Floreana, Isabela, San Cristóbal y Santa Cruz. Generalizada en la zona húmeda de las partes altas, tanto en las áreas agropecuarias como en el Parque Nacional Galápagos (PNG).

Autores

Ficha: Heinke Jäger
Mapa: Byron Delgado

Metodología del mapa: 4b
Datos del mapa: Dirección del Parque Nacional Galápagos (DPNG) y guías del PNG, Jäger, H. (CE).



El costo del control para 1 hectarea: **entre 500 y 2 000 USD**



Consta entre las **100 peores especies invasoras** en el mundo.



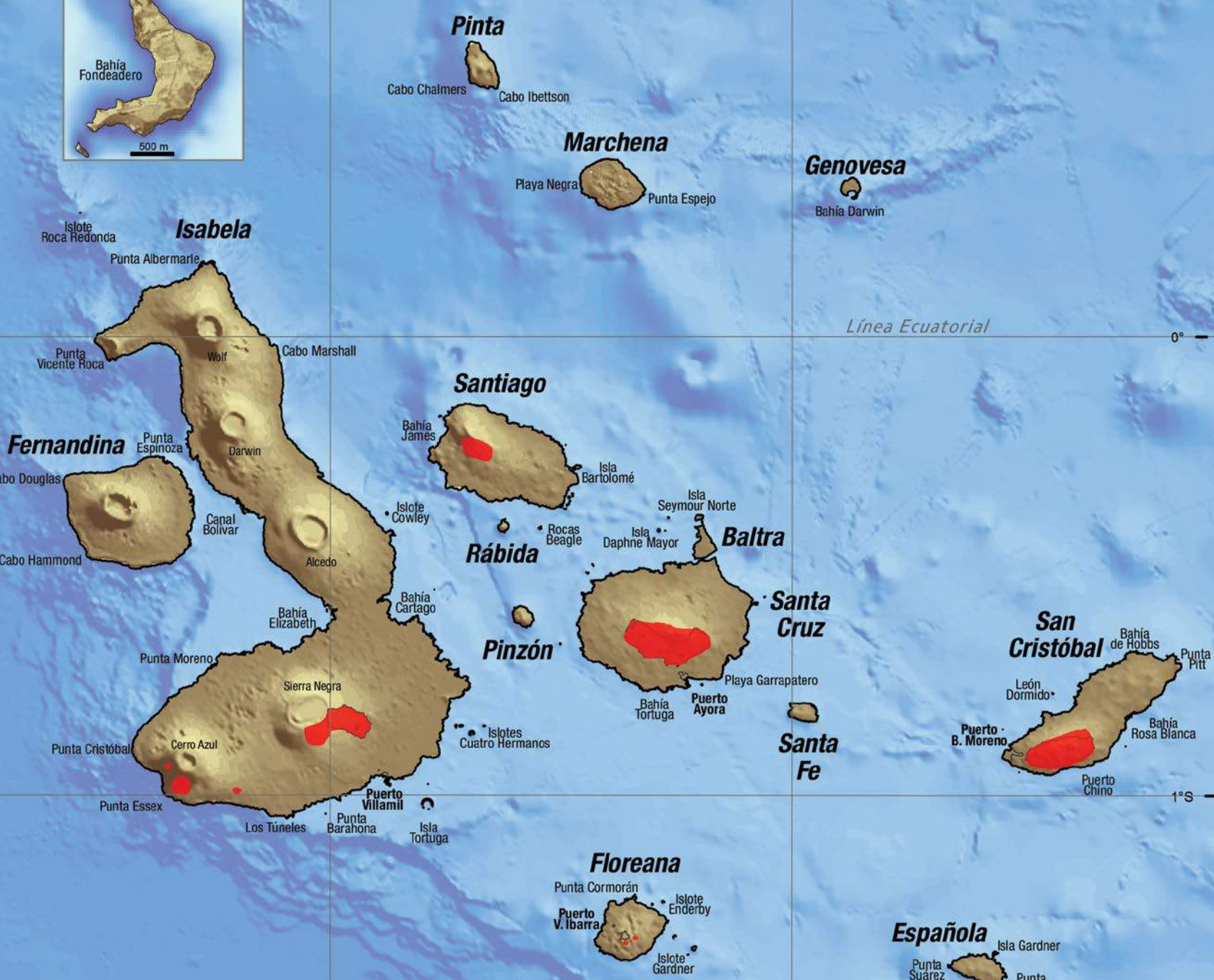
1°N

0°

1°S

2°S


2°S




Línea Ecuatorial

Océano Pacífico

Mora

 Área de dispersión

 Zona urbana/rural

Proyección/Datum: WGS1984
Fuente mapa base: NASA, NOAA, IGM, FCD
50 km



► Mora

Rubus niveus
Thunb

Plantae : Magnoliophyta : Dicotyledoneae : Rosales : Rosaceae : *Rubus niveus*



© Heinke Jäger

Situación actual

La mora, originaria de Asia, fue introducida a Galápagos en 1968 desde el Ecuador continental, primero a la isla Santa Cruz y luego a San Cristóbal y, desde ahí, a Isabela y Floreana. Existen otras cuatro especies de mora introducidas en Galápagos, pero esta es la única que se ha dispersado sin control: invade la zona húmeda, la vegetación abierta, hábitats de arbustos y bosques y forma parches densos de vegetación con una altura que alcanza los 4 m.

Importancia ecológica

La mora es invasora en varias regiones del mundo, incluyendo Hawái, América Central, Australia y Sudáfrica. Se reproduce rápidamente por semillas y vegetativamente, rebrotando desde raíces y ramas en el suelo. En Galápagos, produce flores y frutas a los tres meses de edad, pero no se conoce por cuánto tiempo sus semillas continúan viables en el suelo, aunque se asume que hasta diez años. Esta planta invasora desplaza la vegetación residente y amenaza a las comunidades de plantas nativas, como el bosque de *Scalesia pedunculata*.

Los estudios han demostrado que una cobertura continua de mora (> 50%) reduce las especies nativas y endémicas en 60%. En la zona agropecuaria, la mora se ha dispersado agresivamente,

haciendo que la tierra sea inutilizable para la agricultura y causando graves problemas económicos para los agricultores.

Muchos animales ingieren sus frutos y dispersan las semillas, incluyendo ratas, pinzones (carpinteros, arbóreos y terrestres), papamoscas, cucuves, garrapateros, lagartijas y tortugas. El método de control más común es manual (con machete) en combinación con la aplicación de un herbicida adecuado. Sin embargo, se requiere un seguimiento de control constante por su gran banco de semillas (7 000 a 22 800 semillas/m²), su alto índice de germinación (~ 80%), el rápido crecimiento de las plántulas y el vigoroso rebrote de los tallos cortados. El costo del control de *R. niveus* para 1 ha es entre USD 500 y 2 000.

Necesidades de información

Debido a la vasta extensión de la mora en Galápagos, su banco de semillas de larga viabilidad y su rápido crecimiento, el control solo es una herramienta para aplacarla en las áreas prioritarias para la conservación. Estudios recientes muestran que el control manual y químico de la mora cambia la composición y estructura de las comu-

nidades de plantas invadidas y podrían afectar a las especies de aves residentes. Por lo tanto, el uso de un agente de control biológico es una opción alternativa para reducir las poblaciones de mora a densidades inferiores al nivel de impacto biológico o económico deseable. Se investiga esta opción.

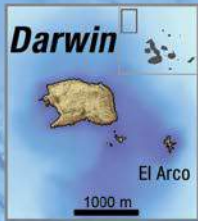
◀ Distribución

Ampliamente extendida en Santa Cruz y San Cristóbal. Menos abundante en Isabela, Floreana y Santiago, aunque se extiende rápidamente, especialmente en Santiago.

Autores

Ficha: Heinke Jäger
Mapa: Byron Delgado

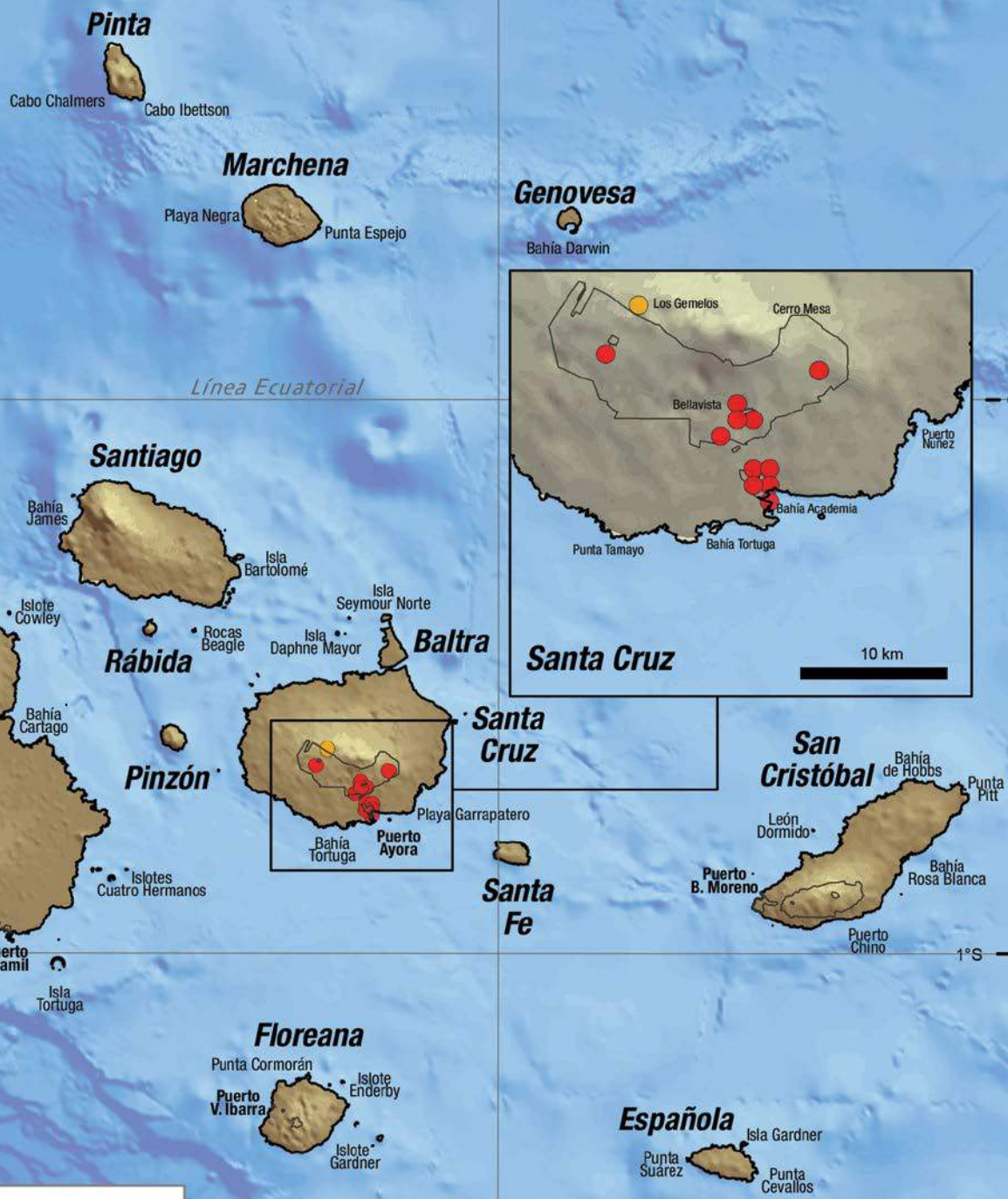
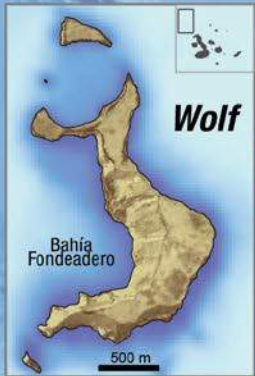
Metodología del mapa: 4b
Datos del mapa: Dirección del Parque Nacional Galápagos (DPNG) y guías del PNG, Jäger, H. (CE).



Pueden poner hasta **1 000** huevos durante su vida.



20 hectáreas de la isla Santa Cruz tienen alta presencia de caracol.



Caracol africano

- Presencia registrada
- Presencia histórica (actualmente no establecida)
- Zona urbana/rural

Proyección/Datum: WGS1984
Fuente mapa base: NASA, NOAA, IGM, FCD
50 km



► Caracol gigante africano

Lissachatina fulica
Bowdich, 1822

Animalia : Mollusca : Gastrópoda : Stylommatophora : Achatinidae: *Lissachatina fulica*



© Charlotte Causton/FCD

Situación actual

Posiblemente el caracol gigante africano fue introducido intencionalmente en las islas, debido a la moda, en el Ecuador continental, de fabricar cremas con moco de caracol ya que existe la creencia de que tiene la propiedad de rejuvenecer la piel¹. El caracol fue registrado por primera vez en Santa Cruz, en 2010, cuando ya se había extendido a Puerto Ayora, Bellavista y las áreas agrícolas circundantes. Los caracoles son transportados por los seres humanos en las suelas de los zapatos, plantas, suelo, basura, materiales de construcción, vehículos y equipos. En San Cristóbal, se registró un individuo en 2011.

Esta especie es extremadamente difícil de controlar y erradicar. Cuando las condiciones son muy secas, es capaz de protegerse hibernando bajo rocas o en suelos sueltos o flojos, por lo que es difícil de encontrar. Durante los años lluviosos, el número poblacional puede aumentar rápidamente. Estos caracoles tardan hasta seis meses para ser sexualmente maduros y viven hasta nueve años, durante los que ponen hasta 1 000 huevos.

Después de su descubrimiento, la Agencia de Regulación y Control de la Bioseguridad y Cuarentena para Galápagos (ABG) realizó una intensa campaña para contener al caracol². En la actualidad, la ABG está coordinando esfuerzos de control en áreas con asentamientos humanos y la Dirección del Parque Nacional Galápagos (DPNG) monitorea los caracoles en el Parque Nacional Galápagos (PNG), particularmente en Los Gemelos, donde fue encontrado en 2011, pero de donde parece haber sido erradicado.

Los esfuerzos de manejo implican la recolección e incineración de los caracoles y sus huevos. En las zonas donde son difíciles de encontrar, se corta la vegetación. La vigilancia y control se realizan durante la noche para capturarlos cuando están activos. Desde 2014, se utilizan perros entrenados para localizar caracoles. Aunque las poblaciones de caracoles han disminuido, se estima que 20 hectáreas de Santa Cruz todavía están infestadas.

Importancia ecológica

Existe poca evidencia del daño que causaría, si su población se expandiera. En otras partes del mundo, se alimenta de más de 500 especies vegetales y ha tenido efectos devastadores en la agricultura. También, compite por hábitat con caracoles nativos.

Es importante destacar que puede ser vector de enfermedades como *Phytophthora*, que afecta a las plantas, y la meningitis eosinofílica, que afecta a los humanos^{1,3,4}. Hasta la fecha, no hay evidencia de que sea un vector de meningitis en las islas Galápagos.

Necesidades de información

Los números bajos dificultan su detección y se requiere un monitoreo continuo para asegurar que no se haya extendido a otras islas o áreas. El desarrollo de trampas para facilitar el monitoreo y de técnicas de control que tengan un bajo impacto en las especies no objetivo

es una prioridad alta. En la actualidad, la mayoría de las técnicas de control disponibles a nivel mundial afectan negativamente a los animales y otros invertebrados, por lo que no pueden ser utilizadas en Galápagos.

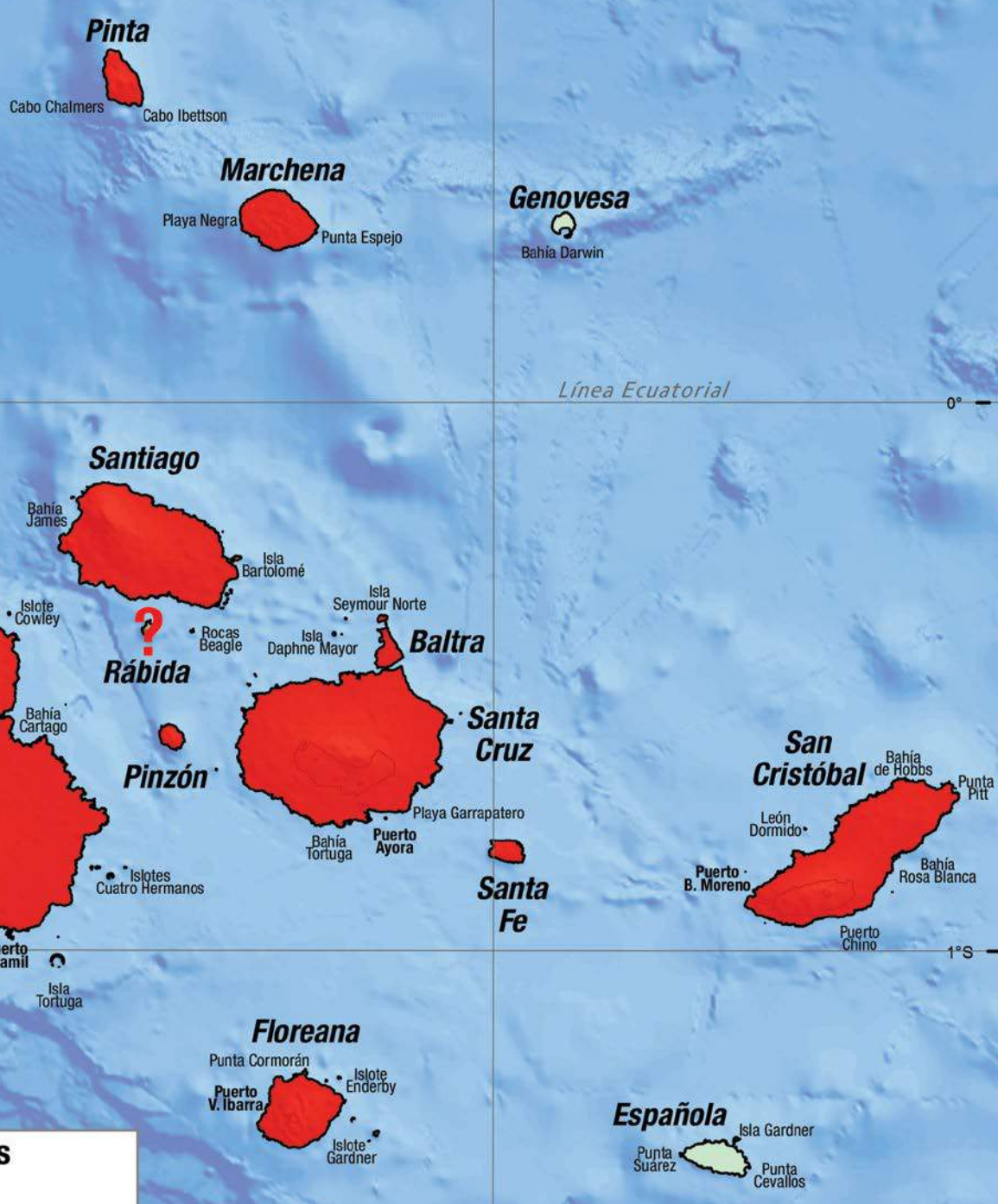
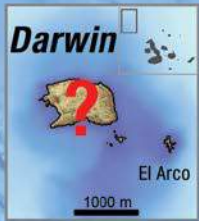
◀ Distribución

Presente en Santa Cruz (Puerto Ayora, Parque Artesanal, Bellavista y Cascajo).

Autores

Ficha: Charlotte Causton y ABG
Mapa: Nicolás Moity

Metodología del mapa: 1
Datos del mapa: ABG, 2012-2016.



Mosca parásita Philornis

- Área de distribución
- Ausencia registrada
- ? Falta de información
- Zona urbana/rural

Proyección/Datum: WGS1984
Fuente mapa base: NASA, NOAA, IGM, FCD

50 km

► Mosca parásita *Philornis*

Philornis downsi
Dodge y Aitken, 1968

Animalia : Arthropoda : Insecta : Diptera : Muscidae : *Philornis downsi*



© Hugues Mouret

Situación actual

La mosca parásita *Philornis* es uno de los insectos más invasivos en Galápagos y, en los últimos años, el responsable de la disminución de las poblaciones de aves terrestres. Introducida accidentalmente desde el Ecuador continental hace aproximadamente 60 años, ataca a casi todas las aves terrestres pequeñas: a 11 de las 17 especies de pinzones, tres de las cuatro especies de cucuves y al pájaro brujo, entre otras^{1, 2}.

Importancia ecológica

Las moscas adultas ponen huevos en los nidos de las aves y las larvas se alimentan de la sangre de los pichones recién nacidos y ocasionalmente de la madre, cuando incubaba sus huevos. Las moscas adultas se alimentan solo de frutas².

En un solo nido, se ha encontrado hasta 200 larvas de esta mosca. La pérdida de sangre de las aves debido a la hematofagia (que se alimentan de sangre) de las larvas causa anemia en los pichones, reduce sus tasas de crecimiento y/o provocan su muerte. Esto tiene consecuencias graves para las especies de aves con un número poblacional bajo, como el pinzón de manglar, actualmente en peligro crítico²⁻⁴. Los pichones parecen ser particularmente susceptibles a la mosca en años en que los alimentos son menos abundantes. Sin embargo, algunas aves parecen ser más resistentes, como los cucuves de Galápagos^{2, 5}. Los pichones que son capaces de sobrevivir pueden presentar picos deformados; aunque no se conocen las consecuencias ecológicas de esto, podría disminuir la supervivencia o alterar las habilidades de canto y forrajeo de estas aves.

El bajo éxito reproductivo de los pinzones y otras aves terrestres no solo afecta la supervivencia de algunas especies de aves o

poblaciones insulares, sino que también tiene un efecto sobre la composición y la dinámica de los ecosistemas de Galápagos. La reducción de las poblaciones de aves, en particular de las que se consideran polinizadoras o dispersoras de semillas importantes^{6, 7} afectaría potencialmente la vegetación y la estructura del ecosistema.

Un grupo de investigación internacional, coordinado por la Fundación Charles Darwin (FCD) y la Dirección del Parque Nacional Galápagos (DPNG) ha hecho avances significativos en la comprensión de la biología de esta mosca. Ahora, el objetivo es desarrollar herramientas de manejo efectivas para proteger a las aves amenazadas (ej. atrapar moscas adultas con atrayentes o aplicar insecticidas en los nidos), mientras se investigan soluciones a largo plazo, como el control biológico^{2, 8}, para reducir las poblaciones de moscas de manera permanente.

La Agencia de Regulación y Control de la Bioseguridad y Cuarentena para Galápagos (ABG) está determinando si la mosca parásita continúa siendo introducida desde el continente. Un control más eficiente en los puntos de ingreso a las islas y un monitoreo persistente son esenciales para proteger la icónica fauna de aves de Galápagos de futuras invasiones.

◀ Distribución

Presente en las islas más grandes, en varias zonas de vegetación. En los años lluviosos, cuando las condiciones son favorables, también se encuentran en islas pequeñas y áridas².

Autores

Ficha: Charlotte Causton
Mapa: Byron Delgado

Metodología del mapa: 3a
Datos del mapa: Fessl *et al.*, 2017; Causton, C. (CE).



Pheidole megacephala ▲



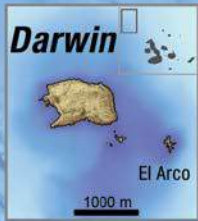
HORMIGAS INVASORAS

Desde una perspectiva ecológica y socioeconómica, las hormigas invasoras son probablemente los insectos más dañinos de las islas Galápagos; representan una grave amenaza para la biodiversidad, afectan las actividades agrícolas y a los animales domésticos y producen reacciones alérgicas en los seres humanos. A través de un análisis de riesgo¹, se identificó cuatro especies de hormigas invasoras que amenazan seriamente las islas Galápagos y requieren intervención: la pequeña hormiga de fuego (*Wasmannia auropunctata*), la hormiga tropical de fuego (*Solenopsis geminata*), la hormiga destructora (*Monomorium destructor*) y la hormiga cabezona (*Pheidole megacephala*).

Las hormigas de fuego fueron introducidas hace más de 100 años y están distribuidas en la mayor parte del archipiélago; sin embargo, algunas introducciones son más recientes (ej. Seymour Norte y Champion). Islas de alto valor ecológico como Fernandina, Española, Pinta y Genovesa aún no han sido invadidas por estas especies y necesitan ser protegidas¹. Las introducciones de la hormiga destructora y la hormiga cabezona son más recientes (31 y ocho años, respectivamente)^{2,3}.

El manejo de hormigas invasoras es costoso en términos de recursos y esfuerzo, por ende es importante ser estratégicos y enfocarse en proyectos prioritarios y factibles. Por otra parte, las medidas de bioseguridad y el monitoreo continuo son primordiales para responder rápidamente ante nuevas invasiones.

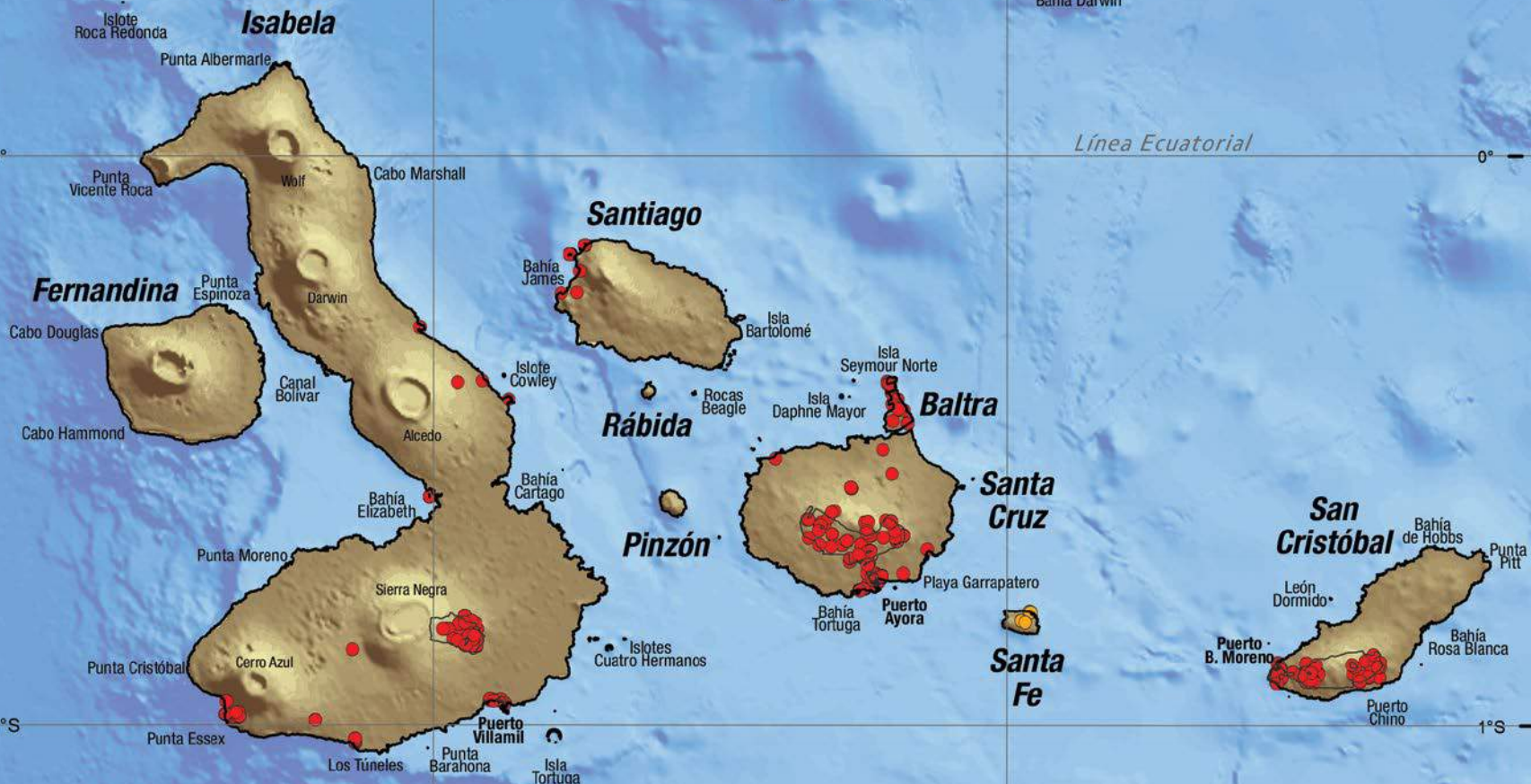
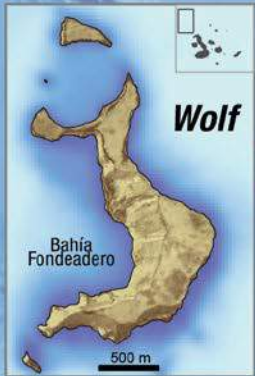
Charlotte Causton, Jacqueline Rodriguez y Henri Herrera Moreno



Depreda invertebrados y vertebrados y afecta los esfuerzos de cría de tortugas terrestres y aves.



Pueden emigrar más de 300 m de los nidos originales.



Hormiga tropical de fuego

- Presencia registrada
- Presencia histórica (actualmente no establecida)

Zona urbana/rural

Nota: simbología aumentada para facilitar la visualización de la distribución de la especie.

Proyección/Datum: WGS1984
Fuente mapa base: NASA, NOAA, IGM, FCD



50 km

Océano Pacífico

► Hormiga tropical de fuego u hormiga negra

Solenopsis geminata
Fabricius, 1804

Animalia : Arthropoda : Insecta : Hymenoptera : Formicidae : *Solenopsis geminata*



© Henri Herrera Moreno

Importancia ecológica

La hormiga tropical de fuego es un depredador de invertebrados, pero también se alimenta de semillas. La casta de hormigas obreras más grandes está especializada en la alimentación y recolección de semillas de muchas especies de plantas, incluyendo especies invasoras y cultivos. También ocasionan daños físicos a las plantas. Parte de su dieta consiste en sustancias azucaradas excretadas por plagas de plantas, como el grupo Hemiptera (cochinillas y áfidos), como medio de defensa (Herrera Moreno *et al.*, datos no publicados). Esta defensa aumenta las poblaciones de dichas plagas y, por tanto, la vulnerabilidad de las plantas ante enfermedades^{6,7}.

El éxito de esta especie invasora se relaciona con su capacidad de adaptación a una amplia gama de hábitats, sus hábitos alimenticios polífagos y su agresividad. Al mismo tiempo, la falta de agresividad intraespecífica produce unicolonialidad y grandes colonias que se extienden profundamente en el suelo^{6,7}.

Necesidades de información

Poco se conoce aún sobre el impacto de la hormiga tropical de fuego en los ecosistemas de Galápagos, especialmente, a nivel de comunidad y en islas pequeñas. Hasta la fecha, las técnicas de control aplicadas a esta especie han sido las mismas utilizadas para la pequeña hormiga de fuego^{1,4}. Sin embargo, debido a su gran capacidad de dispersión, es necesario investigar nuevas tecnologías de control. Actualmente, se evalúa la posibilidad de introducir enemigos naturales

◀ Distribución

Presente en las islas más grandes, en varias zonas de vegetación. En los años lluviosos, cuando las condiciones son favorables, también se encuentran en islas pequeñas y áridas².

Autores

Ficha: Charlotte Causton, Jacqueline Rodríguez y Henri Herrera Moreno

Mapa: Nicolás Moity

Metodología del mapa: 1

Datos del mapa: Base de datos de la Colección de Invertebrados de la Estación Científica Charles Darwin (ECCD), Herrera Moreno, H., 2016.

Situación actual

La hormiga tropical de fuego tiene un alto impacto en la biodiversidad y las actividades agrícolas en Galápagos (Herrera Moreno *et al.*, datos no publicados)^{1,4,5}. Es capaz de desplazarse largas distancias, por lo que su manejo es prioritario. Se ha emprendido programas de erradicación y control desde el año 20001; sin embargo, estos no han sido exitosos en pequeños islotes incluyendo Las Marielas (donde habitan colonias de pingüinos) y Champion (isla refugio del cucuve de Floreana), probablemente porque han sido recolonizados por esta especie. Su gran capacidad de reinvasión también ha complicado los esfuerzos de control en espacios de anidación de tortugas y áreas agrícolas^{1,4}. Actualmente, se evalúa la posibilidad de usar control biológico para reducir su impacto.

En Galápagos, estas presentan poliginia (múltiples reinas)⁸, lo que aumenta la probabilidad de que, si un pequeño número de hormigas se separa de la colonia o es transportado por el hombre, estas sean capaces de fundar una colonia nueva. Los vuelos de apareamiento suelen suceder después de las lluvias. Las colonias emigran frecuentemente a nuevas localidades, ubicadas a más de 300 m de los nidos originales^{6,7}.

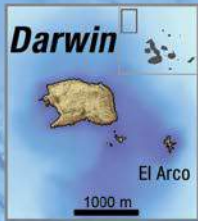
En Galápagos, además de ser depredadora de invertebrados (Herrera Moreno *et al.*, datos no publicados)^{1,5}, la hormiga tropical de fuego afecta los esfuerzos de cría de tortugas terrestres y aves, y son la principal amenaza de programas de protección de especies en peligro, como el cucuve de Floreana^{1,5}. Adicionalmente, afectan las actividades agrícolas (las picaduras dolorosas afectan a los trabajadores en las fincas), a los animales domésticos y producen reacciones alérgicas en seres humanos^{1,4,9}.

provenientes del área de distribución nativa de la hormiga de fuego, técnica conocida como control biológico clásico. Se considera que este método es la única opción viable para reducir los efectos de esta especie en el archipiélago; varias especies de moscas decapitadoras de hormigas (Phoridae) atacan a la hormiga de fuego tropical y podrían ser candidatas (Porter y Plowes, datos no publicados).



Hormigas invasoras

Hormiga tropical de fuego u hormiga negra



Longitud

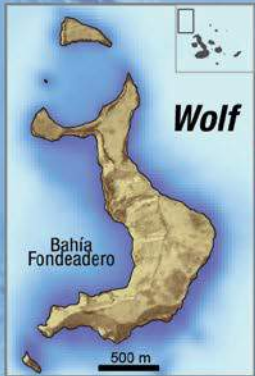


26-28 mm machos



32-34 mm hembras

Habitán en todas las zonas de vegetación.



Genovesa

Bahía Darwin

Línea Ecuatorial

Santiago

Rábida

Pinzón

Floreana

Isabela

Fernandina

Baltra

Santa Cruz

Santa Fe

San Cristóbal

Española



Rana arbórea

- Área de distribución
- Área de distribución potencial
- Zona urbana/rural

Proyección/Datum: WGS1984
 Fuente mapa base: NASA, NOAA, IGM, FCD
 50 km



Océano Pacífico

► Rana arbórea

Scinax quinefasciatus
Fowler, 1913

Animalia : Chordata : Amphibia : Anura : Hylidae: *Scinax quinefasciatus*



© Heinke Jäger

Situación actual

En Galápagos no existen anfibios endémicos o nativos. La primera descripción de la rana arbórea fue en 1998 en la isla Isabela¹. Según análisis genéticos, la especie observada en las islas procede de la zona litoral del Ecuador continental².

Esta especie está ampliamente distribuida en las lagunas del sur de Isabela, en las zonas de vegetación (árida, transición y húmeda) de Santa Cruz¹ y en varias zonas de San Cristóbal, donde se registró en el 2000. En Floreana, no ha sido reportada hasta la fecha.

Importancia ecológica

La rana arbórea se ha convertido en un potencial peligro para las especies que habitan en los humedales³ de las zonas en que ha sido registrada. Compete por el hábitat y alimento de otras especies endémicas y nativas, depreda invertebrados (76 especies de los órdenes de Araneae, Diptera, Heteroptera, Odonata, Coleoptera, Hymenoptera, de las cuales 22 especies son indígenas)⁴. Además, puede ser un vector de enfermedades para las aves de la laguna⁵. Cabe mencionar que todos los estudios se realizaron en los humedales de Isabela, razón por la cual es posible que el impacto de esta especie sea mayor, ya que está presente en todas las zonas de vegetación y en las tres islas.

Es considerada una especie agresiva por su alta tasa de reproducción (3 000 huevos por puesta), apetito voraz, capacidad de

resistir ambientes secos⁶ y por migrar fácilmente en búsqueda de zonas húmedas para reproducirse, siguiendo el cauce del agua o la humedad. Su habilidad para encontrar agua fresca en las grietas profundas y aumentar su reproducción es un riesgo para la salud humana, ya que podría colonizar el sistema de agua pública.

Al efecto negativo causado por la rana en el ambiente, se podría añadir el posible impacto al realizar el control de esta especie. Por ejemplo, pese a previas investigaciones en que se realizaron análisis de riesgo, el cambio en la salinidad y la colocación de cafeína en las lagunas para el control de la rana, pudieron afectar por un periodo corto a los humedales y a las especies que se encontraban presentes^{3, 6, 7}.

Necesidades de información

Pese a los esfuerzos de control, no se ha encontrado un mecanismo para erradicarla^{3, 6, 7}, más aún cuando esta especie se ha adaptado a la variación climática de las islas y a las diferentes zonas de vegetación. La actualización del tamaño poblacional, su distribución en las islas, su impacto en las especies afectadas y su forma de dispersión

son información importante para desarrollar los mecanismos para su control o erradicación. Además, es importante detectar patógenos que puedan afectar a otros grupos taxonómicos, como las aves, reptiles (ranavirus) y el ser humano⁵, para prevenir la dispersión de enfermedades o desarrollar planes emergentes.

◀ Distribución

Presente en el sur de Isabela, Santa Cruz y San Cristóbal¹.

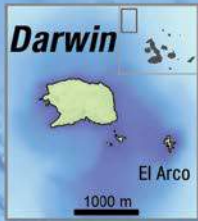
Autores

Ficha: Gustavo Jiménez-Uzcátegui y Edison Encalada

Mapa: Nicolás Moity

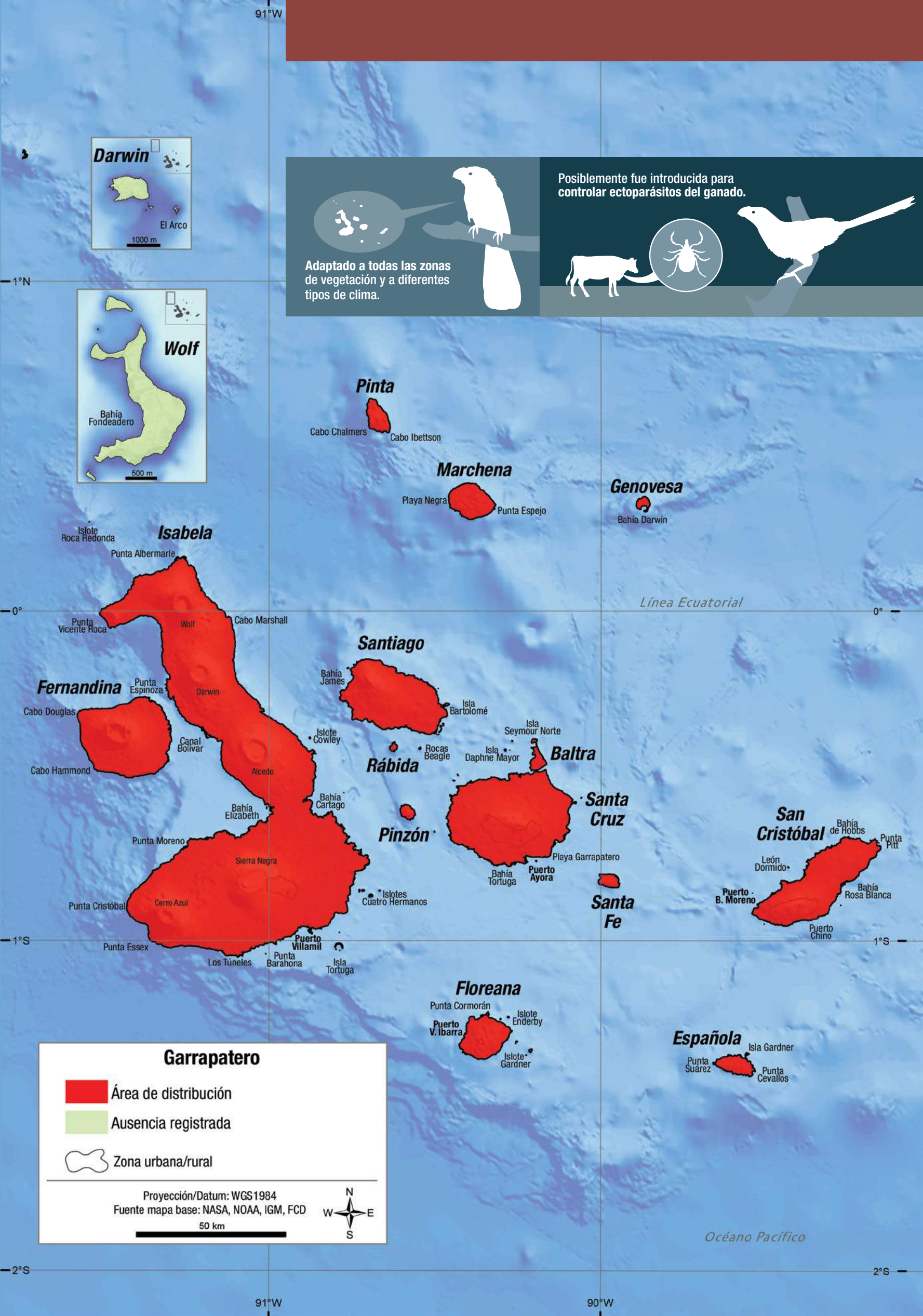
Metodología del mapa: 3b

Datos del mapa: Jiménez-Uzcátegui, G. (CE) y datos del proyecto Especies Invasoras Terrestres.



Adaptado a todas las zonas de vegetación y a diferentes tipos de clima.

Posiblemente fue introducida para controlar ectoparásitos del ganado.



Garrapatero

- Área de distribución
- Ausencia registrada
- Zona urbana/rural

Proyección/Datum: WGS1984
Fuente mapa base: NASA, NOAA, IGM, FCD

50 km

▶ Garrapatero

Crotophaga ani
Linnaeus, 1758

Animalia : Chordata : Aves : Cuculiformes : Cuculidae : *Crotophaga ani*



© Tui De Roy

Situación actual

Probablemente, esta ave fue introducida para controlar los ectoparásitos del ganado. Los primeros registros se realizaron en 1962 (Isabela), 1966 (Santa Cruz) y 1967 (Santiago)^{1,2}; en 2010, se estimó que había un total de 250 000 garrapateros en todo el archipiélago.

Esta especie se ha adaptado a todas las zonas de vegetación y a diferentes tipos de clima. Durante la época fría, se agrupan en zonas más bajas. Durante la sequía de 2016, se observó menos garrapateros; posiblemente, hubo mortalidad alta o migraron a sitios específicos (D. Anchundia, obs. pers.).

Importancia ecológica

El garrapatero se alimenta de invertebrados, frutas, semillas, vertebrados pequeños, como lagartijas y ranas arbóreas (S. Cooke, comm. pers.), y polluelos, en raras ocasiones³. Además, existe evidencia de depredación de pequeñas aves terrestres. Ya que se alimenta de muchos invertebrados que conforman la dieta de especies de aves endémicas y nativas³, es considerado un serio competidor por alimentación y hábitat de pinzones y cucuves. La gente local ha observado que agrede a pinzones adultos y juveniles, y reportes no confirmados mencionan la depredación de juveniles del pachay de Galápagos (*Laterallus spilonotus*) en la parte alta⁴. Por otro lado, contribuye a la dispersión de plantas introducidas como la mora invasora^{3,5}, que compete con la vegetación nativa y amenaza a las comunidades de plantas y los ecosistemas en general⁶.

El garrapatero es la única ave gregaria en Galápagos, que comparte alimentación, dormideros y sitios de anidación, así como la incubación y el cuidado de los juveniles⁷. Los grupos reproductores pueden anidar entre tres y cuatro veces por año, dependiendo de las condiciones ambientales. La temporada de anidación en Galápagos se extiende de diciembre a julio o agosto. Anida en el dosel de árboles espinosos, como los algarrobos, o en vegetación muy densa, como el bambú⁴.

Potencialmente, es buen volador; se conoce de sus desplazamientos de largas distancias en otros sitios de América⁸.

Necesidades de información

Se sabe poco sobre su manera de anidación en Galápagos, incluyendo el tamaño del grupo, el número de huevos, el éxito de reproducción y el impacto del parásito *Philornis downsi*. Es más territorial durante la época de reproducción, pero se conoce poco sobre sus movimientos durante el resto del año y sobre su dispersión, criterios importantes

para entender la colonización de esta ave invasora. Se realizó un control con cacería y se desarrollaron trampas sociales (con un ave viva como señuelo). Asimismo, se reprodujo cantos que la atraen y con los que se podría eliminar grupos de sitios clave.

◀ Distribución

Presente en todas las islas mayores y, de forma irregular, en algunas islas menores e islotes. Existen pocos reportes de garrapateros en Fernandina (G. Jiménez-Uzcátegui, comm. pers.).

Autores

Ficha: Birgit Fessl y David Anchundia

Mapa: Byron Delgado

Metodología del mapa: 3b

Datos del mapa: Base de datos de la Colección de Vertebrados; Proyecto de Aves Terrestres; Delgado, B. 2014; eBird.



Rata noruega, *Rattus norvegicus* ▲



ROEDORES INVASORES

Los roedores introducidos en Galápagos son la rata negra (*Rattus rattus*), la rata noruega (*R. norvegicus*) y el ratón de campo (*Mus musculus*), que ingresaron a las islas con el ser humano¹. El primer registro de la rata negra fue realizado por Charles Darwin, en la isla Santiago, en 1835; posteriormente, se avistó en Pinzón, en 1891². La rata noruega se detectó en las islas Santa Cruz y San Cristóbal en 1980-1983^{1,3}. El primer registro del ratón de campo se realizó en 1940, en Santa Cruz⁴.

En la actualidad, la rata negra se encuentra en las cinco islas pobladas (Santa Cruz, San Cristóbal, Isabela, Floreana y Baltra)^{1,2}, así como en Santiago, Sombrero Chino y Bartolomé. También se registró en Pinzón y en el islote Marielas², de donde ha sido erradicada (la Dirección del Parque Nacional Galápagos –DPNG– y la Fundación Charles Darwin –FCD– continúan monitoreando). Por otro lado, la rata noruega se ha observado en las cinco islas pobladas y en Rábida^{1,5}, de esta última isla fue erradicada en 2011. Mientras que al ratón de campo se ha registrado en 14 islas, entre las que se encuentran las islas pobladas⁵. Actualmente, existen programas de control tanto en zonas del Parque Nacional como en las zonas rurales y urbanas de las islas afectadas.

El impacto de los roedores en las islas se observa en la competencia por hábitat y alimento, así como por ser depredadores. Además, son posibles vectores de enfermedades que afectan a todos los grupos taxonómicos, incluyendo al ser humano. Se presume que los roedores introducidos fueron una de las causas más importantes de la extinción de especies vertebrados que han ocurrido en Galápagos.

Gustavo Jiménez-Uzcátegui y Víctor Carrión González

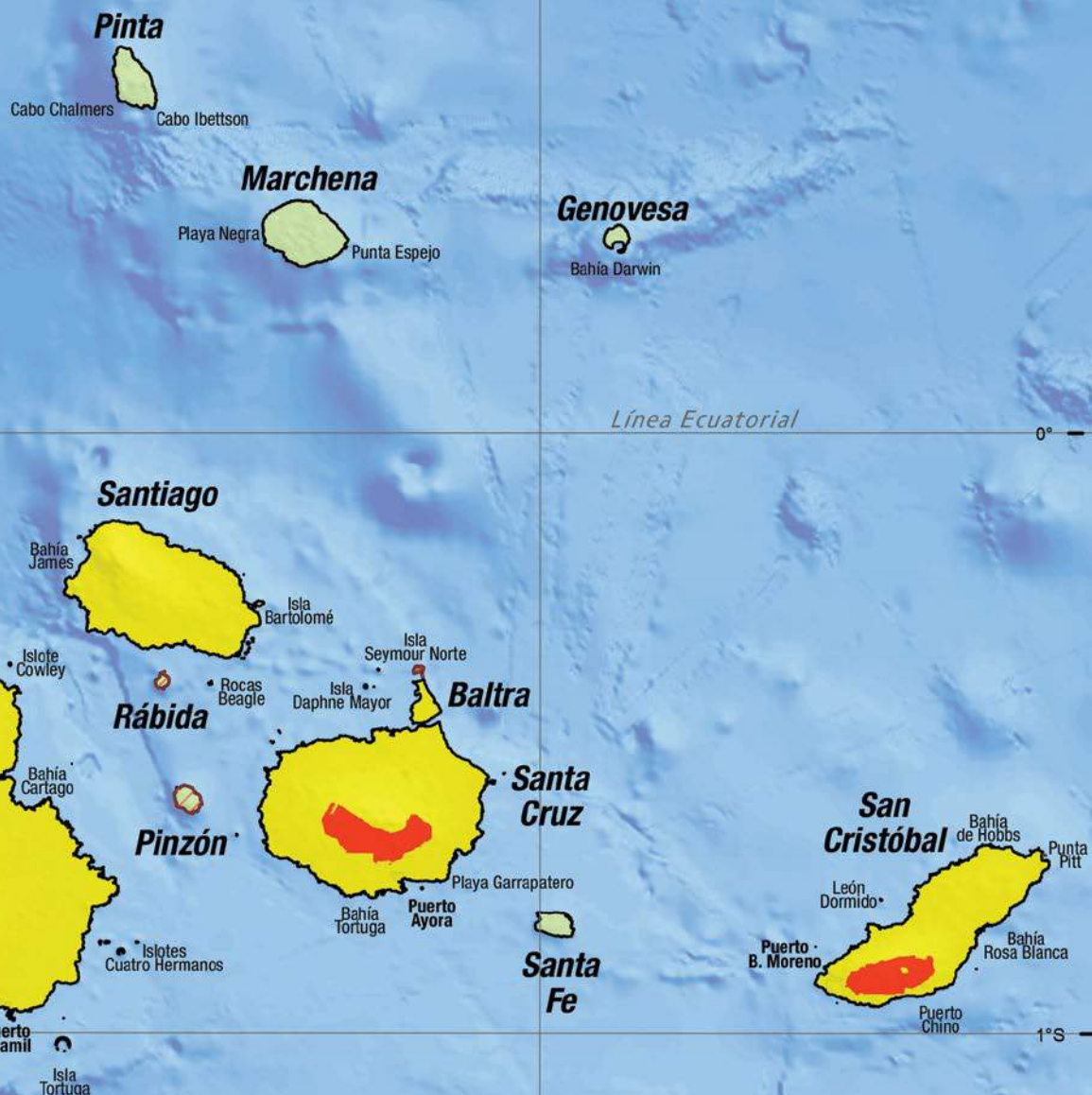




3 especies de roedores introducidos en Galápagos



Amenaza para el ser humano, los animales y las plantas de las islas



Rata negra

- Erradicada, (DPNG, Island Conservation 2014)
 - Ausencia registrada
 - Alta
 - Media
- } Concentración de individuos en área de alimentación y distribución
- Zona urbana/rural

Proyección/Datum: WGS1984
 Fuente mapa base: NASA, NOAA, IGM, FCD
 50 km



Océano Pacífico

▶ Rata negra

Rattus rattus
Linnaeus, 1758

Animalia : Chordata : Mammalia : Rodentia : Muridae: *Rattus rattus*



© Heidi Snell/FCD

Situación actual

En las islas donde se encuentra, la rata negra está distribuida prácticamente en todas las zonas de vegetación, desde la árida hasta el bosque húmedo^{1, 6}. Se desconoce el número poblacional estimado en cada isla, que varía según la época climática⁷, y si existe la posibilidad de desplazamiento a otras islas o islotes. La capacidad de adaptación de esta especie ha sido clave para su establecimiento en islas donde no hay presencia humana.

Importancia ecológica

Los roedores introducidos constituyen una de las causas principales de las extinciones en las islas, impactan la producción agrícola, consumen y dañan productos almacenados, y dispersan enfermedades que amenazan la salud humana^{8, 9}. La rata negra es una plaga para las islas por su rápida propagación debido a su gestación corta, ciclos sexuales repetidos⁶ y fácil adaptación. Es un omnívoro que tiene un impacto en varios grupos taxonómicos, así como en las plantas (semillas, tallos, hojas, frutos) ya que afecta la reproducción vegetativa, depreda invertebrados (artrópodos, caracoles, lombrices) y vertebrados (aves pequeñas, pichones, huevos de aves y reptiles), entre otros⁵⁻⁸.

Se determinó que la depredación de la rata negra produce 70% de mortalidad en la población del petrel de Galápagos en Santa Cruz¹⁰ y existe evidencia circunstancial que sugiere que es responsable de la extinción de algunas especies¹¹⁻¹³. Además, es posible que sea una de las causas del desplazamiento y/o de la competencia del hábitat con los roedores endémicos, como la rata de arrozal de Santiago (*Nesoryzomys swarthi*)⁵. Es transmisora y reservorio de enfermedades que afectan a varios grupos taxonómicos¹⁴.

Necesidades de información

La evaluación de las acciones de control debe ser cuantificada, ya que se desconoce su impacto en las zonas de implementación. Por ejemplo, en Santiago, isla donde posiblemente roedores endémicos e introducidos comparten el hábitat, se desconoce si el proceso de control afecta al grupo endémico, a pesar de realizarse en una zona específica y bajo una metodología establecida⁵. Asimismo, se desconoce el impacto de dicho proceso en la cadena trófica.

Estos roedores son presa del gavilán de Galápagos (*Buteo galapagoensis*), la lechuza de campo (*Asio flammeus galapagoensis*) y la lechuza de campanario (*Tyto alba punctatissima*), especies a las que pueden afectar. Se desconoce los patógenos existentes en la rata negra en Galápagos, así como su impacto en la fauna nativa y el ser humano¹⁴. Es necesario investigar, para desarrollar planes de manejo emergentes.

◀ Distribución

Presente en Santa Cruz, San Cristóbal, Isabela, Floreana, Baltra, Santiago, Bartolomé y Sombrero Chino^{1, 2}.

Autores

Ficha: Gustavo Jiménez-Uzcátegui y Víctor Carrión González
Mapa: Byron Delgado

Metodología del mapa: 3a, 4b
Datos del mapa: Harris *et al.*, 2006.

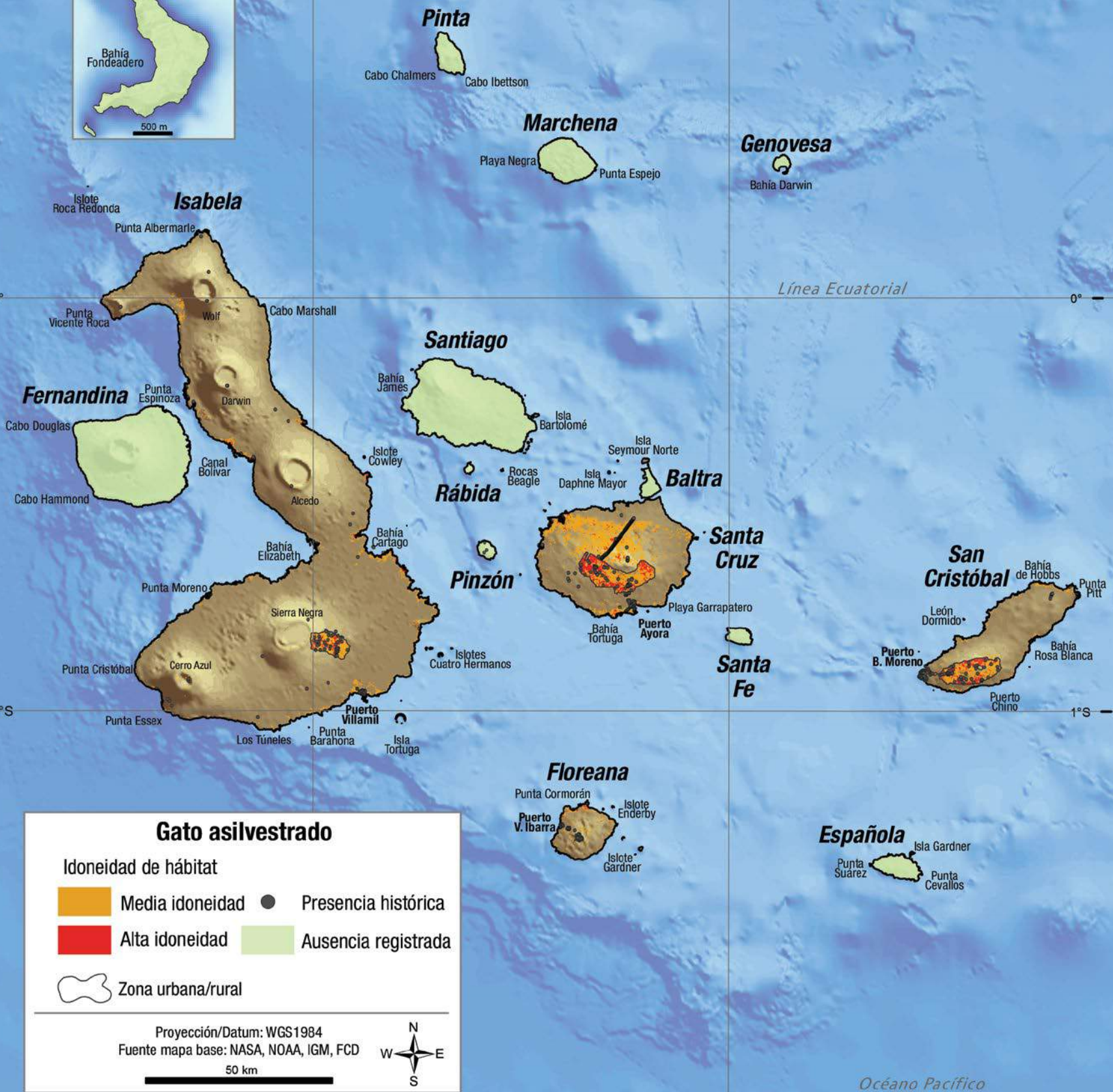




Es transmisor y reservorio de enfermedades que afectan a otros grupos, como aves, reptiles y mamíferos, incluyendo al ser humano.



Solo está erradicado en Baltra.



Línea Ecuatorial

Océano Pacífico

► Gato asilvestrado

Felis catus
Schreber, 1775

Animalia : Chordata : Mammalia : Carnivora : Felidae : *Felis catus*



© Daniela Vilema/FCD

Situación actual

El primer felino fue registrado en Floreana, en 1832¹; posteriormente se observó en Isabela en 1869². En San Cristóbal¹ y en Santa Cruz posiblemente fue introducido cuando estas islas fueron pobladas. En Baltra, aparentemente fue introducido durante la segunda Guerra Mundial, pero fue erradicado gracias a tres años de trabajo de la Dirección del Parque Nacional Galápagos (DPNG) y la Fundación Charles Darwin (FCD) en 2004³.

En la actualidad, el gato está presente en las islas pobladas como animal doméstico y asilvestrado. La DPNG y la Agencia de Regulación y Control de la Bioseguridad y Cuarentena para Galápagos (ABG) trabajan en el control de esta especie en las islas.

Importancia ecológica

Los felinos son animales con la capacidad de adaptarse con facilidad a diferentes ambientes. A pesar de la variabilidad del clima y la falta de agua, su adaptación en las islas ha sido fácil. Los gatos cazan no solo para alimentarse, razón por la cual, causan daños irreversibles en poblaciones de muchas especies nativas, siendo responsables de la extinción de más de 33 especies de aves a nivel mundial desde 1600^{4,5}.

Las especies nativas oceánicas o de islas son particularmente vulnerables a la depredación de los gatos, debido a su pasividad⁵.

En el caso específico de Galápagos, el gato afecta a las aves (paseriformes, pingüino, petrel, cormorán, piquero de patas azules), reptiles (iguana marina y terrestre, lagartija) e invertebrados (saltamontes, escolopendras), entre otras especies^{3,6,7}.

A nivel mundial, el gato ha tenido un efecto negativo en islas como Jamaica, Macquarie, Fiji, Marrion, Dassen y Nueva Zelanda, entre otras⁸. Además, es transmisor y reservorio de enfermedades que afectan a otros grupos, como aves, reptiles y mamíferos, incluyendo al ser humano^{8,9}.

Necesidades de información

Pese a los esfuerzos para controlar esta especie en varias islas, solo se conoce su efectividad en Baltra, donde el resultado fue la erradicación¹⁰. No se conoce el impacto del proceso de control en las demás islas.

Se desconoce el número poblacional aproximado del gato en el área del Parque Nacional de Galápagos (PNG) y, aunque existe información del área

rural-urbana, no hay datos sobre su abundancia. En los años ochenta, se estimaba la presencia de un gato por km² y se sabía que existía más cantidad de machos que de hembras, y que 80% de la población era adulta^{7,8}. Es importante desarrollar una política de información y difusión a la comunidad de los métodos de prevención de dispersión de gatos en las islas, para la obtención de un control con mejores resultados.

◀ Distribución

Presente en las islas Floreana, Santa Cruz, Isabela y San Cristóbal, en estado asilvestrado y como mascota en las zonas pobladas. Erradicado de Baltra en 2004^{3,10}.

Autores

Ficha: Gustavo Jiménez-Uzcátegui y Víctor Carrión González
Mapa: Byron Delgado

Metodología del mapa: 4a
Datos del mapa: Base de datos de la Colección de Vertebrados; Delgado, B. 2014.

© Thomas Dutton



© Sam Rowley



© Francesca Cunninghame

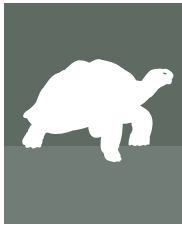


Distribución de tortugas gigantes, cucuves y pinzones de Galápagos

Sin duda, las tortugas gigantes de Galápagos son el símbolo del archipiélago y el ejemplo vivo de la increíble evolución de especies en ambientes aislados sin depredadores. Los pinzones de Darwin, por otro lado, son considerados los vertebrados más rápidos en evolucionar; su especiación en 17 especies se desarrolló durante 1,5 millones de años, razón por la cual son los conocidos actores de las clases de biología evolutiva de todo el mundo. Los cucuves son tal vez menos populares que las tortugas gigantes y los pinzones de Darwin, pero fueron los primeros que hicieron reflexionar a Charles Darwin sobre la teoría de la evolución después de su visita a las islas; en realidad, los cucuves fueron la inspiración del famoso científico.

En esta sección, se presenta la distribución geográfica de 16 fenotipos (15 especies) de tortugas gigantes de Galápagos, cuatro especies de cucuves y 17 especies de pinzones en Galápagos. Estas especies cuentan con más información científica debido a estudios continuos desde hace casi dos siglos, como es el caso de los cucuves. Para cada grupo de estas especies, se detalla un mapa o una serie de mapas de su localización.

Nicolás Moity y Paola Díaz Freire



Mapa de distribución de tortugas gigantes



© Tui De Roy

Tui De Roy/Roving Tortoise Photos

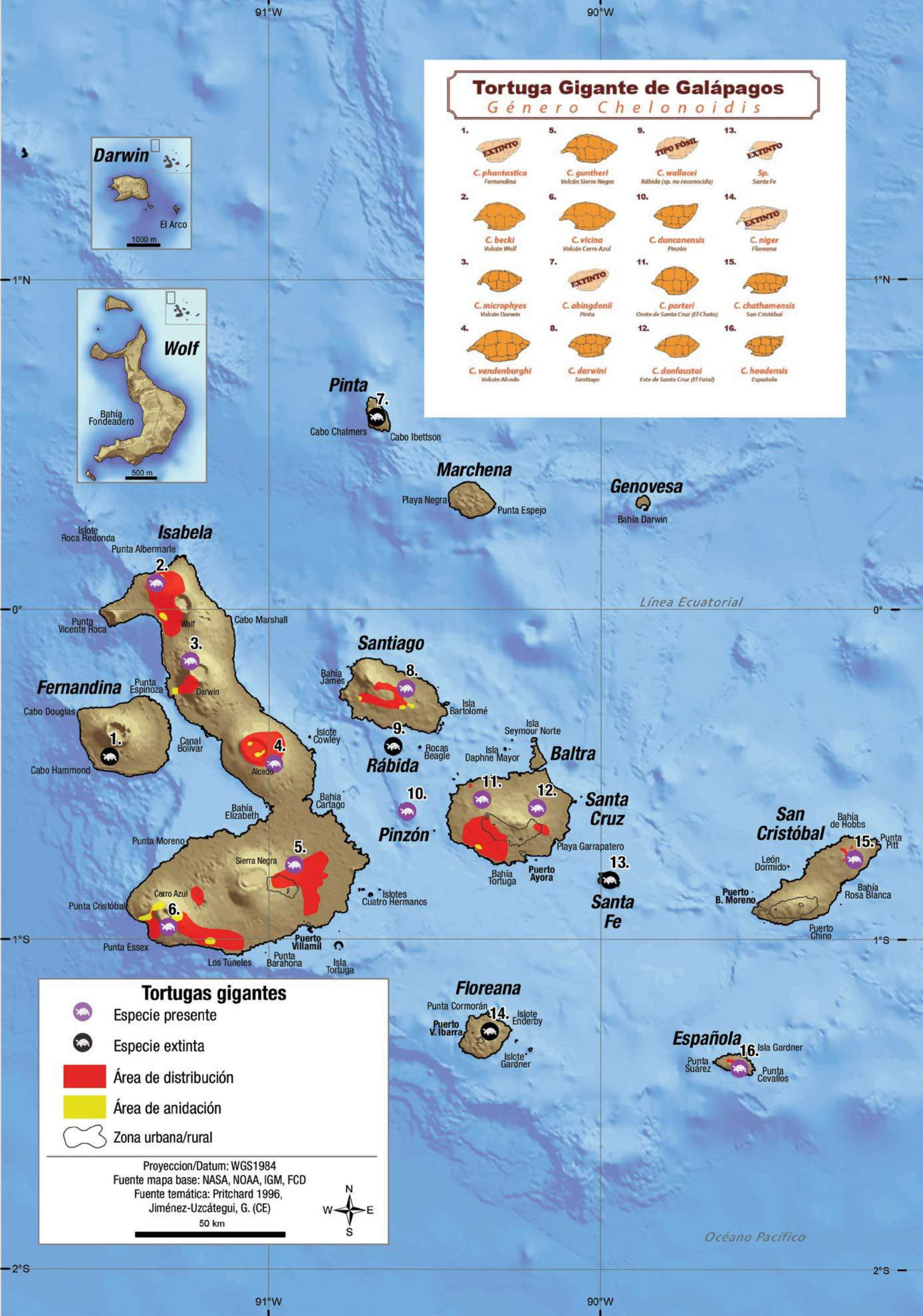
91°W

90°W

Tortuga Gigante de Galápagos

Género *Chelonoidis*

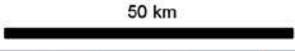
- | | | | |
|--|--|--|---|
| 1. EXTINTO
<i>C. phantastica</i>
Fernandina | 5. <i>C. guntheri</i>
Volcán Sierra Negra | 9. TIPO FÓSIL
<i>C. wallacei</i>
Rábida (sp. no reconocida) | 13. EXTINTO
Sp.
Santa Fe |
| 2. <i>C. becki</i>
Volcán Wolf | 6. <i>C. vicina</i>
Volcán Cerro Azul | 10. <i>C. duncanensis</i>
Pinzón | 14. EXTINTO
<i>C. niger</i>
Floreana |
| 3. <i>C. microphyes</i>
Volcán Darwin | 7. EXTINTO
<i>C. abingdonii</i>
Pinta | 11. <i>C. porteri</i>
Oeste de Santa Cruz (El Chato) | 15. <i>C. chathamensis</i>
San Cristóbal |
| 4. <i>C. vandenburghi</i>
Volcán Alcedo | 8. <i>C. darwini</i>
Santiago | 12. <i>C. donfaustoi</i>
Este de Santa Cruz (El Fata) | 16. <i>C. hoodensis</i>
Española |



Tortugas gigantes

- Especie presente
- Especie extinta
- Área de distribución
- Área de anidación
- Zona urbana/rural

Proyeccion/Datum: WGS1984
 Fuente mapa base: NASA, NOAA, IGM, FCD
 Fuente temática: Pritchard 1996,
 Jiménez-Uzcátegui, G. (CE)



Océano Pacífico

2°S

91°W

90°W

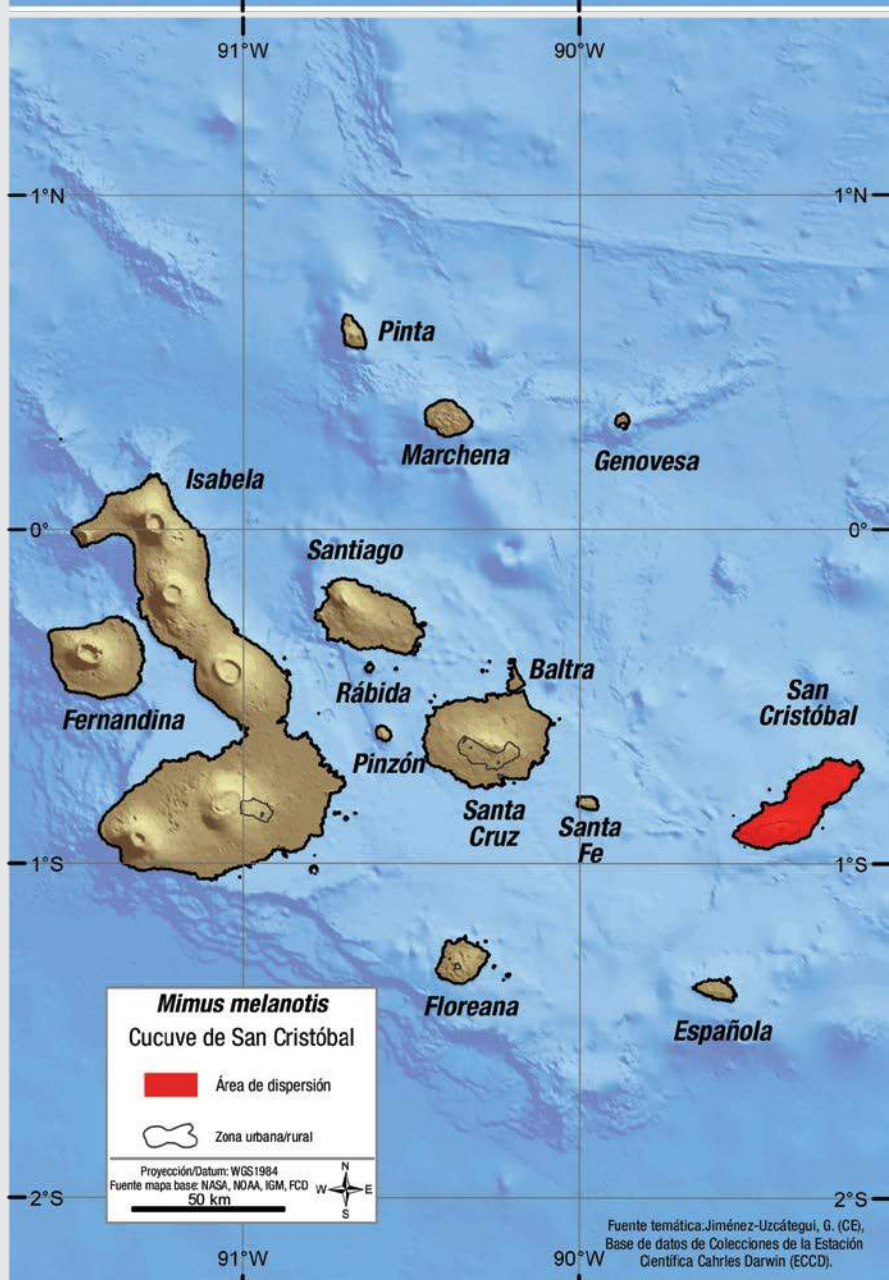
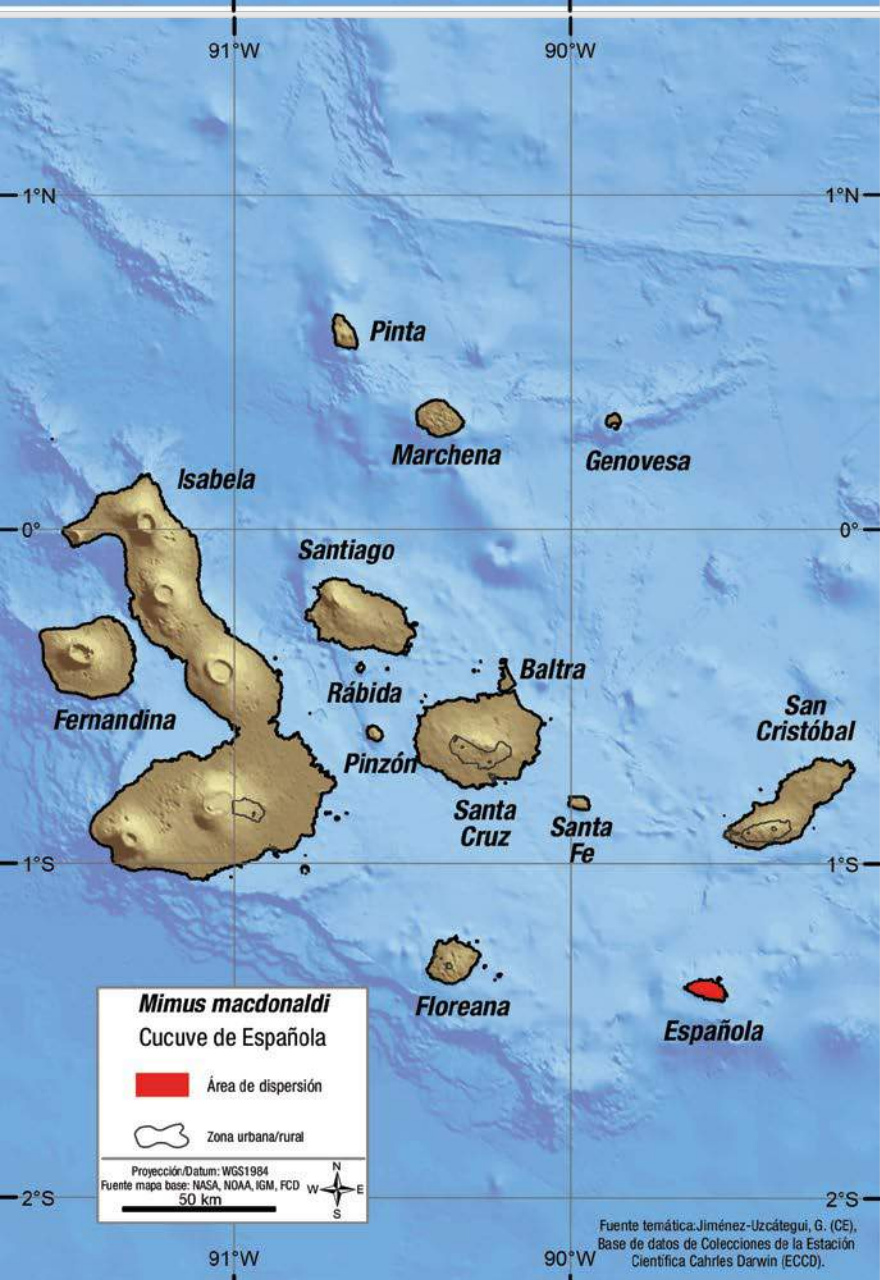
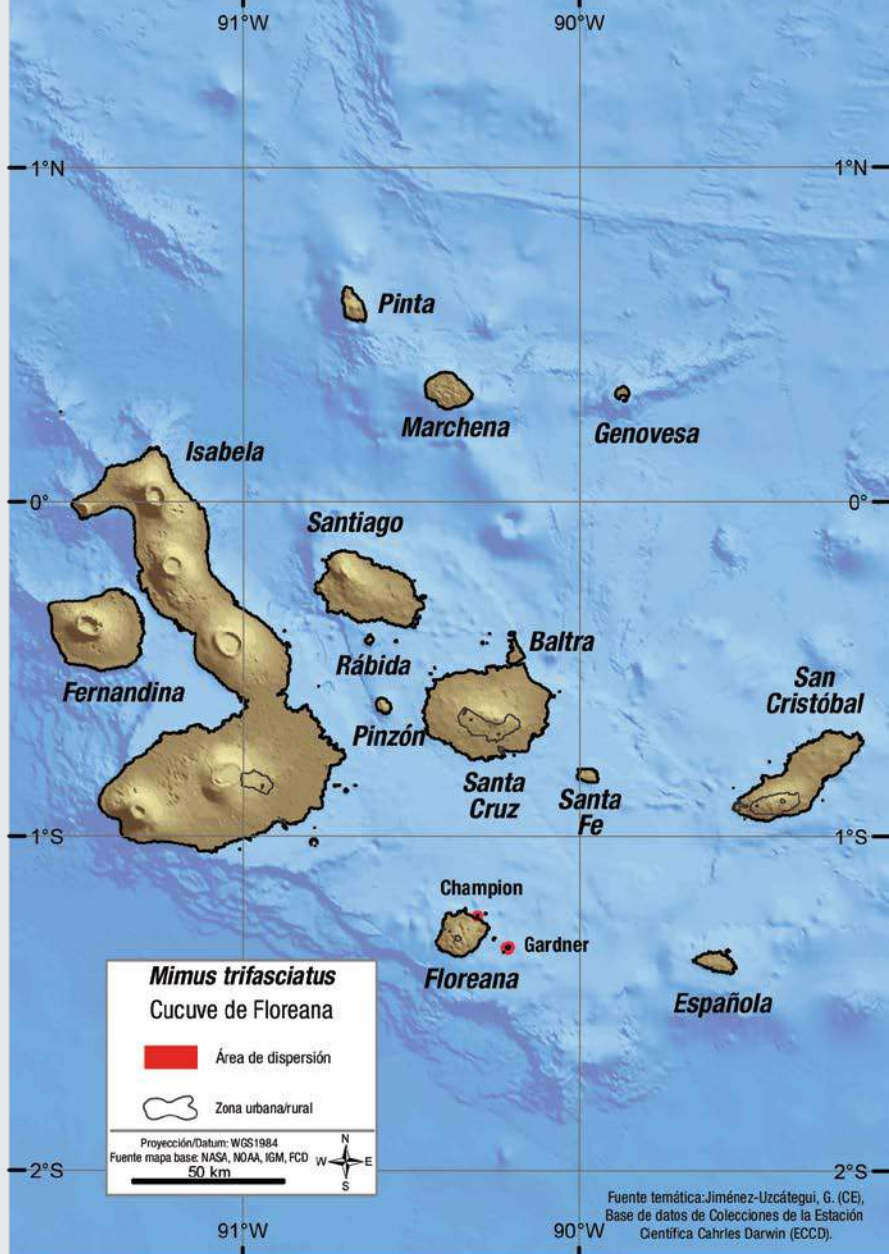
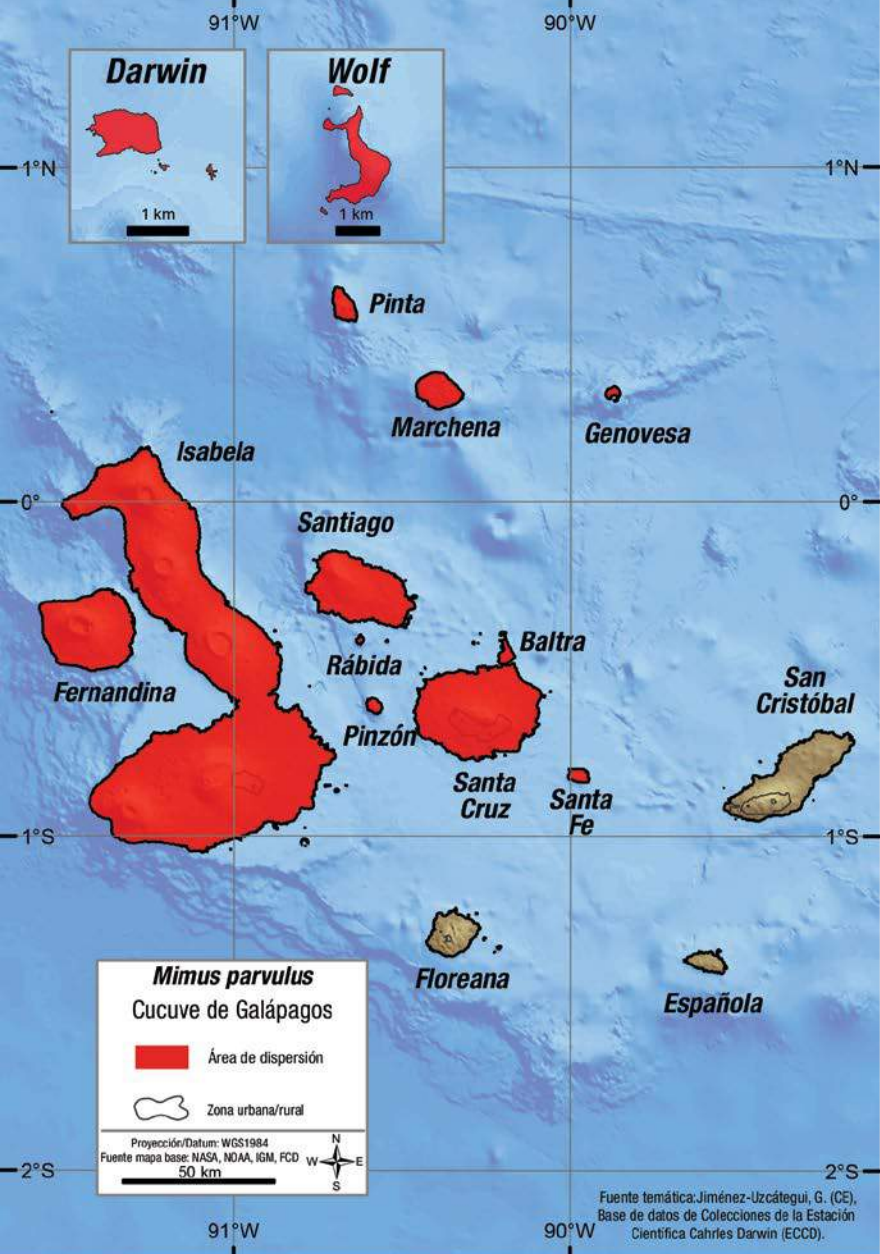
2°S

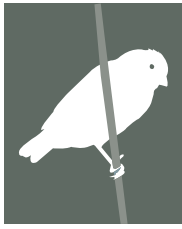


Mapa de distribución de cucuves



© Juan Manuel Carrión

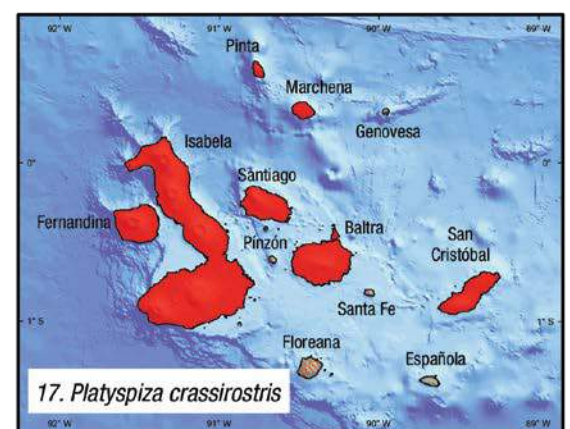
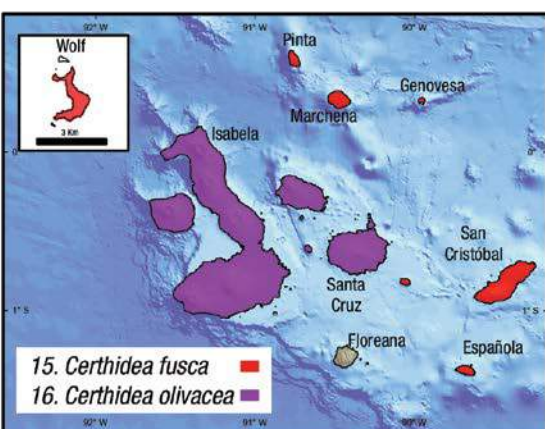
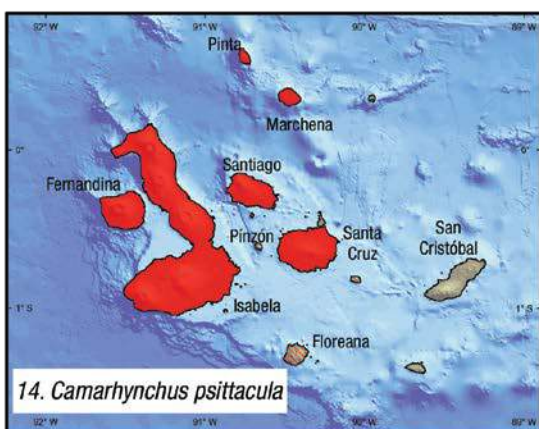
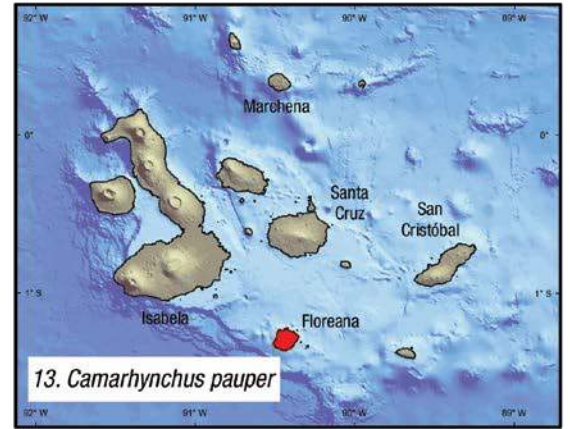
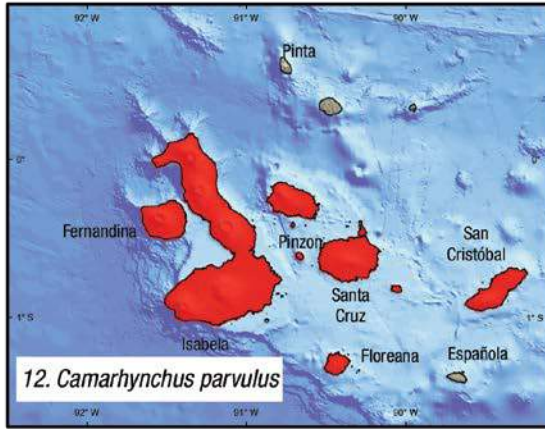
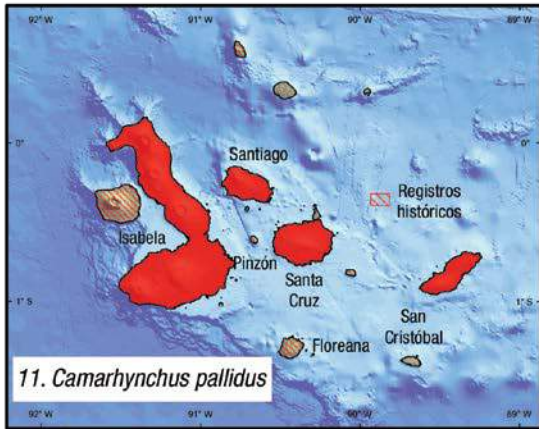
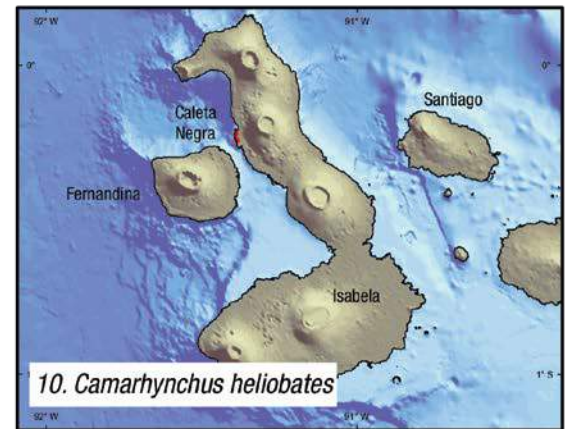
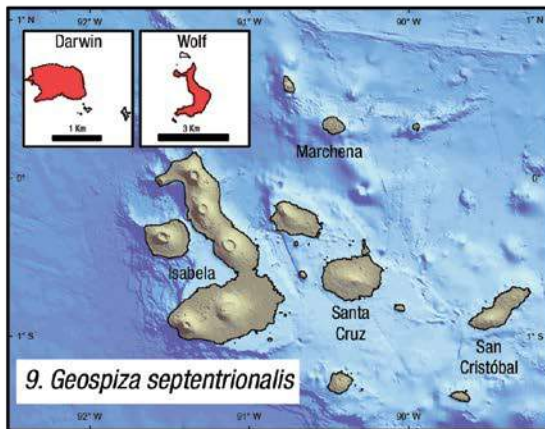
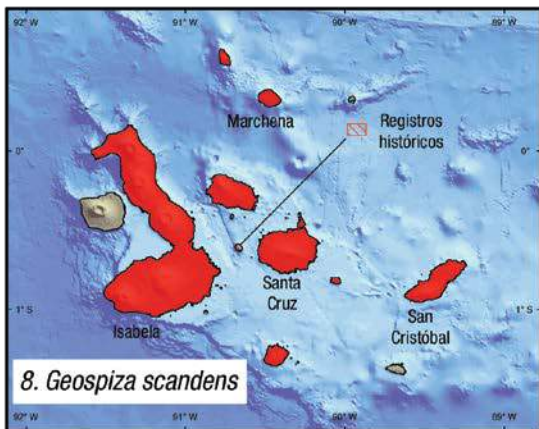
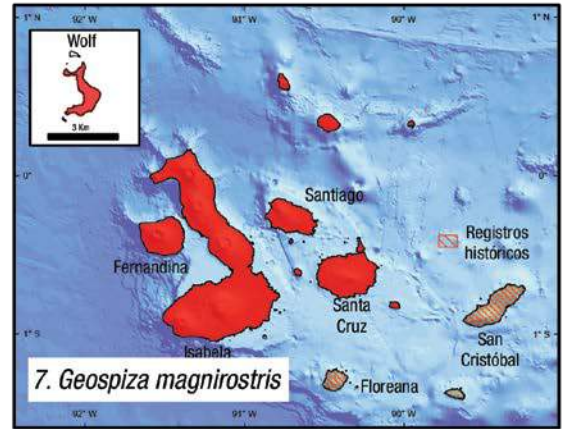
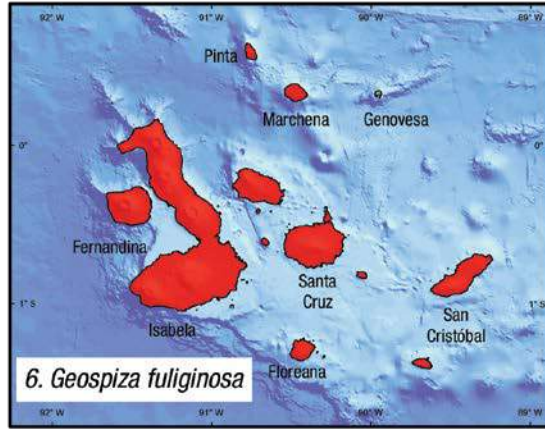
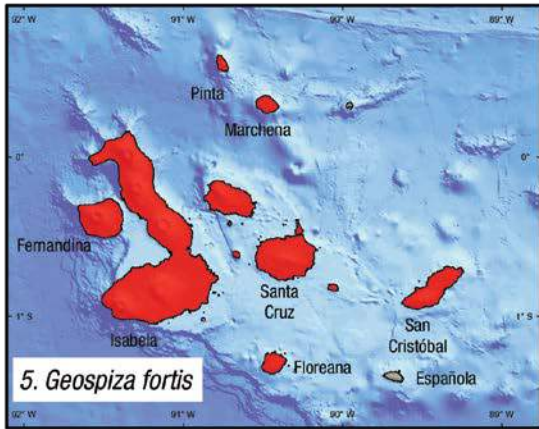
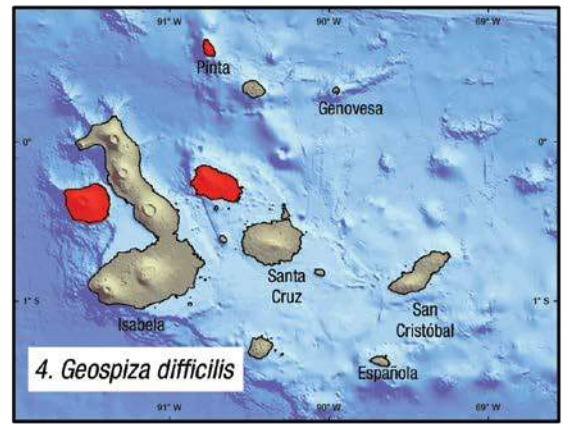
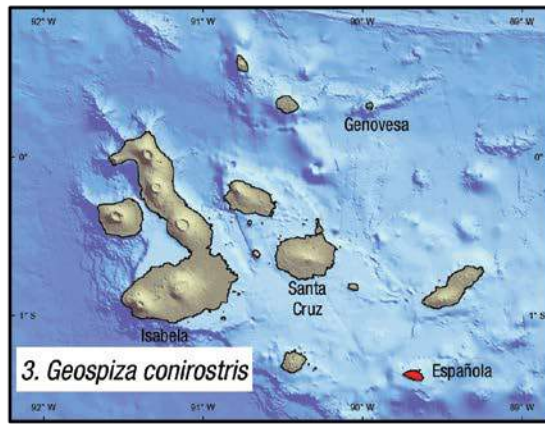
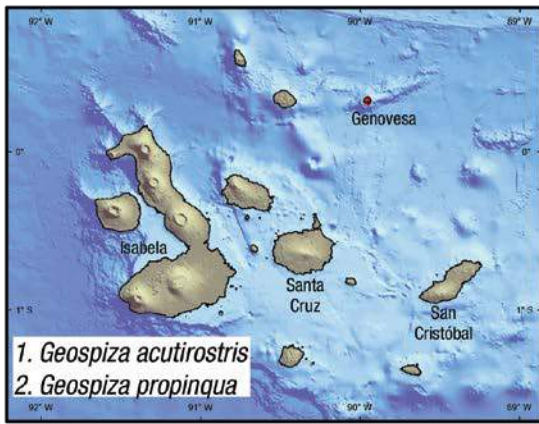




Mapa de distribución de pinzones



© Tui De Roy



Literatura citada

El archipiélago de Galápagos

Geología de las islas Galápagos (p. 20)

1. D. Villagomez, D. Toomey, D. Geist, E. Hooft, S. Solomon, Mantle flow and multi-stage melting beneath the Galápagos hotspot revealed by seismic imaging. *Nat. Geosci.* **7**, 151–156 (2014).
2. K. Harpp, D. Geist, in *American Geophysical Union Fall Meeting Abstracts* (San Francisco, CA, U.S.A., 2002).
3. D. Geist, K. Howard, P. Larson, The generation of oceanic rhyolites by crystal fractionation: the basalt-rhyolite association at Volcan Alcedo, Galápagos Archipelago. *J. Petrol.* **36** (1995).
4. A. McBirney, H. Williams, *Geology and Petrology of the Galápagos Islands* (Geological Society of America, Boulder, Colorado, U.S.A., 1969), *Geological Society of America Memoirs*.
5. M. Hall, Origin of Española Island and the age of terrestrial life on the Galápagos Islands. *Science.* **221**, 545–547 (1983).
6. D. Geist, A. McBirney, R. Duncan, Geology of Santa Fé island: The oldest Galápagos volcano. *J. Volcanol. Geotherm. Res.* **26**, 203–212 (1985).
7. C. Bow, thesis, University of Oregon, Eugene, Oregon, U.S.A. (1979).
8. D. Geist, A. McBirney, R. Duncan, Geology and petrogenesis of lavas from San Cristóbal Island, Galápagos Archipelago. *Geol. Soc. Am. Bull.* **97**, 555–566 (1986).
9. F. Swanson, H. Baitis, J. Lexa, J. Dymond, Geology of Santiago, Rábida, and Pinzón Islands, Galápagos. *Geol. Soc. Am. Bull.* **85**, 1803–1810 (1974).
10. S. Gibson, D. Geist, J. Day, C. Dale, Short wavelength heterogeneity in the Galápagos plume: Evidence from compositionally diverse basalts on Isla Santiago. *Geochem. Geophys. Geosystems.* **13** (2012), doi:10.1029/2012GC004244.
11. C. Bow, D. Geist, Geology and petrology of Floreana Island, Galápagos Archipelago, Ecuador. *J. Volcanol. Geotherm. Res.* **52**, 83–105 (1992).
12. K. Harpp, E. Mittelstaedt, N. d'Ozouville, D. Graham, *The Galápagos: A Natural Laboratory for the Earth Sciences* (American Geophysical Union, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, U.S.A., 2014), *Geophysical Monograph Series*.
13. F. Amelung, S. Jónsson, H. Zebker, P. Segall, Widespread uplift and “trapdoor” faulting on Galápagos volcanoes observed with radar interferometry. *Nature.* **407**, 993–996 (2000).

14. D. Geist, W. Chadwick, D. Johnson, Results from new GPS and gravity monitoring networks at Fernandina and Sierra Negra Volcanoes, Galápagos, 2000–2002. *J. Volcanol. Geotherm. Res.* **150**, 79–97 (2006).

Las islas Galápagos y la presencia humana (p. 28)

1. Consejo de Gobierno de Galápagos, “Principales características demográficas de Galápagos” (Censo de Población, INEC, 2010).
2. WWF Ecuador, datos no publicados.

Las especies introducidas en Galápagos (p. 34)

1. D. Richardson *et al.*, Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Divers. Distrib.* **6**, 93–107 (2000).
2. M. Toral-Granda *et al.*, Alien species pathways to the Galápagos Islands, Ecuador. *PLoS ONE*, **12**, e0184379 (2017).

Ecosistemas (p. 36)

1. Rivas-Torres, G.F., Benítez, F.L., Rueda, D., Sevilla, C., Mena, C.F., 2018. A methodology for mapping native and invasive vegetation coverage in archipelagos: An example from the Galápagos Islands. *Prog. Phys. Geogr. Earth Environ.* **42**, 83–111. <https://doi.org/10.1177/0309133317752278>
2. Palacios, D.M., 2002. Factors influencing the island-mass effect of the Galápagos Archipelago. *Geophys. Res. Lett.* **29**. <https://doi.org/10.1029/2002GL016232>
3. Palacios, D.M., Bograd, S.J., Foley, D.G., Schwing, F.B., 2006. Oceanographic characteristics of biological hot spots in the North Pacific: A remote sensing perspective. *Deep Sea Res. Part II Top. Stud. Oceanogr.* **53**, 250–269. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2006.03.004>
4. Staudigel, H., Koppers, A.A., Lavelle, J.W., Pitcher, T.J., Shank, T.M., 2010. Defining the word “seamount.” *Oceanography* **23**, 20–21.
5. Edgar, G.J., Banks, S., Fariña, J.M., Calvopiña, M., Martínez, C., 2004. Regional biogeography of shallow reef fish and macro-invertebrate communities in the Galapagos archipelago. *J. Biogeogr.* **31**, 1107–1124.
6. Kurz, M.D., Geist, D., 1999. Dynamics of the Galapagos hotspot from helium isotope geochemistry. *Geochim. Cosmochim. Acta* **63**, 4139–4156.

Perfiles de especies y grupos

Estructura y contenido de las fichas (p. 40)

1. Invasive Species Advisory Council of the United States Department of Agriculture, Invasive Species Definition Clarification and Guidance White Paper (2006), (disponible en <https://www.invasivespeciesinfo.gov/docs/council/isacdef.pdf>).
2. National Research Council, *Animals as Sentinels of Environmental Health Hazards* (National Academy Press, Washington, D.C., U.S.A., 1991).
3. H. Kowarik, What are Indicators? On the definition of Indicators in ecology and environmental planning. 2010. *Ecol. Indic.* **10**, 584–593 (2010).
4. E. Holt, S. Miller, Bioindicators: Using organisms to measure environmental impacts. *Nat. Educ. Knowl.* **3**, 8 (2010).
5. F. Bungartz *et al.*, Charles Darwin Foundation Galápagos Species Checklist - Lista de Especies de Galápagos de la Fundación Charles Darwin (2014), (disponible en <http://darwinfoundation.org/datazone/checklists/algae/chlorophyta/>).
6. S. Phillips, M. Dudík, Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography.* **31**, 161–175 (2008).

Metodología de los Mapas (p. 44)

- D. Acuña-Marrero *et al.*, Whale Shark (*Rhincodon typus*) Seasonal presence, residence time and habitat use at Darwin Island, Galápagos Marine Reserve. *PLoS ONE.* **9**, e115946 (2014).
- D. Acuña-Marrero *et al.*, Residency and movement patterns of an apex predatory shark (*Galeocerdo cuvier*) at the Galapagos Marine Reserve. *PLoS ONE.* **12**, e0183669 (2017).
- D. Anchundia, K. Huyvaert, D. Anderson, Chronic lack of breeding by Galápagos blue-footed boobies and associated population decline. *Avian Conservation and Ecology.* **9** (2014).
- J. Awkerman *et al.*, Small range and distinct distribution in a satellite breeding colony of the critically endangered Waved Albatross. *Journal of Ornithology.* **155**, 367–378 (2014).
- S. Banks *et al.*, *Manual de Monitoreo Submareal* (Conservación Internacional Ecuador y Fundación Charles Darwin, Quito, Ecuador, 2016).
- G. Bentrup, “Conservation Buffers: Design Guidelines for Buffers, Corridors, and Greenways” (General Technical Report SRS-109, U.S. Department of Agriculture, U. S. Forest Service, Southern Research Station, Asheville, North Carolina, U.S.A., 2008), p. 110.
- B. Delgado y Carrión-Cortez, C. Informe técnico de los Mapas de Conocimiento sobre Especies Invasoras, FEIG/FAN (2014).
- S. Dodge *et al.*, The environmental-data automated track annotation (Env-DATA) system: linking animal tracks with environmental data. *Movement Ecology.* **1** (2013), doi:10.1186/2051-3933-1-3.

R. Dowler, D. Carroll, C. Edwards, Rediscovery of rodents (Genus *Nesoryzomys*) considered extinct in the Galápagos Islands. *Oryx.* **34**, 109–118 (2000).

C. Graham, R. Hijmans, A comparison of methods for mapping species ranges and species richness. *Global Ecology and Biogeography.* **15**, 578–587 (2006).

D. Green, F. Ortiz-Crespo, in *Biology and Conservation of Sea Turtles*, K. Bjorndal, Ed. (Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., U.S.A., 1995), pp. 221–233.

M. P. Harris y B.K. Mackay, B. K. A field guide to the birds of Galapagos. London: Collins (1974)

D. Harris, S. Gregory, D. Macdonald, Space invaders? A search for patterns underlying the coexistence of alien black rats and Galápagos rice rats. *Oecologia.* **149**, 276 (2006).

A. Hearn, J. Ketchum, A. Klimley, E. Espinoza, C. Peñaherrera, Hotspots within hotspots? Hammerhead shark movements around Wolf Island, Galápagos Marine Reserve. *Marine Biology.* **157**, 1899–1915 (2010).

H. W. Herrera Moreno. Faunistic, taxonomic and ecological research of ants from the Galapagos Islands with emphasis on invasive species. PhD Thesis. Ghent University. Faculty of Sciences, Ghent, Belgium (2016).

G. Jiménez-Uzcátegui, W. Llerena, W. Milstead, E. Lomas, D. Wiedenfeld, Is the population of the Floreana mockingbird *Mimus trifasciatus* declining? *Cotinga.* **33**, 1–7 (2011).

A. Miralles *et al.*, Shedding light on the Imps of Darkness: An integrative taxonomic revision of the Galápagos marine iguanas (genus *Amblyrhynchus*). *Zoological Journal of the Linnean Society.* **181**, 678–710 (2017), doi:10.1093/zoolin/zlx007.

N. Moity, B. Delgado, “Actualización de la Información Geográfica de Manglares en el Archipiélago de Galápagos” (Reporte Técnico, Fundación Charles Darwin, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador, 2016).

N. Moity, C. Proaño, “Análisis de la Distribución del Albatros de Galápagos (*Phoebastria irrorata*) y del Petrel de Galápagos (*Pterodroma phaeopygia*) en el Archipiélago de Galápagos a Partir de Datos de Telemetría” (Reporte Técnico, Fundación Charles Darwin, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador, 2017).

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

S. Phillips, M. Dudík, Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography.* **31**, 161–175 (2008).

P. Pritchard, “Galápagos Sea Turtle Study” (Progress report for WWF project number 790, Charles Darwin Foundation, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador, 1975), p. 23.

P. Pritchard, The Galápagos tortoises: nomenclatural and survival status. *Chelonian Research Monographs* **1** (1996).

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

P. Tompkins, M. Wolff, Galápagos macroalgae: A review of the state of ecological knowledge. *Revista de Biología Tropical*. **65** (2017), doi:10.15517/rbt.v65i1.18139.

A. Traveset, S. Chamorro, J. Olesen, R. Heleno, Space, time and aliens: charting the dynamic structure of Galápagos pollination networks. *AoB Plants*. **7**, plv068 (2015).

F. Villanea, C. Parent, B. Kemp, Reviving Galápagos snails: ancient DNA extraction and amplification from shells of probably extinct endemic land snails. *Journal of Molluscan Studies*. **82**, 449–456 (2016).

P. Zárate, J. Carrión, “Evaluación de las áreas de alimentación de las tortugas marinas en las Islas Galápagos: 2000 – 2006” (Informe técnico, Charles Darwin Foundation, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador, 2007), p. 47.

Especies Nativas

Lamilla o lechuga de mar de Galápagos (*Ulva* spp) (p. 49)

1. D. Ruiz, F. Ziemmeck, Lista de especies de algas verdes de Galápagos. *Charles Darwin Found. Galápagos Species Checkl.* (2014).
2. L. Garske, in *Reserva Marina de Galápagos. Línea Base de La Biodiversidad*, E. Danulat, G. Edgar, Eds. (Fundación Charles Darwin/ Servicio Parque Nacional Galápagos, Santa Cruz, Galápagos, Ecuador).
3. P. Tompkins, M. Wolff, Galápagos macroalgae: A review of the state of ecological knowledge. *Biol. Trop.* **65**, 1–18 (2017).
4. L. Vinueza, B. Menge, D. Ruiz, D. Palacios, Oceanographic and climatic variation drive top-down / bottom-up coupling in the Galápagos intertidal meta-ecosystem. *Ecol. Monogr.* **84**, 411–434 (2014).
5. L. Vinueza, G. Branch, M. Branch, R. Bustamante, Top-down herbivory and bottom-up El Niño effects on Galápagos rocky-shore communities. *Ecol. Monogr.* **76**, 111–119 (2006).
6. G. Kendrick, “The Benthic Marine Algal Flora” (Charles Darwin Foundation, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador, 1986).
7. T. Okey, A trophic model of a Galápagos subtidal rocky reef for evaluating fisheries and conservation strategies. *Ecol. Model.* **172**, 383–401 (2004).
8. A. Irving, J. Witman, Positive effects of damselfish override negative effects of urchins to prevent a habitat switch. *J. Ecol.* **97**, 337–347 (2009).

Asteráceas endémicas (p. 51)

1. I. Wiggins, D. Porter, *Flora of the Galápagos Islands* (Stanford University Press, Stanford, California, U.S.A., 1971).
2. A. Tye, J. Francisco-Ortega, in *Origins and evolution of Galápagos endemic vascular plants*, D. Bramwell, J. Caujapé-Castells, Eds. (Cambridge University Press, New York, New York, U.S.A., 2011), pp. 89–153.

3. N. Andrus *et al.*, Phylogenetics of *Darwiniothamnus* (Asteraceae: Astereae) – molecular evidence for multiple origins in the endemic flora of the Galápagos Islands. *Biogeography*. **36**, 1055–1069 (2009).

4. P. Jaramillo, A. Guézou, A. Mauchamp, A. Tye, Fundación Charles Darwin Lista de especies de plantas con flores de Galápagos. *Charles Darwin Found. Galápagos Species Checkl. - Lista Especies Galápagos Fund. Charles Darwin* (2016), (disponible en http://darwinfoundation.org/datazone/checklists/media/lists/download/2016Sep30_Jaramillo-Diaz_et_al_Galapagos_Magnoliophyta_Checklist.pdf).

5. S. León-Yáñez *et al.*, *Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador* (Herbario QCA: Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, ed. 2da, 2011).

Margarita de Darwin (*Darwiniothamnus tenuifolius*) (p. 53)

1. I. Wiggins, D. Porter, *Flora of the Galápagos Islands* (Stanford University Press, Stanford, California, U.S.A., 1971).
2. P. Jaramillo, A. Guézou, A. Mauchamp, A. Tye, Fundación Charles Darwin Lista de especies de plantas con flores de Galápagos. *Charles Darwin Found. Galápagos Species Checkl. - Lista Especies Galápagos Fund. Charles Darwin* (2016), (disponible en http://darwinfoundation.org/datazone/checklists/media/lists/download/2016Sep30_Jaramillo-Diaz_et_al_Galapagos_Magnoliophyta_Checklist.pdf).
3. G. Harling, On some Compositae endemic to the Galápagos Islands. *Acta Horti Bergiani*. **20**, 63–120 (1962).
4. P. Jaramillo, M. Trigo, in *POLEN* (Asociación de Palinólogos de Lengua Española (APLE), Córdoba-España, 2006), pp. 1–147.
5. P. Jaramillo, M. Trigo, Pollen morphology of the Galápagos endemic genus *Scalesia* Arn. (Asteraceae). *Zool. Rec.* **124**, 26–30 (2006).
6. P. Jaramillo, M. Trigo, *Guía rápida de Semillas de las Islas Galápagos* (Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador, 2011), vol. 1.
7. R. Atkinson, P. Jaramillo, W. Simbaña, A. Guézou, V. Coronel, in *Informe Galápagos 2007-2008*, L. Cayot, V. Toral, Eds. (FCD, GNP y INGALA, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador, 2008), pp. 97–102.
8. R. Atkinson, A. Guézou, P. Jaramillo, *Siémbreme en tu jardín. Jardines nativos para la conservación de Galápagos*. (Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador, 2009).
9. P. Jaramillo *et al.*, in *Informe Galápagos 2013-2014*, L. Cayot, D. Cruz, R. Knab, Eds. (DPNG, CGREG, FCD y GC, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador, 2015), pp. 133–143.
10. P. Jaramillo *et al.*, in *Galápagos 2015: Science, Conservation, and History in the 180 Years Since Darwin* (2015).
11. J. Lawesson, H. Adsersen, Notes on the endemic genus *Darwiniothamnus* (Asteraceae) from the Galápagos Islands, Ecuador. *Opera Bot.*, 7–16 (1987).

12. N. Andrus *et al.*, Phylogenetics of *Darwiniothamnus* (Asteraceae: Astereae) – molecular evidence for multiple origins in the endemic flora of the Galápagos Islands. *J. Biogeogr.* **36**, 1055–1069 (2009).

Lecocarpus de Darwin (*Lecocarpus leptolobus*) (p. 55)

1. P. Jaramillo, A. Guézou, A. Mauchamp, A. Tye, Fundación Charles Darwin Lista de especies de plantas con flores de Galápagos. *Charles Darwin Found. Galapagos Species Checkl. - Lista Especies Galápagos Fund. Charles Darwin* (2016), (disponible en http://darwinfoundation.org/datazone/checklists/media/lists/download/2016Sep30_Jaramillo-Diaz_et_al_Galapagos_Magnoliophyta_Checklist.pdf).

2. R. Atkinson, P. Jaramillo, W. Simbaña, A. Guézou, V. Coronel, in *Informe Galápagos 2007-2008*, L. Cayot, V. Toral, Eds. (FCD, PNG e INGALA, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador, 2008), pp. 97–102.

3. H. M. Snell, P. Stone, H. L. Snell, A summary of geographical characteristics of the Galápagos Islands. *J. Biogeogr.* **23**, 619–624 (1996).

4. C. Brok, thesis, University of Copenhagen, Denmark (2002).

5. A. Cronquist, T. Stuessy, New Combinations in the Compositae of the Galápagos Islands. *Madroño*. **20**, 255–256 (1970).

6. U. Eliasson, Studies in Galápagos Plants. X. The Genus *Lecocarpus* Decaisne. *Sven. Bot. Tidskr.* **65**, 245–277 (1971).

7. P. Jaramillo, “Estado Actual de Género *Lecocarpus* y *Calandrinia galapagosa* en la Isla San Cristóbal” (Reporte Técnico, Fundación Charles Darwin, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador, 2006).

8. R. Valencia, N. Pitman, S. León-Yáñez, P. Jørgensen, *Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador 2000* (Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, 2000).

9. E. Ortiz, thesis, Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador (1994).

10. M. Philipp, L. Hansen, H. Adersen, H. Siegmund, Reproductive ecology of the endemic *Lecocarpus pinnatifidus* (Asteraceae) in an isolated population in the Galápagos Islands. *Bot. J. Linn. Soc.* **146**, 171–180 (2004).

11. W. Tapia, “Reporte Técnico del Censo Integral de Tortugas Gigantes (*Chelonoidis chatamensis*) y Evaluación de Especies Amenazadas en la Isla San Cristóbal” (Galápagos Conservancy, 2017).

12. A. Traveset, S. Chamorro, J. Olesen, R. Heleno, Space, time and aliens: charting the dynamic structure of Galápagos pollination networks. *AoB Plants* (2015), doi:10.1093/aobpla/plv068.

13. A. Mauchamp, I. Aldaz, H. Ortiz, H. Valdebenito, Threatened species, a re-evaluation of the status of eight endemic plants of the Galápagos. *Biodivers. Conserv.* **7**, 97–101 (1998).

14. H. Adersen, Revision of the endemic Galápagos genus *Lecocarpus* (Asteraceae). *Bot. Tidsskr.* **75**, 63–76 (1980).

15. H. Adersen, in *Botanical Research and Management in Galápagos*, J. Lawesson, O. Hamann, G. Rogers, G. Reck, H. Ochoa, Eds. (Missouri Botanical Garden, St. Louis, Missouri, U.S.A., 1990), pp. 11–14.

16. M. Arciniegas, thesis, Universidad Técnica Luis Vargas Torres, Esmeraldas, Ecuador (1996).

Lechoso o tabaquillo (*Scalesia affinis*) (p. 57)

1. P. Jaramillo, A. Guézou, A. Mauchamp, A. Tye, Fundación Charles Darwin Lista de especies de plantas con flores de Galápagos. *Charles Darwin Found. Galapagos Species Checkl. - Lista Especies Galápagos Fund. Charles Darwin* (2016), (disponible en http://darwinfoundation.org/datazone/checklists/media/lists/download/2016Sep30_Jaramillo-Diaz_et_al_Galapagos_Magnoliophyta_Checklist.pdf).

2. R. Atkinson, P. Jaramillo, W. Simbaña, A. Guézou, V. Coronel, in *Informe Galápagos 2007-2008*, L. Cayot, V. Toral, Eds. (FCD, PNG e INGALA, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador, 2008), pp. 97–102.

3. R. Atkinson, P. Jaramillo, W. Tapia, Establishing a new population of *Scalesia affinis*, a threatened endemic shrub, on Santa Cruz Island, Galápagos, Ecuador. *Conserv. Evid.* **6**, 42–47 (2010).

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

5. P. Jaramillo, A. Tye, J. Nacional, Ed. (Santo Domingo, República Dominicana, 2006), p. 111.

6. P. Jaramillo *et al.*, in *Informe Galápagos 2013-2014*, L. Cayot, D. Cruz, R. Knab, Eds. (DPNG, CGREG, FCD y GC, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador, 2015), pp. 133–143.

7. P. Jaramillo *et al.*, in *Galápagos 2015: Science, Conservation, and History in the 180 Years Since Darwin* (2015).

8. P. Jaramillo, P. Cueva, E. Jiménez, J. Ortiz, Galápagos Verde 2050. *Fund. Charles Darwin* (2014), (disponible en http://www.darwinfoundation.org/media/filer_public/bc/7f/bc7f5a1d-74dd-43a7-9493-71f8a6d16d2a/galapagosverde_2050-20140404_1241.pdf).

9. U. Eliasson, Studies in Galápagos plants XIV. The genus *Scalesia* Arn. *Opera Bot.* **36**, 1–117 (1974).

10. L. Nielsen, H. Siegmund, T. Hansen, Inbreeding depression in the partially self-incompatible endemic plant species *Scalesia affinis* (Asteraceae) from Galápagos islands. *Evol. Ecol.* **21**, 1–12 (2007).

11. J. Rodríguez, Recuperación de la Última Población de *Scalesia affinis* en la Isla Santa Cruz (2008).

12. P. Jaramillo, “*Scalesia affinis*, ‘la *Scalesia* de Puerto Ayora’ casi extinta en Santa Cruz. Propuesta para su conservación. Reporte Técnico para el Parque Nacional de Galápagos” (Fundación Charles Darwin, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador, 2006).

Cactus gigante

(*Opuntia megasperma* var. *orientalis*) (p. 59)

1. D. Hicks, A. Mauchamp, Size-dependent predation by feral mammals on Galápagos *Opuntia*. *Zool. Rec.* **125** (19) *Mamm.* **55**, 15–17 (1995).
2. D. Hicks, A. Mauchamp, Evolution and conservation biology of the Galápagos opuntias (Cactaceae). *Haseltonia*, 89–102 (1996).
3. S. Estupiñán, A. Mauchamp, in *II Congreso Ecuatoriano de Botánica y Simposio Ecuatoriano de Etnobotánica y Botánica Económica* (Funbotánica, Quito, Ecuador, 1995), p. 28.
4. J. Gibbs, E. Sterling, J. Zabala, Giant tortoises as ecological engineers: A long-term quasi-experiment in the Galápagos Islands. *Biotropica*. **42**, 208–214 (2009).
5. I. Wiggins, D. Porter, *Flora of the Galápagos Islands* (Stanford University Press, Stanford, California, U.S.A., 1971).
6. C. McMullen, *Flowering Plants of the Galápagos* (Cornell University Press, Ithaca, New York, U.S.A., 1999).
7. R. Valencia, N. Pitman, S. León-Yáñez, P. Jørgensen, *Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador 2000* (Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador, 2000).
8. V. Coronel, thesis, Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador (2002).
9. E. Hunter, J. Gibbs, L. Cayot, W. Tapia, Equivalency of Galápagos giant tortoises used as ecological replacement species to restore ecosystem functions. *Conserv. Biol.* **27**, 701–709 (2013).
10. Dirección del Parque Nacional Galápagos, “Plan de Manejo de las Áreas Protegidas de Galápagos para el Buen Vivir” (Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador, 2014).
11. J. Gibbs, E. Hunter, K. Shoemaker, W. Tapia, L. Cayot, Demographic outcomes and ecosystem implications of giant tortoise reintroduction to Española Island, Galápagos. *PLoS ONE*. **9**, e110742 (2014).
12. W. Tapia, J. Málaga, J. Gibbs, Giant tortoises hatch on Galápagos island. *Nature*. **517**, 271 (2015).
13. J. Gibbs, C. Marquez, E. Sterling, The role of endangered species reintroduction in ecosystem restoration: tortoise–cactus interactions on Española Island, Galápagos. *Restor. Ecol.* **16**, 88–93 (2008).
14. R. Heleno *et al.*, Frugivory and seed dispersal in the Galápagos: what is the state of the art? *Integr. Zool.* **6**, 110–128 (2011).
15. C. Márquez *et al.*, ¿Por qué tan pocas *Opuntia* en la Isla Española-Galápagos? *Ecol. Apl.* **2**, 21–29 (2003).
16. W. Tapia, “Reporte Técnico del Monitoreo de Parcelas Permanentes para la Evaluación de la Interacción entre Tortugas, Cactus y Vegetación Leñosa en las Islas Española y Santa Fé” (Informe técnico, Galápagos Conservancy, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador, 2016).
17. W. Tapia *et al.*, in *Informe Galápagos 2015-2016* (DPNG, CGREG, FCD y GC, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador, 2017), pp. 175–183.

18. P. Helsen, P. Verdyck, S. Van Dongen, The influence of historical gene flow, bathymetry and distribution patterns on the population genetics of morphologically diverse Galápagos' *Opuntia echios*. *J. Mol. Evol.* **72**, 315–325 (2011).

19. P. Jaramillo, A. Guézou, A. Mauchamp, A. Tye, *Fundación Charles Darwin Lista de especies de plantas con flores de Galápagos. Charles Darwin Found. Galápagos Species Checkl. - Lista Especies Galápagos Fund. Charles Darwin* (2016), (disponible en http://darwinfoundation.org/datazone/checklists/media/lists/download/2016Sep30_Jaramillo-Diaz_et_al_Galapagos_Magnoliophyta_Checklist.pdf).

20. R. Atkinson, P. Jaramillo, W. Simbaña, A. Guézou, V. Coronel, in *Informe Galápagos 2007-2008*, L. Cayot, V. Toral, Eds. (FCD, PNG e INGALA, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador, 2008), pp. 97–102.

Manglares

Mangle rojo

(*Rhizophora mangle*) (p. 63)

1. M. Ball, S. Pidsley, Growth responses to salinity in relation to distribution of two mangrove species, *Sonneratia alba* and *S. lanceolata*, in Northern Australia. *Funct. Ecol.* **9**, 77–85 (1995).
2. P. Hogarth, *The Biology of Mangroves and Seagrasses* (Oxford University Press, Oxford, United Kingdom, 2007).
3. I. Wiggins, D. Porter, E. Anderson, *Flora of the Galápagos Islands* (Stanford University Press, Stanford, California, U.S.A., 1971).
4. G. Nabhan, “A characterization of Galápagos mangrove communities with a preliminary consideration of their ecological succession in relation to coastal geomorphological evolution” (Galápagos Expedition 104, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador, 1973).
5. S. Wium-Andersen, O. Hamann, Manglares de las Islas Galápagos. *Inst. Geográfico Mil. Rev. Geográfica*. **23**, 101–122 (1986).
6. United Nations Environment Programme - World Conservation Monitoring Centre, *In the Front Line: Shoreline Protection and Other Ecosystem Services from Mangroves and Coral Reefs* (Cambridge, United Kingdom, 2006).
7. D. C. Donato *et al.*, Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics. *Nat. Geosci.* **4**, 293–297 (2011).
8. D. Alongi, Mangrove forests: resilience, protection from tsunamis, and responses to global climate change. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* **76**, 1–13 (2008).
9. Y. Llerena, in *Informe Galápagos 2009-2010* (FCD, PNG y CGREG, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador, 2010), pp. 57–63.
10. Y. Llerena, C. Peñaherrera, E. Espinoza, in *Proceedings of the III Colombian Workshop on Condrichthyans* (Santa Marta, Colombia, 2012).
11. M. Jaenig, thesis, University of Bremen, Germany (2010).

12. B. Fessl *et al.*, How to save the rarest Darwin's finch from extinction: the mangrove finch on Isabela Island. *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.* **365**, 1019–1030 (2010).

Galvezia

(*Galvezia leucantha*) (p. 65)

1. P. Jaramillo, A. Guézou, A. Mauchamp, A. Tye, Fundación Charles Darwin Lista de especies de plantas con flores de Galápagos. *Charles Darwin Found. Galapagos Species Checkl. - Lista Especies Galápagos Fund. Charles Darwin* (2016), (disponible en http://darwinfoundation.org/datazone/checklists/media/lists/download/2016Sep30_Jaramillo-Diaz_et_al_Galapagos_Magnoliophyta_Checklist.pdf).

2. A. Tye, H. Jäger, *Galvezia leucantha* subsp. *porphyrantha* (Scrophulariaceae); a new Shrub Snapdragon endemic to Santiago Island, Galápagos, Ecuador. *Novon.* **10**, 164–168 (2000).

3. I. Wiggins, D. Porter, *Flora of the Galápagos Islands* (Stanford University Press, Stanford, California, U.S.A., 1971).

4. B. Guzmán *et al.*, Evolutionary history of the endangered shrub snapdragon (*Galvezia leucantha*) of the Galápagos Islands. *Divers. Distrib.*, 1–14 (1989).

5. W. Elisens, Genetic divergence in *Galvezia* (Scrophulariaceae): Evolutionary and biogeographic relationships among South American and Galápagos species. *Am. J. Bot.* **79**, 198–206 (1992).

Líquenes

Liquen con clavos espinosas del gladiador (*Acantholichen galapagoensis*) (p. 69)

1. M. Dal-Forno *et al.*, From one to six: Unrecognized species diversity in the genus *Acantholichen* (lichenized Basidiomycota: Hygrophoraceae). *Mycologia.* **108**, 38–55 (2015).

2. International Union for the Conservation of Nature, Proposal to assess *Acantholichen galapagoensis* Dal-Forno, Bungartz & Lücking. *The Global Fungal Red-List Initiative* (2016), (disponible en http://iucn.ekoo.se/iucn/species_view/1000150/).

3. P. Jørgensen, *Acantholichen pannarioides*, a new basidiolichen from South America. *The Bryologist.* **101**, 444–447 (1998).

4. J. Lawrey *et al.*, High concentration of basidiolichens in a single family of agaricoid mushrooms (Basidiomycota: Agaricales: Hygrophoraceae). *Mycological Research.* **113**, 114–117 (2009).

5. R. Lücking *et al.*, Do lichens domesticate photobionts like farmers domesticate crops? Evidence from a previously unrecognized lineage of filamentous cyanobacteria. *American Journal of Botany.* **96**, 1409–1418 (2009).

Corales

Coral pétreo lobata (*Porites lobata*) (p. 73)

1. P. Glynn, G. Wellington, *Corals and Coral Reefs of the Galápagos Islands* (University of California Press., Berkeley, 1983).

2. P. Glynn, J. Ault, A biogeographic analysis and review of the far eastern Pacific coral reef region. *Coral Reefs.* **19**, 1–23 (2000).

3. C. Hickman, Jr., *A Field Guide to Corals and Other Radiates of Galápagos* (Sugar Spring Press, Lexington, Virginia, USA, 2008).

4. P. Martí-Puig *et al.*, Extreme phenotypic polymorphism in the coral genus *Pocillopora*; micro-morphology corresponds to mitochondrial groups, while colony morphology does not. *Bull. Mar. Sci.* **90**, 211–231 (2014).

5. Z. Forsman, G. Wellington, G. Fox, R. Toonen, Clues to unraveling the coral species problem: distinguishing species from geographic variation in *Porites* across the Pacific with molecular markers and microskeletal traits. *PeerJ.* **3**, e751 (2015).

6. D. Paz-García, M. Hellberg, F. García-de-León, E. Balart, Switch between morphospecies of *Pocillopora* corals. *Am. Nat.* **186**, 434–440 (2015).

7. G. Edgar *et al.*, Conservation of threatened species in the Galápagos Marine Reserve through identification and protection of marine key biodiversity areas. *Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.* **18**, 955–968 (2008).

8. C. Hickman, A. Chiriboga, G. Edgar, H. Guzmán, S. Banks, *Tubastraea floreana*. *IUCN Red List Threat. Species* (2007), (disponible en <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2007.RLTS.T63580A12683651.en>).

9. C. Hickman, G. Edgar, A. Chiriboga, *Rhizopsammia wellingtoni*. *IUCN Red List Threat. Species* (2007), (disponible en <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2007.RLTS.T63579A12683468.en>).

10. P. Glynn *et al.*, Reef coral reproduction in the Eastern Pacific: Costa Rica, Panamá, and Galápagos Islands (Ecuador). *Mar. Biol.* **109**, 355–368 (1991).

11. P. Glynn, State of coral reefs in the Galápagos Islands: natural vs anthropogenic impacts. *Mar. Pollut. Bull.* **29**, 131–140 (1994).

12. P. Glynn *et al.*, Reef coral reproduction in the eastern Pacific: Costa Rica, Panamá, and Galápagos Islands (Ecuador). VI. Agariciidae, *Pavona clavus*. *Mar. Biol.* **158**, 1601 (2011).

13. P. Glynn *et al.*, Reef coral reproduction in the eastern Pacific: Costa Rica, Panamá, and Galápagos Islands (Ecuador). VII. Siderastreidae, *Psammocora stellata* and *Psammocora profundacella*. *Mar. Biol.* **159**, 1917–1932 (2012).

14. O. Hoegh-Guldberg *et al.*, Coral reefs under rapid climate change and ocean acidification. *Science.* **318**, 1737–1742 (2007).

15. P. Glynn, L. D'Croz, Experimental evidence for high temperature stress as the cause of El Niño-coincident coral mortality. *Coral Reefs.* **8**, 181–191 (1990).

16. D. Manzello, C. Eakin, P. Glynn, in *Coral Reefs of the Eastern Tropical Pacific* (Springer, Netherlands, 2017), pp. 517–533.

17. P. Glynn, B. Riegl, S. Purkis, J. Kerr, T. Smith, Coral reef recovery in the Galápagos Islands: The northern-most islands (Darwin and Wenman). *Coral Reefs*. **34**, 421–436 (2015).

18. H. Guzmán, J. Cortés, R. Richmond, P. Glynn, Efectos del fenómeno de “El Niño Oscilación Sureña” 1982/83 en los arrecifes coralinos de la Isla del Caño, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* **35**, 325–332 (1987).

19. H. Guzmán, J. Cortés, Cocos Island (Pacific of Costa Rica) coral reefs after the 1982–83 El Niño disturbance. *Rev. Biol. Trop.* **40**, 309–324 (1992).

20. P. Glynn, El-Niño Southern Oscillation 1982–1983 - Nearshore population, community, and ecosystem responses. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* **19**, U309 (1988).

21. P. Glynn, B. Riegl, A. Correa, I. Baums, Rapid recovery of a coral reef at Darwin Island, Galápagos Islands. *Galápagos Res.* **66**, 6–13 (2009).

22. M. Vera-Zambrano, S. Banks, Health status of the coralline communities of the northern Islands; Darwin, Wolf and Marchena of the Galápagos Archipelago. *Galápagos Res.* **66**, 65–74 (2009).

23. S. Banks *et al.*, *Manual de Monitoreo Submareal* (Conservación Internacional Ecuador y Fundación Charles Darwin, Quito, Ecuador, 2016).

24. H. Guzmán, J. Cortés, Arrecifes coralinos del Pacífico oriental tropical: revisión y perspectivas. *Rev. Biol. Trop.* **41**, 535–557 (1993).

25. P. Glynn *et al.*, Reef coral reproduction in the eastern Pacific: Costa Rica, Panamá, and Galápagos Islands (Ecuador). II. Poritidae. *Mar. Biol.* **118**, 191–208 (1994).

26. J. Cortés, H. Guzmán, Organismos de los arrecifes coralinos de Costa Rica: Descripción, distribución geográfica e historia natural de los corales zooxantelados (Anthozoa: Scleractinia) del Pacífico. *Rev. Biol. Trop.* **46**, 55–92 (1998).

27. J. Cortés, C. Jiménez, in *Latin American Coral Reefs*, J. Cortés, Ed. (Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, 2003), pp. 361–385.

28. H. Guzmán, D. Robertson, Population and feeding responses of the corallivorous pufferfish *Arothron meleagris* to coral mortality in the Eastern Pacific. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **55**, 121–131 (1989).

29. Z. Forsman *et al.*, Coral hybridization or phenotypic variation? Genomic data reveal gene flow between *Porites lobata* and *P. compressa*. *Mol. Phylogenet. Evol.* **111**, 132–148 (2017).

30. P. Glynn, in *Latin American Coral Reefs*, J. Cortés, Ed. (Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, 2003), pp. 449–472.

Caracoles Naesiotus

Caracol Nux (*Naesiotus nux*) (p. 77)

1. A. Kraemer, C. Parent, Naesiotus – various species - Assessment of 62 *Naesiotus* land snail species of Galápagos. *IUCN Red List Threat. Species* (In review).

2. G. Coppo, S. Wells, Threatened Galápagos snails. *Oryx*. **21**, 236–241 (1987).

3. B. Keitt, Rid of Rats. *Galápagos Matters*. Spring/Summer, 8–10 (2013).

4. C. Hall, S. Rhind, M. Wilson, The potential for use of gastropod molluscs as bioindicators of endocrine disrupting compounds in the terrestrial environment. *J. Environ. Monit.* **11**, 491–497 (2009).

Abeja carpintera de Galápagos (*Xylocopa darwini*) (p. 79)

1. C. Causton *et al.*, Alien insects: Threats and implications for conservation of Galápagos Islands. *Ann. Entomol. Soc. Am.* **99**, 121–143 (2006).

2. V. Gonzalez, J. Koch, T. Griswold, *Anthidium vigintiduopunctatum* Friese (Hymenoptera: Megachilidae): the elusive “dwarf bee” of the Galápagos Archipelago? *Biological Invasions*. **12**, 2381–2383 (2010).

3. C. Rasmussen, *Megachile timberlakei* Cockerell (Hymenoptera: Megachilidae): Yet another adventive bee species to the Galápagos Archipelago. *Pan-Pac. Entomol.* **88**, 98–102 (2012).

4. E. Linsley, C. Rick, S. Stephens, Observations on the floral relationships of the Galápagos carpenter bee (Hymenoptera: Apidae). *Pan-Pac. Entomol.* **42**, 1–18 (1966).

5. A. Traveset *et al.*, Invaders of pollination networks in the Galápagos Islands: emergence of novel communities. *Proc. R. Soc. Lond. B Biol. Sci.* **280**, 20123040 (2013).

6. P. Vargas, B. Rumeu, R. Heleno, A. Traveset, M. Nogales, Historical isolation of the Galápagos carpenter bee (*Xylocopa darwini*) despite strong flight capability and ecological amplitude. *PLoS ONE*. **10**, e0120597 (2015).

7. B. Guzmán *et al.*, Evolutionary history of the endangered shrub snapdragon (*Galvezia leucantha*) of the Galápagos Islands. *Divers. Distrib.* (2016).

8. S. Chamorro, R. Heleno, J. Olesen, C. McMullen, A. Traveset, Pollination patterns and plant breeding systems in the Galápagos: a review. *Ann. Bot.* **110**, 1489–1501 (2012).

Hormigas endémicas

Hormiga carpintera de Galápagos (*Camponotus macilentus*) (p. 83)

1. D. Sanders, F. van Veen, Ecosystem engineering and predation: the multi-trophic impact of two ant species. *J. Anim. Ecol.* **80**, 569–576 (2011).

2. P. Folgarait, Ant biodiversity and its relationship to ecosystem functioning: a review. *Biodivers. Conserv.* **7**, 1221–1244 (1998).

3. W. Mackay, Revision of the New World Ants of the genus *Camponotus* (2017), (disponible en <http://www.utep.edu/leb/ants/Camponotus.htm>).

4. Y. Lubin, An ant-eating crab spider from the Galápagos. *Not. Galápagos*. **37**, 18–19 (1983).
5. R. Meier, in *Exotic Ants: Biology, Impact and Control of Introduced Species*, D. Williams, Ed. (Westview Press, Boulder, Colorado, U.S., 1984).
6. R. Boada, Insects associated with endangered plants in the Galápagos Islands, Ecuador. *Entomotropica*. **20**, 77–88 (2005).
7. C. McMullen, Nocturnal and diurnal pollination of *Clerodendrum molle* (Verbenaceae) in the Galápagos Islands. *Plant Syst. Evol.* **292**, 15–23 (2011).
8. C. McMullen, Pollination of the heterostylous Galápagos native, *Cordia lutea* (Boraginaceae). *Plant Syst. Evol.* **298**, 569–579 (2012).
9. L. Hansen, J. Klotz, *Carpenter Ants of the United States and Canada* (Cornell University Press, Ithaca, New York, U.S.A., 2005).
10. H. Herrera, J. Longino, W. Dekoninck, New records of nine ant species (Hymenoptera: Formicidae) for the Galápagos Islands. *Pan-Pac. Entomol.* **90**, 72–81.

Langostas espinosas

Langosta roja (*Panulirus penicillatus*) (p. 87)

1. L. Holthuis, FAO Species Catalogue. Vol. 13. Marine Lobsters of the World. An annotated and illustrated catalogue of species of interest to fisheries known to date. *FAO Fish. Synop.* **125**, 292 (1991).
2. Dirección del Parque Nacional Galápagos, “Evaluación de la pesquería de langosta espinosa (*Panulirus penicillatus* y *Panulirus gracilis*) en la Reserva Marina de Galápagos, temporada 2013.” (Informe técnico, 2014), pp. 24.
3. Dirección del Parque Nacional Galápagos, “Evaluación Integral de la pesquería de langosta espinosa (*Panulirus penicillatus* y *Panulirus gracilis*) 2014 en la Reserva Marina de Galápagos” (Informe técnico, 2015), pp. 52.
4. Dirección del Parque Nacional Galápagos, “Evaluación Integral de la pesquería de langosta espinosa (*Panulirus penicillatus* y *Panulirus gracilis*) 2015 en la Reserva Marina de Galápagos” (Informe técnico, 2016), pp. 41.
5. J. Ramírez, H. Reyes, A. Schuhbauer, in *Informe Galápagos 2011-2012* (DPNG, CGREG, FCD y GC, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador, 2013), pp. 150–156.
6. C. Martínez, thesis, Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador (2000).
7. J. Booth, B. Phillips, Early life history of spiny lobster. *Crustaceana*. **66**, 271–294 (1994).
8. R. Báez, Larvas phyllosomas y puerulus de la langosta verde *Panulirus gracilis* Streets 1981, procedentes de la expedición Costa Rica, 1973 (Crustacea: Decapoda: Palinuridae). *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.* **19**, 79–111 (1983).

9. M. Toral, E. Espinoza, A. Hearn, C. Martínez, in *Reserva Marina de Galápagos. Línea Base de la Biodiversidad*, E. Danulat, G. Edgar, Eds. (Fundación Charles Darwin/Servicio Parque Nacional Galápagos, Santa Cruz, Galápagos, Ecuador, 2002), pp. 199–221.

Erizo lapicero (*Eucidaris galapagensis*) (p. 89)

1. P. Glynn, G. Wellington, C. Birkeland, Coral reef growth in the Galápagos: limitation by sea urchins. *Science*. **203**, 47–49 (1979).
2. M. Brandt, J. Witman, A. Chiriboga, Influence of a dominant consumer species reverses at increased diversity. *Ecology*. **93**, 868–878 (2012).
3. P. Glynn, B. Riegl, S. Purkis, J. Kerr, T. Smith, Coral reef recovery in the Galápagos Islands: The northern-most islands (Darwin and Wenman). *Coral Reefs*. **34**, 421–436 (2015).
4. A. Altieri, J. Witman, Modular mobile foundation species as reservoirs of biodiversity. *Ecosphere*. **5**, 1–11 (2014).
5. C. Martínez, thesis, Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador (2000).
6. J. Sonnenholzner, K. Lafferty, L. Ladah, Food webs and fishing affect parasitism of the sea urchin *Eucidaris galapagensis* in the Galápagos. *Ecology*. **92**, 2276–2284 (2011).
7. J. Sonnenholzner, L. Ladah, K. Lafferty, Cascading effects of fishing on Galápagos rocky reef communities: reanalysis using corrected data. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **375**, 209–218 (2009).
8. G. Edgar *et al.*, Variation in reef fish and invertebrate communities with level of protection from fishing across the Eastern Pacific seascape. *Glob. Ecol. Biogeogr.* **20**, 730–743 (2011).
9. J. Witman, F. Smith, M. Novak, Experimental demonstration of a trophic cascade in the Galápagos rocky subtidal: effects of consumer identity and behavior. *PLoS ONE*. **12**, e0175705 (2017).
10. L. Dee, J. Witman, M. Brandt, Refugia and top-down control of the pencil urchin *Eucidaris galapagensis* in the Galápagos Marine Reserve. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **416–417**, 135–143 (2012).

Pepino de mar (*Isostichopus fuscus*) (p. 91)

1. W. Purcell, Y. Samyn, C. Conand, *Commercially Important Sea Cucumbers of the World* (FAO, Rome, 2012).
2. Dirección del Parque Nacional Galápagos, “Plan de Manejo de las Áreas Protegidas de Galápagos para el Buen Vivir” (Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador, 2014).
3. A. Mercier *et al.*, *Isostichopus fuscus*. IUCN Red List Threat. Species (2013), (disponible en <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2013-1.RLTS.T180373A1621878.en>).
4. J. Murillo, P. Martínez, M. Toral, A. Hearn, in *Reserva Marina de Galápagos. Línea Base de la Biodiversidad*, E. Danulat, G. Edgar, Eds.

(Fundación Charles Darwin/Servicio Parque Nacional Galápagos, Santa Cruz, Galápagos, Ecuador), pp. 199–221.

5. G. Bakus, in *Biology and Geology of Coral Reefs*, O. Jones, R. Edeans, Eds. (VII Academic Press, New York, 1973), pp. 326–367.

6. R. Richmond, P. Martínez, “Sea cucumber fisheries in the Galápagos Islands. Biological Aspects, Impacts and Concerns” (Informe UICN, Quito, Ecuador, 1993), p. 16.

Tiburón ballena (*Rhincodon typus*) (p. 93)

1. D. Rowat, K. Brooks, A review of the biology, fisheries and conservation of the whale shark *Rhincodon typus*. *J. Fish Biol.* **80**, 1019–1056 (2012).

2. S. Pierce, B. Norman, *Rhincodon typus*. *IUCN Red List Threat. Species* (2016), (disponible en <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T19488A2365291.en>).

3. J. Lynham, C. Costello, S. Gaines, E. Sala, “Economic valuation of marine and shark-based tourisms in the Galápagos Islands” (National Geographic Pristine Seas, 2015), p. 46.

4. D. Acuña-Marrero *et al.*, Whale shark (*Rhincodon typus*) seasonal presence, residence time and habitat use at Darwin Island, Galápagos Marine Reserve. *PLoS ONE*. **9**, e115946 (2014).

5. A. Hearn *et al.*, Adult female whale sharks make long-distance movements past Darwin Island (Galápagos, Ecuador) in the Eastern Tropical Pacific. *Mar. Biol.* **163**, 214 (2016).

Tiburón tigre (*Galeocerdo cuvier*) (p. 95)

1. C. Simpendorfer, *Galeocerdo cuvier*. *IUCN Red List Threat. Species* (2009), (disponible en <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2009-2.RLTS.T39378A10220026.en>).

2. C. Meyer *et al.*, Growth and maximum size of tiger sharks (*Galeocerdo cuvier*) in Hawaii. *PLoS ONE*. **9**, e84799 (2014).

3. J. Randall, Review of the biology of the tiger shark (*Galeocerdo cuvier*). *Aust. J. Mar. Freshw. Res.* **43**, 21–31 (1992).

4. D. Acuña-Marrero *et al.*, Whale shark (*Rhincodon typus*) seasonal presence, residence time and habitat use at Darwin Island, Galápagos Marine Reserve. *PLoS ONE*. **9**, e115946 (2014).

5. M. Dicken, S. Hosking, Socio-economic aspects of the tiger shark-diving industry within the Aliwal Shoal Marine Protected Area, South Africa. *Afr. J. Mar. Sci.* **31**, 227–232 (2009).

Tiburón martillo (*Sphyrna lewini*) (p. 97)

1. J. Baum *et al.*, *Sphyrna lewini*. *IUCN Red List Threat. Species* (2007), (disponible en <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2007.RLTS.T39385A10190088.en>).

2. J. Lynham, C. Costello, S. Gaines, E. Sala, “Economic valuation of marine and shark-based tourisms in the Galápagos Islands” (National Geographic Pristine Seas, 2015), p. 46.

3. R. Myers, J. Baum, T. Shepherd, S. Powers, C. Peterson, Cascading effects of the loss of apex predatory sharks from a coastal ocean. *Science*, 1846–1850 (2007).

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

6. J. Ketchum *et al.*, Inter-island movements of scalloped hammerhead sharks (*Sphyrna lewini*) and seasonal connectivity in a marine protected area of the eastern tropical Pacific. *Mar. Biol.* **161**, 939–951 (2014).

Manta oceánica gigante (*Manta birostris*) (p. 99)

1. J. Stewart *et al.*, Spatial ecology and conservation of *Manta birostris* in the Indo-Pacific. *Biol. Conserv.* **200**, 178–183 (2016).

2. A. Marshall *et al.*, *Manta birostris*. *IUCN Red List Threat. Species* (2011), (disponible en <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2011-2.RLTS.T198921A9108067.en>).

3. M. O'Malley, K. Lee-Brooks, H. Medd, The global economic impact of manta ray watching tourism. *PLoS ONE*. **8**, e65051 (2013).

4. K. Burgess *et al.*, *Manta birostris*, predator of the deep? Insight into the diet of the giant manta ray through stable isotope analysis. *R. Soc. Open Sci.* **3**, 160716 (2016).

5. Hearn, A.R., Acuña, D., Ketchum, J.T., Peñaherrera, C., Green, J., Marshall, A., Guerrero, M., Shillinger, G., 2014. Elasmobranchs of the Galapagos Marine Reserve, in: Denkinger, J., Vinuela, L. (Eds.), The Galapagos Marine Reserve. Springer International Publishing, Cham, pp. 23–59.

Bacalao (*Mycteroperca olfax*) (p. 101)

1. G. Edgar, S. Banks, J. Fariña, M. Calvopiña, C. Martínez, Regional biogeography of shallow reef fish and macro-invertebrate communities in the Galápagos archipelago. *J. Biogeogr.* **31**, 1107–1124 (2004).

2. G. Reck, thesis, Christian-Albrechts-Universität, Kiel, Germany (1983).

3. L. Schiller, J. Alava, J. Grove, G. Reck, D. Pauly, The demise of Darwin's fishes: evidence of fishing down and illegal shark finning in the Galápagos Islands: **25**, 431–446 (2015).

4. A. Bertoncini *et al.*, *Mycteroperca olfax*. *IUCN Red List Threat. Species* (2015), (disponible en <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-3.RLTS.T14051A79474097.en>).

5. P. Usseglio *et al.*, So long and thanks for all the fish: Overexploitation of the regionally endemic Galápagos Grouper *Mycteroperca olfax* (Jenyns, 1840). *PLoS ONE*. **11**, e0165167 (2016).

6. F. Nicolaidis, J. Murillo, M. Toral, G. Reck, in *Línea Base de La Biodiversidad, Reserva Marina de Galápagos* (2002), pp. 146–165.

7. T. Okey, A trophic model of a Galápagos subtidal rocky reef for evaluating fisheries and conservation strategies. *Ecol. Model.* **172**, 383–401 (2004).

8. S. Coello, A. Grimm, The reproductive biology of *Mycteroperca olfax* (Jenyns) (Pisces: Serranidae): Protogyny and breeding season. *Rev. Cienc. Mar Limnol.* **3**, 115–128 (1993).

9. P. Usseglio *et al.*, Improved estimates of age, growth and reproduction for the regionally endemic Galápagos sailfin grouper *Mycteroperca olfax* (Jenyns, 1840). *PeerJ.* **3**, e1270 (2015).

10. P. Salinas-de-León, E. Rastoin, D. Acuña-Marrero, First record of a spawning aggregation for the tropical eastern Pacific endemic grouper *Mycteroperca olfax* in the Galápagos Marine Reserve. *J. Fish Biol.* **87**, 179–186 (2015).

11. D. Ruiz, S. Banks, M. Wolff, Elucidating fishing effects in a large-predator dominated system: The case of Darwin and Wolf Islands (Galápagos). *J. Sea Res.* **107**, 1–11 (2016).

12. G. Edgar *et al.*, El Niño, grazers and fisheries interact to greatly elevate extinction risk for Galápagos marine species. *Glob. Change Biol.* **16**, 2876–2890 (2010).

Iguanas marinas

Iguana marina godzilla (*Amblyrhynchus cristatus godzilla*) (p. 105)

1. K. Trillmich, F. Trillmich, Foraging strategies of the marine iguana, *Amblyrhynchus cristatus*. *Behavioral Ecol. Sociobiol.* **18**, 259–266 (1986).

2. K. Nelson, H. Snell, M. Wikelski, *Amblyrhynchus cristatus*. *IUCN Red List Threat. Species* (2004), (disponible en <http://www.iucnredlist.org>).

3. A. Miralles *et al.*, Shedding light on the Imps of Darkness: An integrative taxonomic revision of the Galápagos marine iguanas (genus *Amblyrhynchus*). *Zool. J. Linn. Soc.* **181**, 678–710 (2017).

4. S. Steinfartz *et al.*, Genetic impact of a severe El Niño event on Galápagos marine iguanas (*Amblyrhynchus cristatus*). *PLoS ONE.* **2**, e1285.

5. M. Wikelski, Evolution of body size in Galápagos marine iguanas. *Proc. R. Soc. Lond. B Biol. Sci.* **272**, 1985–1993 (2005).

6. M. Wikelski, V. Carrillo, F. Trillmich, Energy limits to body size in a grazing reptile, the Galápagos marine iguana. *Ecology.* **78**, 2204–2217 (1997).

7. M. Wikelski, V. Wong, B. Chevalier, N. Rattenborg, H. Snell, Marine iguanas die from trace oil pollution. *Nature.* **417**, 607–608 (2002).

8. L. Loughheed, G. Edgar, H. Snell, “Biological impacts of the *Jessica* oil spill on the Galápagos environment,” *Technical report to Charles Darwin Foundation* (Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador, 2002).

9. Merck & Company, Inc., *El Manual Merck de Veterinaria* (Océano Grupo Editorial, Barcelona, España, 5th Edición en español., 2000).

10. L. Cayot, K. Rassmann, F. Trillmich, Are marine iguanas endangered on islands with introduced predators? *Not. Galápagos.* **53**, 13–15 (1994).

Iguana rosada (*Conolophus marthae*) (p. 107)

1. G. Gentile, en *Galápagos Cincuenta Años de Ciencia y Conservación*, T. De Roy, Ed. (Parque Nacional Galápagos, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador, 2009).

2. G. Gentile *et al.*, An overlooked pink species of land iguana in the Galápagos. *Proc. Natl. Acad. Sci.* **106**, 507–511 (2009).

3. C. Márquez *et al.*, Estado poblacional de las iguanas terrestres de (*Conolophus subcristatus*, *C. pallidus* y *C. marthae*: Squamata, Iguanidae), Islas Galápagos. *Bol. Téc.* **9**, 19–37 (2019).

4. L. Rivas, A Reinterpretation of the concepts “Sympatric” and “Allopatric” with proposal of the additional terms “Syntopic” and “Allotopic.” *Syst. Biol.* **13**, 42–43 (1964).

5. P. Jaramillo, in *IUCN Species Survival Commission Specialist Group Meeting* (International Union for the Conservation of Nature, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador, 2014).

6. G. Gentile, C. Márquez, H. L. Snell, W. Tapia, A. Izurieta, in *Problematic Wildlife: A Cross-Disciplinary Approach*, F. Angelici, Ed. (Springer International Publishing, Switzerland, 2016), p. 603.

7. A. Fabiani *et al.*, Conservation of Galapagos land iguanas: genetic monitoring and predictions of a longterm program on the island of Santa Cruz. *Anim. Conserv.* **14**, 419–429 (2011).

8. I. Eibl-Eibesfeldt, in *Key Environments Galapagos* (Pergamon Press, Oxford, United Kingdom, 1984), pp. 157–173.

9. G. Gentile, H. Snell, *Conolophus marthae* sp. nov. (Squamata, Iguanidae), a new species of land iguana from the Galapagos archipelago. *Zootaxa.* **2201**, 1–10 (2009).

10. W. Tapia, D. Rueda, L. Cayot, J. Gibbs, “Plan para la reintroducción de las tortugas gigantes a la isla Santa Fe como estrategia para su restauración ecológica” (Informe técnico, Galapagos Conservancy y Dirección del Parque Nacional Galápagos, 2015).

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

12. D. Werner, The Galapagos Land Iguanas (*Conolophus*): Natural history and conservation surveys. *Natl. Geogr. Soc. Res. Rep.* **17**, 81–94 (1984).

Iguana terrestre de Santa Fe (*Conolophus pallidus*) (p. 109)

1. W. Tapia, D. Rueda, L. Cayot, J. Gibbs, “Plan para la reintroducción de las tortugas gigantes a la isla Santa Fé como estrategia para su restauración ecológica” (Informe técnico, Galápagos Conservancy y Dirección del Parque Nacional Galápagos, 2015).

2. K. Christian, W. Porter, C. Tracy, Core areas within the home ranges of Galapagos Land Iguanas (*Conolophus pallidus*). *J. Herpetol.* **20**, 272–276 (1986).

3. C. Márquez *et al.*, Estado poblacional de las iguanas terrestres de (*Conolophus subcristatus*, *C. pallidus* y *C. marthae*: Squamata, Iguanidae), Islas Galápagos. *Bol. Téc.* **9**, 19–37 (2019).

4. A. Fabiani *et al.*, Conservation of Galapagos land iguanas: genetic monitoring and predictions of a longterm program on the island of Santa Cruz. *Anim. Conserv.* **14**, 419–429 (2011).

5. I. Eibl-Eibesfeldt, in *Key Environments Galapagos* (Pergamon Press, Oxford, United Kingdom, 1984), pp. 157–173.

6. K. Christian, “Los factores determinantes de la utilización del espacio y el tiempo de *Conolophus pallidus*” (Fundación Charles Darwin, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador, 1979).

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

8. D. Werner, The Galapagos Land Iguanas (*Conolophus*): Natural history and conservation surveys. *Natl. Geogr. Soc. Res. Rep.* **17**, 81–94 (1984).

9. A. Caccone *et al.*, Phylogeography and history of giant Galapagos tortoises. *Evolution.* **56**, 2052–2066 (2002).

10. W. Tapia *et al.*, in *Informe Galápagos 2015-2016* (GNPD, GCREG, FCD and GC, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador, 2017), pp. 175–183.

11. K. Christian, C. Tracy, An update on the status of Isla Santa Fe since the eradication of the Feral Goats. *Not. Galápagos.* **31**, 16–17.

Tortuga verde (*Chelonia mydas*) (p. 111)

1. P. Zárate, “Informe final de la actividad de anidación de la tortuga verde *Chelonia mydas*, durante la temporada 2007 – 2008” (Informe técnico, Fundación Charles Darwin, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador, 2009), p. 39.

2. National Marine Fisheries Service & U.S. Fish and Wildlife Service, “Recovery Plan for US Pacific Populations of the East Pacific Green Turtle (*Chelonia mydas*)” (National Marine Fisheries Service, Silver Spring, Maryland, U.S.A., 1998).

3. J. Seminoff, “Global Status Assessment: Green Turtle (*Chelonia mydas*)” (Marine Turtle Specialist Group, 2004), p. 71.

4. J. Seminoff *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).

5. P. Zárate, “Amenazas para las tortugas marinas que habitan el archipiélago de Galápagos” (Informe técnico, Fundación Charles Darwin, 2009), p. 50.

6. M. Parra, S. Deem, E. Espinoza, Green turtle mortality in the Galápagos Islands during the 2009-2010 nesting season. *Mar. Turt. Newsl.* **130** (2011).

7. C. Wabnitz *et al.*, Ecosystem structure and processes at Kaloko Honoko-hau, focusing on the role of herbivores, including the green sea turtle *Chelonia mydas*, in reef resilience. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **420**, 27–44 (2010).

8. S. Bouchard, K. Bjørndal, Sea turtles as biological transporters of nutrients and energy from marine to terrestrial ecosystems. *Ecology*, 2305–2313 (2000).

9. P. Zárate, J. Carrión, “Evaluación de las áreas de alimentación de las tortugas marinas en las Islas Galápagos: 2000 – 2006” (Informe técnico, Charles Darwin Foundation, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador, 2007), p. 47.

10. P. Pritchard, “Galápagos sea turtle study” (Progress report for WWF project number 790, Charles Darwin Foundation, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador, 1975), p. 23.

Tortugas terrestres gigantes de Galápagos (p. 113)

1. A. Caccone *et al.*, Phylogeography and history of giant Galapagos tortoises. *Evolution.* **56**, 2052–2066 (2002).

2. C. Ciofi *et al.*, in *Population Genetics for Animal Conservation* (Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, 2009), pp. 269–293.

3. N. Poulakakis, M. Russello, D. Geist, A. Caccone, Unravelling the peculiarities of island life, vicariance, dispersal and the diversification of the extinct and extant giant Galápagos tortoises. *Mol. Ecol.* **21**, 160–173 (2012).

4. N. Poulakakis *et al.*, Description of a new Galápagos Giant Tortoise species (*Chelonoidis*; Testudines: Testudinidae) from Cerro Fatal on Santa Cruz Island. *PLoS ONE.* **10**, e1038779 (2015).

5. C. Duméril, G. Bibron, A. Duméril, S. Baird, *Erpétologie générale, ou, Histoire naturelle complète des reptiles* (Librerie Roret, Paris, France, 1834).

6. J. Van Denburgh, “The Gigantic Land Tortoises of the Galápagos Archipelago” (Facsimile reproduction of 1914 publication), Society for the Study of Amphibians and Reptiles, Ithaca, New York, U.S.A., 1998), p. 377.

7. A. Gunther, Description of the living and extinct races of gigantic land tortoises. -- Parts I. & II. Introduction, and the tortoises of the Galapagos Islands. *Philos. Trans. R. Soc. Lond.* **165**, 33–45 (1875).

Tortuga gigante del este de Santa Cruz (*Chelonoidis donfaustoi*) (p. 115)

1. A. Caccone *et al.*, Phylogeography and history of giant Galápagos Galapagos tortoises. *Evolution.* **56**, 2052–2066 (2002).

2. J. Black, *Galápagos, Archipiélago del Ecuador* (World Wildlife Fund, Quito, Ecuador, 1973).

3. C. MacFarland, J. Villa, B. Toro, The Galapagos Giant Tortoises (*Geochelone elephantopus*): I. Status of the surviving populations. *Biol. Conserv.* **6**, 118–133 (1974).

4. P. Pritchard, *The Galapagos tortoises: nomenclatural and survival status* (Chelonian Research Foundation, Lunenburg, Massachusetts, U.S.A., 1996), *Chelonian Research Monographs*.

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

6. M. Torres, thesis, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito (2002).

7. D. Hicks, A. Mauchamp, Evolution and conservation biology of the Galapagos *Opuntias* (Cactaceae). *Haseltonia*, 89–102 (1996).

8. J. Gibbs, E. Sterling, J. Zabala, Giant tortoises as ecological engineers: A long-term quasi-experiment in the Galapagos Islands. *Biotropica*. **42**, 208–214 (2009).

9. S. Blake *et al.*, Vegetation dynamics drive segregation by body size in Galapagos tortoises migrating across altitudinal gradients. *J. Anim. Ecol.* **82**, 310–321 (2013).

10. W. Tapia *et al.*, in *Informe Galápagos 2015-2016* (DPNG, CGREG, FCD y GC, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador, 2017), pp. 175–183.

11. D. Snow, The giant tortoises of the Galapagos Islands: Their present status and future chances. *Oryx*. **7**, 277–290 (1964).

12. L. Cayot, W. Tapia, in *Galapagos: Preserving Darwin's Legacy*, T. De Roy, Ed. (Bloomsbury Natural History, London, United Kingdom, ed. 2nd, 2016), p. 240.

13. J. Van Denburgh, “The Gigantic Land Tortoises of the Galapagos Archipelago” (Facsimile reproduction of 1914 publication), Society for the Study of Amphibians and Reptiles, Ithaca, New York, U.S.A., 1998), p. 377.

14. J. Gibbs, C. Marquez, E. Sterling, The role of endangered species reintroduction in ecosystem restoration: tortoise–cactus interactions on Española Island, Galapagos. *Restor. Ecol.* **16**, 88–93 (2008).

15. G. Watkins, P. Oxford, *Galapagos: Both Sides of the Coin* (Imagine!, Watertown, Massachusetts, U.S.A., 2009).

Tortuga gigante de Pinzón (*Chelonoidis duncanensis*) (p. 117)

1. A. Gunther, Description of the living and extinct races of gigantic land tortoises. -- Parts I. & II. Introduction, and the tortoises of the Galapagos Islands. *Philos. Trans. R. Soc. Lond.* **165**, 33–45 (1875).

2. A. Rhodin *et al.*, in *Conservation Biology of Freshwater Turtles and Tortoises: A Compilation Project of the IUCN/SSC Tortoise and Freshwater Turtle Specialist Group*. (Chelonian Research Foundation, Lunenburg, Massachusetts, U.S.A., ed. 8, 2017), *Chelonian Research Monographs*, pp. 1–292.

3. C. MacFarland, J. Villa, B. Toro, The Galápagos Giant Tortoises (*Geochelone elephantopus*): I. Status of the surviving populations. *Biol. Conserv.* **6**, 118–133 (1974).

4. P. Pritchard, *The Galápagos Tortoises: Nomenclatural and Survival Status* (Chelonian Research Foundation, Lunenburg, Massachusetts, U.S.A., 1996), *Chelonian Research Monographs*.

5. D. Snow, The giant tortoises of the Galápagos Islands: Their present status and future chances. *Oryx*. **7**, 277–290 (1964).

6. C. Márquez *et al.*, Estado actual de las poblaciones de Tortugas Terrestres Gigantes (*Geochelone* spp., Chelonia Testudinae) en las Islas Galápagos. *Ecol. Apl.* **3**, 98–111 (2004).

7. A. Caccone *et al.*, Phylogeography and history of giant Galapagos tortoises. *Evolution*. **56**, 2052–2066 (2002).

8. C. Ciofi *et al.*, in *Population Genetics for Animal Conservation* (Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, 2009), pp. 269–293.

9. N. Poulakakis, M. Russello, D. Geist, A. Caccone, Unravelling the peculiarities of island life, vicariance, dispersal and the diversification of the extinct and extant giant Galápagos tortoises. *Mol. Ecol.* **21**, 160–173 (2012).

10. M. Torres, thesis, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito (2002).

11. D. Hicks, A. Mauchamp, Evolution and conservation biology of the Galápagos *Opuntia* (Cactaceae). *Haseltonia*. **4**, 89–101 (1996).

12. C. Márquez *et al.*, ¿Por qué tan pocas *Opuntia* en la Isla Española-Galápagos? *Ecol. Apl.* **2**, 21–29 (2003).

13. J. Gibbs, C. Marquez, E. Sterling, The role of endangered species reintroduction in ecosystem restoration: tortoise–cactus interactions on Española Island, Galápagos. *Restor. Ecol.* **16**, 88–93 (2008).

14. Y. Chiari *et al.*, Morphometrics parallel genetics in a newly discovered and endangered taxon of Galapagos tortoise. *PLoS ONE*. **4**, e6272 (2009).

Pingüino de Galápagos (*Spheniscus mendiculus*) (p. 119)

1. P. Boersma *et al.*, in *Penguins: Natural History and Conservation*, P. Garcia Borboroglu, P. Boersma, Eds. (University of Washington Press, Seattle, Washington, USA, 2013), pp. 285–302.

2. G. Jiménez-Uzcátegui, “Monitoreo del Pingüino de Galápagos y Cormorán No Volador 2016” (Informe técnico para la Fundación Charles Darwin y Parque Nacional Galápagos, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador, 2016), p. 22.

3. F. Vargas, S. Harrison, S. Rea, D. Macdonald, Biological effects of El Niño on the Galápagos penguin. *Biol. Conserv.* **127**, 107–114 (2006).

4. J. Merkel *et al.*, Microfilariae in Galápagos Penguins (*Spheniscus mendiculus*) and Flightless Cormorants (*Phalacrocorax harrisi*): genetics, morphology, and prevalence. *J. Parasitol.* **93**, 495–503 (2007).
5. I. Levin, D. Outlaw, F. Vargas, P. Parker, Plasmodium blood parasite found in endangered Galápagos penguins (*Spheniscus mendiculus*). *Biol. Conserv.* **142**, 3191–3195 (2009).
6. G. Jiménez-Uzcátegui *et al.*, Lead and cadmium levels in Galápagos Penguin, Flightless Cormorant and Waved Albatross. *Mar. Ornithol.* **45**, 159–163 (2017).
7. P. Boersma, Penguins as marine sentinels. *Bioscience.* **58**, 597–607 (2008).
8. F. Vargas *et al.*, Modelling the effect of El Niño on the persistence of small populations: The Galápagos penguin as a case study. *Biol. Conserv.* **137**, 138–148 (2007).
9. A. Steinfurth, F. Vargas, R. Wilson, D. Macdonald, M. Spindler, Space use by foraging Galápagos penguins during chick rearing. *Endanger. Species Res.* **4**, 105–112 (2008).
10. Fundación Charles Darwin, World Wildlife Federation, *Visión para la biodiversidad de las islas Galápagos*. (Fundación Charles Darwin, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador, 2002).
11. M. Harris, *The Collins Field Guide to the Birds of Galápagos* (Collins, Lexington, Kentucky, U.S.A., 1982).

Albatros de Galápagos (*Phoebastria irrorata*) (p. 121)

1. J. Awkerman, K. Huyvaert, J. Mangel, J. Alfaro-Shigueto, D. Anderson, Incidental and intentional catch threatens Galápagos waved albatross. *Biol. Conserv.* **33**, 483–489 (2006).
2. G. Jiménez-Uzcátegui, J. Mangel, J. Alfaro-Shigueto, D. Anderson, Fishery bycatch of the waved albatross *P. irrorata*, a need for implementation of agreements. *Galápagos Res.* **64**, 7–9 (2006).
3. D. Anderson *et al.*, Population status of the critically endangered waved albatross *P. irrorata*, 1999 to 2007. *Endanger. Species Res.* **5**, 185–192 (2008).
4. C. Rechten, Factors determining the laying date of the waved albatross (*Diomedea irrorata*). *Ibis.* **128**, 492–501 (1986).
5. D. Anderson, S. Fortner, Waved albatross egg neglect and associated mosquito ectoparasitism. *Condor.* **90**, 727–729 (1988).
6. G. Jiménez-Uzcátegui *et al.*, Lead and cadmium levels in Galápagos Penguin, Flightless Cormorant and Waved Albatross. *Mar. Ornithol.* **45**, 159–163 (2017).
7. L. Padilla, K. Huyvaert, J. Merkel, R. Miller, P. Parker, Hematology, plasma chemistry, serology, and *Chlamydomphila* status of free ranging adult waved albatrosses (*Phoebastria irrorata*) on Española, Galápagos Islands. *J. Zoo Wildl. Med.* **34**, 278–283 (2003).

8. G. Jiménez-Uzcátegui *et al.*, Gastrointestinal parasites in the Waved Albatross (*Phoebastria irrorata*) of Galápagos. *J. Wildl. Dis.* **51**, 784–786 (2015).
9. M. Harris, The biology of the waved Albatross *Diomedea irrorata* of Hood Island, Galápagos. *Ibis.* **115**, 483–510 (1973).
10. Fundación Charles Darwin, World Wildlife Federation, R. Smith, Ed., *Visión para la biodiversidad de las islas Galápagos*. (Fundación Charles Darwin, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador, 2002).
11. D. Wiedenfeld, G. Jiménez-Uzcátegui, Critical problems for bird conservation in the Galápagos Islands. *Cotinga.* **29**, 22–27 (2008).
12. Acuerdo para la conservación de Albatros y Petreles (ACAP), Evaluación de especies: Albatros de Galápagos *Phoebastria irrorata* (2009), (disponible en www.acap.aq).

Piquero de patas azules de Galápagos (*Sula nebouxii excisa*) (p. 123)

1. J. Nelson, *The Sulidae* (Oxford University Press, Oxford, United Kingdom, 1978).
2. D. Anchundia, K. Huyvaert, D. Anderson, Chronic lack of breeding by Galápagos blue-footed boobies and associated population decline. *Avian Conserv. Ecol.* **9** (2014).
3. R. Furness, K. Camphuysen, Seabirds as monitors of the marine environment. *ICES J. Mar. Sci.* **54**, 726–737 (1997).
4. D. Anderson, Differential responses of boobies and other seabirds in the Galápagos to the 1986-87 El Niño-Southern Oscillation event. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **52**, 209–216 (1989).
5. D. Anderson, R. Ricklefs, Brood size and food provisioning in masked and blue-footed boobies (*Sula* spp.). *Ecology.* **73**, 1363–1374 (1992).
6. C. Zavalaga, S. Benvenuti, L. Dall'Antonia, S. Emslie, Diving behavior of blue-footed boobies *Sula nebouxii* in northern Peru in relation to sex, body size and prey type. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **336**, 291–303.
7. F. Chavez, J. Ryan, S. Lluch-Cota, M. Ñiquen, From anchovies to sardines and back: multidecadal change in the Pacific Ocean. *Science.* **299**, 217–221 (2003).
8. J. Greve, H. Albers, B. Suto, J. Grimes, Pathology of gastrointestinal helminthiasis in the brown pelican (*Pelecanus occidentalis*). *Avian Dis.*, 482–487 (1986).
9. L. Lee-Cruz *et al.*, Prevalence of *Haemoproteus* sp. in Galápagos blue-footed boobies: effects on health and reproduction. *Parasitol. Open.* **2**, e1 (2016).
10. D. Anderson, R. Ricklefs, Radio-tracking masked and blue-footed boobies (*Sula* spp) in the Galapagos Archipelago. *National Geographic Research.* **3**, 152–153 (1987).

Paloma de Galápagos

(*Zenaida galapagoensis*) (p. 125)

1. D. Wiedenfeld, Aves, The Galápagos Islands, Ecuador. *Checklist*. **2**, 1–27 (2006).
2. D. Santiago-Alarcon, P. Parker, Sexual size dimorphism and morphological evidence supporting the recognition of two subspecies in the Galápagos dove. *The Condor*. **109**, 132–141 (2007).
3. M. Harris, The Galápagos avifauna. *The Condor*. **75**, 265–278 (1973).
4. M. Dvorak *et al.*, Conservation status of landbirds on Floreana: the smallest inhabited Galápagos Islands. *J. Field Ornithol.* **88**, 132–145 (2017).
5. H. Vargas, What is happening with the avifauna of San Cristóbal? *Not. Galápagos*. **57**, 23–24 (1996).
6. B. Fessl *et al.*, in *Informe Galápagos 2015-2016* (DPNG, CGREG, FCD y GC, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador, 2017), pp. 151–162.
7. P. Grant, K. Grant, Breeding and feeding ecology of the Galápagos dove. *The Condor*. **81**, 397–403 (1979).
8. A. Guerrero, A. Tye, Native and introduced birds of Galápagos as dispersers of native and introduced plants. *Omitol. Neotropical*. **22**, 207–217 (2011).
9. D. Santiago-Alarcon, S. Tanksley, P. Parker, Morphological variation and genetic structure of Galápagos dove (*Zenaida galapagoensis*) populations: issues in conservation for the Galápagos bird fauna. *Wilson J. Ornithol.*, 194–207 (2006).
10. L. Padilla, D. Santiago-Alarcon, J. Merkel, R. Miller, P. Parker, Survey for *Haemoproteus* spp., *Trichomonas gallinae*, *Chlamydomydia psittaci*, and *Salmonella* spp. in Galápagos Islands Columbiformes. *J. Zoo Wildl. Med.* **35**, 60–64 (2004).
11. L. Padilla, N. Whiteman, J. Merkel, K. Huyvaert, P. Parker, *Ornithol. Monogr.*, In press.
12. W. Harmon, W. Clark, A. Hawbecker, M. Stafford, *Trichomonas gallinae* in columbiform birds from the Galápagos Islands (Ecuador). *J. Wildl. Dis.* **23**, 492–494 (1987).
13. N. Whiteman, D. Santiago-Alarcon, K. Johnson, P. Parker, Differences in straggling rates between two genera of dove lice (Insecta: Phthiraptera) reinforce population genetic and cophylogenetic patterns. *Int. J. Parasitol.* **34**, 1113–1119 (2004).

Lechuzas

Lechuza de campo

(*Asio flammeus galapagoensis*) (p. 129)

1. C. Köning, F. Weick, *The Owls of the World* (Yale University Press, ed. 2nd, 2009).
2. M. Bruce, in *Handbook of the Birds of the World - Alive*, J. del Hoyo, A. Elliott, J. Sargatal, D. Christie, E. de Juana, Eds. (Lynx Editions, Barcelona, España, 2017).

3. J. Marks, R. Cannings, H. Mikkola, in *Handbook of the Birds of the World - Alive*, J. del Hoyo, A. Elliott, J. Sargatal, D. Christie, E. de Juana, Eds. (Lynx Editions, Barcelona, España, 2017).

4. R. deGroot, Origin, status and ecology of the owls in Galápagos. *Ardea*. **71**, 167–182 (1983).

5. T. de Vries, The Galápagos Hawk / *El Gavilán de Galápagos* (Tundra Ediciones, Castellón, España, 2015), vol. 1 of *Monografías Zoológicas*.

Cucuves

Cucuve de Floreana

(*Mimus trifasciatus*) (p. 133)

1. D. Steadman, Holocene vertebrate fossils from Isla Floreana, Galápagos, Ecuador. *Smithson. Contrib. Zool.* **413**, 1–104 (1986).
2. R. Curry, Whatever happened to the Floreana mockingbird? *Not. Galápagos*. **43**, 13–15 (1986).
3. P. Grant, R. Curry, B. Grant, A remnant population of the Floreana mockingbird on Champion island, Galápagos. *Biol. Conserv.* **92**, 285–290 (2000).
4. P. Hoek *et al.*, Saving Darwin's muse: evolutionary genetics for the recovery of the Floreana mockingbird. *Biol. Lett.* **6**, 212–215 (2010).
5. L. Ortiz-Catedral, "Action Plan for the Floreana Mockingbird *Mimus trifasciatus* 2012- 2015" (Charles Darwin Foundation and Durrell Wildlife Conservation Trust, 2013).
6. C. Wittmer Naranjo, thesis, Universidad Internacional del Ecuador, Quito (2016).
7. L. Ortiz-Catedral, Breeding season diet of the Floreana mockingbird (*Mimus trifasciatus*), a micro-endemic species from the Galápagos Islands, Ecuador. *Notornis*. **61**, 196–199 (2014).

Pinzones (p. 135)

1. S. Lamichhaney *et al.*, Evolution of Darwin's finches and their beaks revealed by genome sequencing. *Nature*. **518**, 371–376 (2015).
2. H. Farrington, L. Lawson, C. Clark, K. Petren, The evolutionary history of Darwin's finches: speciation, gene flow, and introgression in a fragmented landscape. *Evolution*. **68**, 2932–2944 (2014).
3. S. Kleindorfer, R. Dudaniec, Host-parasite ecology, behavior and genetics: a review of the introduced fly parasite *Philornis downsi* and its Darwin's finch hosts. *BMC Zool.* (2016), doi:10.1186/s40850-016-0003-9.
4. M. Dvorak, B. Fessl, E. Nemeth, S. Kleindorfer, S. Tebbich, Distribution and abundance of Darwin's finches and other land birds on Santa Cruz Island, Galápagos: evidence for declining populations. *Oryx*. **46**, 1–9 (2012).
5. B. Fessl *et al.*, in *Informe Galápagos 2015-2016* (DPNG, CGREG, FCD and GC, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador, 2017), pp. 151–162.

6. A. Traveset *et al.*, Bird–flower visitation networks in the Galápagos unveil a widespread interaction release. *Nat. Commun.* (2015).

7. R. Heleno, J. Olesen, M. Nogales, P. Vargas, A. Traveset, Seed dispersal networks in the Galápagos and the consequences of alien plant invasions. *Proc. R. Soc. Lond. B Biol. Sci.* **280**, 20122112 (2013).

8. R. Heleno *et al.*, Frugivory and seed dispersal in the Galápagos: what is the state of the art? *Integr. Zool.* **6**, 110–128 (2011).

9. D. Schluter, Feeding correlates of breeding and social organization in two Galápagos finches. *The Auk.* **101**, 59–68 (1984).

10. D. Schluter, P. Grant, Ecological correlates of morphological evolution in a Darwin's Finch *Geospiza difficilis*. *Evolution.* **38**, 856–869 (1984).

Pinzón de manglar

(*Camarhynchus heliobates*) (p. 137)

1. M. Dvorak, H. Vargas, B. Fessl, S. Tebbich, On the verge of extinction: a survey of the Mangrove Finch *Cactospiza heliobates* and its habitat on the Galápagos Islands. *Oryx.* **38**, 1–9 (2004).

2. F. Cunninghame *et al.*, in *Informe Galápagos 2013-2014* (DPNG, CGREG, FCD y GC, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador, 2015), pp. 151–157.

3. L. Lawson *et al.*, Slow motion extinction: inbreeding, introgression, and loss in the critically endangered mangrove finch (*Camarhynchus heliobates*). *Conserv. Genet.* (2016), doi:10.1007/s10592-016-0890-x.

4. B. Fessl *et al.*, Eds., *Galápagos Mangrove Finch Camarhynchus heliobates Recovery Plan 2010-2015* (Durrell Wildlife Conservation Trust, Charles Darwin Foundation, Galápagos National Park Service, 2010).

5. B. Fessl *et al.*, How to save the rarest Darwin's finch from extinction: The Mangrove Finch on Isabela Island. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. Ser. B.* **365**, 1019–1030 (2010).

6. F. Cunninghame, H. Young, B. Fessl, in *Global Reintroduction Perspectives 3*, P. Soorae, Ed. (IUCN/SSC, Abu Dhabi, 2011), pp. 151–156.

7. F. Cunninghame, H. Young, C. Sevilla, V. Carrión, B. Fessl, in *Informe Galápagos 2011-2012* (DPNG, CGREG, FCD y GC, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador, 2013), pp. 174–179.

8. B. Fessl, A. Loaiza, S. Tebbich, H. Young, Feeding and nesting requirements of the critically endangered Mangrove Finch *Camarhynchus heliobates*. *J. Ornithol.* **52**, 453–460 (2011).

9. H. Young, F. Cunninghame, B. Fessl, F. Vargas, in *Mangrove Ecosystems*, G. Gleason, T. Victor, Eds. (Nova Science Publishers, Inc., New York, New York, USA, 2013), pp. 107–121.

Pinzón de tierra pequeño

(*Geospiza fuliginosa*) (p. 139)

1. B. Fessl *et al.*, in *Informe Galápagos 2015-2016* (GNPS, GCREG, FCD and GC, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador, 2017), pp. 151–162.

2. R. Heleno, J. Olesen, M. Nogales, P. Vargas, A. Traveset, Seed dispersal networks in the Galápagos and the consequences of alien plant invasions. *Proc. R. Soc. Lond. B Biol. Sci.* **280**, 20122112 (2013).

3. C. Buddenhagen, K. Jewell, Invasive plant seed viability after processing by some endemic Galápagos birds. *Neotropical Ornithol.* **17**, 73–80 (2006).

4. R. Heleno *et al.*, Frugivory and seed dispersal in the Galápagos: what is the state of the art? *Integr. Zool.* **6**, 110–128 (2011).

5. A. Guerrero, A. Tye, Darwin's finches as seed predators and dispersers. *Wilson J. Ornithol.* **121**, 752–764 (2009).

6. P. Grant, J. Smith, B. Grant, I. Abbott, L. Abbott, Finch numbers, owl predation and plant dispersal on Isla Daphne Major, Galápagos. *Oecologia.* **19**, 239–257 (1975).

7. M. Hau, M. Wikelski, H. Gwinner, E. Gwinner, Timing of reproduction in a Darwin's finch: temporal opportunism under spatial constraints. *Oikos.* **106**, 489–500 (2004).

8. S. Kleindorfer, R. Dudaniec, Host-parasite ecology, behavior and genetics: a review of the introduced fly parasite *Philornis downsi* and its Darwin's finch hosts. *BMC Zool.* (2016), doi:10.1186/s40850-016-0003-9.

9. P. Grant, B. Grant, K. Petren, Hybridization in the recent past. *Am. Nat.* **166**, 56–67 (2005).

10. R. Dudaniec, S. Kleindorfer, B. Fessl, Effects of the introduced ectoparasite *Philornis downsi* on haemoglobin level and nestling survival in Darwin's Small Ground Finch (*Geospiza fuliginosa*). *Austral Ecol.* **31**, 88–94 (2006).

11. T. Galligan, S. Kleindorfer, Naris and beak malformation caused by the parasitic fly, *Philornis downsi* (Diptera: Muscidae), in Darwin's small ground finch, *Geospiza fuliginosa* (Passeriformes: Emberizidae). *Biol. J. Linn. Soc.* **98**, 577–585 (2009).

12. S. Kleindorfer, F. Sulloway, Naris deformation in Darwin's finches: experimental and historical evidence for a post-1960's arrival of the parasite *Philornis downsi*. *Glob. Ecol. Conserv.* **7** (2016).

13. M. Zylberberg, K. Lee, K. Klasing, M. Wikelski, Increasing avian pox prevalence varies by species, and with immune function, in Galápagos finches. *Biol. Conserv.* **153**, 72–79 (2012).

14. S. Kleindorfer, R. Dudaniec, Increasing prevalence of avian poxvirus in Darwin's finches and its effect on male pairing success. *J. Avian Biol.* **37**, 69–76 (2006).

15. K. Lindström *et al.*, Feather mites and internal parasites in small ground finches (*Geospiza fuliginosa*, Emberizidae) from the Galápagos Islands, Ecuador. *J. Parasitol.* **95**, 39–45 (2009).

16. C. Soos *et al.*, Comparison of pathogens in broiler and backyard chickens on the Galápagos Islands: Implications for transmission to wildlife. *The Auk*. **122**, 1210–1224 (2008).

17. S. Deem, M. Cruz, J. M. Higashiguchi, P. Parker, Diseases of poultry and endemic birds in Galápagos: implications for the reintroduction of native species. *Anim. Conserv.* **15**, 73–82 (2011).

Roedores endémicos

Ratón Nesoryzomys

(*Nesoryzomys swarthi*) (p. 143)

1. D. Steadman, in *Proceedings of the 8th International Congress on Speleology* (Department of Geology, Georgia Southwestern College, Americus, Georgia, U.S.A., 1981), pp. 549–550.

2. D. Clark, in *Key Environments: Galápagos* (Pergamon Press, Oxford, United Kingdom, 1984), pp. 225–231.

3. D. Steadman, T. Stafford, D. Donahue, J. Jull, Chronology of Holocene vertebrate extinction in the Galápagos Islands. *Quat. Res.* **36**, 126–133 (1991).

4. R. Dowler, D. Carroll, C. Edwards, Rediscovery of rodents (Genus *Nesoryzomys*) considered extinct in the Galápagos Islands. *Oryx*. **34**, 109–117 (2000).

5. M. Weksler, A. Percequillo, R. Voss, Ten new genera of Oryzomyine rodents (Cricetidae: Sigmodontinae). *Am. Mus. Novit.* **3537**, 1–29 (2006).

6. R. Dowler, in *Mammals of South America, Vol. 2. Rodents.*, J. Patton, U. Pardifias, G. D'Elía, Eds. (University of Chicago Press, Chicago, Illinois, U.S.A., 2015), vol. 2, pp. 390–393.

7. J. do Prado, A. Percequillo, Systematic studies of the genus *Aegialomys* Weksler *et al.*, 2006 (Rodentia: Cricetidae: Sigmodontinae): Geographic variation, species delimitation, and biogeography. *J. Mamm. Evol.* (2017), doi:10.1007/s10914-016-9360-y.

8. R. Orr, in *The Galápagos: Proceedings of the Symposia of the Galápagos International Scientific Project*, R. Bowman, Ed. (University of California Press, Berkeley, California, U.S.A., 1966), pp. 276–281.

9. D. Steadman, C. Ray, The relationships of *Megaoryzomys curioi* an extinct Cricetine rodent (Muroidea, Muridae) from the Galápagos Islands, Ecuador. *Smithson. Contrib. Paleobiology*. **51**, 1–23 (1982).

10. D. Steadman, D. Zousmer, *Galápagos: Discovery on Darwin's Islands* (Smithsonian Institution Press, Washington, 1988).

11. J. Patton, S. Yang, P. Myers, Genetic and morphology divergence among introduced rat populations (*Rattus rattus*) of the Galápagos Archipelago, Ecuador. *Syst. Zool.* **24**, 296–310 (1975).

12. N. Dexter *et al.*, The influence of feral cats on the distribution and abundance of introduced and endemic Galápagos rodents. *Pac. Conserv. Biol.* **10**, 210–216 (2004).

13. R. Hutterer, P. Oromí, “La rata gigante de la Isla Santa Cruz, Galápagos: algunos datos y problemas.” (Resultados Científicos del Proyecto Galápagos: Patrimonio de la Humanidad 4, Museo de Ciencias Naturales, 1993), pp. 63–76.

14. R. Phillips, D. Harris, H. Snell, Bait stations for detection and control of alien rats in Galápagos. *J. Wildl. Manag.* **71**, 2736–2742 (2007).

15. D. Harris, D. Macdonald, Interference competition between introduced black rats and endemic Galápagos rice rats. *Ecology*. **88**, 2330–2344 (2007).

16. S. Gregory, D. Macdonald, Prickly coexistence or blunt competition? *Opuntia* refugia in an invaded rodent community. *Oecologia*. **159**, 225–236 (2009).

17. R. Dowler, D. Carroll, The endemic rodents of Isla Fernandina: population status and conservation issues. *Not. Galápagos*. **57**, 8–13 (1996).

18. D. Clark, Population ecology of an endemic neotropical island rodent: *Oryzomys bauri* of Santa Fe Island, Galapagos, Ecuador. *J. Anim. Ecol.* **49**, 185–198 (1980).

19. D. Harris, D. Macdonald, Population ecology of the endemic rodent *Nesoryzomys swarthi* in the tropical desert of the Galápagos Islands. *J. Mammal.* **88**, 208–219 (2007).

20. S. Johnson, thesis, George Mason University, Fairfax, Virginia, U.S.A. (2009).

21. D. Harris, S. Gregory, D. Macdonald, Space invaders? A search for patterns underlying the coexistence of alien black rats and Galápagos rice rats. *Oecologia*. **149**, 276–288 (2006).

22. D. Clark, Population ecology of *Rattus rattus* across a desert-montane forest gradient in the Galápagos Islands. *Ecology*. **61**, 1422–1433 (1980).

23. O. Hamann, Vegetation changes over three decades on Santa Fe Island, Galápagos, Ecuador. *Nord. J. Bot.* **23**, 143–152 (2004).

24. H. Snell, H. Snell, P. Stone, Accelerated mortality of *Opuntia* on Isla Plaza Sur: another threat from an introduced vertebrate? *Not. Galápagos*. **53**, 19–20 (1994).

25. G. Harper, L. Cabrera, Response of mice (*Mus musculus*) to the removal of black rats (*Rattus rattus*) in arid forest on Santa Cruz Island, Galápagos. *Biol. Invasions*. **12**, 1449–1452 (2010).

26. R. deGroot, Origin, status and ecology of the owls in Galápagos. *Ardea*. **71**, 167–182 (1983).

27. M. Jaramillo, M. Donaghy-Cannon, F. Vargas, P. Parker, The diet of the Galapagos hawk (*Buteo galapagoensis*) before and after goat eradication. *J. Raptor Res.* **50**, 33–44 (2016).

28. S. Gregory, thesis, University of Oxford, United Kingdom (2006).

29. D. Wharton, R. Dowler, J. Watts, Some analyses and recommendations on diet formulation for conservation breeding of the Galapagos rice rat of Isla Santiago, *Nesoryzomys swarthi*. *Zoo Biol.* **31**, 498–505 (2012).

30. R. Orr, A new rodent of the genus *Nesoryzomys* from the Galápagos Islands. *Proc. Calif. Acad. Sci.* **23**, 303–306 (1938).

31. R. Peterson, Recent mammal records from the Galápagos Islands. *Mammalia*. **30**, 441–445 (1966).

Murciélagos

Murciélago rojo de Galápagos (*Lasiurus borealis brachyotis*) (p. 147)

1. K. Koopman, G. McCracken, The taxonomic status of *Lasiurus* (Chiroptera: Vespertilionidae) in the Galápagos Islands. *Am. Mus. Novit.* **3243** (1998).
2. G. McCracken, J. Hayes, J. Cevallos, S. Guffey, F. Romero, Observations on the distribution, ecology, and behaviour of bats on the Galápagos Islands. *J. Zool. Lond.* **243**, 757–770 (1997).
3. G. Key, M. Sangoquiza, Activity patterns and distributions of Galápagos bats. *Galápagos Res.* **65**, 20–24 (2008).
4. J. Allen, On a small collection of mammals from the Galápagos Islands, collected by Dr. G. Baur. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.* **4**, 47–50 (1892).
5. D. Steadman, Holocene vertebrate fossils from Isla Floreana, Galápagos, Ecuador. *Smithson. Contrib. Zool.* **413**, 1–104 (1986).
6. D. Steadman, D. Zousmer, L. Steadman, *Galápagos: Discovery on Darwin's Islands* (Smithsonian Institution Press, Washington D.C., U.S.A. 1988).
7. J. Whitaker, Jr., G. McCracken, Food and ectoparasites of bats on the Galápagos Islands. *Acta Chiropterologica.* **3**, 63–69 (2001).
8. V. Brown, E. Braun de Torrez, G. McCracken, Crop pests eaten by bats in organic pecan orchards. *Crop Prot.* **67**, 66–71 (2015).
9. F. Arnett, E. Baerwald, in *Bat Evolution, Ecology and Conservation*, R. Adams, S. Pedersen, Eds. (Springer, New York, U.S.A., 2013), pp. 435–456.
10. W. Frick *et al.*, Fatalities at wind turbines may threaten population viability of a migratory bat. *Biol. Conserv.* **209**, 172–177 (2017).
11. M. Sangoquiza, G. Jiménez-Uzcátegui, "Presencia y ausencia de las dos especies de murciélagos en Santa Cruz y Baltra" (Informe técnico para la Fundación Charles Darwin y Servicio Parque Nacional Galápagos y Proyecto ERGAL, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador, 2007), p. 41.

Lobos marinos

Lobo fino (*Arctocephalus galapagoensis*) (p. 151)

1. F. Trillmich, in *Status, Biology and Ecology of Fur Seals*. NOAA Technical Report., P. Croxal, R. Gentry, Eds. (1987), vol. 114, pp. 23–27.

2. F. Trillmich, *Arctocephalus galapagoensis*. IUCN Red List Threat. Species (2015), (disponible en <http://www.iucnredlist.org/details/full/2057/0>).

3. F. Lopes *et al.*, Fine-scale matrilineal population structure in the Galapagos fur seal and its implications for conservation management. *Conserv. Genet.* **16**, 1099–1113 (2015).

4. D. Páez-Rosas, D. Aurióles-Gamboa, J. Álava, D. Palacios, Stable isotopes indicate differing foraging strategies in two sympatric otariids of the Galapagos Islands. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **425**, 44–52 (2012).

5. F. Trillmich, J. Wolf, Parent–offspring and sibling conflict in Galapagos fur seals and sea lions. *Behav. Ecol. Sociobiol.* **62**, 363–375 (2008).

6. F. Trillmich, The behavioral ecology of maternal effort in fur seals and sea lions. *Behaviour.* **114**, 1–20 (1990).

7. J. Jeglinski, T. Goetz, C. Werner, D. Costa, F. Trillmich, Same size-same niche? Foraging niche separation between sympatric juvenile Galapagos sea lions and adult Galapagos fur seals. *J. Anim. Ecol.* **82**, 694–706 (2013).

Lobo marino

(*Zalophus wollebaeki*) (p. 153)

1. D. Páez-Rosas, N. Guevara, in *Tropical Pinnipeds: Bio-Ecology, Threats and Conservation*, J. Alava, Ed. (CRC Press/Taylor & Francis Group, 2017), pp. 159–175.
2. F. Trillmich, *Zalophus wollebaeki*. IUCN Red List Threat. Species (2015).
3. D. Páez-Rosas, D. Aurióles-Gamboa, J. Álava, D. Palacios, Stable isotopes indicate differing foraging strategies in two sympatric otariids of the Galapagos Islands. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **425**, 44–52 (2012).
4. D. Páez-Rosas, D. Aurióles-Gamboa, Alimentary niche partitioning in the Galapagos sea lion, *Zalophus wollebaeki*. *Mar. Biol.* **157**, 2769–2781 (2010).
5. D. Páez-Rosas, S. Villegas-Amtmann, D. Costa, Intraspecific variation in feeding strategies of Galapagos sea lions: A case of trophic specialization. *PLoS ONE.* **12**, e0185165 (2017).
6. I. Montero-Serra *et al.*, Environment-driven changes in terrestrial habitat use and distribution of the Galapagos sea lion. *Endanger. Species Res.* **24**, 9–19 (2014).
7. M. Riofrío-Lazo, F. Arreguín-Sánchez, D. Páez-Rosas, Population abundance of the endangered Galapagos Sea Lion *Zalophus wollebaeki* in the Southeastern Galapagos Archipelago. *PLoS ONE.* **12**, e0168829 (2017).

Especies Invasoras

Patógenos y parásitos

Viruela aviar (*Avipoxvirus*) (p. 159)

1. S. Deem, G. Jiménez-Uzcátegui, F. Ziemmeck, FCD Checklist

of Galápagos Zoopathogens and Parasites. *Charles Darwin Found. Galápagos Species Checkl.* (2014), (disponible en <http://www.darwinfoundation.org/datazone/checklists/introduced-species/zoopathogens-and-parasites>).

2. P. Parker, S. Deem, in *The Role of Science for Conservation*, M. Wolf, M. Gardener, Eds. (Routledge, New York, USA, 2012), 165-177.

3. G. Jiménez-Uzcátegui, D. Wiedenfeld, P. Parker, Passeriformes afectados con viruela aviar en la Isla Santa Cruz, Galápagos. *Brenesia*. **67**, 29–34 (2007).

4. M. Wikelski, J. Foufopoulos, H. Snell, H. Vargas, Galápagos birds and diseases: Invasive pathogens as threats for island species. *Ecol. Soc.* **9**, 5 (2004).

5. J. Ralph, C. van Riper III, in *Bird Conservation, Vol. II*, S. Temple, Ed. (University of Wisconsin Press, Madison, Wisconsin, USA, 1985), pp. 7–42.

6. T. Thiel *et al.*, Characterization of canarypox-like viruses infecting endemic birds in the Galápagos Islands. *J. Wildl. Dis.* **41**, 342–353 (2005).

7. I. Levin *et al.*, Multiple lineages of avian malaria parasites (*Plasmodium*) in the Galápagos Islands and evidence for arrival via migratory birds. *Conserv. Biol.* **27**, 1366–1377 (2013).

8. D. Wiedenfeld, G. Jiménez-Uzcátegui, B. Fessl, S. Kleindorfer, J. Valarezo, Distribution of the introduced parasitic fly *P. downsi* (Diptera, Muscidae) in the Galápagos Islands. *Pac. Conserv. Biol.* **13**, 14–19 (2007).

9. G. Jiménez-Uzcátegui, W. Llerena, W. Milstead, E. Lomas, D. Wiedenfeld, Is the population of the Floreana mockingbird *Mimus trifasciatus* declining? *Cotinga*. **33**, 1–7 (2011).

10. Merck & Company, Inc., *El Manual Merck de Veterinaria* (Océano Grupo Editorial, Barcelona, España, 5th Edición en español., 2000).

11. N. d'Ozouville *et al.*, in *Informe Galápagos 2009-2010* (FCD, PNG y CGREG, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador, 2010).

12. P. Parker *et al.*, 110 years of *Avipoxvirus* in the Galápagos Islands. *PLoS ONE*. **6**, e15989 (2011).

13. H. Vargas, Frequency and effect of pox-like lesions in Galápagos Mockingbirds. *J. Field Ornithol.* **58**, 101–102 (1987).

Guayaba

(*Psidium guajava*) (p. 161)

1. S. Blake *et al.*, Seed dispersal by Galápagos tortoises. *J. Biogeogr.* **39**, 1961–1972 (2012).

2. Center for Agriculture and Biosciences International, Invasive Species Compendium (2017), (disponible en <http://www.cabi.org/isc/datasheet/45141>).

3. A. Guézou *et al.*, An extensive alien plant inventory from the inhabited areas of Galápagos. *PLoS ONE*. **5**, e10276 (2010).

4. International Union for the Conservation of Nature, Global Invasive Species Database (2017), (disponible en <http://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=211>).

5. D. M. Porter, *Psidium* (Myrtaceae) in the Galápagos Islands. *Ann. Mo. Bot. Gard.* **55**, 368–371 (1968).

Mora

(*Rubus niveus*) (p. 163)

1. R. Atkinson, J. Rentería, W. Simbaña, in *Informe Galápagos 2007-2008* (FCD, PNG e INGALA, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador, 2008), pp. 121–124.

2. C. Buddenhagen, K. Jewell, Invasive plant seed viability after processing by some endemic Galápagos birds. *Neotropical Ornithol.* **17**, 73–80 (2006).

3. J. Rentería, M. Gardener, F. Panetta, R. Atkinson, M. Crawley, Possible impacts of the invasive plant *Rubus niveus* on the native vegetation of the Scalesia forest in the Galápagos Islands. *PLoS ONE*. **7**, e48106 (2012).

4. J. Rentería, M. Gardener, F. Panetta, M. Crawley, Management of the invasive hill raspberry (*Rubus niveus*) on Santiago Island, Galápagos: Eradication or indefinite control? *Invasive Plant Sci. Manag.* **5**, 37–46 (2012).

Caracol gigante africano

(*Lissachatina fulica*) (p. 165)

1. M. Correoso, Estrategia preliminar para evaluar y erradicar *Achatina fulica* (Gastropoda: Achatinaceae) en Ecuador. *Bol. Téc. 6 Ser. Zool.* **2**, 45–52 (2006).

2. J. Rentería, "Evaluación del monitoreo y control del Caracol Gigante (*Achatina fulica*) en la isla Santa Cruz, Galápagos Ecuador. Periodo 2010-2012" (Informe técnico, Fundación Charles Darwin, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador, 2012).

3. S. Raut, G. Barker, in *Molluscs as Crop Pests*, G. Barker, Ed. (CABI Publishing, Hamilton, New Zealand, 2002), pp. 55-114.

4. S. Thiengo, F. Faraco, N. Salgado, R. Cowie, M. Fernandez, Rapid spread of an invasive snail in South America: the giant African snail, *Achatina fulica*, in Brasil. *Biol. Invasions*. **9**, 693–702 (2007).

Mosca parásita Philornis

(*Philornis downsi*) (p. 167)

1. B. Fessl *et al.*, in *Informe Galápagos 2015-2016* (DPNG, CGREG, FCD y GC, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador, 2017), pp. 151-162.

2. B. Fessl, G. Heimpel, C. Causton, P. Parker, in *Disease Ecology: Galápagos Birds and Their Parasites*, P. Parker, Ed. (Springer, Dordrecht, The Netherlands, 2017), pp. 213–268.

3. S. Kleindorfer, R. Dudaniec, Host-parasite ecology, behavior and genetics: a review of the introduced fly parasite *Philornis downsi* and its Darwin's finch hosts. *BMC Zool.* **1** (2016). doi:10.1186/s40850-016-0003-9.

4. F. Cunninghame *et al.*, in *Informe Galápagos 2013-2014* (PNG, CGREG, FCD y GC, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador, 2015), pp. 151–157.

S. Knutie *et al.*, Galápagos mockingbirds tolerate introduced parasites that affect Darwin's finches. *Ecology*. **97**, 950–950 (2016).

6. A. Traveset *et al.*, Bird–flower visitation networks in the Galápagos unveil a widespread interaction release. *Nature Communications*. **6**, 6376 (2015).

7. R. Heleno, J. Olesen, M. Nogales, P. Vargas, A. Traveset, Seed dispersal networks in the Galápagos and the consequences of alien plant invasions. *Proc. R. Soc. Lond. B Biol. Sci.* **280**, 20122112 (2013).

8. M. Bulgarella *et al.*, Life cycle and host specificity of the parasitoid *Conura annulifera* (Hymenoptera: Chalcididae), a potential biological control agent of *Philornis downsi* (Diptera: Muscidae) in the Galápagos Islands. *Annals of the Entomological Society of America*. **110**, 317–328 (2017).

Hormigas invasoras

Hormiga tropical de fuego u hormiga negra (*Solenopsis geminata*) (p. 171)

1. C. Causton, C. Sevilla, W. Cabrera, A. Carrión, V. Carrión, “Evaluación del Manejo de Hormigas Invasoras Galápagos” (Reporte Técnico, Fundación Charles Darwin, Dirección Parque Nacional Galápagos, Island Conservation, 2012), p. 80.

2. H. Herrera, C. Sevilla, W. Dekoninck, *Pheidole megacephala* (Fabricius 1793) (Hymenoptera: Formicidae): a new invasive ant in the Galápagos Islands. *Pan-Pac. Entomol.* **89**, 234–243 (2013).

3. B. Pezzatti, I. Trimurti, D. Cherix, Ants (Hymenoptera, Formicidae) of Floreana: lost paradise? *Not. Galápagos*. **59**, 11–20 (1998).

4. S. Sanchez Peña, B. Drees, “Pruebas de Control de la Hormiga de Fuego Tropical, *Solenopsis geminata*, en las Zonas Agrícolas de las Islas Galápagos” (Informe técnico para Conservation International, 2015).

5. N. Wauters, W. Dekoninck, H. Herrera, D. Fournier, Distribution, behavioral dominance and potential impacts on endemic fauna of tropical fire ant *Solenopsis geminata* (Fabricius, 1804) (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae) in the Galápagos archipelago. *Pan-Pac. Entomol.* **90**, 205–220 (2014).

6. W. Tschinkel, *The Fire Ants* (Belknap Press, 2006).

7. D. Holway, L. Lach, A. Suarez, D. Tsutsui, T. Case, The causes and consequences of ant invasions. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* **33**, 181–233 (2002).

8. D. Williams, P. Whelan, Polygynous colonies of *Solenopsis geminata* (Hymenoptera: Formicidae) in the Galápagos Islands. *Fla. Entomol.* **74**, 368–371 (1991).

9. L. Roque-Albelo, C. Causton, El Niño and introduced insects in the Galápagos islands: different dispersal strategies, similar effects. *Not. Galápagos*. **60**, 30–36 (1999).

Rana arbórea

(*Scinax quinquifasciatus*) (p. 173)

1. G. Jiménez-Uzcátegui, V. Carrión, J. Zabala, P. Buitrón, B. Milstead, in *Informe Galápagos 2006-2007* (PNG, CGREG, FCD y GC, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador, 2007), pp. 140–145.

2. D. Pazmiño, thesis, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador (2011).

3. L. Zurita, thesis, Universidad San Francisco de Quito, Ecuador (2004).

4. A. Mieles, F. Bersosa, “Composición de la dieta de *Scinax quinquifasciatus* (Fowler, 1913) (Anura: Hylidae) en la Isla Isabela: Laguna Las Diablas” (Informe técnico para la Fundación Charles Darwin, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador, 2005).

5. G. Jiménez-Uzcátegui, “La rana *Scinax quinquifasciata* como posible vector de enfermedades de aves” (Informe técnico para la Fundación Charles Darwin y Servicio Parque Nacional Galápagos, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador, 2003).

6. E. Encalada, “Control de la rana introducida.” (Informe técnico para el Servicio Parque Nacional Galápagos, Isabela, Galápagos, Ecuador, 2004).

7. J. Vintimilla, thesis, Universidad de Cuenca, Ecuador (2005).

Garrapatero

(*Crotophaga ani*) (p. 175)

1. D. Rosenberg, M. Wilson, F. Cruz, The distribution and abundance of the smooth-billed ani *Crotophaga ani* L. in the Galápagos Islands, Ecuador. *Biol. Conserv.* **51**, 113–124 (1990).

2. D. Wiedenfeld, Aves, The Galápagos Islands, Ecuador. *Checklist*. **2**, 1–27 (2006).

3. L. Connett *et al.*, Gizzard contents of the Smooth-billed Ani *Crotophaga ani* in Santa Cruz, Galápagos Islands, Ecuador. *Not. Galápagos*. **68** (2013).

4. S. Cooke, “Garrapatero (*Crotophaga ani*): un estudio de métodos de captura en las islas Galápagos con informe adicional: el estudio de contenidos de mollejas” (Informe técnico, Fundación Charles Darwin, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador, 2015).

5. A. Guerrero, A. Tye, Native and introduced birds of Galápagos as dispersers of native and introduced plants. *Ornitol. Neotropical*. **22**, 207–217 (2011).

6. J. Rentería, M. Gardener, F. Panetta, M. Crawley, Management of the invasive hill raspberry (*Rubus niveus*) on Santiago Island, Galápagos: Eradication or indefinite control? *Invasive Plant Sci. Manag.* **5**, 37–46 (2012).

7. J. Quinn, J. Startek-Foote, Smooth-billed Ani (*Crotophaga ani*). *Birds N. Am. Online* (2000).

8. P. Grant, T. de Vries, The unnatural colonization of Galápagos by Smooth-Billed Anis (*Crotophaga ani*). *Not. Galápagos*. **52**, 21–23 (1993).

Roedores invasores

Rata Negra (*Rattus rattus*) (p. 179)

1. G. Jiménez-Uzcátegui, V. Carrión, J. Zabala, P. Buitrón, B. Milstead, in *Informe Galápagos 2006-2007* (PNG, CGREG, FCD y GC, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador, 2007), pp. 140–145.
2. J. Patton, S. Yang, P. Myers, Genetic and morphology divergence among introduced rat populations (*Rattus rattus*) of the Galápagos Archipelago, Ecuador. *Syst. Zool.* **24**, 296–310 (1975).
3. B. Sivinta, thesis, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador (1987).
4. A. Kastdalen, Changes in the biology of Santa Cruz Island between 1935 and 1965. *Not. Galápagos*. **35**, 7–12 (1982).
5. D. Harris, thesis, University of Oxford, United Kingdom (2006).
6. S. Chamorro, thesis, Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador (2002).
7. D. Harris, D. Macdonald, Interference competition between introduced black rats and endemic Galápagos rice rats. *Ecology*. **88**, 2330–2344 (2007).
8. D. Towns, I. Atkinson, C. Daugherty, Have the harmful effects of introduced rats on islands been exaggerated? *Biol. Invasions*. **8**, 863–891 (2006).
9. K. Varnham, *Invasive rats on tropical islands: Their history, ecology, impacts and eradication* (Royal Society for the Protection of Birds, Sandy, Bedfordshire, United Kingdom, 2010).
10. F. Cruz, J. Cruz, Control of black rats (*Rattus rattus*) and its effect on nesting dark-rumped petrels in the Galápagos Islands. *Vida Silv. Neotropical*. **1**, 3–13 (1987).
11. A. Brosset, Statut actuel des mammiferes des iles Galápagos. *Mammalia*. **27**, 323–340 (1963).
12. J. Niethammer, Contribution a la connaissance des mammiferes terrestres de l'ile Indefatigable (Santa Cruz), Galápagos. Resultats de l'Expedition Allemande aux Galápagos, 1962,63. *Mammalia*. **28**, 593–606 (1964).
13. D. Clark, in *Key environments: Galápagos*, R. Perry, Ed. (Pergamon Press, Oxford, United Kingdom, 1984).
14. Merck & Company, Inc., *El Manual Merck de Veterinaria* (Océano Grupo Editorial, Barcelona, España, 5th Edición en español., 2000).

Gato asilvestrado (*Felis catus*) (p. 181)

1. M. Jácome, “Mamíferos introducidos en Galápagos” (Informe para la Fundación Charles Darwin, Servicio Parque Nacional, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador, 1989), p. 1-33.
2. O. Salvin, On the avifauna of the Galápagos Archipelago. *Trans. Zool. Soc. Lond.* **9**, 447–510 (1876).
3. G. Jiménez-Uzcátegui, V. Carrión, J. Zabala, P. Buitrón, B. Milstead, in *Informe Galápagos 2006-2007* (PNG, CGREG, FCD y GC, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador, 2007), pp. 140–145.
4. L. Winter, G. Wallace, *Impacts of Feral and Free-ranging Cats on Bird Species of Conservation Concern* (American Bird Conservancy, The Plains, Virginia, USA, 2006), pp. 1-28.
5. S. Hervías *et al.*, Assessing the impact of introduced cats on island biodiversity by combining dietary and movement analysis. *J. Zool.* **291**, 39–47 (2013).
6. D. Wiedenfeld, G. Jiménez-Uzcátegui, Critical problems for bird conservation in the Galápagos Islands. *Cotinga*. **29**, 22–27 (2008).
7. M. Konecny, thesis, University of Florida, Gainesville, U.S.A. (1983).
8. M. Jácome, thesis, Universidad Técnica de Ambato, Ecuador (1989).
9. Merck & Company, Inc., *El Manual Merck de Veterinaria* (Océano Grupo Editorial, Barcelona, España, 5th Edición en español., 2000).
10. R. Phillips *et al.*, Eradicating feral cats to protect Galápagos Land Iguanas: methods and strategies. *Pac. Conserv. Biol.* **11**, 57–66 (2005).

Distribución de tortugas gigantes, cucuves y pinzones de Galápagos (p. 182)

1. K. Petren, P. Grant, B. Grant, L. Keller, Comparative landscape genetics and the adaptive radiation of Darwin's finches: the role of peripheral isolation. *Mol. Ecol.* **14**, 2943–2957 (2005).

Índice alfabético

Abeja carpintera	79	<i>Galeocerdo cuvier</i>	95
<i>Acantholichen galapagoensis</i>	69	Galvezia	65
Albatros de Galápagos	121	<i>Galvezia leucantha</i>	65
<i>Amblyrhynchus cristatus godzilla</i>	105	<i>Geospiza fuliginosa</i>	139
<i>Arctocephalus galapagoensis</i>	151	Garrapatero	175
<i>Asio flammeus galapagoensis</i>	129	Gato asilvestrado	181
ASTERÁCEAS ENDÉMICAS	51	Guayaba	161
<i>Avipoxvirus</i>	159		
Bacalao	101	Hormiga carpintera de Galápagos	83
		Hormiga negra	171
Cactus gigante	59	Hormiga tropical de fuego	171
<i>Camarhynchus heliobates</i>	137	HORMIGAS ENDÉMICAS	81
<i>Camponotus macilentus</i>	83	HORMIGAS INVASORAS	169
Caracol gigante africano	165		
Caracol nux	77	Iguana marina de Galápagos	105
CARACOLES NAESIOTUS	75	Iguana rosada	107
<i>Chelonia mydas</i>	111	Iguana terrestre de Santa Fe	109
<i>Chelonoidis donfaustoi</i>	115	IGUANAS MARINAS	103
<i>Chelonoidis duncanensis</i>	117	<i>Isostichopus fuscus</i>	91
<i>Conolophus marthae</i>	107		
<i>Conolophus pallidus</i>	109	Lamilla	49
Coral pétreo lobata	73	Langosta roja	87
CORALES	71	LANGOSTAS ESPINOSAS	85
<i>Crotophaga ani</i>	175	<i>Lasiurus borealis brachyotis</i>	147
Cucuve de Floreana	133	Lechoso	57
CUCUVES	131	Lechuga de mar de Galápagos	49
		LECHUZAS	127
<i>Darwiniothamnus tenuifolius</i>	53	Lechuza de campo	129
		Lecocarpus de Darwin	55
Epitelioma contagiosa	159	<i>Lecocarpus leptolobus</i>	55
Erizo lapicero	89	Liquen con clavvas espinosas de gladiador	69
<i>Eucidaris galapagensis</i>	89	LÍQUENES	67
		<i>Lissachatina fulica</i>	165
<i>Felis catus</i>	181	Lobo de dos pelos	151
		Lobo fino de Galápagos	151
		Lobo marino común	153

Lobo marino de Galápagos	153	Rata negra	179
LOBOS MARINOS	149	<i>Rattus rattus</i>	179
MANGLARES	61	<i>Rhincodon typus</i>	93
Mangle rojo	63	<i>Rhizophora mangle</i>	63
<i>Mobula birostris</i>	99	ROEDORES ENDÉMICOS.....	141
Manta oceánica gigante	99	ROEDORES INVASORES.....	177
Margarita de Darwin.....	53	<i>Rubus niveus</i>	163
<i>Mimus trifasciatus</i>	133	<i>Scalesia affinis</i>	57
Murciélago rojo de Galápagos.....	147	<i>Scinax quinquifasciatus</i>	173
MURCIÉLAGOS	145	<i>Solenopsis geminata</i>	171
Mora	163	<i>Spheniscus mendiculus</i>	119
Mosca parásita Philornis.....	167	<i>Sphyrna lewini</i>	97
<i>Mycteroperca olfax</i>	101	<i>Sula nebouxii excisa</i>	123
<i>Naesiotus nux</i>	77	Tabaquillo	57
<i>Nesoryzomys swarthi</i>	143	Tiburón ballena	93
<i>Opuntia megasperma</i> var. <i>orientalis</i>	59	Tiburón martillo.....	97
Paloma de Galápagos.....	125	Tiburón tigre	95
<i>Panulirus penicillatus</i>	87	TORTUGAS TERRESTRES GIGANTES DE GALÁPAGOS.....	113
PATÓGENOS Y PARÁSITOS	157	Tortuga gigante de Pinzón	117
Pepino de mar	91	Tortuga gigante del Este de Santa Cruz	115
<i>Philornis downsi</i>	167	Tortuga verde	111
<i>Phoebastria irrorata</i>	121	<i>Ulva</i> spp	49
Pingüino de Galápagos.....	119	Viruela aviar	159
Pinzón de manglar	137	<i>Xylocopa darwini</i>	79
Pinzón de tierra pequeño.....	139	<i>Zalophus wollebaeki</i>	153
PINZONES	135	<i>Zenaida galapagoensis</i>	125
Piquero de patas azules de Galápagos	123		
<i>Porites lobata</i>	73		
<i>Psidium guajava</i>	161		
Rana arbórea.....	173		
Ratón <i>Nesoryzomys</i>	143		

