

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/263456992>

Galápagos Verde 2050

Book · February 2014

CITATIONS

5

READS

1,275

4 authors, including:



Patricia Jaramillo Díaz

Charles Darwin Foundation

67 PUBLICATIONS 564 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Jaime David Ortiz-Pachar

Cornell University

5 PUBLICATIONS 11 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Invasive Plant Management in the Galapagos [View project](#)



Annual Reports Charles Darwin Foundation 2015, 2016, 2017, 2018 [View project](#)



Fundación
Charles Darwin
Foundation

GALÁPAGOS VERDE 2050



GALÁPAGOS VERDE 2050

Financiado en la fase piloto por
COmON Foundation

Supervisión

Swen Lorenz, Fundación Charles Darwin
Felipe Cruz, Fundación Charles Darwin

Colaboradores

Pieter Hoff, Groasis Tecnología
Ana Terranova, Fundación Fuente de Vida
Juan Carlos Guzman, MAGAP
Danny Rueda, Parque Nacional Galápagos
Max Freire Salgado, Junta Parroquial, isla Floreana
Noemi Dozouville, Fundación Charles Darwin

Asesores Científicos y de Manejo

James Gibbs
Washington Tapia

Coordinación Fase Piloto

Patricia Jaramillo, Fundación Charles Darwin
Jaime Ortiz, Fundación Charles Darwin

Coordinación General

Patricia Jaramillo, Fundación Charles Darwin
Gabriela Ortiz Pachar, Fundación Charles Darwin

Equipo de Trabajo

Patricia Jaramillo Díaz, Fundación Charles Darwin
Gabriela Ortiz Pachar, Fundación Charles Darwin
Pablo Cueva, Fundación Charles Darwin
Estalin Jiménez, Fundación Charles Darwin

Edición y Autoría

Patricia Jaramillo, Pablo Cueva, Estalin Jiménez y Jaime Ortiz (2014)

Traducción y revisión

Exequiel Goldini
Gabriela Ortiz Pachar, Fundación Charles Darwin

Diseño de mapas

Jesús Jiménez López

Diseño Gráfico

María Fabiola Álvarez

Para citar el documento y/o artículo

P Jaramillo, P Cueva, E Jiménez y J Ortiz (2014). FCD. 2014. Galápagos Verde 2050.
Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador.

ÍNDICE

Que es el proyecto Galápagos Verde 2050?	04
Opinión de Personal clave a cargo del Manejo del Parque Nacional Galápagos	04
Resumen Ejecutivo	08
Visión	09
Proyecto Galápagos Verde 2050	09
Fase 1	10
Fase 2	10
Fase 3	10
Introducción	12
Objetivo	12
La Problemática de las especies invasoras en Galápagos	12
Estrategias del Proyecto	14
Restauración Ecológica	14
Agricultura Sostenible	15
Resultados Preliminares Proyecto Piloto (2013)	17
Restauración Ecológica	19
Zona árida	19
Isla Baltra	19
Zona húmeda	21
Isla Floreana e Isla Santa Cruz	21
Agricultura Sostenible	24
Zona árida y Húmeda	24
Isla Floreana	24
Galápagos Verde 2050, una oportunidad para restaurar Galápagos	25
Plan de Implementación del Proyecto Galápagos Verde 2050	26
Áreas prioritarias	26
Desarrollo de estrategias	26
Plan de implementación	26
Monitoreo	26
Evaluación de resultados	26
Implementación de cambios	26
Ejecución del Proyecto	28
Fase 1 (2014-2016)	28
Fase 2 (2017-2018)	31
Fase 3 (2019-2050)	33
Porque “Galápagos Verde 2050” es económico viable?	35
Análisis de la inversión requerida para la ejecución del proyecto Galápagos Verde 2050	36
Integración del Proyecto “Galápagos Verde 2050” con políticas locales, nacionales e internacionales	38
Socios Estratégicos del Proyecto Galápagos Verde 2050	39
Equipo Staff de la FCD Responsable del Proyecto Galápagos Verde 2050	40
Es Galápagos Verde importante para el mundo?	42
Referencias Bibliográficas	43
Anexos	46
Anexo 1. Especies de plantas sembradas con la Tecnología Groasis en la Isla Santa Cruz	47
Anexo 2. Especies de Plantas sembradas en la isla Baltra usando la Tecnología Groasis	49
Anexo 3. Especies de Plantas sembradas en la isla Floreana, tanto para agricultura sostenible como restauración ecológica usando la Tecnología Groasis	50

¿QUE ES EL PROYECTO GALÁPAGOS VERDE 2050?

OPINIÓN DE PERSONAL CLAVE INVOLUCRADO EN EL PROYECTO

SWEN LORENZ

Director Ejecutivo, Fundación Charles Darwin



En su tiempo, Charles Darwin estuvo a la vanguardia de los avances científicos. Al llevar el nombre de uno de los hombres más grandes en la historia de las ciencias, la Fundación Charles Darwin (FCD) tiene la responsabilidad de seguir cruzando barreras. Lo hacemos con un enfoque y esfuerzo que utiliza la evidencia científica sólida para la consecución de ambiciosos proyectos de conservación, y en total alineación con las prioridades del Gobierno de Ecuador.

Este informe es el resultado de una primera reunión en un café cerca de la estación central de trenes de Ámsterdam en el año 2012. El uso de la red global única que mi organización ha construido en las últimas cinco décadas, constantemente estamos en la búsqueda de enfoques innovadores para resolver los problemas de la conservación y restauración de los ecosistemas. No hay un rincón del planeta donde la FCD, una organización creada en 1959 para ayudar a proteger a las Islas Galápagos, no tenga contactos y seguidores. Buscamos las mentes más brillantes alrededor del mundo y las mejores soluciones, para traerlos a estas islas únicas, de fama mundial.

Apenas dos años más tarde, una conversación inicial ya ha generado los siguientes resultados:

- La evidencia científica muestra claramente que el uso de la Tecnología Groasis es adecuada para la restauración de gran parte de las Islas Galápagos de una manera económicamente viable y sostenible, y para crear modelos de agricultura sostenible en un lugar que actualmente es muy dependiente de los alimentos que se importan desde el continente.
- Las instituciones gubernamentales clave, tales como el Parque Nacional Galápagos y el Ministerio de Agricultura de Ecuador, se han unido como socios para ayudar a que esta visión de la restauración del ecosistema y la agricultura sostenible sea una realidad.
- Los donantes han apoyado esta iniciativa hasta el punto en el que hemos probado el concepto. Ahora podemos obtener los fondos que sean necesarios para ampliarlo en todo el archipiélago y que se convierta en un ambicioso proyecto a largo plazo con resultados claros.

Nuestro proyecto en conjunto con la Fundación COnON y Fundación Fuente de Vida ha llegado a una etapa en donde podemos presentar el éxito de la labor realizada hasta el momento, y planificar los pasos necesarios para convertir esto en el más ambicioso, más impactante proyecto de restauración del ecosistema y de agricultura sostenible jamás realizado en las Islas Galápagos.

La finalidad última de este proyecto va mucho más allá de las Islas Galápagos. Así como Darwin utilizó estas islas especiales para enseñar al mundo acerca de una nueva forma de pensar, la FCD tiene como objetivo presentar al mundo un nuevo modelo para la restauración de la naturaleza, la implementación de modelos sostenibles para el suministro de alimentos, y ayudar a resolver algunos de los problemas más apremiantes en el mundo.

En unos pocos años, cuando esfuerzos similares se estén llevando a cabo en otras partes del mundo, estaré encantado de decir: "Una vez más, todo comenzó en las Islas Galápagos".

"Una vez más, todo comenzó en las Islas Galápagos"



JAMES P. GIBBS

Profesor de Biología de Conservación de Vertebrados y Director de la Estación de la Vida Silvestre RooseveltDepartamento de Biología Ambiental y Forestal. Asesor científico Proyecto Galápagos Verde 2050.

La restauración ecológica de islas representa una gran oportunidad para recuperar el ecosistema terrestre de Galápagos, además de la generación de beneficios ecológicos, sociales y económicos significativos. Por ejemplo la necesidad de la restauración ecológica en la isla Baltra es muy alta; debido a la destrucción causada por la antigua base militar y sus operaciones, pero el potencial para su restauración también es muy alto, es así que en las afueras del antiguo complejo de aviación Baltra se albergan comunidades vegetales en gran parte intactas que pueden actuar como fuentes de material biológico para poner en marcha los ecosistemas en las zonas dañadas de la isla. A diferencia de otros proyectos de restauración en Galápagos que se producen en las islas remotas poco visitadas, muchos turistas y residentes pasan a través de Baltra, creando así una extraordinaria oportunidad de difusión y de fortalecimiento de la red de "Ciencia Ciudadana" haciendo partícipe directamente a muchos visitantes en el proceso de restauración de la isla.



WASHINGTON TAPIA

*Jefe del Departamento de Investigación Aplicada
Dirección del Parque Nacional Galápagos*

Desde mi perspectiva como creyente en la investigación aplicada, el proyecto Galápagos Verde es una interesante propuesta de trabajo interdisciplinario que utiliza la Tecnología Groasis para contribuir a la sostenibilidad del archipiélago. Pues cualquier herramienta que sea capaz de acelerar los procesos de restauración ecológica y además promover el autoabastecimiento de productos agrícolas, hay que verla como una oportunidad a ser aprovechada y usada.



PIETER HOFF

Inventor de la Tecnología Groasis

Hay un instrumento en la naturaleza que puede ayudar a resolver lo que llamo “7 problemas del mundo”: el Árbol. FAO y IUCN han publicado que tenemos más de 2 billones de hectáreas de desiertos causados por el hombre. Por lo tanto si esta área fue una vez verde, esta área puede ser verde otra vez. Y si fue lo suficientemente pequeño para cortar, es también suficientemente pequeño para plantar. Esto es lo que sucede con los “7 problemas del mundo” si ponemos en práctica la Tecnología Groasis para plantar árboles:

- 1. Erosión** Los árboles cubrirían la tierra, haciéndola fértil de nuevo.
- 2. Pobreza** Cada hectárea de árboles crea aproximadamente 10K US\$ de ingresos. Esto es 20 billones US\$ adicionales al desarrollo económico.
- 3. Crisis alimentaria** Cada hectárea de árboles frutales puede producir 5 toneladas de alimentos. 2 mil millones de hectáreas es 1 billón de toneladas de comida extra.
- 4. El Cambio climático** 2 billones de hectáreas adicionales de árboles frutales desconecta cada año 10 billones de toneladas de CO₂. Esto es más de lo que producimos anualmente con combustibles fósiles. Así que podemos neutralizar toda la actual contaminación de CO₂ a cero con la plantación de árboles productores de alimentos.
- 5. Desempleo** Cada hectárea de árboles crea empleo directo e indirecto. Dos billones de hectáreas de árboles frutales crean dos mil millones de empleos.

6. La migración rural-urbana Cuando hay 2 mil millones de nuevos puestos de trabajo en las zonas rurales, las personas migran de nuevo a las áreas rurales.

7. Hundimiento de niveles de agua subterránea Los árboles cambian el suelo erosionado en una esponja de nuevo y las capas freáticas subirán en vez de descender.

Los gobiernos de todo el mundo gastan 8 billones de dólares desde 2008 para salvar los bancos. Necesitamos solo 2 billones de dólares, con el fin de plantar 2 mil millones de hectáreas con árboles frutales. Así que el dinero no puede ser el problema. La inspiración es lo que necesitamos.

Queremos inspirar al mundo en plantar 2 mil millones de hectáreas y necesitamos una fuente de inspiración en un lugar inspirador. Un ejemplo que sería diario en los periódicos, en la TV y en el Internet, que esperamos sea plenamente apoyado por el Gobierno Ecuatoriano, a fin de que otros gobiernos lo sigan. Pero nosotros, el pueblo, tenemos que hacer que esto suceda, tenemos que poner esto en marcha. Nosotros tenemos que mostrar a nuestros gobernantes, que queremos que ellos empiecen a reforestar el mundo. En 1959 la Unesco, IUCN y un equipo mundial de líderes conservacionistas crearon la Fundación Charles Darwin. Sin su visión, ya habríamos perdido gran parte de las inolvidables Islas Galápagos. Ellos fueron los visionarios que nos enseñaron que debemos cuidar y conservar la Madre Tierra de una manera mejor y diferente. Empieza ahora a restaurar, sigamos su ejemplo!

Con esta propuesta, la Fundación Charles Darwin establece un nuevo reto, un inmenso paso hacia adelante. Con la iniciativa de "Galápagos Verde 2050", la FCD nos enseña que no sólo debemos conservar, sino también restaurar nuestro medio ambiente. Ellos nos han demostrado que ya no podemos aceptar que el mundo está cambiando en un enorme desierto como paisaje natural por esta razón la FCD, en colaboración con muchos socios estratégicos, propone dar el mayor ejemplo a toda la humanidad. Esperamos que este ejemplo inspire a todos. Sin duda, me inspiró a mí y me siento orgulloso y agradecido de que puedo ser un socio en este proyecto. Espero que la lectura de este "Galápagos Verde 2050" haga que decidas asociarse con nosotros también!



ANA FERNANDA TERRANOVA
Directora de la Fundación Fuente de Vida

El evidente daño y abuso que el ser humano inconscientemente ocasiona a la Naturaleza, impulsa a presentar el Plan Galápagos Verde 2050, como una solución viable a la preservación de nuestro patrimonio ambiental: un pedazo de cielo llamado Archipiélago de Galápagos. La Tecnología Groasis se instaura como la herramienta necesaria para llevar a cabo un modelo eco-amistoso y sostenible, características imprescindibles para mantener este ecosistema natural único en el mundo. No podemos negar este legado a las futuras generaciones: el deleite de visitar y apreciar la particularidad de las diversas formas de vida presente en

las Islas. Tampoco podemos hacer caso omiso a los derechos de la naturaleza. La inspiración existe, ahora es el momento de empezar una ardua pero no imposible tarea: conservar el particular y maravilloso ecosistema de las Islas Galápagos manteniendo el equilibrio entre el sistema natural y el desarrollo socio-económico, que permita el Buen Vivir de sus habitantes.



MSC DANNY RUEDA
Director de Ecosistemas
Dirección del Parque Nacional Galápagos

La Dirección del Parque Nacional Galápagos dentro del manejo integrado de las áreas protegidas, viene desarrollando procesos de reforestación con especies nativas y endémicas en ecosistemas de alto valor ecológico que han sido alterados por presencia de especies de flora invasora, esta reforestación impulsa los procesos de restauración de la integridad ecológica en estos ecosistemas protegidos. Las condiciones climáticas para los procesos de

reforestación no son adecuadas en al menos 6 meses al año por la escases de lluvias y la dificultad de asistir con riego en las zonas reforestadas, con el objetivo de fortalecer estas acciones hemos probado la Tecnología Groasis principalmente en ecosistemas costeros y áridos, pudiendo evidenciar que el desarrollo de plántulas reforestadas ha sido óptimo, con lo cual garantizamos el crecimiento y cobertura de las superficies reforestadas, a futuro deseamos implementar Tecnología Groasis en mayores superficies y en islas no habitadas como herramienta en los procesos de restauración de ecosistemas alterados.



ECON. JUAN CARLOS GUZMÁN

Director Provincial del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca del Ecuador (MAGAP)

"El cambio en el modelo de producción agrícola en las islas Galápagos que está conduciendo este Ministerio, considera como criterio de partida el uso racional y eficiente de los factores productivos que, debido a su condición de disponibilidad en las islas, son limitados. Bajo estas restrictivas condiciones, y con la finalidad de impulsar la producción agrícola para garantizar la soberanía alimentaria local, el uso de tecnología de punta para el manejo del recurso agua es un factor clave, por lo que la Tecnología Groasis con el uso de Waterboxx es

considerada como la alternativa viable a implementar, considerando su practicidad desde el punto de vista socioeconómico y ambiental".



ALEX FLORES ESCOBAR

*Teniente de Navío-Su
Capitanía de Puerto Ayora*

La Armada del Ecuador representada por la Capitanía de Puerto de Puerto Ayora, conscientes de la gran riqueza natural de las Islas Galápagos, considera al Proyecto "Galápagos Verde 2050", un ejemplo de iniciativa ecológica para la recuperación y reforestación de la flora endémica de Puerto Ayora, en especial de la parte urbana de la Isla Santa Cruz, primer referente turístico de Galápagos. La Tecnología Groasis, permiten el buen uso del recurso hídrico, escaso en la isla, además de crear las condiciones ambientales óptimas para el desarrollo de la planta, lo cual ha sido reconocido y admirado por turistas nacionales y extranjeros, que ven en esta iniciativa una alternativa a ser aplicada no solo en el Parque Nacional Galápagos, sino también en el continente en donde el mal manejo ambiental y la insensibilidad del ser humano han causado deforestación, ocasionando la ruptura del equilibrio natural de la tierra.



TECNÓLOGO MAX FREIRE SALGADO

Presidente del Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Floreana

"En lugares tan difíciles de cultivar por no disponer de fuentes de agua permanentes como lo es la Isla Floreana, con la Tecnología Groasis se ha demostrado que existe una excelente opción para producir bajo condiciones tan extremas. Waterboxx se ha convertido en una alternativa verdadera de producción".



**RESUMEN EJECUTIVO
GALÁPAGOS VERDE 2050**



VISIÓN

"Galápagos Verde 2050" es un proyecto multi-institucional e interdisciplinario que contribuye activamente a la conservación del capital natural de Galápagos y al buen vivir de su población humana, usando la tecnología Groasis como herramienta para implantar un modelo exitoso de restauración ecológica y producción agrícola sostenible que permite convivir al ser humano en armonía con la naturaleza.

PROYECTO GALÁPAGOS VERDE 2050

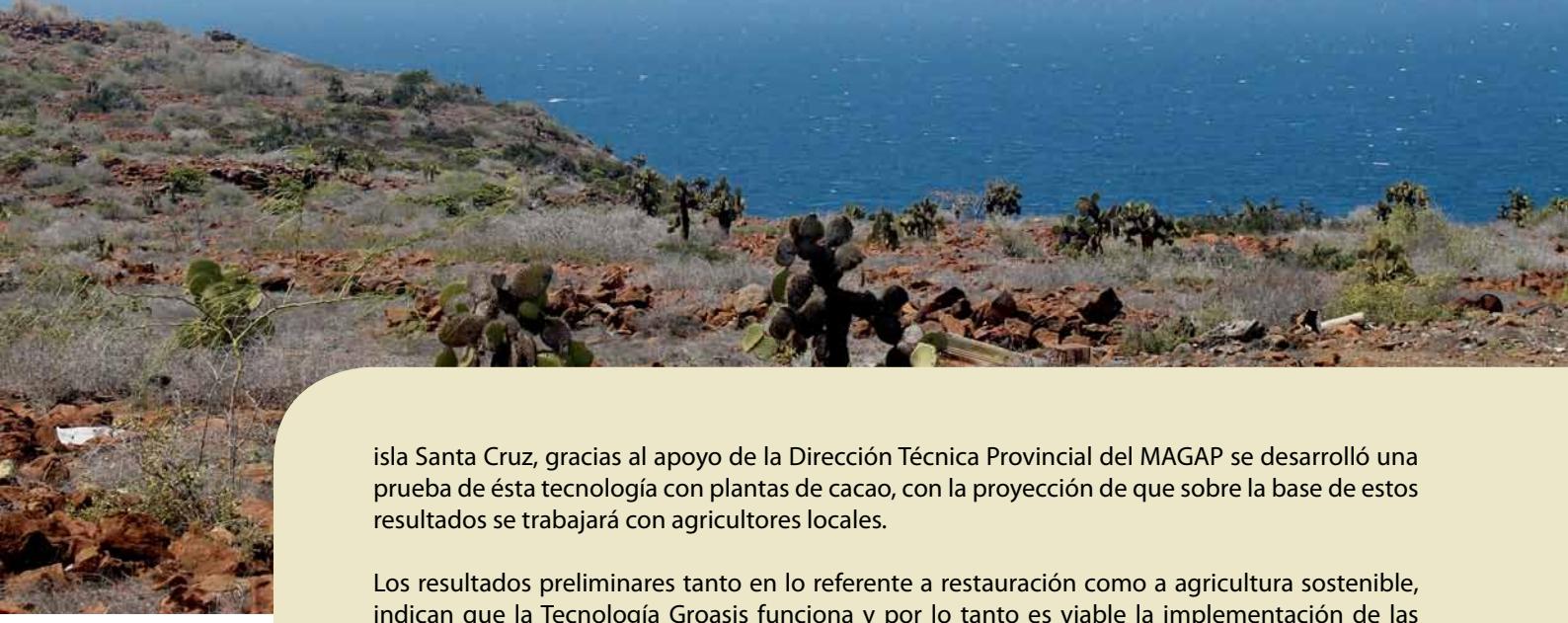
Galápagos Verde 2050, inició con un convenio entre la Fundación Fuente de Vida (FFV) del Ecuador como representante de la organización Holandesa Groasis, y la Fundación Charles Darwin contando con el financiamiento inicial (Proyecto Piloto) de la COnON Foundation. El objetivo de este convenio fue desarrollar un proyecto piloto para probar la Tecnología Groasis en el archipiélago de Galápagos.

Considerando las posibilidades de usar ésta tecnología como una herramienta para la restauración ecológica, la Fundación Charles Darwin (FCD) coordinó con la Dirección del Parque Nacional Galápagos (DPNG) para ejecutar un proyecto piloto, bajo los lineamientos del Plan de Manejo de Áreas Protegidas de Galápagos para el Buen Vivir, y enmarcado concretamente en los objetivos de los programas de Conservación y Restauración de Ecosistemas; y el de Uso Racional de los Servicios de los Ecosistemas y su Biodiversidad para la Conservación y el Desarrollo, para lo cual se establecieron dos estrategias de acción: a) restauración ecológica y b) agricultura sostenible. Producto de lo cual se coordinó también con las principales entidades gubernamentales presentes en Galápagos.

Existe coordinación y trabajo conjunto con el Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Floreana, la Dirección Técnica Provincial del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca del Ecuador (MAGAP) en Galápagos y la Capitanía de Puerto Ayora, el socio estratégico que más se ha involucrado en ésta iniciativa es la DPNG, entidad con la que se desarrolló el proyecto piloto de restauración ecológica en las islas Floreana, Baltra y Santa Cruz.

En Floreana se trabajó en una finca modelo para probar los resultados de esta tecnología antes de ser implementada en las áreas protegidas; mientras que en Baltra se inició la restauración de un área altamente degradada ubicada en el lugar donde anteriormente funcionó un botadero de basura. Sobre la base de los resultados preliminares, en Santa Cruz se optó por utilizar ésta tecnología en una pequeña área de un sitio de visita, conocida como Los Gemelos. Finalmente, con el objetivo de buscar la restauración ecológica en las áreas urbanas, gracias a la apertura de la Capitanía de Puerto Ayora se inició la erradicación de varias especies invasoras dentro de sus instalaciones y se las reemplazó por especies endémicas, utilizando la Tecnología Groasis.

Por otra parte en lo referente al componente de agricultura sostenible, en coordinación con el Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de la Isla Santa María (Floreana) (GADPF), se inició la implementación de huertos familiares con apoyo de la comunidad. Mientras que en la



isla Santa Cruz, gracias al apoyo de la Dirección Técnica Provincial del MAGAP se desarrolló una prueba de ésta tecnología con plantas de cacao, con la proyección de que sobre la base de estos resultados se trabajará con agricultores locales.

Los resultados preliminares tanto en lo referente a restauración como a agricultura sostenible, indican que la Tecnología Groasis funciona y por lo tanto es viable la implementación de las siguientes fases del Proyecto Galápagos Verde 2050, las mismas que se sintetizan a continuación:

FASE 1

Se iniciará desde enero del 2014 extendiéndose hasta diciembre del 2016; durante éste período se prevé el desarrollo de acciones de restauración ecológica en la isla Baltra en zonas donde se ubiquen ecosistemas y sitios prioritarios como las zonas de anidación de iguanas terrestres; en la isla Santa Cruz se ampliará el trabajo en los Gemelos, con el objetivo de lograr la recuperación de por lo menos el 15% de este ecosistema de alto valor ecológico y turístico. Adicionalmente se restaurará 1 Ha entre las zonas del Mirador y Garrapatero con *Scalesia affinis*, especie en peligro de extinción. En cuanto a la implementación de acciones de agricultura sostenible, se apoyará al MAGAP para alcanzar una cobertura de hasta un 25% de la zona agropecuaria destinada a la producción agroecológica de acuerdo a la zonificación establecida por esta institución gubernamental, y en el marco del Plan de Bioagricultura para Galápagos que promueve sistemas integrados de producción bajo el enfoque agroecológico (MAGAP, 2014).

FASE 2

Se iniciará desde enero del 2017 y se extenderá hasta diciembre del 2018; durante éste período se prevé implementar acciones de restauración ecológica en ecosistemas prioritarios de Floreana definidos como tal por la DPNG, mientras que en la isla Española el objetivo será lograr por lo menos en un 20% la restauración de la población de *Opuntia megasperma* var. *orientalis*. En cuanto al componente de agricultura sostenible, en Floreana se prevé lograr el 100% de cobertura en el área agropecuaria destinada a la producción agroecológica, en base al plan de intervención que el MAGAP defina para esta isla.

FASE 3

Es la última y más extensa fase del proyecto, pues se iniciará desde enero del 2019 y se extenderá hasta diciembre del 2050. Durante este extenso período se prevé proyectar los beneficios de la Tecnología Groasis, para restaurar los ecosistemas y especies definidas por la DPNG a través del Plan de Manejo de las Áreas Protegidas de Galápagos para el Buen Vivir como prioritarias tanto en las islas pobladas como en Santiago, debido a que en todas existe invasión de especies introducidas tanto de flora como de fauna; adicionalmente en las islas Plaza Sury Española, se prevé la total recuperación de las poblaciones de cactus. Mientras que en lo referente al componente de agricultura sostenible se proyecta abarcar el 100% del área agropecuaria destinada a la producción agroecológica, coadyuvando así a la consecución de las metas planteadas por el MAGAP en cuanto se refiere a la implementación del nuevo modelo de producción agrícola en las islas (Figura 1).

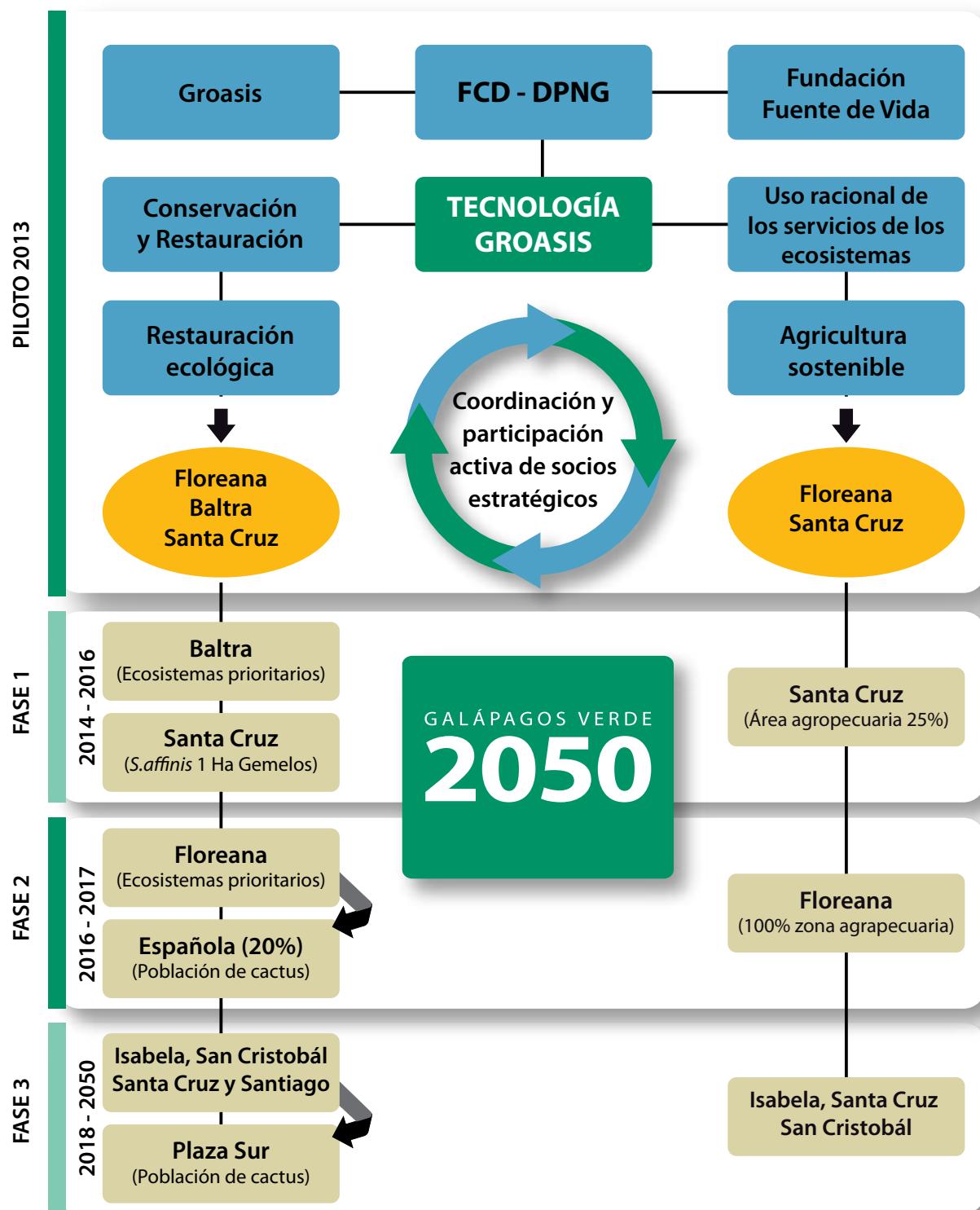


Figura 1. Línea de tiempo del proyecto “Galápagos Verde 2050” utilizando la Tecnología Groasis.

INTRODUCCIÓN

La Evaluación de Ecosistemas del Milenio realizada en el 2007 (DPNG in prep.), reconocía cuatro categorías de servicios de los ecosistemas, para efectos del presente proyecto basados en el Plan de Manejo de las Áreas Protegidas de Galápagos para el Buen Vivir (DPNG in prep.), se reconocen tres categorías de servicios: abastecimiento, regulación y culturales (Figura 2).



Figura 2. Relación entre el proyecto “Galápagos Verde 2050” y los servicios de los ecosistemas del archipiélago de Galápagos descritos en el Plan de Manejo de Áreas Protegidas de Galápagos para el Buen Vivir. Fuente: DPNG 2013

Los servicios de abastecimiento son los bienes o productos obtenidos directamente de los ecosistemas, por lo tanto la iniciativa Galápagos Verde 2050 a través de su componente de producción agrícola sostenible busca contribuir al mantenimiento de dichos servicios para garantizar la seguridad y soberanía alimentaria de la población local, en algunos rubros agrícolas. Pero también se enfoca tanto en la restauración y/o mantenimiento de los servicios de regulación que son los beneficios obtenidos de manera indirecta de los ecosistemas, en este caso a través del control de la erosión del suelo, como en el mantenimiento de los servicios culturales, ya que en este proyecto se prevé eliminar especies invasoras y lograr la regeneración de especies endémicas devolviendo el atractivo natural a los sitios de visita turística como en Los Gemelos entre otros.

OBJETIVOS

El proyecto “Galápagos Verde 2050” pretende contribuir a la conservación de Galápagos y al bienestar (Buen Vivir) de la población local, mediante el uso y transferencia de la Tecnología Groasis para la restauración de ecosistemas degradados y la producción agrícola sostenible.

LA PROBLEMÁTICA DE LAS ESPECIES INVASORAS EN GALÁPAGOS

Las especies introducidas constituyen la mayor amenaza para la biodiversidad terrestre única del archipiélago de Galápagos. Actualmente hay alrededor de 900 especies de plantas introducidas en las islas, de las cuales al menos 229 especies (26%) están naturalizadas y 131 especies ya están invadiendo los espacios naturales del archipiélago (Buddenhagen *et al.*, 2004; Guézou and Trueman, 2009; Jaramillo *et al.*, 2013; Soria *et al.*, 1999).

Las zonas altas (húmedas) de las islas habitadas de Galápagos son los ecosistemas más degradados en el archipiélago, con una tasa de degradación del 23% en Isabela, y un alarmante 96% en San Cristóbal. Los ecosistemas de las zonas húmedas se han modificado en gran medida

por las especies invasoras y la agricultura (Tabla 1, Figura 3). En algunas islas esto ha provocado la pérdida casi total de los ecosistemas naturales únicos, como en el caso de los bosques de Scalesia que actualmente cubren menos del 1% de su área de distribución original de la isla de Santa Cruz y el 0,1% en el Volcán Sierra Negra (Isabela) (Gardener *et al.*, 2010; Jäger *et al.*, 2007; Mauchamp and Atkinson, 2008-2009; Rentería and Buddenhagen, 2006).

Tabla 1. Porcentaje de zonas vegetación degradadas por especies invasoras en cada una de las cuatro islas pobladas, adaptado de (Watson, 2009), categorías de muy húmedo están agrupadas en la categoría de húmedo.

ISLAS	ZONA DE VEGETACIÓN		
	HÚMEDO	TRANSICIÓN	ÁRIDO
San Cristóbal	96	23	2
Santa Cruz	86	25	0.4
Floreana	38	2	0.5
Isabela Sur	23	4	0.2

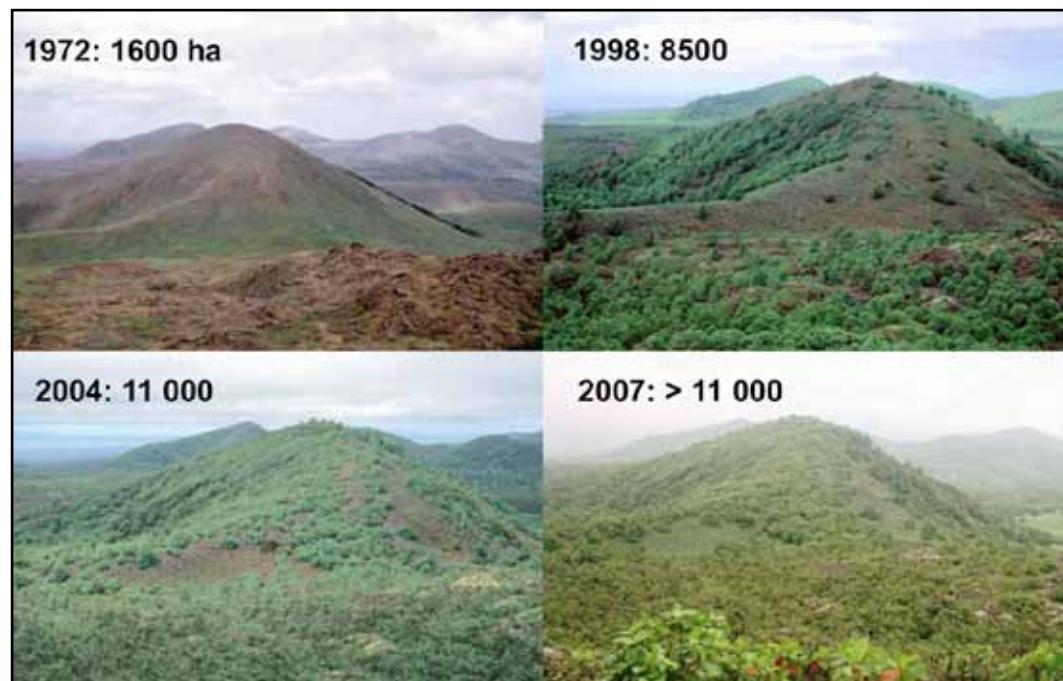


Figura 3. Cambio en el paisaje la estructura de los ecosistemas causado por plantas invasoras (principalmente *Cinchona pubescens*) en Santa Cruz (Gardener, 2010).

Como se puede observar en las imágenes, los impactos de las especies invasoras en las Islas Galápagos son devastadores, a tal punto que han transformado grandes extensiones de ecosistemas naturales. Además de esto, las especies invasoras afectan de manera negativa los procesos socioeconómicos de la provincia en donde el ingreso de plagas causa pérdidas en los cultivos, abandono de tierras y aumentando de esta manera la importación de productos orgánicos desde el Ecuador continental, incrementando el peligro constante del ingreso de especies exóticas a las islas. Este proceso se convierte en un círculo vicioso en el que las especies invasoras han ido ganando terreno, generando impactos ambientales, sociales y económicos (Figura 4).

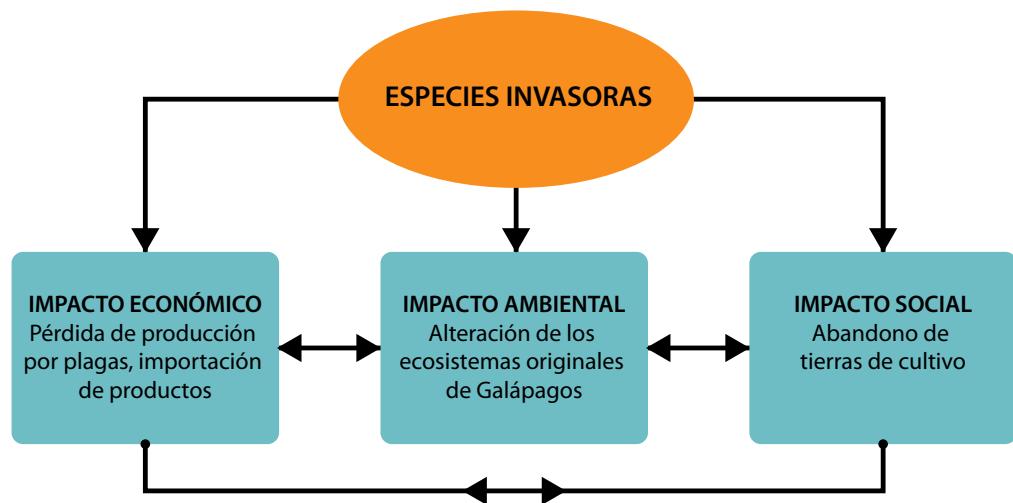


Figura 4. Ciclo de los impactos de las especies invasoras en las Islas Galápagos.

ESTRATEGIAS DEL PROYECTO

RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

La conservación y/o restauración de la integridad y resiliencia ecológica de los ecosistemas de Galápagos es una de las estrategias más seguras para la conservación global de la capacidad de los ecosistemas de generar servicios, así como para actuar sobre las causas del rico y variado flujo de servicios ambientales que estos generan a la sociedad (DPNG, 2013) (Figura 5).



Adaptado de Whisenant (1999)

Figura 5. Resiliencia de los Ecosistemas, visualización general de los procesos de restauración y degradación

Como se puede observar en la figura 5 la degradación de los ecosistemas tiene un flujo acelerado, mientras que la restauración de estos ecosistemas degradados hacia un sistema saludable, es mucho más lento, complicado y más al tratarse de ecosistemas frágiles como el archipiélago de Galápagos (Restrepo *et al.*, 2012; Wilkinson *et al.*, 2005). Por ejemplo, los intentos para restaurar las zonas altas de las islas, hasta el momento han sido implementados en una pequeña-escala esporádica y sin éxito (Carrión & Rentería, 2012; Gardener, Atkinson, & Rentería, 2010) y se han evaluado en varios sitios estratégicos el estado actual de varias especies en las zonas húmedas de Galápagos (Adersen, 1990; Itow, 1992; Jaramillo, 1998; Jaramillo, 1999; Jaramillo and Tapia, 1999; Mauchamp and Atkinson, 2008-2009; Rentería *et al.*, 2009; Rentería and Buddenhagen, 2006; Yanez *et al.*, 2003). Por lo tanto, lo que se necesita es una herramienta como el Groasis Waterboxx que ha sido implementada alrededor del mundo, logrando hasta un 90% de supervivencia de las plántulas en programas de restauración mediante la reforestación (Hoff, 2013), permitiéndonos lograr una elevada tasa de éxito en programas de restauración y reducir al mínimo los costos del control de plantas invasoras en las condiciones extremas de Galápagos.

AGRICULTURA SOSTENIBLE

Un análisis reciente del estado ecológico de las zonas altas (rurales) de las islas habitadas de Galápagos indica una pérdida casi total de una zona de la vegetación, producido y acelerado por una mezcla de usos de la tierra y especies invasoras (abandono de tierras)(Gardener *et al.*, 2010; Guézou *et al.*, 2010; Rentería and Buddenhagen, 2006; Tye *et al.*, 2001; Watson, 2009) (Figuras 6).

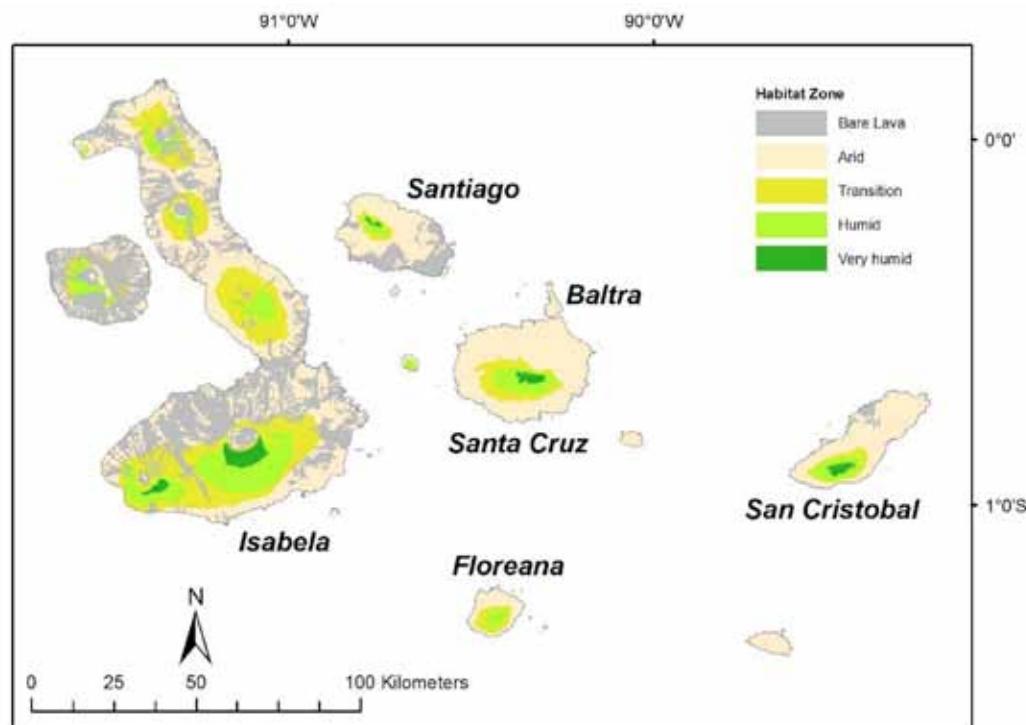


Figura 6. El Archipiélago de Galápagos. Las zonas húmedas y muy húmedas de las islas pobladas son las áreas más degradadas (Gardener *et al.*, 2010).

Es por esta razón que resulta imprescindible reforzar el papel de las tierras altas de las islas pobladas, ocupadas originalmente para el establecimiento de las zonas agropecuarias y actualmente sumidas en un proceso de urbanización, tanto en la conservación del patrimonio natural y la biodiversidad como en la calidad de vida "Buen Vivir" de los ciudadanos y en la sostenibilidad de la provincia (DPNG, 2013).

Uno de los problemas que ha contribuido al incremento del ingreso de especies invasoras a las áreas protegidas es el abandono de tierras (DPNG, 2013). Este problema se convierte en un círculo vicioso sin fin, ya que son las especies invasoras las que causan que los agricultores abandonen sus tierras, por lo tanto estas tierras abandonadas se convierten en focos dispersores de especies invasoras hacia las áreas protegidas de Galápagos (Figura 7).

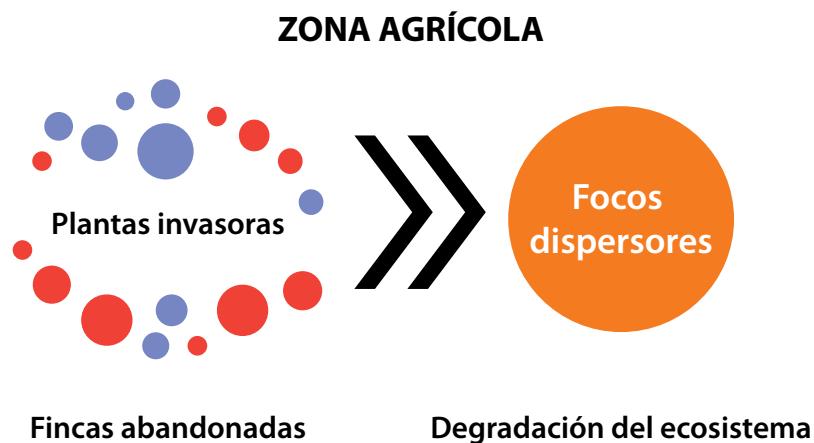


Figura 7. Ciclo de degradación de ecosistemas a partir de las fincas abandonadas, que se convierten en focos dispersores de especies invasoras.

Mediante la implementación de acciones para fomentar una agricultura sostenible, como una estrategia del proyecto “Galápagos Verde 2050” se pretende alcanzar la conservación de los ecosistemas más vulnerables de las zonas húmedas, mediante un incentivo a la producción sostenible se pretende la reducción de importación de productos orgánicos y de esta manera el peligro de la invasión de especies exógenas (FEIG, 2007; Martínez and Causton, 2007; Trueman, 2008; Trueman, 2010). Un valor agregado sería el coadyuvar en la seguridad alimentaria de la población de Galápagos, como lo establece el Plan Nacional del Buen Vivir (SENPLADES, 2013).



Figura 8. Beneficios de una Producción Agrícola Sostenible

Debido a las características geológicas e hidrológicas de las islas Galápagos, existe un limitante en la disponibilidad de agua dulce, en comparación con otras islas tropicales como es el caso de Hawaii (d’Ozouville, 2008). Este problema de falta de agua conlleva a la dificultad de mantener una producción agrícola estable durante todo el año, lo que a su vez genera una dependencia mayor en la importación de productos orgánicos (Figura 8). La tecnología innovadora de Groasis Waterboxx nos permite practicar una agricultura con un mínimo consumo de agua; varios estudios han demostrado que ésta tecnología permite el ahorro de agua hasta en un 98% más que el riego por goteo, actualmente se están realizando pruebas con varias especies de ciclo corto y frutales en el Ecuador continental en la provincia de Santa Elena (Hoff, 2013), y así contar con datos técnicos sobre este factor.

RESULTADOS PRELIMINARES DEL PROYECTO PILOTO (2013)

Como se ha señalado anteriormente, el proceso exitoso de coordinación con las instituciones gubernamentales ha sido la piedra angular para la ejecución del Proyecto Piloto, en cada una de las islas seleccionadas para esta fase previa; además sin duda alguna, esto ha constituido el primer paso exitoso hacia la consecución de un “Galápagos Verde 2050”.

Durante la ejecución de éste proyecto piloto se usó la Tecnología Groasis para sembrar varias especies nativas y endémicas de las islas Santa Cruz, Floreana y Baltra (Anexo 1). De igual manera se utilizaron varias especies de producción agrícola en Floreana y Santa Cruz (Anexo 2 y Figura 9).

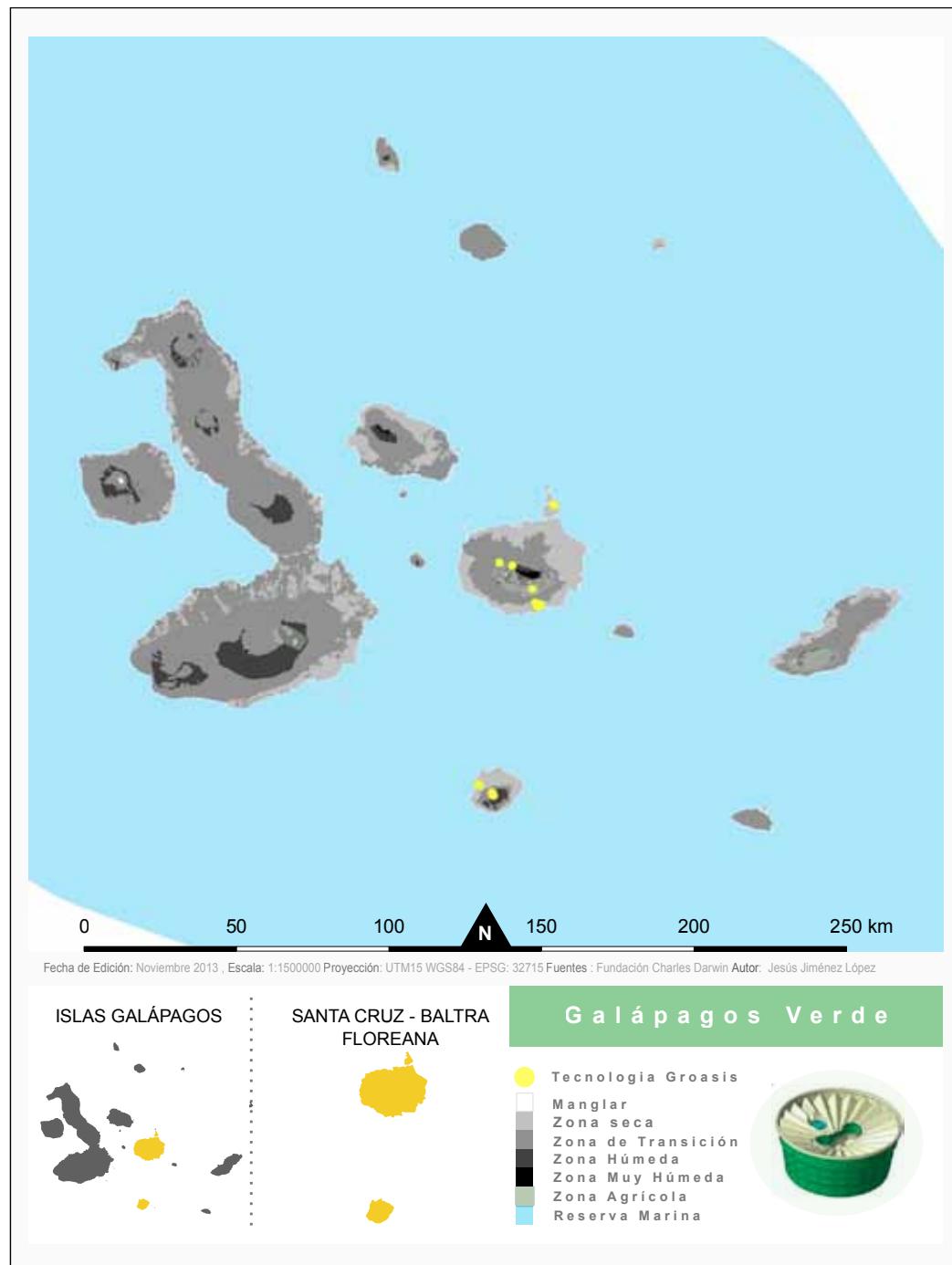


Figura 9. Mapa de distribución de todos los sitios de implementación del proyecto piloto en las islas Santa Cruz, Baltra y Floreana.



Debido a las características geológicas y climáticas en las islas, existen diferentes zonas de vegetación, cada una con altitudes semejantes, lo cual varía dependiendo del tamaño de la isla (Geist, 1996; Geist, 2000; González *et al.*, 2008; Itow, 1992; Trueman and d’Ozouville, 2010; Trusty *et al.*, 2012; Tye and Francisco-Ortega, 2011).

Las plantas con la Tecnología Groasis están distribuidas en varias zonas de vegetación, a diferentes altitudes y con sustrato diferente. En total, en las tres islas donde se desarrolló la fase piloto, se incluyó ocho tipos distintos de sustrato (Figura 10).

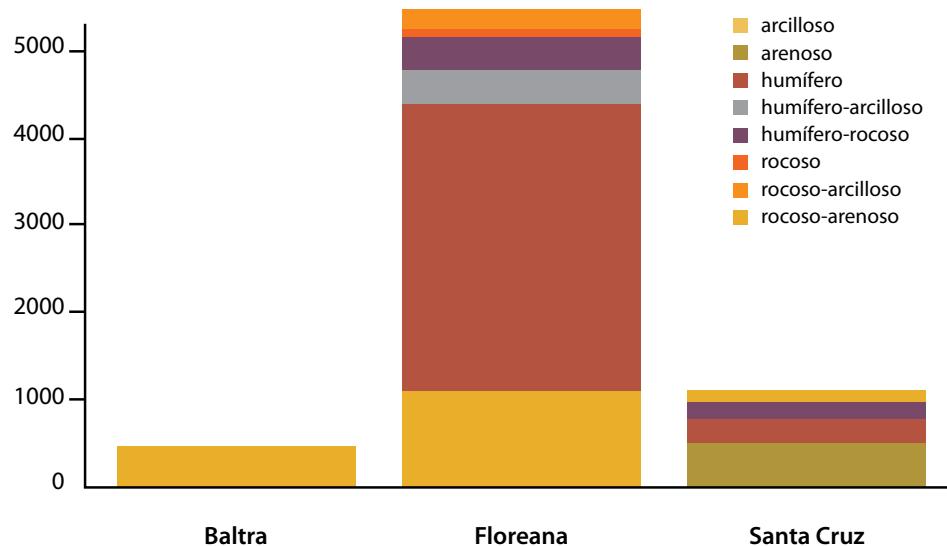


Figura 10. Tipos de sustrato registrados en las islas que se probó la Tecnología Groasis durante la fase piloto.

Para facilitar la comprensión de los resultados obtenidos en la fase piloto del proyecto, a continuación se los presenta divididos de acuerdo a las estrategias establecidas, esto es restauración ecológica y agricultura sostenible:

RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

ZONA ÁRIDA

ISAL BALTRA

La isla Baltra tiene una superficie de 27 km² y una altitud máxima de 100 msnm. El principal aeropuerto del archipiélago está ubicado en esta isla, siendo este el punto principal de conexión por vía aérea, entre Galápagos y el Ecuador continental (Geist *et al.*, 1985). Sin embargo, siendo la isla entera parte del Parque Nacional Galápagos, la Fundación Charles Darwin y la Dirección del Parque Nacional Galápagos trabajaron juntos en la restauración de ecosistemas degradados, en una zona aledaña al aeropuerto, donde hasta hace poco tiempo funcionaba un botadero de basura (Figura 11).

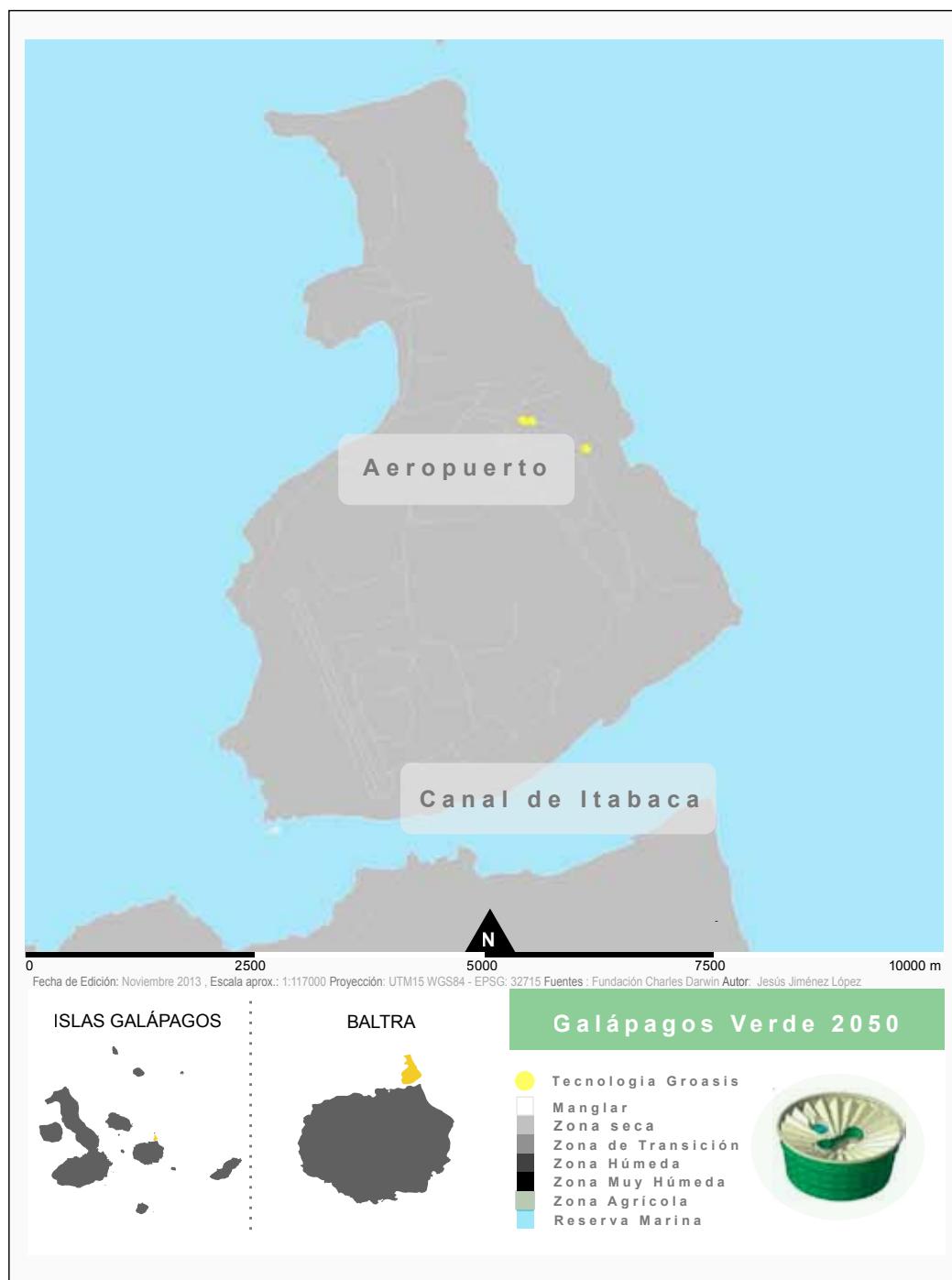


Figura 11. Mapa de la ubicación geográfica de los sitios de implementación del proyecto piloto en Baltra.



Esta isla presenta un escenario muy interesante, pues además de haber sufrido una alteración de sus ecosistemas por la presencia de la Base Militar de los Estados Unidos durante la Segunda Guerra Mundial (González *et al.*, 2008; Trueman *et al.*, 2010; Trueman & d’Ozouville, 2010), al ser una isla baja es muy árida y la pluviosidad casi inexistente (Itow, 1992), por lo tanto, considerando que la Tecnología Groasis se caracteriza por estimular el desarrollo de cualquier planta con una mínima cantidad de agua, se evaluaron seis especies nativas y endémicas de ésta isla (*Acacia macracantha* Humb. & Bonpl. ex Willd., *Bursera malacophylla* B.L. Rob., *Castela galapageia* Hook. f., *Opuntia echios* var. *echios* Howell, *Parkinsonia aculeata* L. y *Scalesia crockeri* Howell), con el propósito de estimular su crecimiento y desarrollo.

Los resultados preliminares muestran que, debido a las características físicas del suelo de Baltra (Figura 8), el cual es muy arcilloso y al estrés que sufrieron las plántulas durante la siembra y al fuerte calor; la supervivencia y crecimiento de las mismas se vieron afectados negativamente. Sin embargo la tasa de crecimiento de aquellas plántulas sembradas en Waterboxx, como por ejemplo *Opuntia echios* var. *echios*, presentó una tasa de crecimiento acelerado. Cabe indicar que en este caso “acelerado” implicó que las plántulas multiplicaron su crecimiento promedio natural. Normalmente, las especies de este género crecen en promedio 2 cm anuales (Coronel, 2002; Estupiñan and Mauchamp, 1995; Hicks and Mauchamp, 2000), lo cual contrasta con el crecimiento registrado con Waterboxx, pues tuvo un crecimiento promedio de 1,5 cm mensuales, lo que sugiere que si se mantiene esa tasa de crecimiento, podría llegar a crecer por sobre los 10 cm anuales (Figura 12).

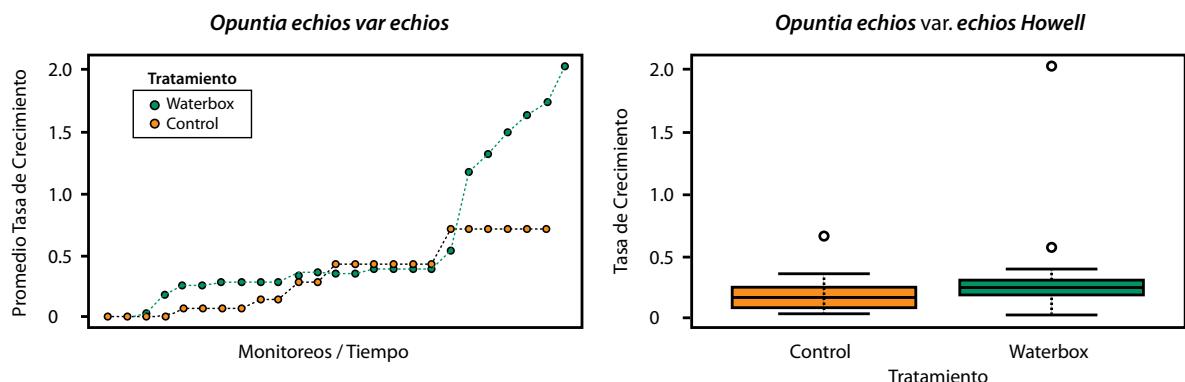


Figura 12. Tasa de crecimiento promedio de *Opuntia echios* var. *echios* durante el proyecto piloto Waterboxx en la isla Baltra.

Es importante recalcar que para este proyecto piloto, debido a las condiciones extremas de la isla Baltra se usó tan solo el 50% del volumen de agua requerido por las cajas Waterboxx, con la

finalidad de probar su viabilidad en situaciones extremas de escases de agua y donde su acceso es muy limitado tanto por falta de fuentes como por la dificultad de sus terrenos.

ZONA HÚMEDA

ISLA FLOREANA E ISLA SANTA CRUZ

Los cambios que se han producido en los ecosistemas insulares por la presencia de las especies invasoras, y la eliminación de la vegetación nativa y endémica en las islas pobladas, para dar paso a la agricultura y la ganadería, han provocado la pérdida casi total de varias comunidades naturales únicas de las islas, como es el caso de los bosques de *Scalesia pedunculata*, los que históricamente ocuparon las áreas que actualmente son ocupadas por la zona agropecuaria, por lo que solo quedan pequeños remanentes de dichos bosques (Mauchamp and Atkinson, 2008-2009) (Figura 13 y 14).

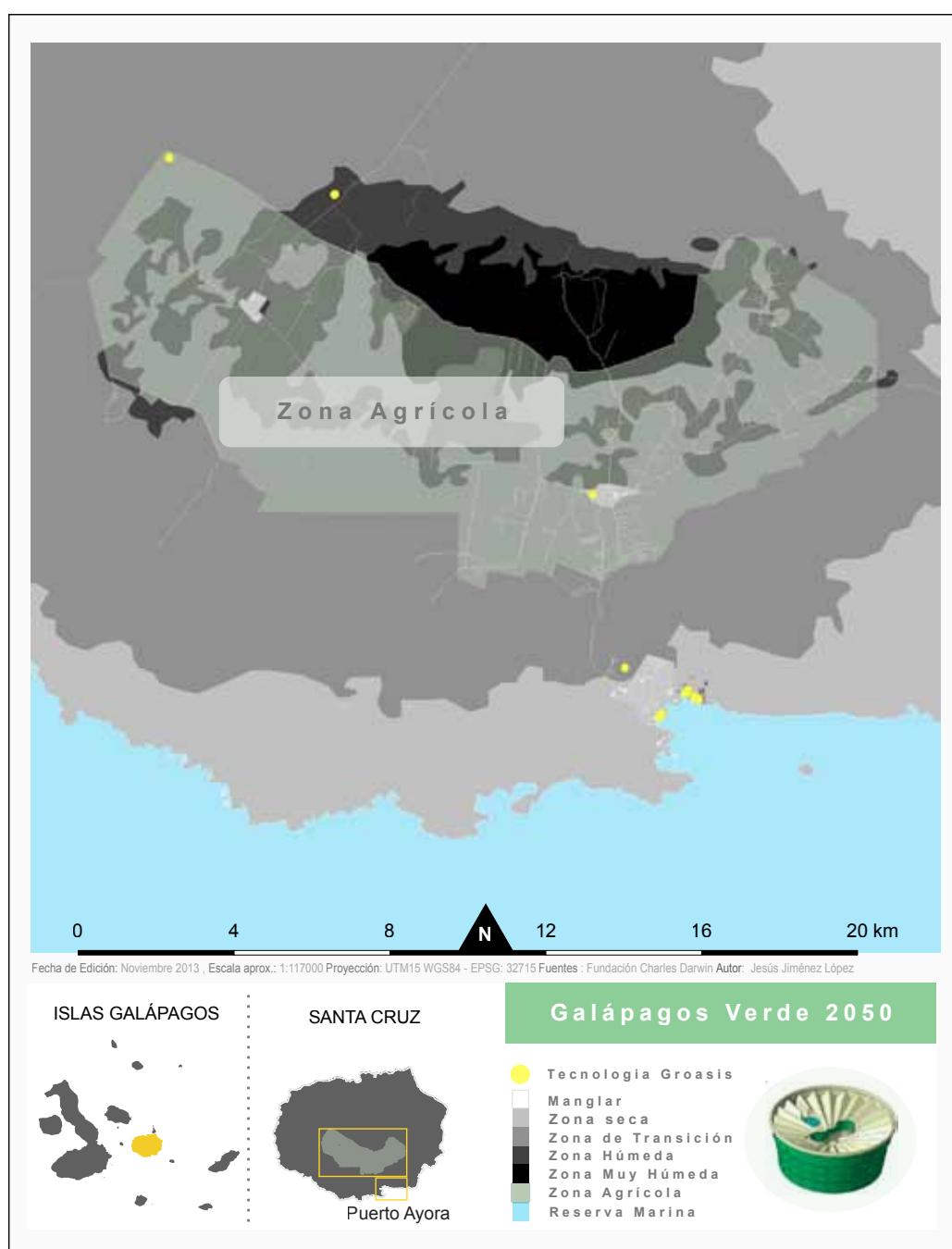


Figura 13. Mapa de la ubicación geográfica de los sitios de implementación del proyecto piloto en la isla Santa Cruz.

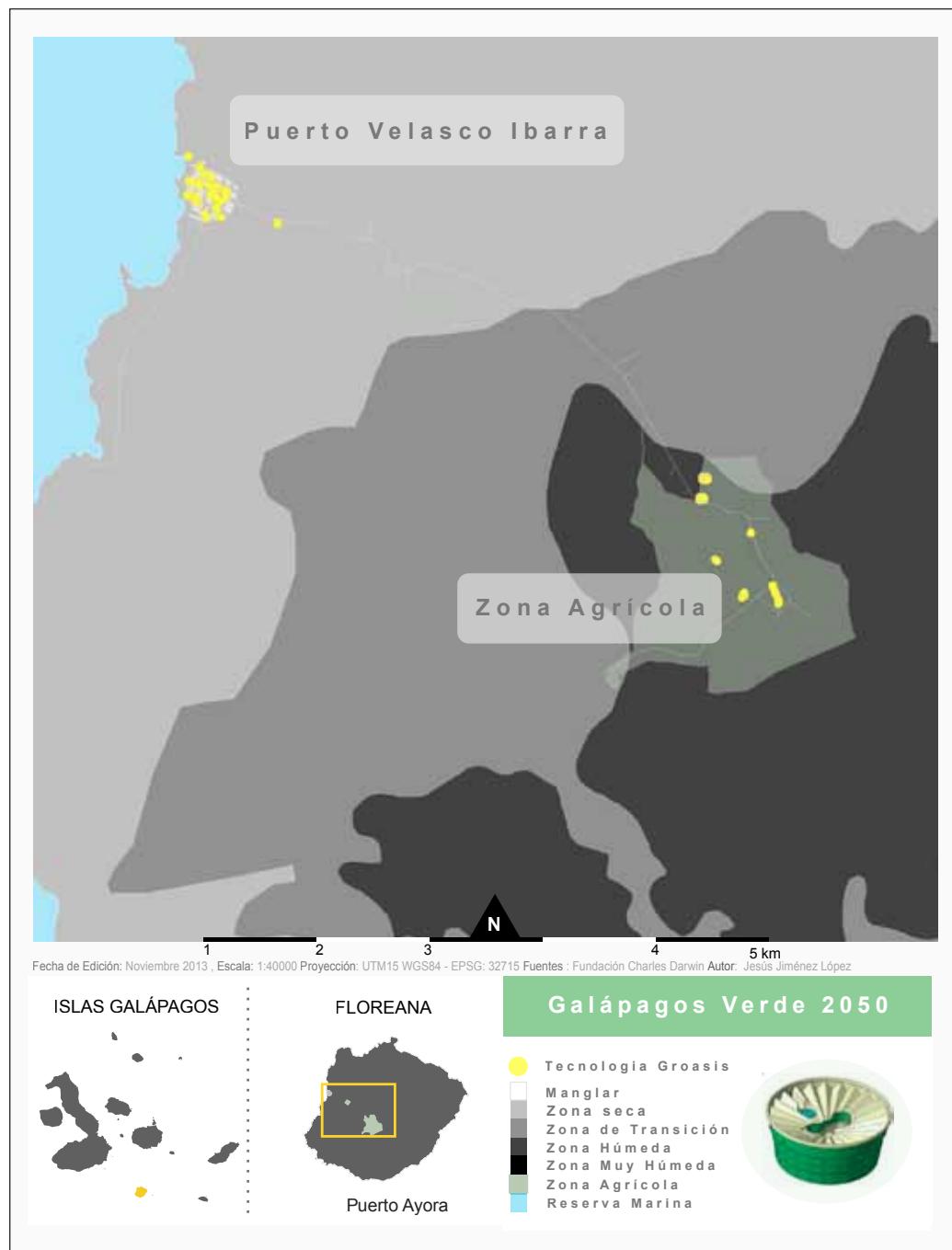


Figura 14. Mapa de la ubicación geográfica de los sitios de implementación del proyecto piloto en la isla Floreana.

La fase piloto se ejecutó en las zonas altas de Floreana y Santa Cruz, en las que se seleccionaron siete especies endémicas y tres nativas, las mismas que fueron sembradas en cajas Waterboxx.

Los resultados preliminares evidenciaron por ejemplo que *S. pedunculata* tuvo una tasa de crecimiento mucho más acelerada que en las restantes (Figura 15).

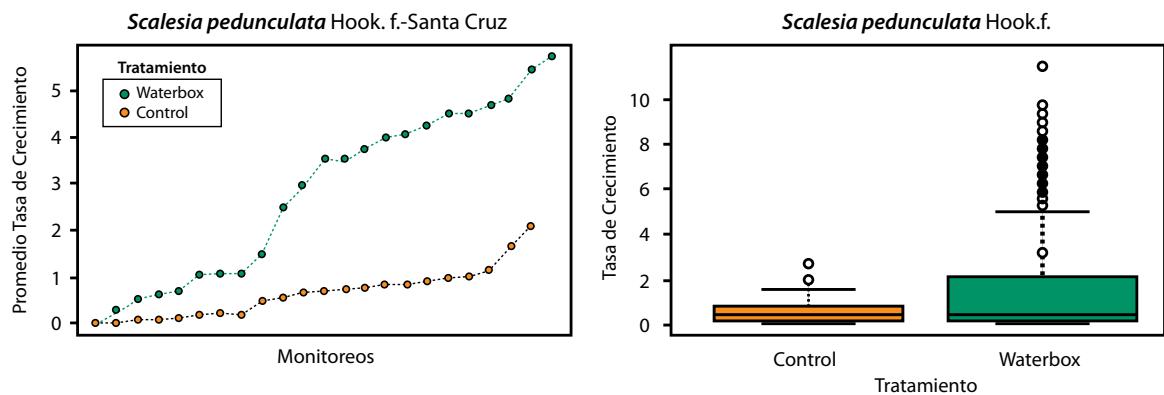


Figura 15. Tasa de crecimiento de *Scalesia pedunculata* durante el proyecto piloto Waterboxx en las islas Floreana y Santa Cruz.

AGRICULTURA SOSTENIBLE

ZONA ÁRIDA Y HÚMEDA

ISLA FLOREANA

La dependencia de la población de Galápagos de alimentos importados desde el Ecuador continental, no solo aumenta el riesgo de introducción de especies invasoras y plagas a los ecosistemas insulares, sino que también impide el mejoramiento de la calidad de vida de los agricultores locales (Martínez and Causton, 2007; Palacios, 2012). Adicionalmente, la escasez de agua dulce para cultivos es un problema apremiante en las islas, y principalmente en Floreana (Guyot-téphany *et al.*, 2012).

El proyecto piloto se ejecutó en la zonas áridas y húmeda de Floreana (ver Figura 13) (huertos familiares y fincas); se seleccionaron varias especies, en su mayoría frutales: *Allium fistulosum L.*, *Annona cherimola Mill.*, *Capsicum annuum L.*, *Carica papaya L.*, *Citrullus lanatus (Thunb.) Matsun. & Nakai*, *Citrus reticulata Blanco*, *Citrus x limon (L.) Osbeck*, *Citrus x sinensis (L.) Osbeck*, *Cocos nucifera L.*, *Cucumis melo L.*, *Jatropha curcas L.*, *Mangifera indica L.*, *Ocimum campechianum Mill.*, *Persea americana Mill.* y *Solanum lycopersicum L.* (Anexo 3).

Los resultados hasta ahora alcanzados gracias a la cooperación de los agricultores, han sido positivos para todas las especies, principalmente en los casos de tomate y sandía (Figuras 16 y 17), el siguiente paso será socializar los resultados a la comunidad de Floreana y de esta forma aportar con el control de las especies invasoras en Galápagos y generar una producción sostenible a largo plazo.

Es importante recalcar que en Floreana, debido a la escasez extrema de agua se redujo 30% del volumen normal de agua para el funcionamiento de las cajas.

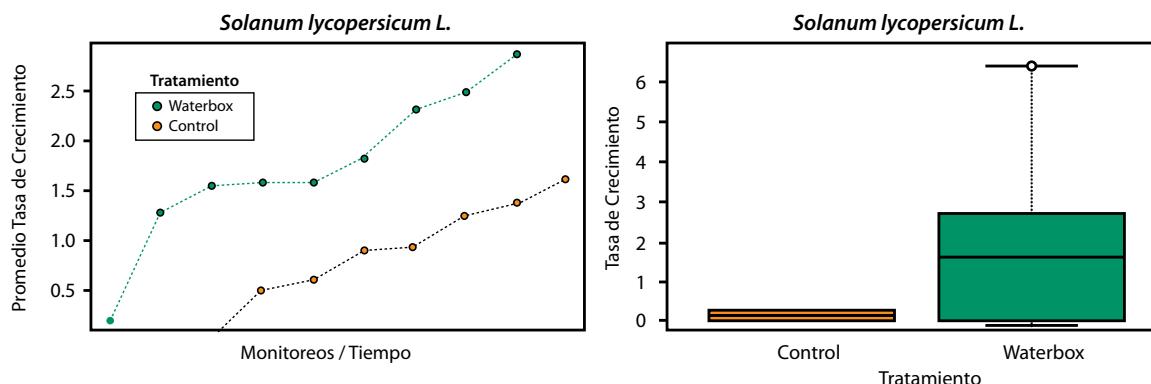


Figura 16. Tasa de crecimiento de *Solanum lycopersicum* (tomate) durante el proyecto piloto Waterboxx en la isla Floreana.

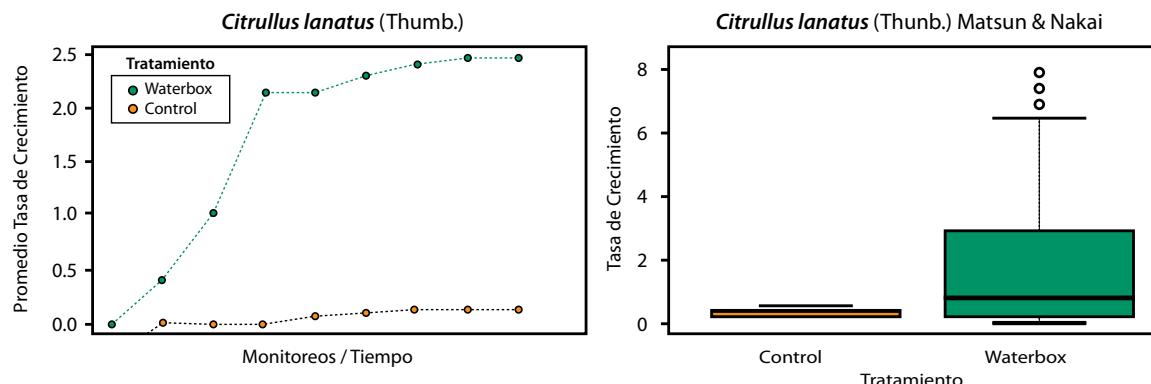


Figura 17. Tasa de crecimiento de *Citrullus lanatus* (sandía) durante el proyecto piloto Waterboxx en la isla Floreana.

GALÁPAGOS VERDE 2050

UNA OPORTUNIDAD PARA RESTAURAR GALÁPAGOS

Entender a Galápagos como un socio-ecosistema significa que los ecosistemas y la sociedad deben conceptualizarse y manejarse como un todo, como una sola entidad integrada y unitaria (Tapia et al., 2009; Tapia et al., 2008). Esta forma de pensar y actuar ayudaría a romper la dicotomía existente entre la conservación y el desarrollo, ya que cualquier acción para su adecuado manejo se centraría prioritariamente en la gestión sistemática de las relaciones y los procesos que vinculan los sistemas humanos y naturales (DPNG, 2013).

Con estos principios en mente es que debemos considerar al proyecto Galápagos Verde 2050, como una herramienta para conducirnos de un estado ecosistémico alterado hacia un ecosistema saludable (no el original pero lo más cercano a ello) a una escala regional, en donde podríamos tener un impacto verdadero en el socio-ecosistema de Galápagos (Figura 18).

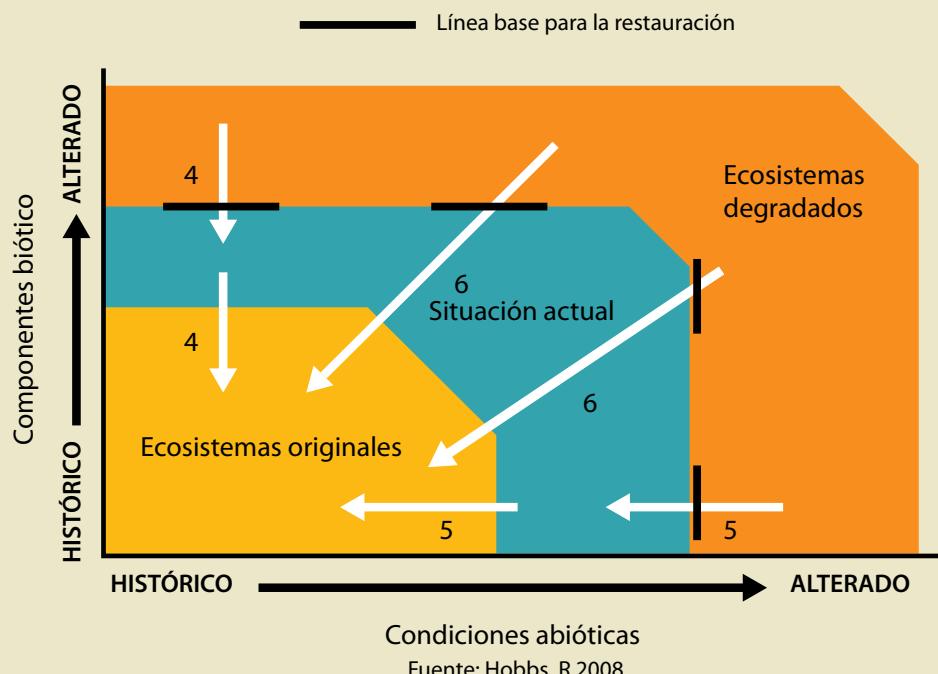


Figura 18. Modelo de restauración de ecosistemas originales y degradados, adaptados al caso Galápagos (Hobbs, 2008).



PLAN DE IMPLEMENTACIÓN GALÁPAGOS VERDE 2050

El proyecto “Galápagos Verde 2050” se ejecutará en varias fases, las cuales cuentan con un proceso estratégico de implementación como se detalla a continuación:

ÁREAS PRIORITARIAS

El primer paso es definir junto con los socios estratégicos las áreas prioritarias en donde se encuentra el problema a ser resuelto mediante el proyecto, en este caso cada una de las fases deberá determinar los ecosistemas prioritarios en cada una de las islas a ser intervenidas.

DESARROLLO DE ESTRATEGIAS

En el segundo paso debemos establecer metas y resultados medibles para la restauración ecológica de los ecosistemas prioritarios y áreas de producción agrícola seleccionadas en el paso anterior. Esto nos ayudará a detallar el alcance de implementación en cada una de las fases del proyecto. Por ejemplo Fase 1 = Baltra y zona rural Santa Cruz.

PLAN DE IMPLEMENTACIÓN

En este tercer paso debemos detallar las acciones de restauración y producción agrícola sostenible a ser ejecutadas en cada una de las fases, en coordinación con las instituciones co-ejecutoras del proyecto.

MONITOREO

En este cuarto paso debemos definir junto con los socios estratégicos un Plan de Monitoreo en donde se detallará mapas de distribución geográfica para cada una de las fases, y además se detallará los indicadores a ser evaluados. Para esto se aplicará el uso de una plataforma virtual tanto para el ingreso de datos como para la publicación libre de información sobre el proyecto.

EVALUACIÓN DE RESULTADOS

En este paso se analizarán de manera técnica los datos registrados en el paso anterior y se los presentará a las partes interesadas a manera de reportes técnicos.

IMPLEMENTACIÓN DE CAMBIOS

Finalmente, en éste proceso es necesario modificar las acciones de ejecución en base a los reportes técnicos presentados con la finalidad de corregir errores y solventar problemas de una manera ágil y eficiente. Esto significa que el proyecto Galápagos Verde 2050 está basado en el manejo adaptativo, alineándose a la base conceptual del nuevo Plan de Manejo de Áreas Protegidas de Galápagos para el Buen Vivir (Figura 19).

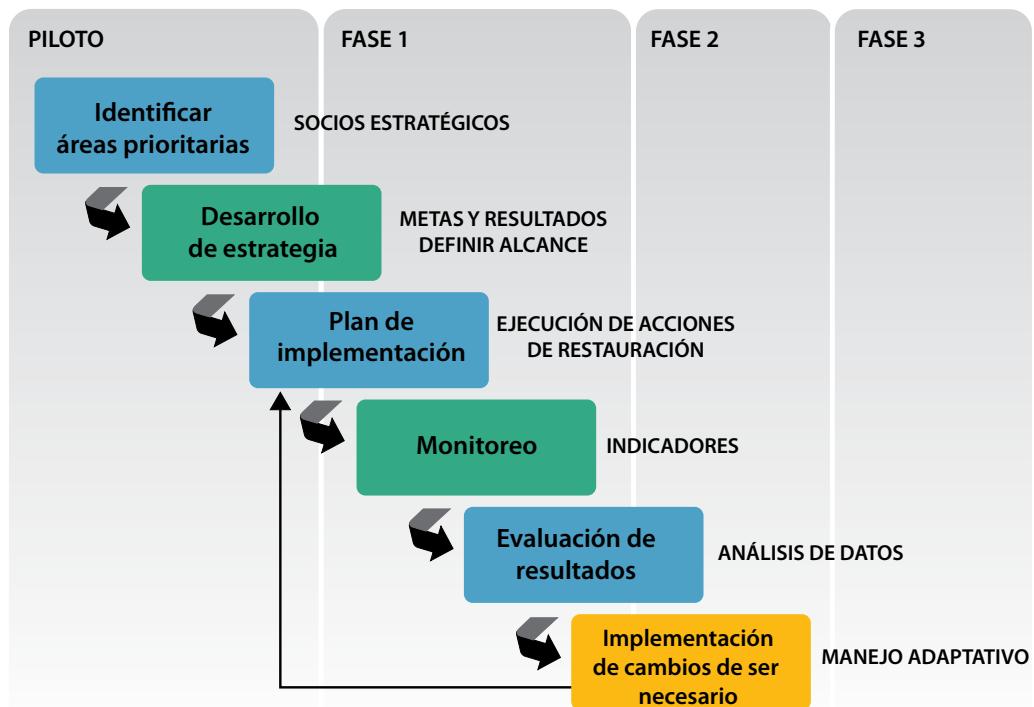


Figura 19. Estrategia de implementación del Proyecto Galápagos Verde 2050.

EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Como hemos visto en la planificación estratégica se prevé trabajar en tres fases, cada una de éstas tendrá un alcance geográfico establecido por islas (Figura 20).

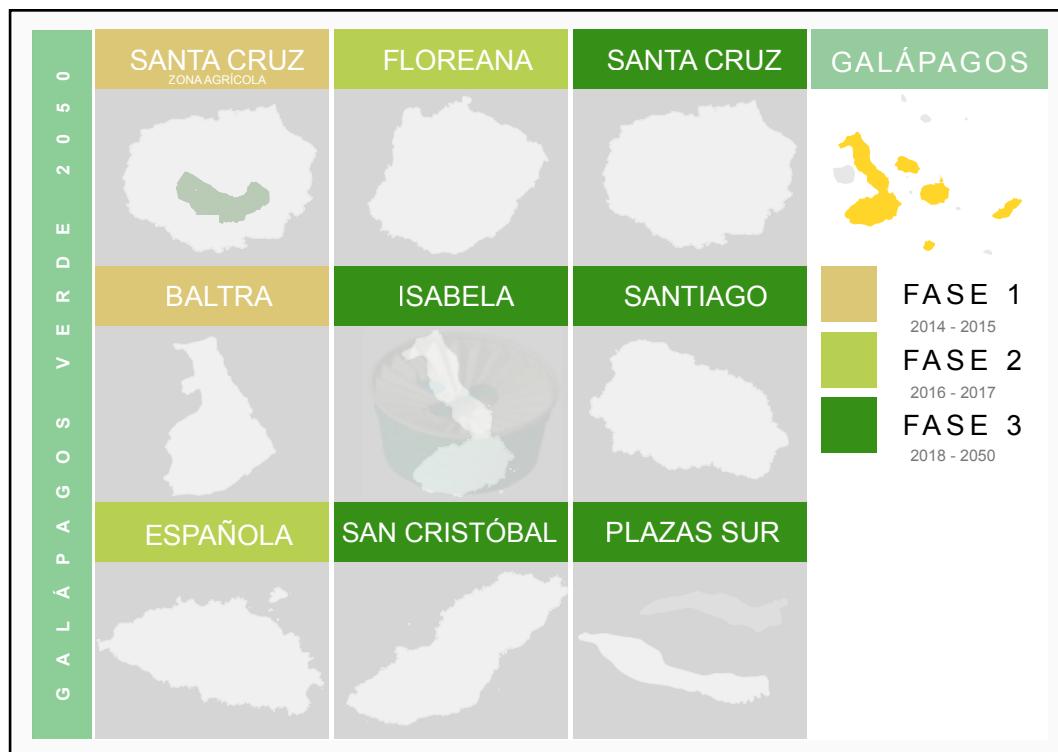


Figura 20. Mapas explicativos del alcance de la implementación de cada una de las fases del proyecto Galápagos verde 2050.

FASE 1 (2014-2016)

En esta fase las acciones de restauración ecológica en la isla Baltra estarán enfocadas en zonas que presenten ecosistemas prioritarios de acuerdo a un trabajo de priorización con los socios estratégicos, particularmente la DPNG. En Baltra existe una diversidad única terrestre que se encuentra distribuida en los alrededores del aeropuerto (Jaramillo, 2009).

La restauración de la Isla Baltra representa una gran oportunidad para recuperar una parte del ecosistema terrestre del archipiélago, el mismo que generan importantes beneficios ecológicos, sociales y económicos. La necesidad de la restauración ecológica en Baltra es prioritaria; su alta tasa de degradación ha sido causada por la antigua base militar y sus operaciones. Sin embargo, el potencial de restauración es muy alto; en el exterior del antiguo complejo de aviación en Baltra se albergan comunidades vegetales, que en su mayoría están intactos y que podrían actuar como fuentes de material biológico para poner en marcha los ecosistemas en las zonas dañadas de la isla.

De igual forma se presenta una importante oportunidad para combinar las actividades de restauración con actividades o iniciativas de educación con la finalidad de dar a conocer el proceso de restauración en zonas áridas, hasta el momento Baltra sirve como el principal punto de entrada en todo el archipiélago, con miles de visitantes que ingresan por este aeropuerto al año, creando así una extraordinaria oportunidad para la difusión del proyecto y tal vez propiciar una participación directa de muchos visitantes en el proceso de restauración de la isla; a diferencia de otros proyectos de restauración en Galápagos que son difíciles de conocer o visitar, especialmente aquellos que se implementan en las islas más remotas. El potencial científico en la restauración de la isla Baltra es extremadamente alto, debido a que podría servir como el inicio para generar nuevo conocimiento acerca de cómo funcionan los ecosistemas áridos de Galápagos, así como generar información muy necesaria sobre la biota de la isla.

Entre las consideraciones específicas para la restauración de los ecosistemas terrestres de Baltra se deben incluir las siguientes:

- El esfuerzo de restauración se debe centrar en la comunidad vegetal de la zona central de la isla, donde existió mucha degradación por la antigua base militar y tráfico de vehículos.
- La creación de una red de corredores de plantas nativas crearía conectividad en toda la isla entre la zona menos perturbada en la parte norte de Baltra con la comunidad arbustiva que se debe recuperar alrededor de la antigua base militar en el suroeste, por ejemplo:

Opuntia echios var *echios* es una especie clave en Baltra y debe ser una especie objetivo prioritario para la restauración intensiva de la isla.

Los esfuerzos de restauración también deben tratar de recuperar especies ecológicamente importantes como *Bursera malacophylla*, *Scalesia crockeri*, *Solanum cheesmaniae*, y otras especies nativas similares a los encontrados en el noreste de Baltra y Seymour Norte.

- Los eventos de El Niño deben ser considerados estratégicamente, como ventanas de oportunidad para poner en marcha la recuperación de comunidades de plantas.
- Los sitios referenciales o “control” son fundamentales para cuantificar el éxito de la restauración, las cercanas islas de Seymour Norte y las zonas costeras del norte de Santa Cruz pueden servir como controles.
- Los escombros de gran tamaño que se han generado a partir de las estructuras abandonadas, podrían ser manipulados para buscar una similitud con las áreas de roca volcánica y ceniza que proporcionan un hábitat de gran importancia para la captura de semillas, proporcionando sombra y humedad; facilitando de esta manera la germinación de especies pioneras y beneficiando con ello a especies de alta prioridad, como por ej. *Opuntia*.
- Las especies herbáceas cumplen una función valiosa para los ecosistemas, por lo que también es de suma importancia considerarlas para lograr una restauración eficaz; por ejemplo *Crotalaria pumila* es una leguminosa, que proporciona fijación de nitrógeno, con vistosas flores que atraen a las mariposas endémicas. *Amaranthus squamulatus*, *Ipomoea triloba* y *Tiquilia galapagoa* son ejemplos de plantas que atraen a los polinizadores y proporcionan una estabilidad del suelo proporcionando protección y cobertura.
- La fauna endémica, juega un papel importante para la restauración de la comunidad vegetal a través de la dispersión de semillas de las plantas maduras de toda el área de restauración, este proceso puede ser acelerado a través de la colocación de una gran red de ramas artificiales para las aves como se ha demostrado en muchos otros proyectos de restauración.
- Evaluación de la estructura de la función especial de plantas nodrizas y métodos de ingeniería ecológica como la Tecnología Groasis es de gran relevancia para el restablecimiento de los núcleos de la comunidad de plantas en zonas muy perturbadas, esta tecnología podría acelerar el proceso de recuperación de la comunidad vegetal en las condiciones áridas que caracterizan a la Baltra.
- Un manejo de especies invasoras es necesario para el restablecimiento de las comunidades vegetales endémicas en Baltra, las especies exóticas son motivo de especial preocupación en la zona del aeropuerto.
- Accidentes como colisiones de aviones y vehículos motorizados son un peligro presente para la avifauna y reptiles de Baltra, por lo tanto es importante que estos posibles accidentes sean considerados con un plan de mitigación de impacto.
- El gavilán de Galápagos tuvo como hábitat la isla de Baltra, sin embargo su avistamiento en esta isla ha ido disminuyendo, se podría considerar la posibilidad de que se lo pueda reintroducir a esta isla.

- La iguana terrestre de Galápagos es una especie grande y carismática que merece una consideración especial en la restauración poblaciones de reptiles, asegurar a través del monitoreo que la población de iguanas terrestres de Baltra se mantenga estable o en aumento y que la mortalidad en las carreteras y la pista de aterrizaje se reduzca.
- Se debe convocar a un taller de expertos, y tal vez en la misma isla Baltra para realizar excursiones diarias a sitios de interés en la isla, con la finalidad de generar un plan concreto para avanzar en la restauración de toda la isla, esto sería una inversión que vale la pena en tiempo y recursos.

Basados en la trayectoria de recuperación de los ecosistemas áridos similares, es probable que la recuperación natural de las zonas degradadas progrese lentamente.

La restauración de la Isla Baltra es una oportunidad única para equilibrar múltiples usos en competencia, incluyendo la recuperación de especies en peligro, la restauración de ecosistemas, integrar al turismo como parte del proceso de restauración, la renovación de la infraestructura de iluminación y tal vez la preservación de los sitios históricos; y hacer todo esto en un lugar muy visible donde el trabajo de la Dirección del Parque Nacional Galápagos y la Fundación Charles Darwin pueda ser presentado (James Gibbs 2013 com. pers.).

En la isla Santa Cruz en cambio se trabajará en la restauración de dos zonas de vegetación: árida y húmeda. En el Mirador y oeste del Garrapatero se restaurará 1 Ha de una especie en peligro de extinción como es *Scalesia affinis* mientras que en la zona húmeda se trabajará en Los Gemelos, dando continuidad a lo efectuado en la fase piloto y se pretende alcanzar la recuperación de hasta un 15% del ecosistema original (Figura 21).

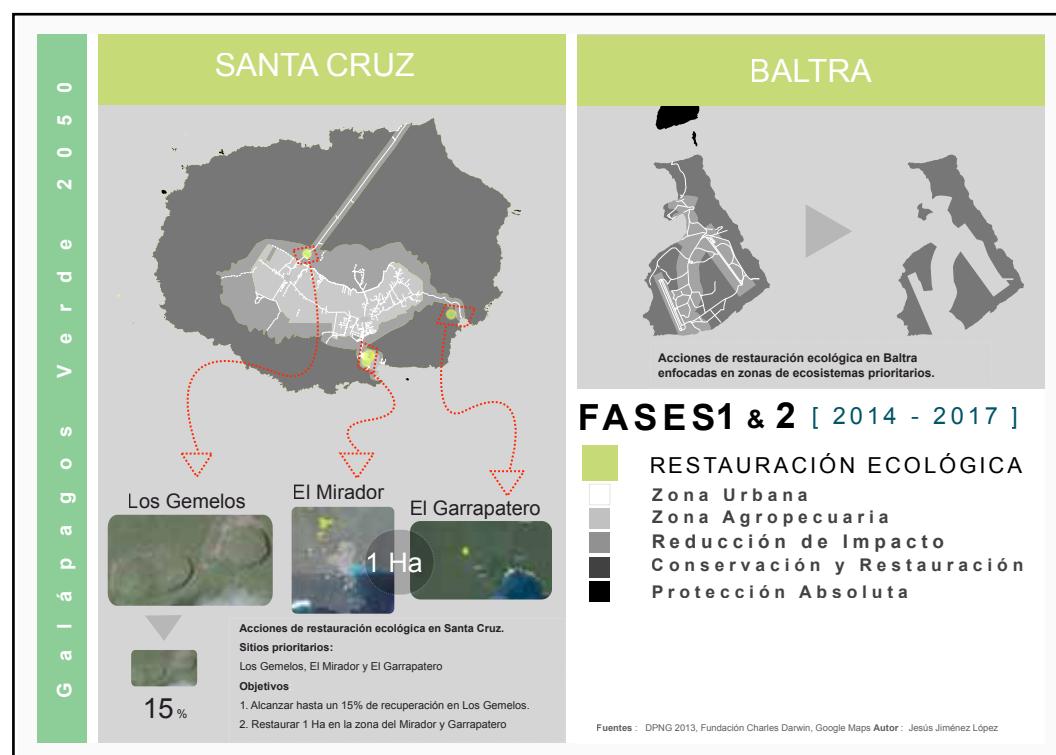


Figura 21. Mapa informativo del alcance de la Fase 1 en el componente de restauración ecológica del Proyecto Galápagos Verde 2050.

Para la implementación de acciones de agricultura sostenible se ejecutará con el MAGAP y para alcanzar una cobertura de hasta un 25% de las zonas agropecuarias de la isla Santa Cruz destinadas a la producción agroecológica de acuerdo a la zonificación establecida por esta institución gubernamental acorde con el Plan de Bioagricultura para Galápagos (MAGAP, 2014) (Figura 22).

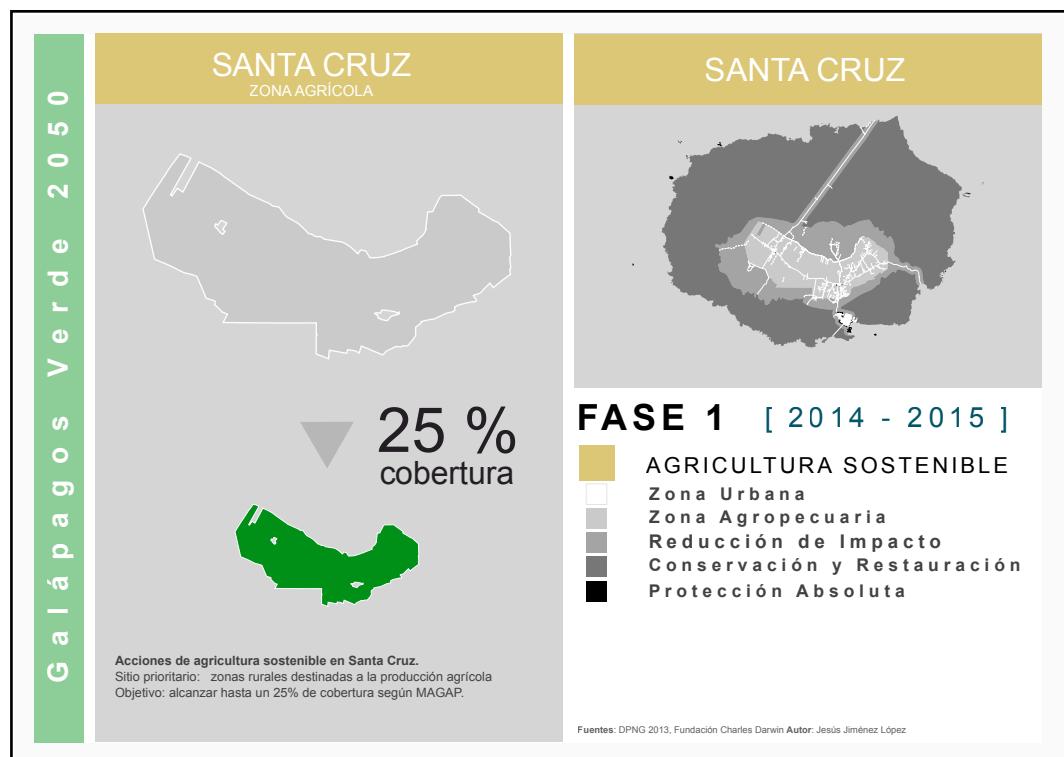


Figura 22. Mapa informativo del alcance de la Fase 1 en el componente de agricultura sostenible del Proyecto “Galápagos Verde 2050” en la isla Santa Cruz.

FASE 2 (2017-2018)

En esta Fase se ejecutarán acciones de restauración ecológica en ecosistemas prioritarios en Floreana de acuerdo a la priorización realizada con los socios estratégicos en base a talleres de trabajo, salidas de campo y estudios realizados en sitios estratégicos (Jaramillo, 1998; Jaramillo and Tapia, 1999; Simbaña and Tye, 2009; Tye, 1997; Tye *et al.*, 2001). Para la implementación de acciones de agricultura sostenible se considera alcanzar una cobertura de hasta un 100% de la zona rural destinada a la producción agroecológica en base al plan intervención que el MAGAP defina para esta isla (Figura 23).

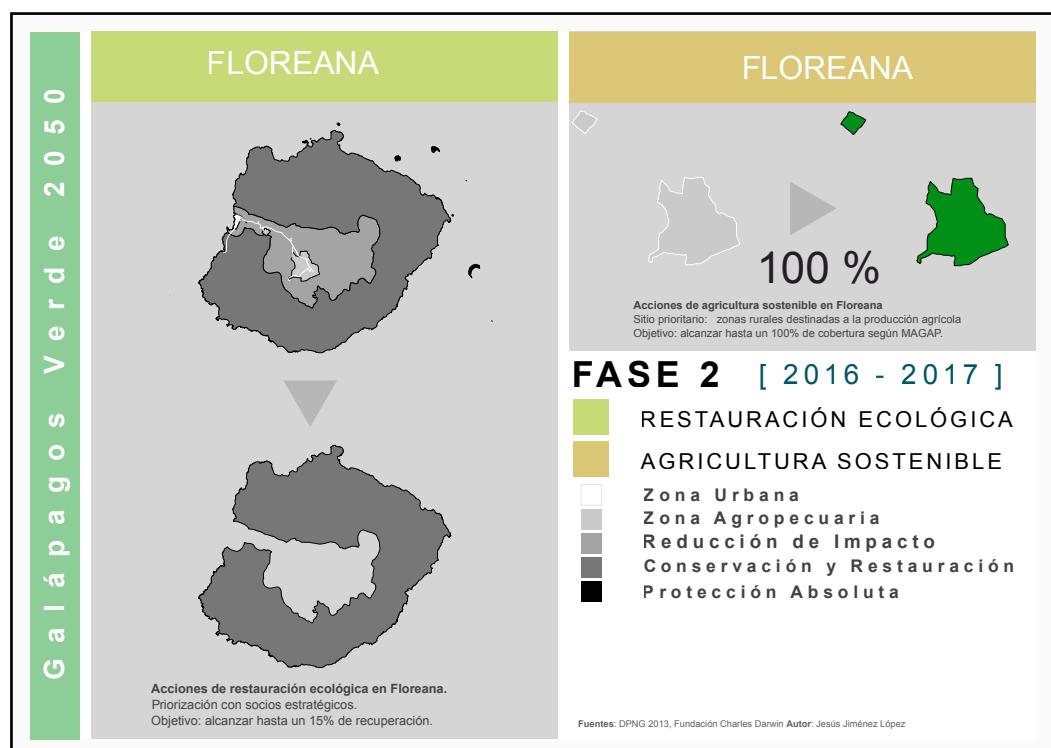


Figura 23. Mapa informativo del alcance de la Fase 2 en el componente de restauración ecológica y agricultura sostenible del Proyecto "Galápagos Verde 2050"en la isla Floreana.

En la isla Española el objetivo será lograr la restauración de la población de cactus (*Opuntia megasperma* var. *orientalis* Howell), por lo menos en un 20% del área total de la isla, debido a que por el impacto causado por las cabras introducidas se requiere este trabajo para mantener las interacciones entre esta especie endémica y las tortugas gigantes (Blake et al., 2011; Coronel, 2002; Gibbs et al., 2008) (Figura 24).



Figura 24. Mapa informativo del alcance de la Fase 2 en el componente de restauración ecológica del Proyecto "Galápagos Verde 2050"en la isla Española.

FASE 3 (2019-2050)

Se prevé proyectar los beneficios de la Tecnología Groasis para restaurar los ecosistemas prioritarios en todas las islas pobladas y en aquellas no pobladas como Santiago, Española y Plaza Sur que de acuerdo al Plan de Manejo de Áreas Protegidas de Galápagos para el Buen Vivir son consideradas prioridad para su restauración. Por otro lado, se dará mayor énfasis a las zonas húmedas, en donde como ya se ha mencionado varias especies endémicas como por ejemplo *Scalesia sp.* continúan disminuyendo drásticamente.

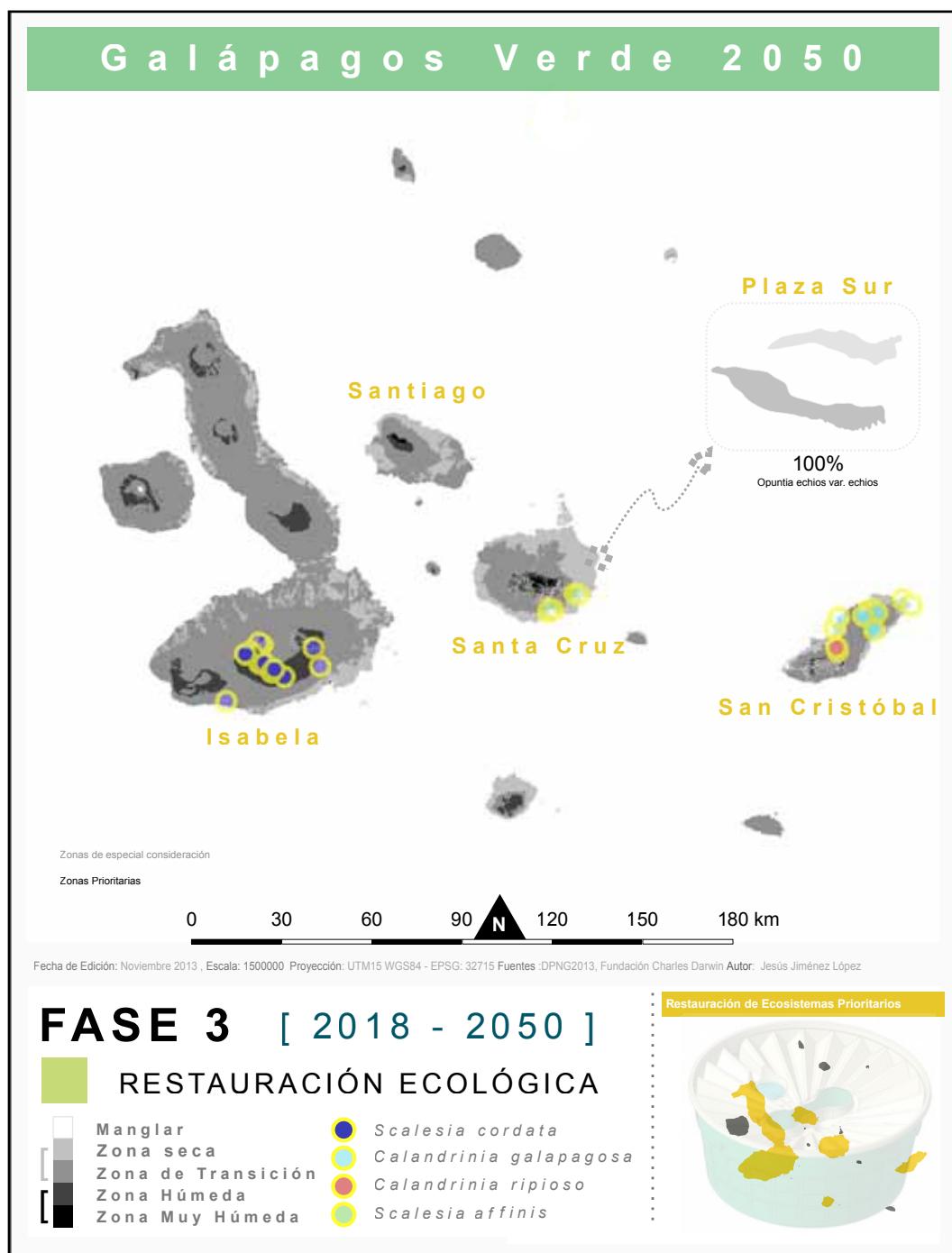


Figura 25. Mapa informativo del alcance de la Fase 3 en el componente de restauración ecológica del Proyecto "Galápagos Verde 2050"en la isla Española.

Se considerará además zonas transicionales y secas en donde poblaciones de especies endémicas están en peligro crítico como es el caso de *Scalesia affinis* en la Isla Santa Cruz; *Calandrinia galapagosa* en San Cristóbal, *Scalesia cordata* en la isla Isabela o varias especies del género *Darwi-niothamnus* en Isabela, Santa Cruz, Floreana y Santiago (Atkinson et al., 2010; Gardener et al.,

2010; Hicks and Mauchamp, 2000; Itow, 1992; Jaramillo *et al.*, 2011; Jaramillo and Chávez, 2007; Mauchamp and Atkinson, 2008-2009; Nielsen *et al.*, 2000; Rentería and Buddenhagen, 2006; Simbaña, 2007; Simbaña, 2002; Yanez *et al.*, 2003). En Plaza Sur se prevé la recuperación del 100% de la población de *Opuntia echios* var. *echios* Howell, el cual ha disminuido drásticamente (Snell *et al.*, 1994) (Figura 25).

En cuanto a la implementación de acciones de agricultura sostenible se pretende cubrir el 100% de la zona agropecuaria destinada a la producción agroecológica a nivel regional y con productos de ciclo corto (islas pobladas) de acuerdo a la zonificación establecida por el MAGAP y basados en el nuevo modelo de producción agrícola en las islas (MAGAP, 2014)(Figura 26).

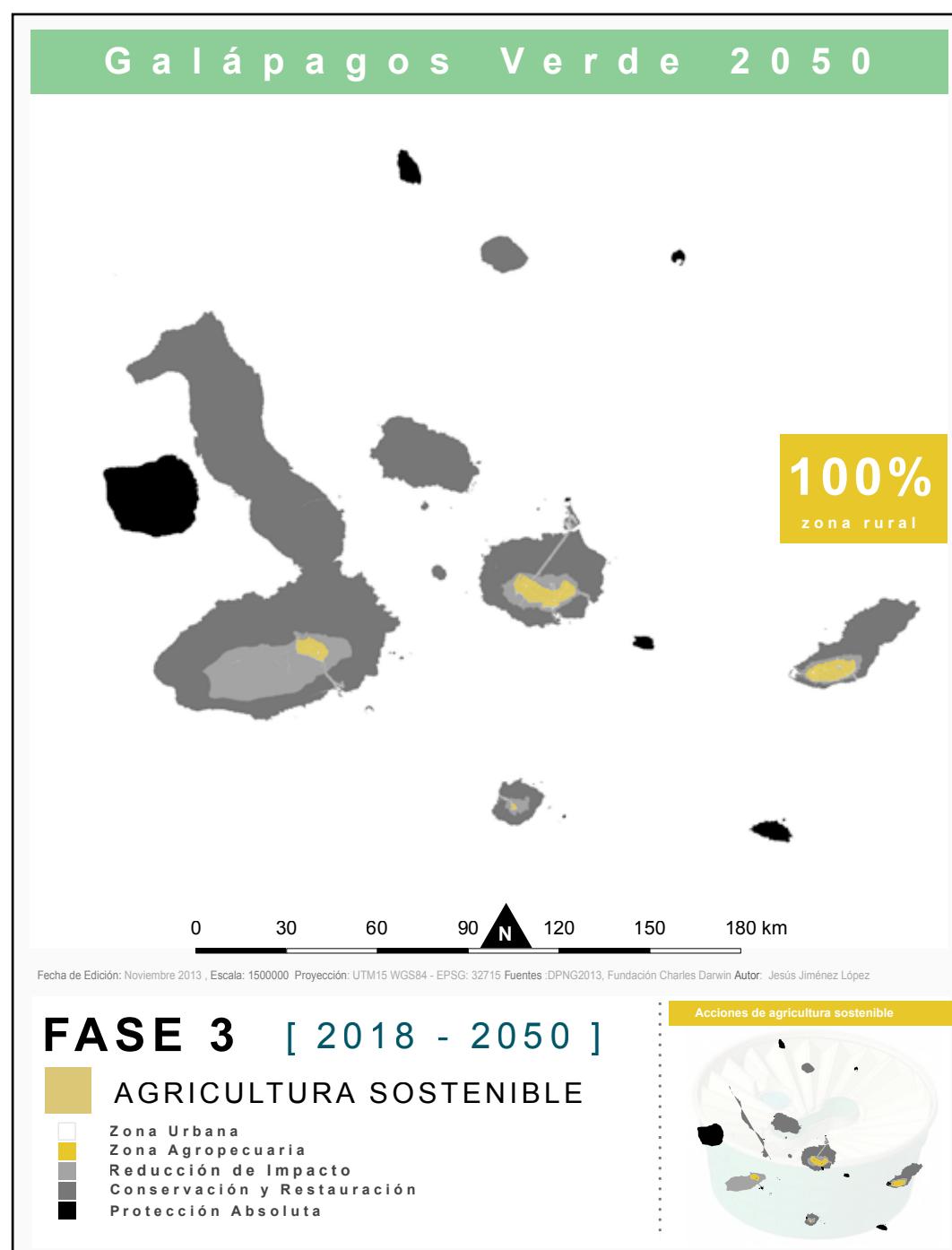


Figura 26. Mapa informativo del alcance de la Fase 3 en el componente de agricultura sostenible del Proyecto "Galápagos Verde 2050"en la isla Española.



¿PORQUÉ GALÁPAGOS VERDE 2050 ES ECONÓMICAMENTE VIABLE?

Galápagos Verde 2050 es una iniciativa multi-insititucional e interdisciplinaria. Su implementación se basa no solo en parámetros técnicos y científicos sino en el cúmulo de experiencia en investigación científica, manejo de áreas protegidas, producción sostenible y particularmente restauración de ecosistemas a través de megaproyectos de erradicación de mamíferos ferales que aportan las entidades que fungen como socios estratégicos del proyecto. Adicionalmente, la coordinación del proyecto está a cargo de la Fundación Charles Darwin (FCD), entidad que tiene más de 50 años de experiencia contribuyendo a la protección del archipiélago. Sobre la base a esta experiencia múltiple, se presenta este plan novedoso con el propósito de por un lado y como es lógico contribuir a la sostenibilidad del Galápagos a través de acciones de restauración y agricultura sostenible y por otro convertirse en un ejemplo para el mundo al demostrar que es posible lograr el desarrollo sustentable.

Uno de los mayores problemas que enfrenta el archipiélago para lograr la sostenibilidad, es el de las especies introducidas, tanto aquellas que ya están presentes y causan severos impactos sobre algunos ecosistemas y especies, como aquellas que a pesar de los esfuerzos de prevención; constantemente están ingresando asociadas con los productos agropecuarios importados para satisfacer las necesidades humanas. Por lo tanto, al implementar el Galápagos Verde 2050, cuyos ejes son la restauración ecológica de ecosistemas degradados y la producción agrícola sostenible, claramente se propone una solución holística que implica poner en práctica el ciclo de la sostenibilidad, esto es:

- a) Contribuir a la restauración de ecosistemas degradados con el propósito de recuperar y/o mantener su capacidad de generar servicios para el ser humano.
- b) Controlar y/o erradicar especies invasoras en áreas de alto valor ecológico.
- c) Acelerar el proceso de recuperación de especies de flora nativa y endémica del archipiélago de crecimiento natural muy lento.
- d) Disminuir el riesgo de ingreso de especies exóticas a través de la producción agrícola sostenible, lo cual implica contribuir al autoabastecimiento local.
- e) Contribuir a dinamizar la economía a través de la producción agrícola sostenible y durante cualquier época del año.

Todo lo anterior implica contribuir al bienestar de la población humana de Galápagos lo cual se alinea con el Plan Nacional del Buen Vivir; así como con los Objetivos del Milenio, lo cual es la única forma inteligente de asegurar la sostenibilidad del archipiélago y por lo tanto la mejor inversión que cualquiera pueda realizar.



ANÁLISIS DE LA INVERSIÓN REQUERIDA PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO **GALÁPAGOS VERDE 2050**

CONTEXTO SOCIO-ECONÓMICO LOCAL

Las islas Galápagos cuentan con una población residente de más de 25000 personas (INEC, 2010a; INEC, 2010b). Dado su aislamiento de la parte continental del Ecuador, los costos de vida en las Islas son más altos. Esto se refleja en los sueldos básicos que se pagan en las islas y los costos de los bienes y materiales en forma general. Por otro lado el aislamiento y el desarrollo limitado en los espacios del Parque Nacional Galápagos, significa que la logística de traída de materiales y equipos de la parte continental es costosa, al igual que la movilización interna.

SITUACIÓN ACTUAL

La fase piloto del proyecto contó con el apoyo financiero de COnON Fundation, tuvo una duración de aproximadamente ocho meses, período en el cual se logró realizar pruebas de campo sobre la utilidad de la Tecnología Groasis y su viabilidad económica, tanto para restauración ecológica como para producción agrícola, tal como se demuestra la sección denominada “Resultados Preliminares del Proyecto Piloto” del presente documento.

CRITERIOS PARA LA BÚSQUEDA DE FINANCIAMIENTO

Es evidente que para llevar a cabo un proyecto ambicioso, con objetivos claros y cuya ejecución implica varias etapas, es necesario contar con los recursos económicos suficientes. En ese contexto, en esta sección se propone los lineamientos generales a ser considerados para la implementación del Galápagos Verde 2050 desde el punto de vista financiero y con un elevado grado de eficiencia y efectividad.

Los recursos una vez captados serán administrados por la FCD y servirán para financiar todas las actividades requeridas para la implementación el proyecto, lo cual incluirá entre otras: adquisición de equipos y materiales, pago de salarios, pago de becarios y voluntarios, actividades de investigación, restauración y producción agrícola, etc.

El asegurar el financiamiento a largo plazo del Galápagos Verde 2050 constituye garantizar la sostenibilidad financiera hasta el logro de los objetivos y visión del proyecto. En el presente documento no se pretende elaborar la “Estrategia Financiera” del proyecto, pero sí se presenta una relación de los aspectos a tener en cuenta tanto para desarrollar dicha estrategia como para demostrar a cualquier lector que a pesar de su costo el proyecto es viable técnica y económicoamente.

CRITERIOS PARA BÚSQUEDA DE DONANTES

Para la implementación completa del Galápagos Verde 2050 se requiere contar con un mínimo de 500 millones de dólares, los cuales se los levantará de diversas fuentes de financiamiento

no gubernamentales y agencias de cooperación internacional y se manejarán respetando los siguientes criterios:

- Contemplar varias fuentes que aseguren un respaldo en el caso de que una de ellas se pierda o no resulte operativa.
- Acceder a fondos públicos a través del aporte en especie de las contrapartes institucionales de las entidades colaboradoras. Se espera que en el futuro, las entidades gubernamentales continúen asumiendo esta responsabilidad.
- Donaciones de organismos internacionales y organizaciones no gubernamentales, si bien la situación ideal sería aquella en la cual la conservación y desarrollo sustentable de Galápagos no dependa de los fondos internacionales, lo real es que esta fuente de recursos tiene una importancia capital para alcanzar el éxito del proyecto.
- El sector privado es una fuente potencial de financiamiento de proyectos de conservación, por ello se requiere establecer los instrumentos jurídicos, administrativos y financieros apropiados que permitan fomentar esta alternativa y brindar incentivos a aquellas empresas y personas naturales interesadas en colaborar con la conservación de los ecosistemas de Galápagos a través del proyecto Galápagos Verde 2050.

PRESUPUESTO REQUERIDO PARA LA FASE 1: 2014-2017

La fase 1 del proyecto comprende:

1. La restauración de por lo menos el 50% de la superficie de Baltra, isla en la que existe un alto nivel de degradación, debido a que fue usada como una base militar durante la Segunda Guerra Mundial, razón por la cual aunque es parte del Parque Nacional Galápagos, sus ecosistemas están completamente alterados y se requiere el uso de tecnología para lograr su restauración hasta un nivel lo más cercano posible al estado sucesional que hubiese existido sin intervención humana;
2. La restauración de por lo menos el 15% de la superficie invadida por plantas introducidas en el sector de Los Gemelos y de una hectárea de *Scalesia affinis* en Santa Cruz;
3. Mientras que en cuanto a producción agrícola se proyecta intervenir en por lo menos el 25% de las fincas de dicha isla.

Es por ello que el presupuesto inicial requerido para la Sub-Fase 1 asciende a los seis millones seiscientos mil dólares (6'600.000 US\$).

RESUMEN DEL PROYECTO		
Sub-Fase 1: Baltra - 2014	US\$	\$ 6.600.672
Sub-Fase 2: Baltra & Los Gemelos - 2015	US\$	\$ 6.633.809
Sub-Fase 3: Santa Cruz - 2016/2017	US\$	\$ 37.562.854
Tasa de supervivencia (90%) de la Sub-Fase 1		133.650
Total HA Fase 1	ha	743
Inversión por hectárea de la Fase 1	US\$	\$ 8.890
Tamaño del vivero (superficie) de la Fase 1	m ²	831
Costo total del Proyecto	US\$	\$ 6.600.672
Sub-fase 1 (Baltra 50% en 2014-2015)		

INTEGRACIÓN DEL PROYECTO “GALÁPAGOS VERDE 2050” CON POLÍTICAS LOCALES, NACIONALES E INTERNACIONALES

El proyecto “Galápagos Verde 2050” es en una iniciativa de restauración ecológica y producción agrícola sostenible que se implementará a nivel regional y por lo tanto está perfectamente articulado con las herramientas de planificación vigentes, a nivel del archipiélago con el *Plan de Manejo de Áreas Protegidas de Galápagos para el Buen Vivir*, el *Plan de Bioagricultura para Galápagos* y con lo que será el *Plan de Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial del Régimen Especial de Galápagos*; y, a nivel nacional con el *Plan Nacional para el Buen Vivir*, mientras a nivel global con los objetivos del Milenio de las Naciones Unidas (Tabla 2 y Figura 27).

INSTRUMENTO	ESCALA	OBJETIVOS A LOS QUE SE ARTICULA GALÁPAGOS VERDE 2050
Plan de Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial del Régimen Especial de Galápagos	Regional	En construcción
Plan de Manejo de Áreas Protegidas de Galápagos para el Buen Vivir (DPNG)	Regional	<p>1. Gestionar la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad de Galápagos, para mantener su capacidad de generar servicios.</p> <p>2. Incorporar y articular las políticas de conservación de las áreas protegidas al modelo territorial del Plan de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sustentable del Régimen Especial de Galápagos, para alcanzar el uso racional de los servicios de los ecosistemas del archipiélago.</p> <p>3. Incrementar e Integrar el conocimiento científico-técnico interdisciplinario, aplicado al manejo de la interacción entre los ecosistemas con los sistemas socioeconómicos y culturales de la Provincia de Galápagos en un contexto de Cambio Global (DPNG, 2014).</p>
Plan de Bioagricultura para Galápagos (MAGAP)	Regional	<p>1. Convertir a la agricultura en la principal actividad humana corresponsable de la conservación del patrimonio natural del archipiélago, particularmente el control de especies invasoras, mediante el diseño e implementación de sistemas de producción agroecológicos, altamente eficientes</p> <p>2. Contribuir a la sustentabilidad de la economía del territorio a través de encadenamientos productivos con base local y la participación organizada de todos los actores</p> <p>3. Consolidar un sistema de investigación, basado en el intercambio de conocimientos y diálogo de saberes, ampliando las capacidades locales para crear e innovar (MAGAP, 2014).</p>
Plan Nacional para el Buen Vivir 2013 – 2017 (SENPLADES)	Nacional	7.12 Fortalecer la gobernanza ambiental del régimen especial del Archipiélago de Galápagos y consolidar la planificación integral para la Amazonía (SENPLADES, 2013).
Objetivos de Desarrollo del Milenio (ONU)	Global	7. Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente (ONU, 2013).

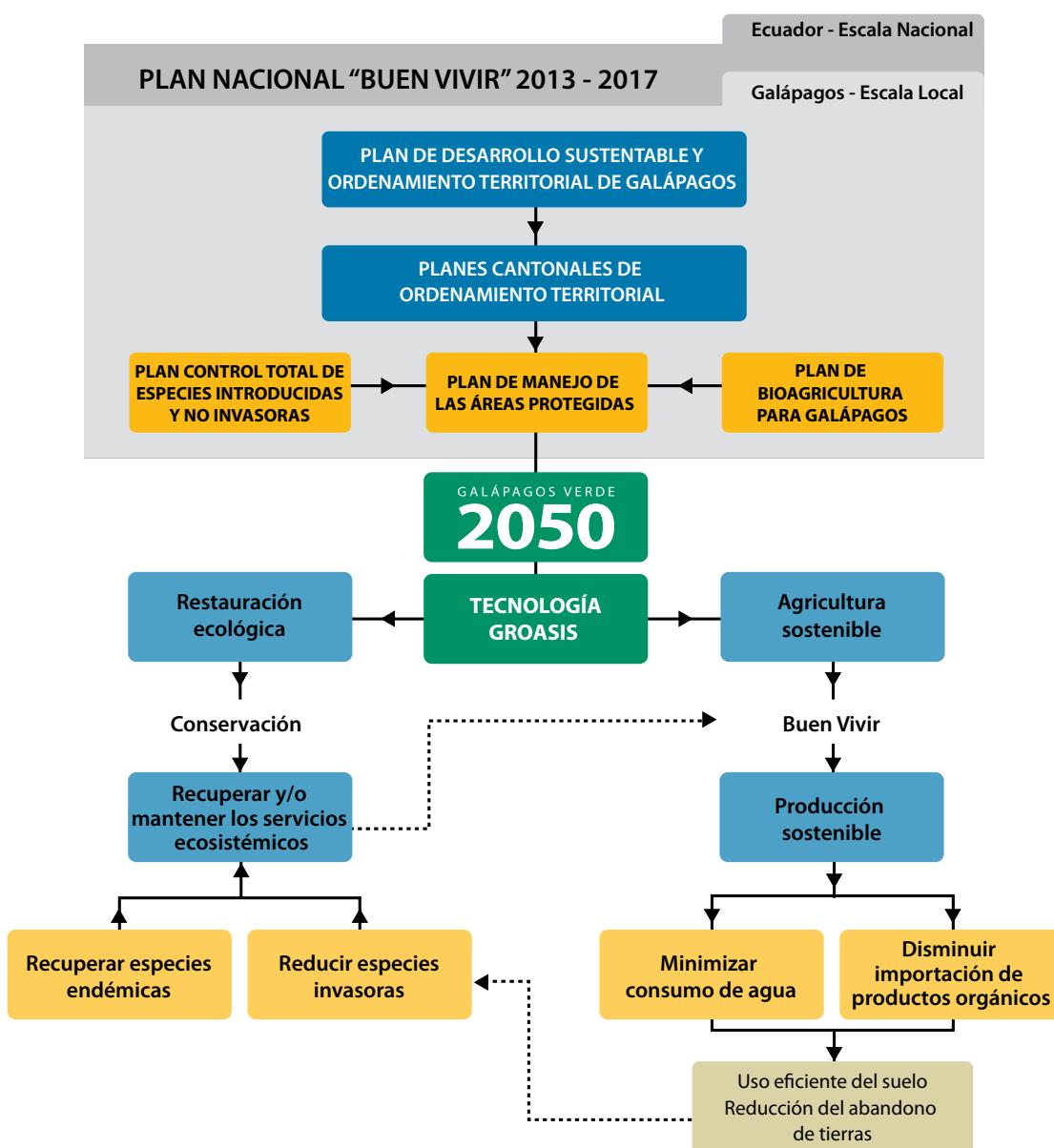


Figura 27. Integración del proyecto "Galápagos Verde 2050" con la política ambiental en todas las escalas de gestión.

Como se puede evidenciar en la figura 27, existe una perfecta alineación del proyecto "Galápagos Verde 2050" con las diferentes herramientas de planificación a diferentes escalas espaciales (Regional, Nacional y Global). Se evidencia también que las estrategias del proyecto con sus respectivos ejes de acción, buscan ineludiblemente alcanzar la conservación de la integridad ecológica del archipiélago y el buen vivir de sus habitantes, usando como herramienta tecnología de punta que permite la reducción de especies invasoras y la optimización tanto del uso de los suelos agrícolas como del agua, contribuyendo así a mantener la capacidad de los ecosistemas de generar servicios para la población local.

SOCIOS ESTRATÉGICOS DEL PROYECTO GALÁPAGOS VERDE 2050

La gestión del archipiélago para lograr su conservación, así como el buen vivir de la población local, se requiere de un trabajo cooperativo tanto entre las instituciones como entre estas y la sociedad civil. Por lo tanto, "Galápagos Verde 2050" no ha querido ser la excepción a este modelo de gestión y desde sus inicios se han implementado acciones para estrechar los nexos de cooperación de varios socios estratégicos. Esto sin duda alguna ha sido de gran importancia para obtener buenos resultados en la fase piloto y es la garantía para la implementación de las subsecuentes fases de este proyecto (Figura 28).

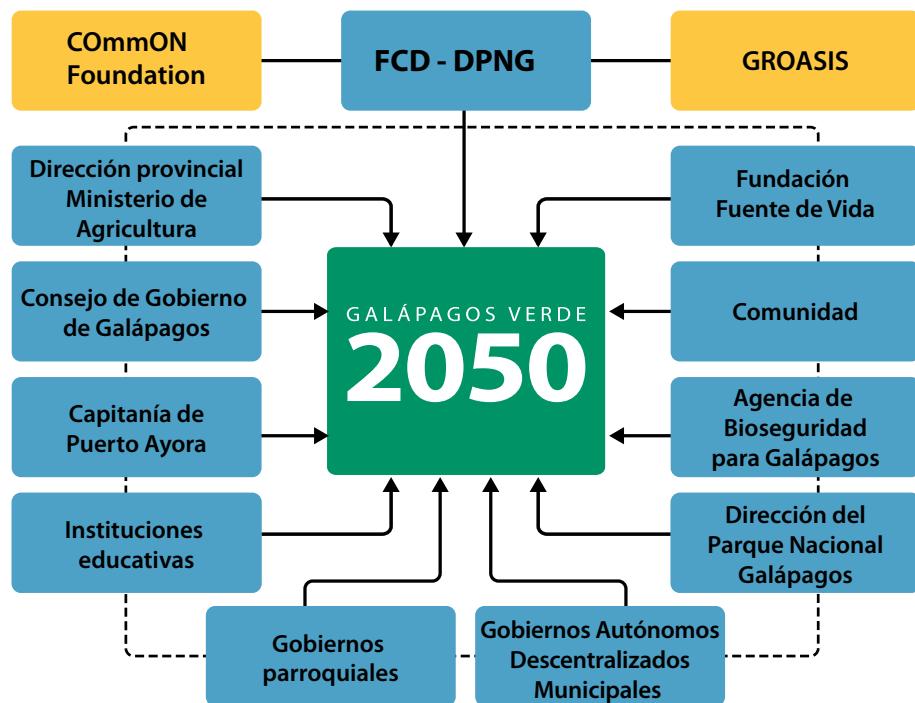


Figura 28. Socios estratégicos para el proyecto Galápagos Verde 2050.

STAFF DE LA FUNDACIÓN CHARLES DARWIN Responsable del proyecto Galápagos Verde 2050





DRA. PATRICIA JARAMILLO DÍAZ

*Coordinador principal y líder del Proyecto Galápagos Verde 2050
Investigador Senior Biodiversidad y Restauración, Fundación Charles Darwin*

Galápagos Verde 2050, es un proyecto a gran escala que enlaza una nueva tecnología atractiva y útil a la implementación de parte importante de las estrategias de dos de los programas prioritarios del “Plan de Manejo de las Áreas Protegidas de Galápagos para el Buen Vivir”, concretamente el de “Conservación y Restauración de los Ecosistemas y su Biodiversidad; y el de Uso Racional de los Servicios de los Ecosistemas. Por otra parte, al enfocarse tanto en restauración ecológica como en agricultura sostenible, representa no solo un aporte a la conservación del archipiélago sino una oportunidad económica para la gente local, ya que no solo puede contribuir a mejorar su producción sino al control de especies invasoras, lo cual representa un doble beneficio.

Por esas razones creo firmemente que el uso sistemático de la Tecnología Groasis será muy importante para contribuir al restablecimiento de especies de flora amenazadas; así como a la producción agrícola, lo cual implica disminuir la importación de productos desde el Ecuador continental.



PABLO CUEVA

Asistente de Investigación, Fundación Charles Darwin

El proyecto Waterboxx en Galápagos, tiene una importancia trascendental, no solo porque se busca optimizar el recurso más escaso y valioso como es el agua, sino porque a través de él, se pretende regenerar los ecosistemas degradados. Las instituciones y la comunidad, se han involucrado en el proyecto y de esa forma se ha logrado concientizar y buscar soluciones inmediatas a la problemática de las islas.



ESTALIN JIMÉNEZ

Asistente de campo, Fundación Charles Darwin

En Galápagos tenemos zonas de flora deterioradas por plantas y animales introducidos, existen zonas áridas donde es difícil que las plantas se regeneren con facilidad. La implementación de la Tecnología Groasis “Waterboxx” es muy importante, pues es una herramienta que por sus características como el ahorro de agua, crecimiento acelerado de las plantas comparado con su crecimiento natural, nos está demostrando que en un futuro podamos facilitar la reforestación de estas zonas con plantas endémicas y nativas que son muy importantes para el ecosistema de Galápagos.



Msc. JAIME ORTIZ

Coordinador del Programa Outreach y líder del Proyecto piloto Galápagos Verde 2050 (Marzo a Diciembre 2013). Actualmente candidato PhD en Recursos Naturales, Cornell University. U.S.A.

El Proyecto Galápagos Verde 2050, quizás se lo puede ver como una utopía para Galápagos. Alcanzar la restauración de los ecosistemas degradados del archipiélago es, sin duda alguna, un gran reto para todos los que habitamos en estas islas. Además, de cumplir con esta meta de restauración y, al mismo tiempo, promover un desarrollo sostenible de los habitantes de este “laboratorio vivo” hace que cualquier programa de restauración parezca imposible. La Tecnología Groasis, mediante el uso eficiente del recurso agua, nos presenta una solución viable para lograr alcanzar una restauración ecológica de manera efectiva y además promover un verdadero desarrollo sostenible de la comunidad, esto último, mediante la transferencia de tecnología con la finalidad de fomentar una agricultura sostenible. Es así como el Proyecto Galápagos Verde 2050 puede convertirse en esa utopía que tanto necesitamos en Galápagos, que nos ayudará a caminar hacia la restauración ecológica de las Islas y el Buen Vivir de su población.

¿ES GALÁPAGOS VERDE 2050 IMPORTANTE PARA EL MUNDO?

Galápagos es un territorio no solo único, sino que todo está interconectado, y aunque administrativamente esté dividido en diferentes unidades, en la práctica son innegables las interconexiones entre esas diferentes unidades territoriales o de manejo, pues hay que comprender que cada isla es parte del archipiélago, cada cantón es parte de la provincia, esta es parte de la República del Ecuador y el país es parte del planeta.

Por lo tanto debemos ser conscientes de que al momento de tomar decisiones tenemos que asegurar no solo la optimización de los recursos económicos y financieros sino que nuestras actividades estén marcadas en la capacidad de acogida de los ecosistemas, que son la base del desarrollo de la sociedad local; y la generación de las condiciones adecuadas para alcanzar el bienestar humano tanto en el presente como en el futuro (DPNG, 2014; Tapia and Guzmán, 2013; Tapia *et al.*, 2009; Tapia *et al.*, 2008) (Figura 29).



Figura 29. El proyecto Galápagos Verde en el contexto del socioecosistema de Galápagos, adaptado del Plan de Manejo de Áreas Protegidas de Galápagos para el Buen Vivir.

En este contexto se presenta a “Galápagos Verde 2050” como parte de la solución, en donde se deben conjugar la decisión política, la ciencia, el manejo y el apoyo de la comunidad para lograr implementar un proyecto de restauración ecológica y desarrollo sostenible mediante la producción agrícola, que se convierta en un verdadero modelo de sostenibilidad en el mundo entero (Figura 30).



Figura 30. “Galápagos Verde 2050”en el contexto de una visión integrada de manejo para Galápagos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS
GALÁPAGOS VERDE 2050



- Adsersen, H., Threatened plants in Galápagos. In: J. E. Lawesson, O. Hamann, G. Rogers, G. Reck, H. Ochoa, Eds.), Botanical Research and Management in Galápagos, Vol. 32. Missouri Botanical Garden, St. Louis, MO, 1990, pp. 11-14.
- Atkinson, R., Jwaramillo, P., Tapia, W., Establishing a new population of *Scalesia affinis*, a threatened endemic shrub, on Santa Cruz Island, Galapagos, Ecuador. Conservation Evidence, Vol. 6, 2010, pp. 42-47.
- Blake, S., Wikelski, M., Cabrera, F., Yackulic, C., Gibbs, J., Tapia, W., Guézou, A., Jaramillo, P., Galapagos Tortoise Programme. 2011, pp. 22.
- Buddenhagen, C. E., Renteria, J. L., Gardener, M., Wilkinson, S. R., Soria, M., Yanez, P., Tye, A., Valle, R., 2004. The control of a highly invasive tree *Cinchona pubescens* in Galápagos. Weed Technology. 18, 1194-1202.
- Coronel, V., Distribución y re-establecimiento de *Opuntia megasperma* var. *orientalis* Howell. (Cactaceae) en Punta Cevallos, Isla Española, Galápagos. Escuela de Biología del Medio Ambiente. Uni. del Azuay, Facultad de Ciencia y Tecnología, 2002, pp. 78.
- d’Ozouville, N., Manejo de recursos hídricos: caso de la cuenca de Pelican Bay. Informe Galápagos 2007-2008, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador, 2008.
- DPNG, 2014. Plan de Manejo de las Áreas Protegidas de Galápagos para el Buen Vivir. En preparación. Dirección del Parque Nacional Galápagos, Puerto Ayora-Galápagos.
- Estupiñan, S., Mauchamp, A., Interacción planta animal en la dispersión de Opuntia en Galápagos. Informes de mini proyectos realizados por voluntarios del Dpto de Botánica 1993-2003. FCD, Puerto Ayora, Galápagos, 1995.
- FEIG, 2007. Plan de control total de especies Fondo para el Control de las Especies Invasoras de Galápagos, Galápagos - Ecuador.
- Gardener, M., Atkinson, R., Rueda, D., Hobbs, R., 2010. Optimizing restoration of the degraded highlands of Galapagos: a conceptual framework. Informe Galápagos 2009-2010. 168-173.
- Gardener, M. R., Atkinson, R. and Renteria, J. L., 2010. Eradications and people: lessons from the plant eradication program in the Galapagos. Restoration Ecology. 18, 20-29.
- Geist, D., 1996. On the emergence and submergence of the Galápagos islands. Noticias de Galápagos. 56, 5-9.
- Geist, D., 2000. Volcano, Isabela Island , Galápagos : implications for the development. 497-514.
- Geist, D. J., McBirney, A. R., Duncan, R. A., 1985. Geology of Santa Fé Island: the oldest Galápagos volcano. Journal of Volcanology and Geothermal Research. 26, 203-212.
- Gibbs, J. P., Marquez, C., Sterling, E. J., 2008. The role of endangered species reintroduction in ecosystem restoration: tortoise–cactus interactions on Española Island, Galápagos. Restoration Ecology. 16, 88-93.
- González, J., Montes, C., Rodríguez, J., Tapia, W., 2008. Rethinking the Galapagos Islands as a Complex Social-Ecological System : Implications for Conservation and Management. . Ecology and Society. 13 (2).
- Guézou, A., Trueman, M., The alien flora of Galapagos inhabited areas: practical solution to reduce the risk of invasion into the National Park. In: M. Wolff, M. Gardener, Eds.), Proceeding of the Galapagos Science Symposium, 2009, pp. 179-182.
- Guézou, A., Trueman, M., Buddenhagen, C. E., Chamorro, S., Guerrero, A. M., Pozo, P., Atkinson, R., 2010. An Extensive Alien Plant Inventory from the Inhabited Areas of Galapagos.
- Guyot-téphany, J., Orellana, D., Grenier, C., Percepciones, Usos y Manejo del agua en Galápagos. Reporte Técnico, 2012.
- Hicks, D. J., Mauchamp, A., 2000. Population structure and growth patterns of *Opuntia echios* var. *gigantea* along an elevational gradient in the Galápagos Islands. Biotropica. 32, 235-243.
- Hobbs, R. J., 2008. New Models for Ecosystem Dynamics and Restoration.
- Hoff, P., Waterboxx instrucciones de plantación. . Tecnoloía Groasis, 2013.
- INEC, Actividades Económicas de la Población. Fascículo Provincial Galápagos Vol. Capítulo 3 Quito, 2010a.
- INEC, Estructura de la Población. Fascículo Provincial Galápagos Capítulo 1 Quito, 2010b.
- Itow, S., 1992. Altitudinal change in plant endemism, species turnover, and diversity on Isla Santa Cruz, the Galápagos Islands. Pacific Science. 46, 251-268.
- Jäger, H., Tye, A., Kowarik, I., 2007. Tree invasion in naturally treeless environments: Impacts of quinine (*Cinchona pubescens*) trees on native vegetation in Galapagos. Biological Conservation. 140, 297-307.
- Jaramillo, P., Distribución espacial de especies introducidas en sitios de actividad humana en el Parque Nacional Galápagos., Biología. Facultad de Filosofía Letras y Ciencias de la Educación, Escuela de Biología, Universidad Central del Ecuador, Quito, 1998, pp. 120 p.
- Jaramillo, P., Impact of Human Activities on the Native Plant Life in Galapagos National Park In: P. Ospina, E. Muñoz., Eds.), Galapagos Report. Fundación Natura and World Wildlife Fund (WWF), Quito-Ecuador, 1999, pp. 50-55.
- Jaramillo, P., Línea base ambiental y evaluación de impactos sobre el Componente Biótico para el Proyecto “Ampliación y Mejoras del Aeropuerto Ecológico Seymour-Baltra”. Efficacitas S. A., Isla Baltra-Galápagos, 2009.
- Jaramillo, P., Atkinson, R., Gentile, G., 2011. Evaluating Genetic Diversity for the Conservation of the Threatened Galapagos Endemic *Calandrinia galapagosa* (Portulacaceae). Biotropica. 43, 386-392.
- Jaramillo, P., Chávez, J., Evaluación y estado actual de *Scalesia cordata* Stewart en el volcán Sierra Negra, Isla Isabela, Galapagos. Fundacion Charles Darwin, Puerto Ayora, 2007, pp. 17.
- Jaramillo, P., Guézou, A., Mauchamp, A., Tye, A., 2013. CDF Checklist of Galapagos Flowering Plants - FCD Lista de especies de Plantas con flores de Galápagos. In: Bungartz, F., Herrera, H., Jaramillo, P., Tirado, N., Jimenez-Uzcategui, G., Ruiz, D., Guézou, A. & Ziemmeck, F. (eds.). Charles Darwin Foundation Galapagos Species Checklist - Lista de Especies de Galápagos de la Fundación Charles Darwin. Charles Darwin Foundation / Fundación Charles Darwin, Puerto Ayora, Galapagos: <http://www.darwinfoundation.org/datazone/checklists/vascular-plants/magnoliophyta/> Last updated 13 Apr 2011.
- Jaramillo, P., Tapia, W., Las especies introducidas agresivas en las islas Galápagos y medidas tomadas para su control. El Parquero. 40 años del Parque Nacional Galápagos, 1999, pp. 14-16.

- MAGAP, 2014. "Plan de Bioagricultura para Galápagos: Una oportunidad para el buen vivir insular" (En preparación). Galápagos.
- Martínez, J. D., Causton, C., Análisis del Riesgo Asociado al Movimiento Marítimo hacia y en el Archipiélago de Galápagos. In: R. Técnico, (Ed.). Fundación Charles Darwin, 2007.
- Mauchamp, A., Atkinson, R., Pérdida de hábitat rápida, reciente e irreversible: los bosques de Scalesia en las islas Galápagos. Informe Galápagos 2008-2009, 2008-2009, pp. 101-104.
- Nielsen, L. R., Philipp, M., Adsersen, H., Siegismund, H. R., 2000. Breeding system of *Scalesia divisa* Andersson, an endemic Asteraceae from the Galápagos Islands. Det Norske Videnskaps Akademi. I. Matematisk Naturvidenskapelige Klasse, Skifter, Ny Serie. 39, 127-138.
- ONU, Objetivos de Desarrollo del Milenio Informe de 2013. 2013.
- Palacios, P., 2012. Encadenamientos Locales Galápagos.
- Rentería, J. L., Atkinson, R., Gardener, M., Crawley, M., Towards an optimal management of the invasive *Rubus niveus* in the Galapagos Islands. In: M. a. G. Wolff, M., (Ed.), Proceedings of the Galapagos Science Symposium Charles Darwin Foundation, Galápagos, 2009, pp. 231.
- Rentería, J. L., Buddenhagen, C. E., 2006. Invasive plants in the *Scalesia pedunculata* forest at Los Gemelos, Santa Cruz, Galápagos. Noticias de Galápagos. 64, 31-35.
- Restrepo, A., M., B., Correa-Metrio, A., Conroy, J., M., G., Jaramillo Díaz, P., Steinitz-Kannan, M., Overpeck, J., Colinvaux, P. A., 2012. Impacts of climate variability and human colonization on the vegetation of the Galápagos Islands. Ecology. 1-42.
- SENPLADES, 2013. Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017. SENPLADES, Quito.
- Simbaña, W., Reporte de campo: Monitoreo de *Scalesia atractyloides*, *Galvezia leucantha* subsp. *porphyrantha* y búsqueda de la extinta *Blutaparon rigidum* en la Isla Santiago. Fundación Ch. Darwin, 2007, pp. 8.
- Simbaña, W., Tye, A., 2009. Reproductive biology and responses to threats and protection measures of the total population of a Critically Endangered Galápagos plant, *Linum cratericola* (Linaceae). Botanical Journal of the Linnean Society. 161, 89-102.
- Simbaña, W. A., Ecología y biología reproductiva de *Scalesia atractyloides* Arnott, *Scalesia stewartii* Riley (Asteraceae) y *Linum cratericola* Eliasson (Linaceae), especies endémicas amenazadas en Galápagos. Universidad Central de Ecuador, Quito, Ecuador, 2002, pp. 164.
- Snell, H., Snell, H., Stone, P., 1994. Accelerated mortality of Opuntia on Isla Plaza Sur: another threat from an introduced vertebrate? , 53: 19-20.
- Soria, M. C., Gardener, M. R., Tye, A., Eradication of potentially invasive plants with limited distributions in the Galapagos Islands. 1999, pp. 287-292.
- Tapia, W., Guzmán, J. C., 2013. El gran reto de Galápagos en el presente y el futuro: Bienestar humano basado en la conservación de sus ecosistemas y la biodiversidad. Informe Galápagos 2011 - 2012, Puerto Ayora, Galápagos - Ecuador.
- Tapia, W., Ospina, P., Quiroga, D., González, J. A., Montes, C., 2009. Ciencia para la sostenibilidad en Galápagos: el papel de la investigación científica y tecnológica en el presente y futuro del archipiélago. Parque Nacional Galápagos, Universidad San Francisco de Quito, Universidad Andina Simón Bolívar, y Universidad Autónoma de Madrid, Quito-Ecuador.
- Tapia, W., Ospina, P., Quiroga, D., Reck, G., Hacia una visión compartida de Galápagos: el archipiélago como un sistema socio-ecológico. Informe Galápagos 2007-2008, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador, 2008.
- Trueman, M., Minimising the risk of invasion into the Galapagos National Park by introduced plants from the inhabited areas of the Galapagos Islands. Faculty of Education, Health and Science. , Vol. Master of Tropical Environmental Management. Charles Darwin University, Australia, 2008, pp. 1-123.
- Trueman, M., Atkinson, R. and Guézou, 2010. Residence time and human-induced propagule pressure at work in the alien flora of Galapagos. Biol Invasions.
- Trueman, M., d'Ozouville, N., 2010. Characterizing the Galapagos terrestrial climate in the face of global climate change Galapagos Research. 26-37.
- Trusty, J. L., Tye, A., Collins, T. M., Michelangeli, F., Madriz, P., Francisco-Ortega, J., 2012. Galápagos and Cocos Islands: Geographically Close, Botanically Distant. International Journal of Plant Sciences. 173, 36-53.
- Tye, A., 1997. Rediscovery of an "extinct" endemic plant: The Floreana flax *Linum cratericola*: News from Academy Bay. Galápagos.
- Tye, A., Francisco-Ortega, J., Origins and evolution of Galapagos endemic vascular plants. The biology of island floras. Cambridge University, Cambridge, 2011.
- Tye, A., Soria, M., Gardener, M., A strategy for Galápagos weeds. In: D. Veitch, M. N. Clout, Eds.), Turning the tide. The eradication of invasive species. IUCN, Species Survival Commission, Invasive Species Specialist Group, Gland, Switzerland and Cambridge, UK, 2001, pp. 336-341.
- Watson, J., Trueman, M., Tufet, M., Henderson, S., Atkinson, R., 2009. Mapping terrestrial anthropogenic degradation on the inhabited islands of the Galápagos archipelago. Oryx. 44, 79-82.
- Wilkinson, S. R., Naeth, M. A., Schmiegelow, F. K. A., 2005. Tropical forest restoration within Galapagos National Park: application of a state-transition model. Ecology and Society. 10 [online], <http://www.ecologyandsociety.org/vol10/iss1/art28/>.
- Yanez, P., Garcia, N., Buddenhagen, C., Experiencias en el control de malezas y restauración paisajística alrededor de la laguna de El Junco, Isla San Cristóbal, Galápagos, Ecuador. Fundación Charles Darwin, Santa Cruz, Galapagos, 2003, pp. 7.

ANEXOS

GALÁPAGOS VERDE 2050





ANEXO I

ESPECIES DE PLANTAS SEMBRADAS CON LA TECNOLOGÍA GROASIS EN LA ISLA SANTA CRUZ



Amaranthaceae. *Alternanthera echinocephala*. Nativa



Amaranthaceae. *Alternanthera filifolia*. Endémica



Asteraceae. *Scalesia affinis*. Endémica



Asteraceae. *Scalesia helleri* ssp. *santacruziana*. Endémica



Asteraceae *Scalesia pedunculata*. Endémica



Cactaceae. *Opuntia echios gigantea*. Endémica



Celastraceae. *Maytenus octogona*. Nativa.



Convolvulaceae. *Ipomoea pes-caprae*. Nativa



Rubiaceae. *Psychotria rufipes*. Endémica



Sterculiaceae. *Theobroma cacao L.* Introducida



ANEXO II

ESPECIES DE PLANTAS SEMBRADAS EN LA ISLA BALTRA CON LA TECNOLOGÍA GROASIS



Mimosaceae. *Acacia macracantha*. Nativa



Burseraceae. *Bursera graveolens* (Kunth) T. Nativa



Simaroubaceae. *Castela galapageia* Hook. F. Endémica



Cactaceae. *Opuntia echios* var. *gigantea*. Endémica.



Caesalpiniaceae. *Parkinsonia aculeata* L. Nativa



Asteraceae. *Scalesia crockeri* Howell. Endémica

ANEXO III

ESPECIES DE PLANTAS SEMBRADAS EN LA ISLA FLOREANA,
TANTO PARA AGRICULTURA SOSTENIBLE COMO RESTAURACIÓN
ECOLÓGICA USANDO LA TECNOLOGÍA GROASIS



Alliaceae. *Allium fistulosum* L. Introducida



Amaranthaceae. *Alternanthera filifolia*. Endémica



Annonaceae. *Annona cherimola* Mill. Introducida



Burseraceae. *Bursera graveolens* (Kunth). Nativa



Cannaceae. *Canna indica* L. Introducida



Solanaceae. *Capsicum annuum* L. Introducida



Caricaceae. *Carica papaya* L. Introducida



Cucurbitaceae. *Citrullus lanatus*. Introducida



Rutaceae. *Citrus reticulata* Blanco. Introducida



Rutaceae. *Citrus x limon* (L.) Osbeck. Introducida



Rutaceae. *Citrus x sinensis* (L.) Osbeck. Introducida



Verbenaceae. *Clerodendrum molle* Kunth. Nativa



Arecaceae. *Cocos nucifera* L. Introducida



Boraginaceae. *Cordia lutea* Lam. Nativa



Cucurbitaceae. *Cucumis melo* L. Introducida



Asteraceae. *Darwiniothamnus tenuifolius*. Introducida



Euphorbiaceae. *Jatropha curcas* L. Introducida



Asteraceae. *Lecocarpus pinnatifidus*. Decn.



Linaceae. *Linum cratericola* Eliasson. Endémica



Verbenaceae. *Lippia salicifolia* Andersson. Endémica



Anacardiaceae. *Mangifera indica* L. Introducida



Apocynaceae. *Nerium oleander* L. Introducida



Lamiaceae. *Ocimum campechianum* Mill. Introducida



Lauraceae. *Persea americana* Mill. Introducida



Plumbaginaceae. *Plumbago scandens* L. Nativa



Rubiaceae. *Psychotria angustata* Andersson. Endémica



Asteraceae. *Scalesia affinis* Hook. f. Endémica



Asteraceae. *Scalesia pedunculata*. Endémica



Aizoaceae. *Sesuvium portulacastrum* (L.) L Nativa



Solanaceae. *Solanum lycopersicum* L. Introducida



Sterculiaceae. *Waltheria ovata* Cav. Nativa



Rutaceae. *Zanthoxylum fagara* (L.) Sarg. Nativa