

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/280301095>

Galápagos Verde 2050: Una Oportunidad para la Restauración de Ecosistemas Degradados y el Fomento de Una Agricultura Sostenible en el Archipiélago

Chapter · July 2015

CITATION

1

READS

2,752

10 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](#)



Washington Tapia Aguilera

Galapagos Conservancy

105 PUBLICATIONS 1,474 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

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



Introduced earthworms in the Galapagos Islands [View project](#)



Taxonomy, phylogeny and systematic [View project](#)

INFORME GALAPAGOS 2013-2014

BIODIVERSIDAD Y RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS

GALÁPAGOS VERDE 2050: UNA OPORTUNIDAD PARA LA RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS DEGRADADOS Y EL FOMENTO DE UNA AGRICULTURA SOSTENIBLE EN EL ARCHIPIÉLAGO

Patricia Jaramillo, Swen Lorenz, Gabriela Ortiz, Pablo Cueva, Estalin Jiménez, Jaime Ortiz, Danny Rueda, Max Freire, James Gibbs y Washington Tapia

Para citar este artículo

Jaramillo P, S Lorenz, G Ortiz, P Cueva, E Jiménez, J Ortiz, D Rueda, M Freire, J Gibbs y W Tapia. 2015. Galápagos Verde 2050: Una oportunidad para la restauración de ecosistemas degradados y el fomento de una agricultura sostenible en el archipiélago. Pp. 133-143. En: Informe Galápagos 2013-2014. DPNG, CGREG, FCD y GC. Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador.

Se debe citar la fuente en todos los casos. Fragmentos de este producto pueden ser traducidos y reproducidos sin permiso siempre que se indique la fuente.

El contenido y las opiniones expresadas en cada uno de los artículos es responsabilidad de los autores.

*La **Dirección del Parque Nacional Galápagos** tiene su sede principal en Puerto Ayora, isla Santa Cruz, Galapagos y es la institución del Gobierno del Ecuador responsable de la administración y manejo de las áreas protegidas de Galápagos.*

*El **Consejo de Gobierno del Régimen Especial de Galápagos** tiene su sede principal en Puerto Baquerizo Moreno, isla San Cristóbal, y es el organismo del Gobierno del Ecuador responsable de la planificación y administración de la provincia.*

*La **Fundación Charles Darwin**, una organización no gubernamental registrada en Bélgica, opera la Estación Científica Charles Darwin en Puerto Ayora, Isla Santa Cruz, Galápagos.*

Galapagos Conservancy tiene su sede en Fairfax, Virginia, EE.UU. y es la única organización en los EE.UU. sin fines de lucro enfocada exclusivamente en la protección a largo plazo del Archipiélago Galápagos.



Foto: © Galápagos Verde 2050

Galápagos Verde 2050: Una oportunidad para la restauración de ecosistemas degradados y el fomento de una agricultura sostenible en el archipiélago

Patricia Jaramillo¹, Swen Lorenz¹, Gabriela Ortiz¹, Pablo Cueva¹, Estalín Jiménez¹, Jaime Ortiz¹, Danny Rueda², Max Freire³, James Gibbs⁴ y Washington Tapia⁵

¹Fundación Charles Darwin, ²Dirección del Parque Nacional Galápagos, ³Gobierno Autónomo Decentralizado Parroquial de Floreana, ⁴SUNY-ESF, ⁵Galapagos Conservancy

En Galápagos, las especies invasoras constituyen la mayor amenaza para la biodiversidad terrestre (Gardener *et al.*, 2010a y 2010b). Actualmente, hay alrededor de 900 especies de plantas introducidas de las cuales al menos 131 ya están invadiendo los espacios naturales del archipiélago (Guézou & Trueman, 2009; Jaramillo *et al.*, 2013). Las zonas húmedas de las islas habitadas son los ecosistemas más degradados en el archipiélago, en gran medida por las especies invasoras y la agricultura (Gardener *et al.*, 2010a; Rentería & Buddenhagen, 2006).

La conservación y/o restauración de la integridad y resiliencia ecológica de los ecosistemas de Galápagos es una de las estrategias más seguras para mantener su capacidad de generar servicios ambientales a la sociedad (DPNG, 2014). Con estos principios conceptuales en mente se ha diseñado el proyecto “Galápagos Verde 2050”, como un modelo de ciencia aplicada para conducirnos de un sistema socio-ecológico alterado hacia un sistema saludable (funcional) y a una escala regional.

“Galápagos Verde 2050” es una iniciativa multi-institucional e interdisciplinaria que por un lado busca contribuir a la sostenibilidad del archipiélago a través de acciones de restauración ecológica y agricultura sostenible, y por otro, convertirse en un ejemplo para el mundo al demostrar que es posible lograr el desarrollo sustentable (Jaramillo *et al.*, 2014). Los objetivos del proyecto son:

1. Contribuir a la restauración de ecosistemas degradados con el propósito de recuperar y/o mantener su capacidad de generar servicios para el ser humano;
2. Controlar y/o erradicar especies introducidas invasoras en áreas de alto valor ecológico;
3. Acelerar el proceso de recuperación de especies de flora nativa y endémica del archipiélago de crecimiento natural muy lento;
4. Disminuir el riesgo de ingreso de especies exóticas a través de la producción agrícola sostenible, al contribuir al autoabastecimiento local;
5. Contribuir a dinamizar la economía a través de la producción agrícola sostenible y durante cualquier época del año.

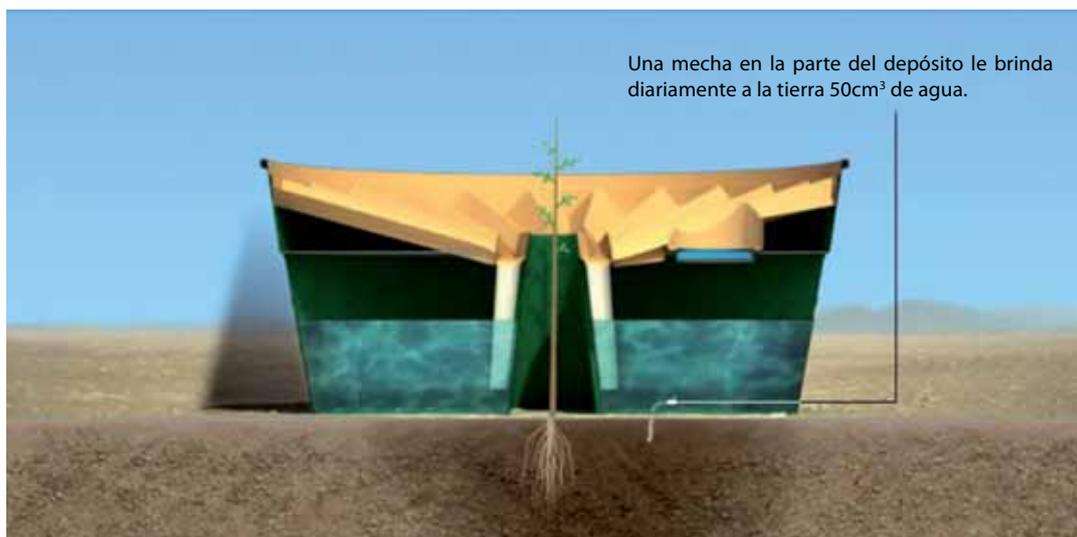


Figura 1. Estructura y modelo de la Tecnología Groasis en un corte vertical (tomado de www.groasis.com/es).

Todo lo anterior implica contribuir al bienestar de la población humana de Galápagos y de su entorno natural, lo cual se alinea con el Plan de Manejo de las Áreas Protegidas de Galápagos (DPNG, 2014) y el Plan Nacional del Buen Vivir (SENPLADES, 2013); así como con los Objetivos de Desarrollo del Milenio de las Naciones Unidas, constituyéndose en una forma inteligente de asegurar la sostenibilidad del archipiélago.

Una nueva tecnología para ahorrar agua y adelantar el crecimiento de las plantas

La Tecnología Groasis (TG) es una herramienta innovadora que optimiza el uso de agua para la propagación y cultivo de plantas, permitiendo la reducción en su consumo normal hasta en un 90%, en comparación con otras técnicas como el riego en goteo. Esta tecnología, diseñada por Groasis e inventada por el Sr. Pieter Hoff en Holanda, ayuda al crecimiento de cualquier especie de planta, ahorrando agua al máximo posible (Figura 1). Ha sido exitosamente utilizada en más de 30 países alrededor del mundo, principalmente en zonas áridas y desérticas como el desierto del Sahara (Hoff, 2013), logrando la supervivencia de plántulas en una variedad de entornos, incluyendo terrenos altamente erosionados.

Este éxito se debe a que la caja de agua de la Tecnología Groasis está diseñada para a través de una mecha, proveer agua permanentemente a las raíces de las plantas, permitiendo que estas crezcan más profunda y verticalmente, de forma que garantice la vitalidad de las plantas, aún cuando la caja sea retirada.

En Galápagos, a través de la utilización de la TG, se busca contribuir a la restauración de ecosistemas mediante de la recuperación de especies emblemáticas de flora nativa y endémica del archipiélago, así como promover una agricultura sustentable y con producción permanente.

En el presente artículo se describen los resultados del proyecto piloto desarrollado para probar la funcionalidad de TG en Galápagos. Sobre la base de estos resultados se construyó el proyecto “Galápagos Verde 2050” con el cual se pretende, entre el 2014 y el 2050, contribuir a la conservación de los ecosistemas más vulnerables, principalmente de las zonas húmedas (DPNG, 2014; Jäger *et al.*, 2007; Renteria *et al.*, 2006; Trusty *et al.*, 2012; Tye *et al.*, 2001; Jaramillo *et al.*, 2014) y al desarrollo de una agricultura sostenible. Como mecanismo, la agricultura sostenible favorece la reducción de la importación de productos vegetales desde el Ecuador continental, disminuyendo de esta manera el constante peligro de invasión de especies exógenas (FEIG, 2007; Martínez & Causton, 2007; Trueman *et al.*, 2010; Trueman & d’Ozouville, 2010). La agricultura sostenible, además, aporta a la seguridad alimentaria de la población de Galápagos, tal como lo establece el Plan Nacional del Buen Vivir (SENPLADES, 2013).

Metodología

El proyecto piloto para probar la funcionalidad de la Tecnología Groasis como herramienta tanto para la restauración ecológica como para la agricultura estuvo basado en un convenio entre la Fundación Fuente de Vida (FFV) del Ecuador como representante de la organización Holandesa Groasis y la Fundación Charles Darwin (FCD), en estrecha colaboración con la Dirección del Parque Nacional Galápagos (DPNG). Además, se coordinaron los trabajos con el Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Floreana, la Dirección Técnica Provincial de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca (MAGAP) en Galápagos, el Aeropuerto Ecológico de Galápagos (ECOGAL S.A.) y la Capitanía de Puerto Ayora.

Restauración ecológica

Se realizaron trabajos de restauración usando la TG en Floreana, Baltra y Santa Cruz. En Floreana se utilizaron

300 cajas de agua en una finca modelo ubicada en la zona húmeda. En Baltra se emplearon 19 cajas con seis especies nativas y endémicas propias de la isla; se escogió un área altamente degradada ubicada en el lugar donde anteriormente funcionó un botadero de basura. En Santa Cruz se trabajó en una pequeña área en el sitio de visita Los Gemelos donde se colocaron cinco cajas con tres especies endémicas. Además, con el objetivo de promover el uso de plantas nativas y endémicas para el ornato de áreas urbanas, gracias a la apertura de la Capitanía de Puerto Ayora, se inició la erradicación de las plantas introducidas invasoras dentro de sus instalaciones y se las reemplazó por especies endémicas usando la TG. Adicionalmente, como una forma de demostrar el uso de la tecnología, se colocaron varias cajas con plantas endémicas dentro de las instalaciones de la DPNG y la FCD.

Agricultura sostenible

En Floreana y Santa Cruz, se realizaron las actividades experimentales relacionadas con agricultura sostenible,

donde con el apoyo de la comunidad, se trabajó en 21 huertos familiares (18 en Floreana y 3 en Santa Cruz) ubicados tanto en la zona árida como en la húmeda. En Santa Cruz, en el sitio denominado Safari Camp, también se desarrolló una prueba de esta tecnología con plantas de cacao, tomate y pepino.

Especies de plantas usadas

Se trabajó con 52 especies entre nativas, endémicas e introducidas (cultivadas), de las cuales el 60% estuvieron destinadas para restauración ecológica y el 40% para agricultura sostenible en huertos familiares y fincas (Tabla 1). La selección de especies para la restauración ecológica se realizó de acuerdo a la Lista Roja de la UICN (Jaramillo *et al.*, 2013), principalmente usando especies emblemáticas y amenazadas por cada isla. Para el caso de agricultura sostenible, en su mayoría se usó frutales y en pocos casos, a pedido de la comunidad de Floreana, se probó con varias especies nativas y endémicas ornamentales.

Tabla 1. Clasificación de las especies utilizadas en el proyecto piloto en las tres islas.

Isla	Objetivo	Familia	Especie	Nombre común	Origen*
Baltra	Restauración ecológica	Mimosaceae	<i>Acacia macracantha</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	acacia	N
		Burseraceae	<i>Bursera malacophylla</i> B.L. Rob.	palo santo	E
		Simaroubaceae	<i>Castela galapageia</i> Hook. f.	amargo	E
		Cactaceae	<i>Opuntia echios</i> var. <i>echios</i> Howell	cactus gigante	E
		Caesalpinaceae	<i>Parkinsonia aculeata</i> L.	palito verde	N
		Asteraceae	<i>Scalesia crockeri</i> Howell	lechoso	E
Santa Cruz	Restauración ecológica	Amaranthaceae	<i>Alternanthera echinocephala</i> (Hook. f.) Christoph.	alternantera blanca	N
		Amaranthaceae	<i>Alternanthera filifolia</i> (Hook. f.) Howell	alternantera hilo	N
		Verbenaceae	<i>Clerodendrum molle</i> Kunth	rodilla de caballo	N
		Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i> L.	mangle botón	N
		Malvaceae	<i>Gossypium darwinii</i> G. Watt	algodón de Darwin	E
		Convolvulaceae	<i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) R. Br.	flor de mañana	N
		Celastraceae	<i>Maytenus octogona</i> (L'Hér.) DC.	arrayancillo	N
		Melastomataceae	<i>Miconia robinsoniana</i> Cogn.	miconia	E
		Cactaceae	<i>Opuntia echios</i> var. <i>gigantea</i> Howell	cactus gigante	E
		Fabaceae	<i>Piscidia carthagenensis</i> Jacq.	matazarno	N
		Rubiaceae	<i>Psychotria rufipes</i> Hook. f.	cafetillo de Galápagos	N
		Asteraceae	<i>Scalesia affinis</i> Hook. f.	lechoso	E
	Asteraceae	<i>Scalesia helleri</i> ssp. <i>santacruziana</i> Harling	bonsai de Galápagos	E	
	Asteraceae	<i>Scalesia pedunculata</i> Hook. f.	lechoso arbóreo	E	
	Agricultura sostenible	Cucurbitaceae	<i>Cucumis sativus</i> L.	pepino	C
Solanaceae		<i>Solanum lycopersicum</i> L.	tomate riñón	C	
Sterculiaceae		<i>Theobroma cacao</i> L.	cacao	C	

Floreana	Restauración ecológica	Amaranthaceae	<i>Alternanthera filifolia</i> (Hook. f.) Howell	alternantera hilo	N
		Burseraceae	<i>Bursera graveolens</i> (Kunth) Triana & Planch.	palo santo	E
		Verbenaceae	<i>Clerodendrum molle</i> Kunth	rodilla de caballo	N
		Boraginaceae	<i>Cordia lutea</i> Lam.	muyuyo	N
		Asteraceae	<i>Darwiniothamnus tenuifolius</i> (Hook. f.) Harling	margarita de Darwin	E
		Asteraceae	<i>Lecocarpus pinnatifidus</i> Decne	margarita pequeña	E
		Verbenaceae	<i>Lippia salicifolia</i> Andersson	lippia	E
		Plumbaginaceae	<i>Plumbago zeylanica</i> L.	jazmín del cabo	N
		Rubiaceae	<i>Psychotria angustata</i> Andersson	cafetillo de Floreana	N
		Asteraceae	<i>Scalesia affinis</i> Hook. f.	lechoso	E
		Asteraceae	<i>Scalesia pedunculata</i> Hook. f.	lechoso arbóreo	E
		Aizoaceae	<i>Sesuvium portulacastrum</i> (L.) L.	sesuvium	N
		Solanaceae	<i>Solanum quitoense</i> Lam.	naranjilla	I
		Sterculiaceae	<i>Waltheria ovata</i> Cav.	walteria	N
		Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.	uña de gato	E
	Agricultura sostenible	Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> L.	mango	
		Apocynaceae	<i>Nerium oleander</i> L.	laurel de jardín	
		Lamiaceae	<i>Ocimum campechianum</i> Mill.	albahaca	
		Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill.	aguacate	
		Alliaceae	<i>Allium fistulosum</i> L.	cebolla blanca	
		Annonaceae	<i>Annona cherimola</i> Mill.	chirimoya	
		Cannaceae	<i>Canna indica</i> L.	achira	
		Solanaceae	<i>Capsicum annuum</i> L.	pimiento	
		Caricaceae	<i>Carica papaya</i> L.	papaya	
		Cucurbitaceae	<i>Citrullus lanatus</i> (Thunb.) Matsun. & Nakai	sandía	
		Rutaceae	<i>Citrus reticulata</i> Blanco	mandarina	C
		Rutaceae	<i>Citrus x limetta</i> Risso	limón dulce	C
		Rutaceae	<i>Citrus x limon</i> (L.) Osbeck	limón	C
Rutaceae	<i>Citrus x sinensis</i> (L.) Osbeck	naranja dulce	C		
Solanaceae	<i>Solanum lycopersicum</i> L.	tomate riñón	C		
Euphorbiaceae	<i>Jatropha curcas</i> L.	piñón	C		
Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i> L.	coco	C		
Cucurbitaceae	<i>Cucumis melo</i> L.	melón	C		
Fabaceae	<i>Phaseolus lunatus</i> L.	habichuela, fréjol de mata	C		

* N = nativa; E = endémica; I = introducida; C = cultivada

Tanto para restauración ecológica como para agricultura sostenible, las especies seleccionadas fueron distribuidas en ocho diferentes tipos de sustrato y cuatro zonas de vegetación (Tabla 2). Adicionalmente, para cada especie

se estableció dos controles (sin la TG). Debido a la escasez extrema de agua en los casos de Floreana y Baltra, se redujo al 70% y 50% del volumen normal de agua requerido para el funcionamiento de las cajas.

Tabla 2. Las zonas de vegetación, los tipos de sustrato y el origen de las especies utilizados en la fase piloto en Baltra, Santa Cruz y Floreana (N = nativa, E = endémica, C = cultivada).

Isla	Proyecto	Zona	Sustrato	Origen de las especies			Total especies
				N	E	C	
Baltra	Restauración ecológica	Árida	Arcilloso	2	4	0	6
		Litoral	Arcilloso	0	1	0	1
Floreana	Agricultura sostenible	Árida	Arcilloso	0	0	13	13
			Humífero	0	0	6	6
			Humífero-arcilloso	0	0	15	15
			Humífero-rocoso	0	0	8	8
			Rocoso	0	0	3	3
			Rocoso-arcilloso	0	0	6	6
		Húmeda	Arcilloso	0	0	1	1
			Humífero	0	0	6	6
	Restauración ecológica	Árida	Arcilloso	5	4	0	9
			Humífero	0	1	0	1
		Húmeda	Humífero-arcilloso	1	1	0	2
			Humífero-rocoso	2	4	0	6
			Rocoso-arcilloso	0	1	0	1
			Humífero	3	5	0	8
Humífero-rocoso			2	4	0	6	
Litoral	Arcilloso	2	1	0	3		
	Rocoso-arcilloso	2	2	0	4		
Santa Cruz	Agricultura sostenible	Transición	Arcilloso	0	0	2	2
			Humífero	0	0	1	1
			Humífero-rocoso	0	0	1	1
	Restauración ecológica	Húmeda	Humífero	0	4	0	4
		Litoral	Arcilloso	3	0	0	3
			Arenoso	3	4	0	7
			Humífero	2	1	0	3
			Rocoso	2	1	0	3
			Rocoso-arenoso	2	1	0	3

Resultados

Restauración ecológica

Los resultados preliminares para la zona árida en Baltra indicaron que la tasa de crecimiento de aquellas plántulas sembradas utilizando la TG fue significativa con respecto a las plantas sembradas sin TG, pudiéndose incluso observar un crecimiento muy acelerado de varios individuos especialmente de *Opuntia echios* var. *echios*; lo mismo ocurrió con las especies utilizadas en las islas Floreana y Santa Cruz (Figura 2).

Normalmente, las especies de *Opuntia* crecen en promedio 2 cm anuales (Coronel, 2002; Hicks & Mauchamp, 2000; Estupiñán & Mauchamp, 1995), lo cual contrasta con el

crecimiento mensual registrado de 1,5 cm con esta nueva tecnología, sugiriendo que si se mantiene esa tasa de crecimiento, podrían llegar a crecer por sobre los 10 cm anuales (Figura 3).

Por otro lado, en Baltra se pudo evidenciar que la supervivencia y el crecimiento de las plántulas se vieron afectados debido a las características físicas del suelo (el cual es muy arcilloso), al estrés que sufrieron las plántulas usadas como control y a la compactación del suelo producida por procesos antropológicos en su uso (aeropuerto, tránsito de equipo pesado, etc.). Se observó también señales de herbivoría por iguanas terrestres, pues algunas especies dentro del proyecto son parte de su dieta natural. Esto último, más que un impacto negativo, nos indica la importancia del proyecto para restaurar la dinámica natural de los ecosistemas degradados.

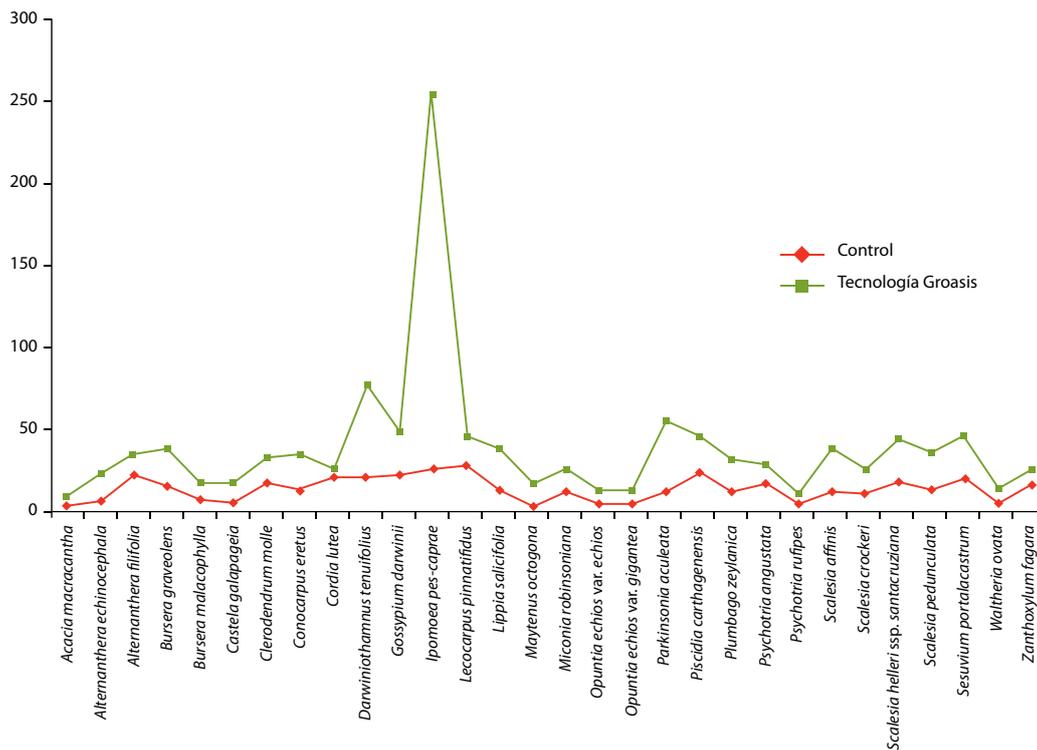


Figura 2. Tasa promedio de crecimiento de las 30 especies utilizadas en el proyecto piloto para restauración ecológica (usando TG y control sin TG) en las islas: Baltra, Floreana y Santa Cruz.



Figura 3. *Opuntia echios* var. *echios*, el 29 de julio 2013 y b) *O. echios* var. *echios* después de casi cuatro meses de monitoreo, el 17 de noviembre 2013, c) estado de la misma planta cerca al aeropuerto de Baltra ya sin caja después de 6 meses, el 27 de enero de 2014.

En Floreana se trabajó en tres zonas de vegetación (litoral, árida y húmeda) y se utilizaron 14 especies nativas y endémicas, logrando al igual que en el caso de Baltra resultados positivos especialmente en la zona húmeda.

En Santa Cruz también se seleccionó 14 especies nativas y endémicas, y se evidenció un crecimiento sostenido de la mayoría de individuos de las especies endémicas. Cabe indicar que un caso esperanzador fue el de *Scallesia pedunculata*, tanto en Floreana como en Santa Cruz (Los Gemelos), pues al igual que *Opuntia echios* var. *echios*

en Baltra, tuvo una tasa de crecimiento muy acelerado (Figura 4).

Agricultura sostenible

Los resultados preliminares en la agricultura sostenible, tanto en Floreana como en Santa Cruz, fueron positivos para las 22 especies cultivadas incluidas en el experimento. Sin embargo, en los casos del tomate (*Solanum lycopersicum*) y la sandía (*Citrulus lanatus*), la tasa de crecimiento fue más acelerada que las otras especies (Figura 5).



Figura 4. *Scalesia pedunculata* en la isla Floreana lista para crecer en forma natural. Se indica cómo se extrae la caja sin causar daños a la planta. Aníbal Altamirano, guardaparque del PNG, y Adrián Cueva, asistente de campo FCD.

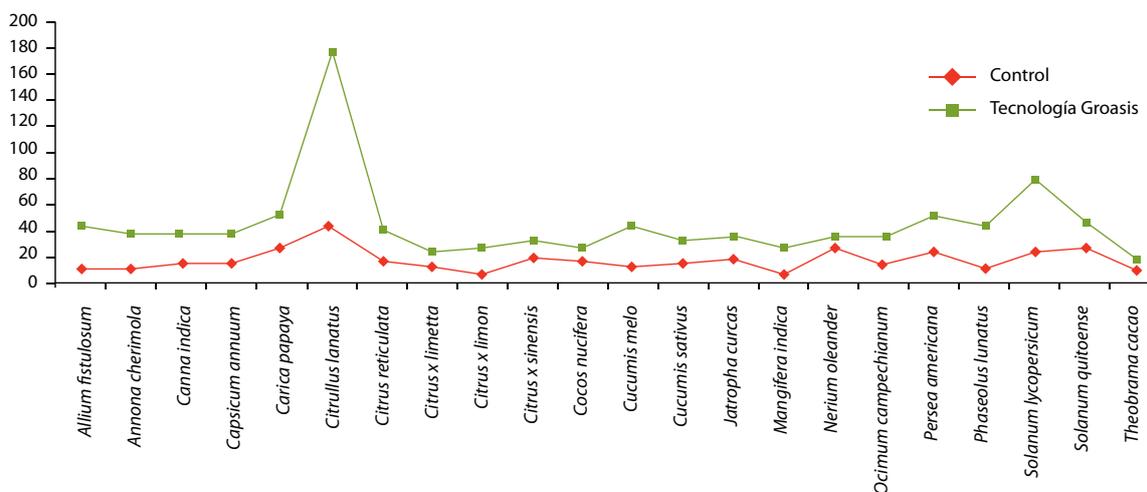


Figura 5. Tasa promedio de crecimiento de las 22 especies utilizadas para agricultura sostenible (con TG y control sin TG) en las islas Floreana y Santa Cruz.

Galápagos Verde 2050: Pasos hacia el futuro

Los resultados del proyecto piloto tanto en lo referente a restauración como a agricultura sostenible, indican que la TG funciona en las diferentes condiciones ecológicas y climáticas de Galápagos. En base de estos resultados, se lanzó el Proyecto Galápagos Verde 2050, el que se desarrollará en tres fases, empezando en enero de 2014 y terminando en el año 2050.

Fase 1 (enero 2014 a diciembre 2016). Incluye

acciones de restauración ecológica en las islas Baltra, Santa Cruz, Plaza Sur y Floreana. En Baltra se enfocará en las zonas de anidación de iguanas terrestres. En Santa Cruz, se restaurarán dos pequeñas (1 ha) poblaciones de *Scalesia affinis*, especie en peligro de extinción, en las zonas El Mirador y El Garrapatero (Figura 7). En Plaza Sur se prevé recuperar la población de *Opuntia echios* var. *echios* en toda la isla (13 ha) y en Floreana se trabajará en la restauración de un área degradada en la mina Granillo Negro. En cuanto a las acciones de agricultura sostenible, se apoyará



Figura 6. Cercados en El Mirador y El Garrapatero para proteger a los últimos remanentes de *Scalesia affinis*, especie en peligro crítico en la isla Santa Cruz.

al MAGAP para alcanzar una cobertura de hasta un 25% de las fincas de Floreana, en las cuales se espera destinen algunas áreas 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 (Elisens, 1992).

Fase 2 (enero 2017 a diciembre 2018). Durante este período se prevé implementar acciones de restauración ecológica en ecosistemas degradados de Floreana y definidos como prioritarios por la DPNG. Se iniciarán trabajos en la isla Española con el objetivo de lograr la repoblación de por lo menos un 20% de la superficie de la isla donde históricamente existió *Opuntia megasperma* var. *orientalis*.

En cuanto al componente de agricultura sostenible, en Floreana se propone lograr que el 100% de las fincas incursionen en producción agroecológica, en base al plan de intervención que el MAGAP defina para esta isla.

Fase 3 (enero de 2019 a diciembre de 2050). Durante este extenso período se prevé proyectar los beneficios del uso de la TG, para restaurar los ecosistemas y las especies definidas por la DPNG a través del Plan de Manejo de las Áreas Protegidas de Galápagos como prioritarias, tanto en las islas pobladas como en Santiago, debido a que en todas existe invasión

de especies introducidas de flora como de fauna. Adicionalmente, en la isla Española, basado en la información disponible sobre su distribución, se plantea la total recuperación de la población de *O. megasperma* var. *orientalis*.

Mientras que en lo referente al componente de agricultura sostenible se proyecta coadyuvar a la consecución de las metas planteadas por el MAGAP en cuanto a la implementación del nuevo modelo de producción agrícola en las islas.

Durante todas las fases se planificará el cumplimiento de metas propuestas para cada isla o especie a través del tiempo, como para *Scalesia affinis* en la isla Santa Cruz (Figura 8).

Conclusiones y recomendaciones

Basado en los resultados del proyecto piloto usando la Tecnología Groasis (TG), se llegó a las siguientes conclusiones:

- El uso de la TG es viable en Galápagos tanto para acciones de restauración ecológica a gran escala como de agricultura sostenible.
- Algunas especies trasplantadas como control (sin TG) no sobrevivieron al estrés causado por la translocación, mientras que aquellas en las que se usó la TG no solo que sobrevivieron sino que su crecimiento fue



Foto: © Galápagos Verde 2050, FCD

Referencias

Coronel V. 2002. Distribución y re-establecimiento de *Opuntia megasperma* var. *orientalis* Howell (Cactaceae) en Punta Cevallos, isla Española, Galápagos. En Escuela de Biología del Medio Ambiente 78: Universidad del Azuay, Facultad de Ciencia y Tecnología.

DPNG. 2014. Plan de Manejo de las Áreas Protegidas de Galápagos para el Buen Vivir. Puerto Ayora, Isla Santa Cruz-Galápagos: Dirección del Parque Nacional Galápagos, Puerto Ayora-Galápagos.

Elisens WJ. 1992. Genetic divergence in Galvezia: evolutionary and biogeographic relationships among South American and Galapagos species. American Journal of Botany 79:198–206

Estupiñán S & A Mauchamp. 1995. Interacción planta animal en la dispersión de *Opuntia* en Galápagos. En Informes de mini proyectos realizados por voluntarios del Departamento de Botánica 1993-2003. Puerto Ayora, Galápagos: FCD.

FEIG. 2007. Plan de Control Total de Especies. Puerto Ayora, Galápagos - Ecuador: FEIG: Fondo para el Control de las Especies Invasoras de Galápagos.

Gardener MR, R Atkinson, D Rueda, & R Hobbs. 2010a. Optimizing restoration of the degraded highlands of Galapagos: a conceptual framework. Informe Galápagos 2009-2010:168-173.

Gardener MR, R Atkinson & JL Rentería. 2010b. Eradications and people: lessons from the plant eradication program in the Galapagos. Restoration Ecology 18(1):20-29.

Guézou A & M Trueman. 2009. The alien flora of Galapagos inhabited areas: practical solution to reduce the risk of invasion into the National Park. En Proceeding of the Galapagos Science Symposium, 179-182 (Eds M. Wolff and M. Gardener).

Hicks DJ & A Mauchamp. 2000. Population structure and growth patterns of *Opuntia echios* var. *gigantea* along an elevational gradient in the Galápagos Islands. Biotropica 32(2):235-243.

Hoff P. 2013. Waterboxx instrucciones de plantación. *En*: Groasis Waterboxx (www.groasis.com/es).

Jäger H, A Tye & I Kowarik. 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, P Cueva, E Jiménez & J Ortiz. 2014. Galápagos Verde 2050. <http://www.darwinfoundation.org/en/science-research/galapagos-verde-2050/>. Puerto Ayora, Isla Santa Cruz: Fundación Charles Darwin.

Jaramillo P, A Guézou, A Mauchamp & A Tye. 2013. CDF Checklist of Galapagos Flowering Plants - FCD Lista de Especies de Plantas con Flores de Galápagos. *En*: Bungartz F, H Herrera, P Jaramillo, N Tirado, G Jimenez-Uzategui, D Ruiz, A Guezou & F Ziemmeck (eds.). Charles Darwin Foundation Galapagos Species Checklist/ Fundación Charles Darwin, Puerto Ayora, Galapagos: <http://www.darwinfoundation.org/datazone/checklists/vascular-plants/magnoliophyta/> Última actualización: 22 jul 2014.

Martínez JD & C Causton. 2007. Análisis del Riesgo Asociado al Movimiento Marítimo hacia y en el Archipiélago de Galápagos. Puerto Ayora, isla Santa Cruz-Galápagos: Fundación Charles Darwin.

Rentería J, R Atkinson, M Guerrero, J Mader, M Soria & U Taylor. 2006. Manual de Identificación y Manejo de Malezas en las Islas Galápagos. Puerto Ayora, Galápagos - Ecuador.

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

SENPLADES. 2013. Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017. Quito. SENPLADES.

Trueman M, R Atkinson, AP Guézou & P Wurm. 2010. Residence time and human-induced propagule pressure at work in the alien flora of Galapagos. *Biological Invasions* 12:3949-3960.

Trueman M & N d'Ozouville. 2010. Characterizing the Galapagos terrestrial climate in the face of global climate change. *Galapagos Research* 67:26-37.

Trusty JL, A Tye, TM Collins, F Michelangeli, P Madriz & J Francisco-Ortega. 2012. Galápagos and Cocos Islands: Geographically close, botanically distant. *International Journal of Plant Sciences* 173(1):36-53.

Tye A, M Soria & M Gardener. 2001. A strategy for Galápagos weeds. *En* Turning the tide. The eradication of invasive species, 336-341 (Eds D Veitch and M N Clout). Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN, Species Survival Commission, Invasive Species Specialist Group.