

1. Título del Proyecto: Programa Galápagos Verde 2050

Restauración ecológica urbana y conservación de especies emblemáticas de la mano con la comunidad local en las islas Galápagos

2. Institución:

Fundación Charles Darwin y Dirección del Parque Nacional Galápagos

3. Nombre y Apellido del Investigador Principal y Participantes:

- Investigadora Principal (FCD):

Patricia Jaramillo Díaz: patricia.jaramillo@fcdarwin.org.ec 1710646165 (Ecuatoriana, Puerto Ayora-Isla Santa Cruz).

- Contraparte DPNG:

Christian Sevilla (contraparte técnica DPNG), Proceso de Conservación y Restauración de Ecosistemas Insulares, csevilla@galapagos.gob.ec, Puerto Ayora, Santa Cruz, Galápagos.

- **Investigador Agrónomo (FCD):** Carlos Bolaños Carriel carlos.bolanos@fcdarwin.org.ec 1717166373 (Ecuatoriano, Puerto Ayora, Isla Santa Cruz).

- **Investigador, Ecólogo, especialista en Botánica y restauración ecológica (FCD):** Por contratar.

- **Investigador, Ecólogo, especialista en micorrizas y estudios de suelo e interacciones:** Por contratar

- **Asistente de investigación en restauración ecológica (FCD):** Anna Calle anna.calle@fcdarwin.org.ec 0104059431 (Ecuatoriana, Puerto Ayora-Isla Santa Cruz)

- **Asistente de investigación (FCD):** Liliana Jaramillo liliana.jaramillo@fcdarwin.org.ec 1716044357 (Ecuatoriana, Puerto Ayora-Isla Santa Cruz)

- **Asistente técnico (FCD):** Paúl Mayorga: paul.mayorga@fcdarwin.org.ec 2000127262 (Ecuatoriano, Puerto Ayora-Isla Santa Cruz).

- **Asistente de campo:** Hamilton Jhon Mora Chango jhon.chango@fcdarwin.org.ec 2000153888 (Ecuatoriano, Puerto Velasco Ibarra-Isla Floreana).

- **Curador de la colección de invertebrados terrestres (FCD):** Lenyn Betancourt: lenyn.betancourt@fcdarwin.org.ec 2000045832 (Ecuatoriano, Puerto Ayora-Isla Santa Cruz).

- **Asistente taxónoma entomóloga CDS (FCD):** Andrea Carvajal: andrea.carvajal@fcdarwin.org.ec A0149173 (Colombiana).

- **Especialista en SIG (FCD):** Byron Delgado: byron.delgado@fcdarwin.org.ec 1717722167 Ecuatoriano, Puerto Ayora-Isla Santa Cruz.

- **Especialista en tecnologías de información y comunicación (FCD):** Mikel Goñi Molestina: mikel.goni@fcdarwin.org.ec 3050069453 (Ecuatoriano, Puerto Ayora-Isla Santa Cruz).

- **Especialista en Ecoturismo y proyectos ambientales (FCD):** Diego Nuñez: diego.nunez@fcdarwin.org.ec 1711455673 Ecuatoriano, Puerto Ayora-Isla Santa Cruz.

3.1 Nombre de los investigadores adicionales

Nombre	Institución	Nacionalidad	Pasaporte /	Correo electrónico
Alberto Vélez	Agencia de Bioseguridad para Galápagos (ABG)	Ecuatoriano	2000066924	alberto.velez@abgalapagos.gob.ec
Ronald Azuero	Agencia de Bioseguridad para Galápagos (ABG)	Ecuatoriano	2000058236	ronal.azuero@abgalapagos.gob.ec
Marilyn Cruz	Agencia de Bioseguridad para Galápagos (ABG): Con convenio	Ecuatoriana	2000031639	marilyn.cruz@abgalapagos.gob.ec
Jhony Mantuano	Colegio Nacional Galápagos	Ecuatoriano	1307117091	johngps@live.com
Luka Negoita	Consultor, The grant ecology	Estadounidense	550607307	lukanegoita@gmail.com



Christian Sevilla	DPNG	Ecuatoriano	914313275	csevilla@galapagos.gob.ec
Danny Rueda	DPNG	Ecuatoriano	912776887	drueda@galapagos.gob.ec
Edie Rosero	DPNG	Ecuatoriana	2000022539	erosero@galapagos.gob.ec
Francisco Moreno	DPNG	Ecuatoriano	2000074571	fmoreno@galapagos.gob.ec
Jefreys Málaga	DPNG	Ecuatoriana	909244170	jmalaga@galapagos.gob.ec
Jimmy Bolaños	DPNG	Ecuatoriano	2000068250	jbolanos@galapagos.gob.ec
Milton Chugcho	DPNG	Ecuatoriano	1801804434	mchugcho@galapagos.gob.ec
Nancy Peralta	Escuela de Educación Especial de Santa Cruz	Ecuatoriana	2000066486	c.e.especialgalapagos@gmail.com
Diego Quito	Escuela Politécnica del Litoral ESPOL	Ecuatoriano	103578761	dquito@epol.edu.ec
Carlos Ortega	Fundación Heifer	Ecuatoriano	2000057360	ortegaceog@hotmail.com
Washington Tapia	Galápagos Conservancy	Ecuatoriano	1001506078	wtapia@galapagos.org
Henry Bayas	Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Santa Cruz	Ecuatoriano	2000065538	hbayas@gadsantacruz.gob.ec
Henry Cobos	Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de San Cristóbal	Ecuatoriano	2000023610	h.cobos@gadmssc.gob.ec
Yadira Elizabeth Chávez	Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Floreana (GAD).	Ecuatoriana	2300165178	gadparroquialislasantamaria@gmail.com
Mike Martin	Norwegian University of Science and Technology (NTNU).	Estadounidense	561146504	mike.martin@ntnu.no
Michael Stewart	Troy University	Estadounidense	499669389	stewartpms@gmail.com
Alan Tye	UICN	Inglesa	7018531370	alan.tye@iucn.org
Ekaterina Gualoto	Universidad de Greifswald	Ecuatoriana	1721192928	ekaterina.gualotok90@gmail.com
Jessica Duchicela	Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE	Ecuatoriana	1710463835	jiduchicela@espe.edu.ec
Cristian Pavel Enríquez	Universidad de las Fuerzas Armadas, Biotecnología	Ecuatoriano	1718193004	pavelenriquez96@gmail.com
María del Mar Trigo	Universidad de Málaga	Española	PAA038862	aerox@uma.es
Luis Ortiz-Catedral	Universidad de Massey	Mexicana,	G15268240	lortiz.Catedral@massey.ac.nz
James Gibbs	Universidad Estatal de Nueva York	Estadounidense	483694275	jgibbs@esf.edu
Conley McMullen	Universidad Madison	Estadounidense	585472511	mcmullck@jmu.edu

Ole Hamann	University of Copenhagen	Danesa	207175044	oleh@snm.ku.dk
Joshua Vela Fonseca	Lindblad Expeditions- National Geographic / Galapagos Workshop.	Ecuatoriano	1715389274	joshua102004@gmail.com
Andrés Cruz	Lindblad Expeditions- National Geographic / Galapagos Workshop.	Ecuatoriano	2000074563	cruzandres95@gmail.com

4. Objetivos

La Ley Orgánica de Régimen Especial de Galápagos (LOREG) en el numeral 4 del artículo 2 establece como una de sus finalidades: “El manejo integrado entre las zonas habitadas y las áreas protegidas terrestres y marinas en reconocimiento de las interacciones existentes entre ellas” (Asamblea Nacional 2015).

Por su parte, el Programa de Ciencia de la Sostenibilidad e Innovación Tecnológica del Plan de Manejo de las Áreas Protegidas de Galápagos (PMAPG) establece la investigación aplicada como la prioridad de investigación número 1 (DPNG, 2014). Además, define a ésta como aquella investigación que está “dirigida a la resolución de problemas de manejo relacionados con la conservación de especies, poblaciones, comunidades, ecosistemas, o **sobre las interacciones entre los sistemas naturales y humanos**”.

De esta forma, el presente proyecto plantea un trabajo que involucra la **restauración ecológica urbana** como una alternativa a los desafíos que involucra al sistema **socio-ambiental** en el archipiélago como son, mejorar el conocimiento y **creación de estrategias** para reducir los impactos del desarrollo urbano, a través, del uso de **jardines ecológicos** de plantas nativas y endémicas de Galápagos. Así, permitiendo generar beneficios desde varios ángulos. Los jardines ecológicos permiten conservar poblaciones que muchas veces en áreas naturales han sido destruidas, permiten ser una fuente de educación y estudio, además, son fuentes de semillas y plántulas que permiten restaurar espacios naturales, y evitan espacios de proliferación de plantas invasoras (Sawyer, 2005). Para ello el presente proyecto involucra un trabajo interdisciplinario y de investigación aplicada (Jaramillo et al., 2015, 2020) y en cumplimiento de la legislación vigente, involucra la restauración de ecosistemas degradados y especies amenazadas.

A partir del 2022 se plantea el programa de restauración ecológica llamado Galápagos Verde 2050 del cual se derivan varios proyectos; en este caso nos referiremos a la restauración ecológica urbana de islas habitadas.

4.1 Restauración ecológica urbana y conservación de especies emblemáticas de la mano con la comunidad local en las islas Galápagos

4.1.1 Antecedentes

Las islas Galápagos constituyen un referente de conservación a nivel mundial (Valle, 2013). Sin embargo, mantener este estado involucra diversos retos, especialmente cuando se trata de la **gestión en espacios habitados por el ser humano** (Andrade & Feng, 2018). El **desarrollo de infraestructura, actividades comerciales, sectores económicos crecientes dentro de las islas tiene consecuencias negativas en la conservación de los ecosistemas de las islas** (Bonilla et al., 2020; Sánchez, 2007). Esto causa preocupación, que se incrementa con el tiempo, tratándose específicamente del crecimiento urbano, el incremento de especies invasoras y la falta de agua dulce (Alarcón, 2019). El aumento de la población humana en las islas ha empezado a generar una presión y necesidad de los habitantes por ocupar nuevas áreas (Celata & Sanna, 2012; Sánchez, 2007; Watson et al., 2010) urbanas y de depósito de desechos. Un claro ejemplo de esto es la creación de la urbanización El Mirador en Puerto Ayora, que incrementó en un 40% el tamaño del espacio urbano con 1133 lotes nuevos a la ciudad y constituye un área en proceso de consolidación, aún con un alto número de lotes baldíos (Bonilla et al., 2020; Consejo de Gobierno del Régimen Especial de Galápagos, 2016).

La expansión urbana implica un cambio en el uso de suelo que afecta especialmente a especies que tienen una distribución restringida como es el caso de *Scalesia affinis*, un arbusto endémico cuya población en Santa Cruz desde el 2005 se ha reportado en peligro crítico de extinción (Jaramillo, 2005; Jaramillo et al., 2018). Actualmente, esfuerzos compartidos entre la Dirección del Parque Nacional Galápagos y la Fundación Charles Darwin han logrado mantener durante varios años una población cercana a 100 individuos, a través del establecimiento de un cercado para proteger el último remanente donde crece *S. affinis* y el desarrollo periódico de esfuerzos de reproducción y cultivo de la especie en sitios estratégicos de Puerto Ayora (Atkinson et al., 2008; Jaramillo et al., 2020).

Paralelamente, el desarrollo urbano genera el espacio idóneo para la proliferación de especies invasoras (Cheptou et al., 2008). Estudios previos muestran que el número de especies introducidas en Galápagos está directamente relacionado con el tamaño de la población humana en las islas habitadas, donde más de la mitad de estas especies son ornamentales y ocurren en áreas urbanas (Atkinson et al., 2010; Guézou et al., 2010; Jaramillo, 1999). Tomando en cuenta que en el archipiélago, 35% de las especies introducidas se encuentran naturalizadas y 52% de ellas han escapado y crecen libremente fuera de áreas donde se las cultiva, presentando un riesgo real de convertirse en especies invasivas (Guézou et al., 2010), la necesidad de trabajar desde el espacio urbano, para promover restauración ecológica, se convierte en un tema de suma urgencia.

4.2 Objetivo general:

Contribuir a la conservación de ecosistemas terrestres de Galápagos a través de la restauración de ecosistemas urbanos, la recuperación de especies en peligro de extinción y la integración de la comunidad local en estos procesos.

4.3 Objetivos específicos:

- a) **Consolidar un modelo de restauración urbana** a través del establecimiento de un plan de acción y de la creación de jardines ecológicos con plantas nativas y endémicas en Santa Cruz, el mismo que sea replicable para San Cristóbal y Floreana.
- b) Desarrollar **experimentos de propagación** para la conservación de especies endémicas en peligro en el área urbana.
- c) **Articular las acciones de restauración urbana con campañas de comunicación** para la sensibilización e integración de la comunidad local en la restauración ecológica y prevención de expansión de especies invasoras.

5. Vinculación al Plan de Manejo de las Áreas Protegidas de Galápagos (PMAPG)

Programa	Objetivo Específico	Estrategia
1.1 Conservación y restauración de los ecosistemas y su biodiversidad.	1.1.2. Asegurar la conservación de la integridad ecológica y la resiliencia de todos los ecosistemas y su biodiversidad.	1.1.2.1. Desarrollar e implementar planes de acción específicos para la conservación de ecosistemas frágiles y especies amenazadas.
	1.1.3. Promover la restauración de la integridad ecológica y la biodiversidad de los ecosistemas degradados, para recuperar su funcionalidad y su capacidad de generar servicios ambientales.	1.1.3.1. Establecer un sistema de priorización para generar programas de restauración ecológica, en función del estado de conservación y las amenazas sobre los ecosistemas.
		1.1.3.3. Restaurar especies que hayan desaparecido o que actualmente mantienen poblaciones muy reducidas en su área de vida original.
1.2 Monitoreo de Ecosistemas y su biodiversidad.	1.2.2. Monitorear las especies focales para contribuir a la conservación de la biodiversidad de Galápagos.	1.2.2.2. Evaluar y fortalecer los planes de monitoreo de especies nativas y endémicas, especialmente las catalogadas como en peligro o vulnerables.

5.1 Ciencia de la sostenibilidad e innovación tecnológica	5.1.3. Incrementar e incorporar a la toma de decisiones el conocimiento científico interdisciplinario sobre los ecosistemas y la biodiversidad de Galápagos	5.1.3.3. Promover el desarrollo de estudios a largo plazo sobre procesos ecológicos y biofísicos, biodiversidad funcional y especies diana de los ecosistemas de referencia en coordinación con el programa de monitoreo.
		5.1.3.6. Fomentar y coordinar investigaciones encaminadas a la caracterización de las especies ecológicamente esenciales en cada tipo de ecosistema.
		5.1.3.7. Fomentar y coordinar investigaciones sobre las interacciones ecológicas en ciertos procesos clave, desde la perspectiva de la restauración de la integridad ecológica de los ecosistemas.

6. Metodología y Diseño

6.1 Diseño de preguntas de investigación

Para la restauración ecológica urbana que propone el presente proyecto se responderán las siguientes preguntas: **1) Estudio de restauración urbana:** ¿Cómo los jardines ecológicos contribuyen a la restauración urbana? ¿Cuál es el éxito en el desarrollo de los jardines ecológicos en el espacio urbano? **2) Estudios de propagación para la conservación de especies en peligro en el área urbana:** ¿Cuáles son los limitantes en la germinación de *S. affinis*? ¿Qué metodología es efectiva para propagar masivamente a *S. affinis*? **3) Integración de la comunidad en la restauración urbana:** ¿Cómo se relaciona la participación de la comunidad en el cuidado exitoso de jardines ecológicos en Puerto Ayora?

6.2 Consolidar un modelo de restauración urbana a través del establecimiento de un plan de acción y de la creación de jardines ecológicos con plantas nativas y endémicas en Santa Cruz, el mismo que sea replicable para San Cristóbal y Floreana.

6.2.1 Establecimiento de un plan de acción general para la consolidación de un modelo de restauración urbana en las islas pobladas del archipiélago

Para iniciar una acción coordinada de restauración ecológica en las zonas urbanas de las islas pobladas donde el proyecto trabajará, se iniciará con la elaboración de un plan de acción para la restauración urbana en Puerto Ayora que servirá como lineamiento para replicar posteriormente en Floreana y en San Cristóbal. Dentro de este plan de acción se contemplará una visión, un objetivo y las acciones a seguir para la restauración urbana. Las acciones propuestas serán realizadas de acuerdo a los principales actores involucrados. Adicionalmente, se incluirán las especies a utilizar en el entorno urbano, tomando en cuenta las especies que han sido utilizadas previamente por el Galápagos Verde 2050 y especies que requieran prioridad para trabajar debido a su estado de conservación (Atkinson et al., 2019; Atkinson et al., 2008; Jaramillo et al., 2020). El plan de acción establecerá recomendaciones para generar una accesibilidad de la comunidad local para adquirir plantas nativas. Además de los criterios de evaluación y estrategias para intervenir en los espacios urbanos.

6.2.2 Implementación de jardines ecológicos como herramienta principal de la restauración urbana

6.2.2.1 Diseño experimental

La selección de espacios de siembra responderá a un diseño experimental el cual se analizará mediante el software ArcGIS donde se partirá del mapa base de las áreas verdes proporcionado por la Alcaldía de Santa Cruz (Figura 1). Se realizará una división por medio de barrios y dimensiones de áreas a intervenir, con el fin de tener réplicas similares en área, pero que sean seleccionadas al azar en el espacio urbano. Las áreas contempladas para jardines ecológicos serán en su mayoría áreas públicas tomando en cuenta el interés del municipio (Alcaldía de Santa Cruz, comunicación personal). Adicionalmente, se contemplarán áreas privadas de instituciones que cumplan con las características

para entrar a la selección del diseño. Este tipo de espacios responden a la colaboración y compromiso de las organizaciones que tienen el espacio para hacerlo jardín ecológico, como es el caso de los jardines de la ABG y el Colegio Nacional Galápagos en Puerto Ayora (Jaramillo et al., 2020). Se estima tener una selección de al menos 10 espacios para la implementación de jardines ecológicos urbanos con la comunidad.

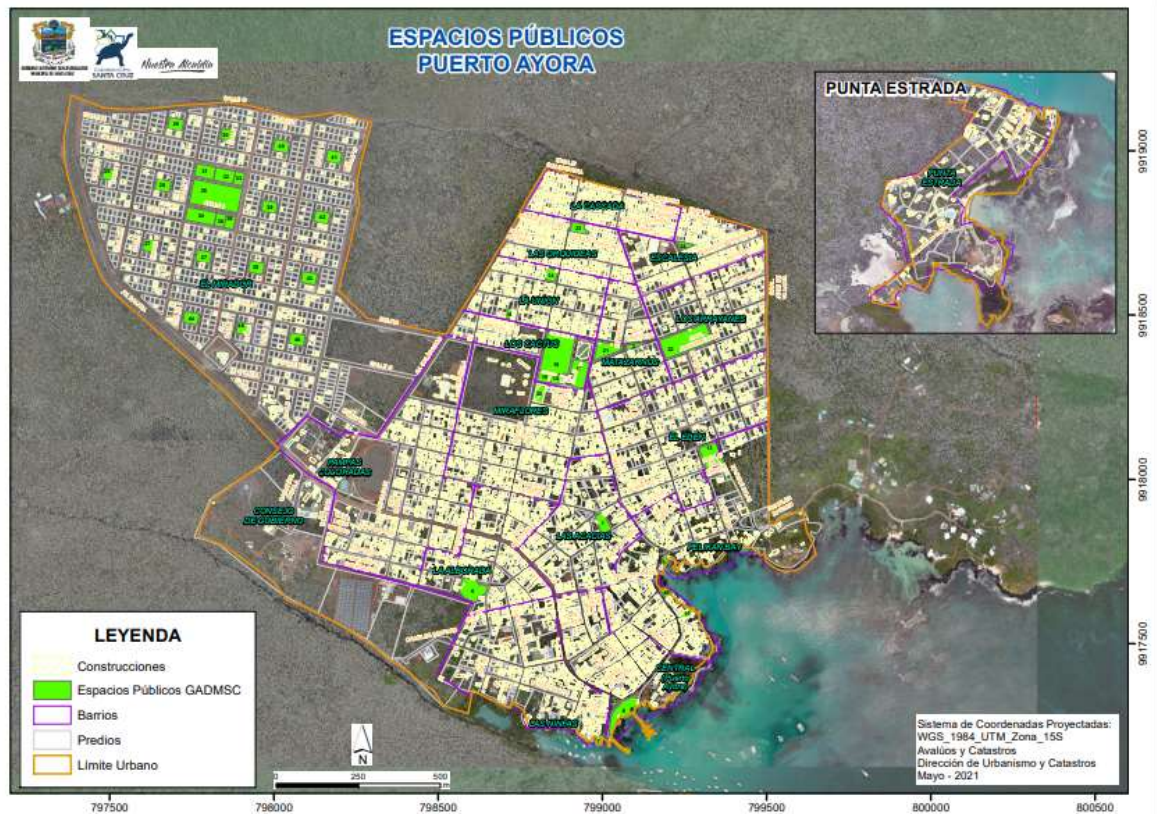


Figura 1. Mapa de las áreas verdes públicas en Puerto Ayora (Cortesía: Alcaldía Santa Cruz 2021).

6.2.2.2 Propagación de especies vegetales nativas y endémicas para jardines ecológicos

La producción de plantas bajo condiciones controladas es una herramienta sumamente importante en la conservación, permitiendo la reintroducción de especies para la restauración ecológica y prevención de extinción de especies (Corcoran et al., 2014). De esta forma, este proyecto busca fortalecer los mecanismos existentes de provisión de plantas nativas y endémicas con el fin de asegurar la provisión a lo largo del tiempo. Para ello, las primeras acciones generadas se realizarán en Puerto Ayora, lugar que servirá para generar aprendizajes y posteriormente avanzar en Floreana y San Cristóbal. Es así, que se plantea trabajar coordinadamente con la DPNG, como se lo ha venido haciendo anteriormente, para proveer de plantas a los jardines ecológicos. Sin embargo, a partir del 2022 se plantea generar un plan de propagación de especies para el área urbana, el cual se lo hará conjuntamente con la DPNG. El plan consiste en la revisión de las especies reproducidas actualmente y la evaluación de alternativas para incrementar la diversidad de plantas para el espacio urbano.

En el caso de existir problemas de germinación en ciertas especies, el proyecto apoyará con la investigación para establecer protocolos de germinación de las especies en cuestión y de esta forma generar y compartir estos conocimientos con la DPNG. El establecimiento de estos estudios iniciará durante el 2022, sin embargo, la obtención de protocolos definitivos podría tomar más tiempo, dependiendo de la especie, ya que no existe predicción certera de los resultados.

6.2.2.3 Uso de tecnologías ahorradoras de agua

El incremento de áreas impermeables en el área urbana genera cambios hídricos drásticos para la vegetación, lo cual combinado con las condiciones propias de cada lugar, afectan directamente al tipo

de plantas que se pueden desarrollar en las ciudades (Cârlan et al., 2020). De esta forma, el manejo adecuado con tecnologías que faciliten y optimicen el uso de agua en espacios urbanos puede ser la diferencia, no solo en temas de conservación sino de prevención y manejo de especies invasoras. Es así, que el presente proyecto plantea continuar con el uso de tecnologías ahorradoras de agua para la siembra la parte urbana y periurbana. Su uso dependerá de cada espacio que será evaluado independientemente. La siembra se la realizará utilizando cuatro tecnologías ahorradoras de agua como tratamientos: Groasis Waterboxx, Cocoon e Hidrogel, Growboxx y Control. Para los controles en áreas periurbanas se aplicará 20 lt de agua directamente sin ninguna tecnología (Faruqi et al., 2018; Hoff, 2014; Jaramillo et al., 2020; Land Life Company, 2015; Peyrusson, 2018; Tapia et al., 2019).

6.2.2.4 Monitoreo y seguimiento de los jardines ecológicos implementados en el espacio urbano

El monitoreo y seguimiento de las plantas sembradas en jardines ecológicos se realizará trimestralmente, usando la aplicación Android desarrollada para el presente proyecto (link para descarga: http://www.galapagosverde2050.com/gv2050_4.apk) (Menéndez & Jaramillo P., 2015). Durante los monitoreos se medirá el tamaño de cada planta; se evaluará su condición física a través de la toma de datos fenológicos y la presencia-ausencia de herbivoría, y/o plagas. Además, se tomará fotografías para comparar su desarrollo a través del tiempo.

Para el monitoreo, se invitará a las personas involucradas en el cuidado de los jardines a participar en la toma de datos. Durante los monitoreos se revisará el contenido de agua en las cajas ahorradoras de agua de las tecnologías **Groasis y Cocoon**. Además, en las tecnologías biodegradables **Growboxx, Cocoon e Hidrogel** se registrará el tiempo necesario para su degradación (Defaa et al., 2015; Faruqi et al., 2018; Hoff, 2014; Land Life Company, 2015; Peyrusson, 2018; A. G. Rodríguez, 2017). Finalmente, en cada sitio de estudio en donde el impacto humano o animal cause la ruptura de alguna tecnología ahorradora de agua, se realizará el reemplazo y limpieza respectiva.

6.2.3 Caracterización de invertebrados presentes en jardines ecológicos

Los invertebrados terrestres de Galápagos están fuertemente asociados a la flora endémica y nativa, la cual les provee no solo de refugio o alimento, sino que además los sitios idóneos para la reproducción y anidamiento (Boada, 2005; Jaramillo *et al.*, 2010; Meier, 1994; Wheeler, 1924). Actualmente son muy pocas las investigaciones realizadas sobre las relaciones específicas entre insectos y plantas (Boada, 2005). Estos estudios son importantes debido a que algunas poblaciones vegetales endémicas se han reducido por efecto de las especies introducidas (Jaramillo et al., 2010), es por ello que, propiciar el conocimiento de los invertebrados relacionados a la vegetación son vitales para favorecer la conservación, restauración de la flora y sus servicios eco-sistémicos.

La funcionalidad de los jardines ecológicos puede ser frecuentemente medida a partir de la biodiversidad que se encuentra en los mismos (Lowenstein et al., 2014). Para ello, la caracterización de la entomofauna asociada, es una herramienta importante. Para determinar la diversidad de invertebrados asociados a los sitios de estudio de la isla Española, se emplearán métodos de muestreo activos como, red entomológica y trampas de luz, y muestreos pasivos como trampas Pitfall y Pan Trap (Borkent et al., 2018; Campbell & Hanula, 2007; Mammola et al., 2016; Santos & Fernandes, 2020) adicionalmente se coleccionarán muestras de sustrato en busca de invertebrados asociados a las raíces de las plantas y el suelo. Con los datos obtenidos se realizarán análisis de abundancia, riqueza y diversidad de los sitios muestreados (Chao et al., 2014; Gotelli & Chao, 2013). Los especímenes coleccionados, luego de su identificación serán depositados en la Colección de Invertebrados Terrestres (ICCDRS) de la FCD, como lo disponen las regulaciones de la DPNG y los resultados serán publicados en revistas científicas.

6.2.4 Muestras botánicas

En caso de que en los sitios de estudio o intervención se registre alguna especie de planta que no sea posible su identificación in-situ, se coleccionará muestras botánicas, para su posterior identificación.

Las muestras colectadas, luego de su identificación serán depositadas en la colección de referencia en el Herbario CDS, como lo disponen las regulaciones de la DPNG.

6.2.5 Muestras de suelo

Los microbiomas que existen en el suelo urbano, constituyen una diversidad muy distinta a la encontrada en espacios naturales que puede ser altamente funcional pero también puede presentar riesgos debido a la presencia de fitopatógenos (Delgado-Baquerizo et al., 2021). Tomando en cuenta que los primeros registros de fitopatógenos han sido reportados para plantas nativas y endémicas en Santa Cruz (Bolaños, 2021). En los sitios de intervención donde se identifiquen sintomatologías o muerte repentina de las plantas, se prevé colectar 200gr. de muestra de suelo con el fin de poder generar un análisis de las muestras para poder evaluar posibles agentes fitopatógenos en el suelo. Esta evaluación pretende aportar con información valiosa que, a su vez, puede explicar el éxito o limitaciones de los jardines ecológicos. Se registrarán organismos como hongos, nemátodos y posibles invertebrados que puedan estar asociados a enfermedades de las plantas en el espacio urbano.

6.2.6 Análisis de datos obtenidos sobre la vegetación sembrada para restauración urbana

6.2.6.1 Manejo de Datos

La estrategia de manejo y gestión de datos incluye el uso de dos plataformas virtuales. Al manejar este tipo de plataformas se da la oportunidad de que guardaparques, instituciones educativas, y otros miembros de la comunidad ganen acceso a estas valiosas herramientas.

Todos los datos recopilados durante los monitoreos serán subidos a la plataforma virtual del proyecto (<http://www.galapagosverde2050.com/admin>). Esta es la plataforma principal, en la que se puede acceder, descargar, y corregir los datos de la matriz general (Menéndez & Jaramillo P., 2015). Esta plataforma incluirá toda la información recopilada por el proyecto sobre la historia natural, germinación y propagación de cada una de las especies. Posteriormente, los datos serán transferidos a la plataforma RestoR (<https://gv2050.shinyapps.io/GV2050-restoR/>), la cual se encarga de procesar los datos y convertirlos en gráficos simples. Con estos gráficos, se facilita la creación de figuras para reportes, la planificación de actividades de campo, y la creación de diseños experimentales.

6.2.6.2 Análisis de datos

Todos los análisis estadísticos y las visualizaciones con gráficos se llevarán a cabo utilizando la última versión del lenguaje estadístico R (actualmente versión 4.0.3) (Kabacoff, 2011; R Core Team, 2017; Wade, 2000). El marco jerárquico bayesiano (HB) será nuestro principal método de inferencia. La naturaleza jerárquica, en profundidad y a gran escala de los datos del proyecto nos da una flexibilidad y potencia sustanciales con nuestros análisis, lo que nos permitirá construir modelos que representan una variedad de covariables y efectos aleatorios. En todos los casos, utilizamos datos previos planos (no informativos) de modo que no haya sesgo en la interpretación de los posteriores resultantes. Posteriormente, los gráficos se representarán como puntos medianos con barras de error que marcarán sus intervalos de confianza del 95%.

El marco de análisis de HB tiene varias ventajas clave para los enfoques frecuentistas tradicionales:

- 1) Nos permite dividir simultáneamente los efectos de todas las variables explicativas y covariables. Esto genera coeficientes del modelo que son fáciles de interpretar y no dependen de su orden en el modelo.
- 2) Nos permite tener en cuenta los efectos aleatorios cuando sea apropiado para mantener un tamaño de muestra grande sin pseudo-replicación. Por ejemplo, un modelo que examina la tasa de crecimiento no necesita promediar la tasa de crecimiento dentro de cada individuo. Un efecto aleatorio que identifique a cada individuo explicará la no independencia de esas observaciones, lo que preservará una muestra más amplia de puntos de datos informativos.
- 3) Quizás lo más importante, los

resultados proporcionan declaraciones intuitivas sobre la importancia, probabilidad y el efecto relativo de las tecnologías en diferentes entornos. Este último componente es especialmente crítico en la biología de la conservación, donde los resultados científicos deben llevar a decisiones de manejo (Wade, 2000). Por ejemplo, podemos presentar y comparar la probabilidad real de que el uso de una tecnología en particular en un hábitat en particular restaure con éxito ese ecosistema.

Hay algunos casos en nuestros análisis en los que un enfoque frecuentista tradicional es importante para comunicar cifras y resultados a una audiencia que prefiere los métodos tradicionales. En esos casos, se implementa un enfoque de modelo mixto generalizado utilizando el paquete "lme4" (Bates et al., 2015). Se utilizan diagramas básicos de caja, línea y dispersión en estos y en todos los casos adicionales de datos o visualizaciones de resultados para referencia, comunicación y materiales educativos.

6.3 Desarrollar experimentos de propagación para la conservación de especies endémicas en peligro en el área urbana.

6.3.1 *Scalesia affinis*, modelo de estudio de especies en peligro para la zona urbana de Puerto Ayora

Dentro de las acciones para la restauración urbana en las islas, se iniciará con el trabajo con especies nativas y endémicas, como es el caso de *Scalesia affinis* en Puerto Ayora, donde, la expansión urbana ha generado un cambio en el uso de suelo que afecta a esta especie que tiene una distribución restringida. *Scalesia affinis* es un arbusto endémico cuya población en Santa Cruz desde el 2005 se ha reportado en peligro crítico de extinción (Jaramillo, 2005; Jaramillo et al., 2018). Las acciones por su conservación se han dado a través de la creación de cercados y estudios de germinación, sin embargo, el incremento de su población no ha sido significativo (Atkinson et al., 2008, 2009).

Dentro de la información registrada en los últimos años, se conoce que *S. affinis* es una especie que tiene autoincompatibilidad parcial (Nielsen et al., 2003). Por este motivo puede existir una viabilidad reducida de las semillas producidas a partir de la autopolinización. La FCD, ha desarrollado investigación referente a *S. affinis*, realizando ensayos pregerminativos y polinización cruzada (Rodríguez, 2011; Vinuesa, 2006). En el año 2018 la población de *S. affinis* pudo incrementarse gracias al trabajo del proyecto Galápagos Verde 2050 junto con el apoyo de la DPNG, lo que permitió generar los primeros jardines ecológicos en Puerto Ayora (Jaramillo et al., 2015, 2020). Estos jardines han logrado mantener durante varios años la población de *S. affinis*, contando actualmente con 147 individuos en Puerto Ayora (Tabla 1), Esto permite establecer una línea base para generar un incremento de individuos en la población con la restauración ecológica.

Tabla 1 Número de individuos registrados en sitios de estudio y ciertos jardines ecológicos en Puerto Ayora.

Sitio	Número de individuos
Fundación Charles Darwin	69
Sitio de restauración El Mirador	30
Remanente de vegetación El Mirador	19
Jardines ABG	16
Colegio Nacional Galápagos	3
Oficinas Parque Nacional Galápagos	7
MAG	1
Hotel Finch Bay	2
TOTAL	147

De acuerdo a esta línea base, se evaluarán las necesidades para la restauración de *S. affinis*. Actualmente, el trabajo realizado por el proyecto GV2050 ha determinado en experimentos preliminares, una germinación muy baja siendo del 2%. De esta forma, se puede identificar dificultades

de la reproducción de la especie desde las semillas. El presente proyecto pretende ahondar esfuerzos para generar el conocimiento y establecer protocolos para la reproducción de esta especie. Es así que, el proyecto propuesto realizará pruebas de viabilidad y continuará desarrollando experimentos para buscar las formas de incrementar el éxito en la germinación.

6.3.2 Propagación de *Scalesia affinis* a gran escala

La experimentación y estudio de las semillas y germinación de *Scalesia affinis* permitirán entender las posibles limitantes y estrategias que deben ser aplicadas para tener una mayor germinación. Para esto, se establecerá experimentos en los cuales se coleccionen semillas de los individuos de jardines ecológicos y del remanente de vegetación en El Mirador para obtener un gran número de semillas. Se sembrará un estimado de semillas de acuerdo al peso, lo que permite estudiar el rendimiento de las mismas, sin necesidad de contabilizarlas individualmente (Berti et al., 2011). Esto nos permitirá evaluar de una manera eficiente la germinación de semillas y a su vez reflejará las limitantes de generar este tipo de manejo. Estos conocimientos serán trasladados a protocolos replicables a gran escala, para obtener grandes cantidades de individuos. Estos experimentos serán llevados a cabo inicialmente en la ECCD y posteriormente se generarán las primeras experiencias en el vivero forestal de la DPNG, donde se capacitará al personal encargado y se dará un acompañamiento hasta obtener los resultados deseados.

El caso de *Scalesia affinis* será manejado paralelamente con la propagación del resto de especies nativas y endémicas para espacios verdes, sin embargo, su estado de conservación lleva a que se redoblen los esfuerzos en el trabajo.

La información registrada en estos experimentos será integrada a una matriz completa cuyos datos podrán ser visualizados en la App RestoR. Adicionalmente en esta aplicación se compartirá información de las técnicas de propagación y demás trabajos realizados con el fin de dar acceso libre tanto a la DPNG como a otras instituciones interesadas.

6.3.3 Propagación en otras islas

En las islas Floreana y San Cristóbal se evaluará las especies aptas para la zona urbana y su prioridad de conservación. Para ello parte del trabajo estará basado en el libro “Siémbreme en tu jardín” (Atkinson et al., 2019) que será una guía para el uso de especies en la zona urbana. En Floreana, el invernadero construido del GV2050 y de la DPNG, permitirá tener el espacio para la germinación de especies para el uso en el área urbana. En San Cristóbal se debe levantar una línea base sobre las especies que se propagan actualmente en el vivero. De igual manera se evaluará las especies prioritarias para desarrollar los estudios de germinación para la restauración ecológica. Esta evaluación permitirá iniciar la colecta de semillas en estas dos islas para empezar a generar un banco de semillas y generar los primeros ensayos.

6.4 Articular las acciones de restauración urbana con una campaña de comunicación para la integración de la ciencia en la comunidad local.

Una de las principales barreras para la restauración ecológica a nivel regional es la limitada conciencia de la sociedad sobre el papel positivo que tienen los ecosistemas sanos (United Nations, 2021) y Puerto Ayora no es la excepción. A pesar de que la mayor parte del territorio del archipiélago forma parte del Parque Nacional Galápagos, no necesariamente toda la población humana residente está consciente de la importancia o toma acciones para mantener los ecosistemas (Atkinson et al., 2010). La restauración urbana al estar inmersa en un espacio poblado involucra un esfuerzo distinto que la restauración en áreas naturales debido a que las variables desde el componente humano son mayores y menos predecibles. Por esta razón, es necesario integrar a la comunidad local para hacerla una aliada y agente de cambio en el proceso de restauración. De esta manera, las campañas de comunicación serán un componente que acompañen al presente proyecto a lo largo de toda su ejecución.

6.4.1 Capacitaciones para aliados estratégicos

La campaña de comunicación iniciará con una fase temprana sensibilización de las instituciones aliadas que nos permitirán ejecutar coordinadamente el presente proyecto. Dentro de estas

instituciones se encuentra del DPNG, Alcaldía Santa Cruz y ABG. La sensibilización tiene como fin dar a conocer desde un aspecto técnico la importancia de la restauración ecológica urbana para la conservación, prevención de especies invasoras y desarrollo sostenible en las islas. Se espera que la transmisión de este conocimiento a los aliados estratégicos traiga consigo la evaluación puntos de coordinación entre instituciones para la restauración urbana.

6.4.2 Capacitaciones a la comunidad para siembra de jardines ecológicos

Previo a la implementación de los jardines ecológicos se realizará una capacitación con todas las personas participantes para comunicar la importancia de la siembra de los jardines y el uso de plantas nativas y endémicas. Se proporcionará una inducción sobre los requerimientos para la siembra, el uso de las tecnologías ahorradoras de agua, las especies a utilizar y el adecuado manejo de las técnicas de propagación de especies nativas y endémicas. Adicionalmente, se trabajará con el libro “Siémbreme en tu jardín” (Atkinson et al., 2019) para promover el conocimiento de plantas nativas para el espacio urbano.

6.4.3 Desarrollo de la campaña de comunicación

La campaña de comunicación será desarrollada por medio de varias vías, estableciendo una promoción digital desde redes sociales tanto de la FCD como de nuestros aliados estratégicos con el fin de comunicar sobre los pasos que sigue la restauración urbana y las formas en las que la comunidad local puede integrarse en este proceso. Esta campaña incluirá material audiovisual para la promoción de la campaña en Puerto Ayora. Adicionalmente, esta campaña será reforzada con programas educativos los cuales serán posibles desarrollar a partir de la colaboración con instituciones públicas y privadas.

6.4.4 Concurso de jardines en Puerto Ayora

Dentro del esfuerzo para establecer los jardines ecológicos en Puerto Ayora, el presente proyecto incentivará el compromiso para la creación de jardines ecológicos por parte de la comunidad con un concurso. El mismo pretende generar interés en las personas para que transformen su jardín a un espacio diferente que se alinee con la conservación de las islas. Para el concurso se evaluarán los distintos barrios en Puerto Ayora y se coordinará con el municipio para la ejecución y difusión del mismo. Se establecerá material promocional y educativo para incentivar y acompañar el proceso. A todas las familias y colectivos participantes se les dará un certificado de reconocimiento por la participación y se premiará a los mejores jardines de la ciudad.

6.4.5 *Scalesia affinis* una especie ícono para Puerto Ayora

Dentro de los esfuerzos de conservación de *S. affinis* en Puerto Ayora, se plantea el trabajo en colaboración con el Municipio de Santa Cruz para el reconocimiento oficial de esta especie como una especie emblemática de la ciudad. Este objetivo será integrado a la campaña de comunicación y al concurso de jardines ecológicos, trabajando por generar un sentido de apropiación de la ciudadanía por esta especie.

7. Resultados Esperados

- Dentro del primer objetivo se espera generar el documento con el **plan de acción** para la restauración urbana en las islas, teniendo como modelo las acciones a plantear en Puerto Ayora. Este plan de acción permitirá generar una guía de los pasos a seguir previos a la creación de jardines ecológicos con plantas nativas y endémicas, siendo un modelo a replicar para Floreana y San Cristóbal.
- Adicionalmente, se plantea generar estrategias para la provisión de plantas nativas para jardines ecológicos en base al trabajo coordinado con el vivero de la DPNG en el que se establezca una **planificación de propagación de plantas** para la el área de Puerto Ayora. Esta estrategia contará con un **listado de las especies de plantas a propagar** que será compartid en la App RestoR y permitirá establecer el plan de trabajo con el vivero del DPNG. Esto permitirá determinar acciones para incrementar el número de especies de ser el caso.
- Complementariamente, se realizará la implementación de al menos **10 jardines ecológicos** para el área urbana en los que tanto la comunidad local como las entidades involucradas serán

protagonistas de la siembra. Estos espacios se encontrarán tanto en áreas públicas como privadas, en los que las plantas cuenten con tecnología ahorradoras de agua. Estos espacios serán monitoreados trimestralmente y los resultados de supervivencia y crecimiento de las plantas podrán ser visualizados en la aplicación RestoR.

- El **estudio de propagación a partir de la germinación de *Scalesia affinis*** se determinará como un modelo para el estudio de especies amenazadas áreas urbanas. El estudio esclarecerá pasos a seguir desde ensayos de germinación, evaluación de viabilidad de semillas y el desarrollo de protocolo preliminar para la propagación a gran escala de *S. affinis*. Este estudio a su vez aportará a la provisión de plantas de esta especie para jardines ecológicos dado que no es una especie reproducida en el vivero de la DPNG. Adicionalmente, se espera que *S. affinis* sea reconocida como una especie emblemática para Puerto Ayora.
- Las acciones generadas dentro del tercer objetivo tendrán como resultado la ejecución de capacitaciones a los aliados estratégicos en una fase temprana del proyecto. Adicionalmente, la promoción de una campaña de comunicación en redes sociales que antecederá a concurso y siembra de jardines ecológicos. Se espera trabajar al menos con 10 colectivos o familias dentro del espacio urbano los cuales sean guardianes de los jardines ecológicos. El concurso de jardines ecológicos resultará en un ganador que será reconocido públicamente como parte de la campaña. A nivel general, se espera **generar datos cuantificables del proceso de restauración ecológica** en cuanto a la supervivencia y crecimiento de las plantas. A su vez es nuestro interés contrastar estos datos con la participación de las personas para medir el éxito de involucrar a la comunidad en la restauración.

- 8. Distribución espacial y temporal:** Describir los sitios en los cuales se pretende efectuar su investigación (Nombre de Isla, Sitios, coordenadas de ser posibles, etc.) en la Reserva Marina de Galápagos y Parque Nacional Galápagos.

Tabla 2. Coordenadas de sitios de estudio restauración ecológica urbana.

Isla	Sitio	Longitud	Latitud
Santa Cruz	Sitios urbanos Puerto Ayora	-90.32480955	-0.737747557
	El Mirador	-90.31978044	-0.734067853
	Espacio Verde ABG.	-90.32388977	-0.733076211
	Fundación Charles Darwin	-90.30383787	-0.742307896
	Jardines ABG	-90.32288189	-0.738963973
	Oficina Técnica PNG SC	-90.30700624	-0.740554223
Floreana	Sitios urbanos en Puerto Velasco Ibarra	-90.48774354	-1.275487327
San Cristóbal	Sitios urbanos en Puerto Baquerizo Moreno	-89.60808297	-0.902489368

9. Cronograma

Dentro de la planificación del proyecto está monitorear los sitios de estudio cada 3 meses para el componente de restauración ecológica urbana. Para toda la planificación de monitoreo se utilizará la plataforma RestoR del proyecto, la misma que se sincroniza automáticamente desde la matriz general de monitoreos y plataforma. Todos los monitoreos se priorizan de acuerdo con gráficos relacionando fecha de monitoreo con isla/sitios de estudio (Figura 2).

Monitoring Calendar - Sites

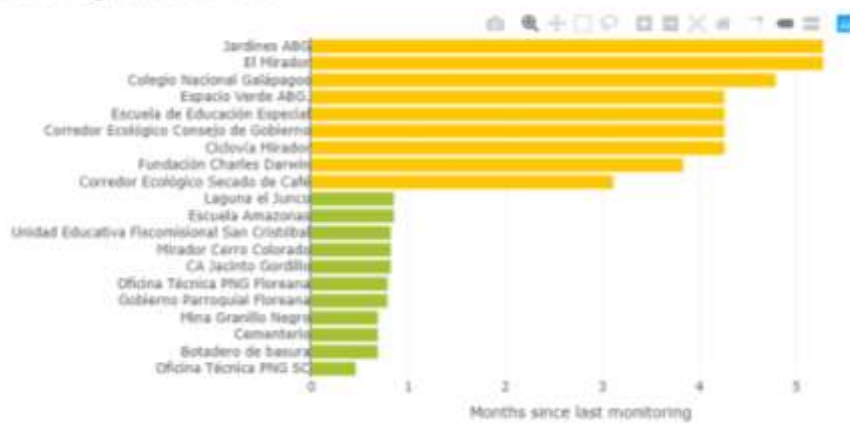


Figura 2. Calendario de monitoreo periódico para jardines ecológicos en Santa Cruz, Floreana y San Cristóbal

Tabla 3. Calendario de actividades en el campo y laboratorio para restauración ecológica urbana.

Actividades	Meses												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Recopilación de información existente para establecer una línea base para el plan de acción.	■	■	■										
Generación del plan de acción para la Restauración Ecológica Urbana.			■	■	■	■							
Elaboración de un listado y selección de plantas para iniciar la propagación de especies en el vivero de la DPNG para ser usadas en jardines ecológicos en Puerto Ayora.	■												
Desarrollo de experimentos de germinación y viabilidad de <i>Scalesia affinis</i> .	■	■	■										
Establecimiento de estudios para generar protocolos de propagación para especies adaptadas a la zona árida de Puerto Ayora.		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Desarrollo de primeras experiencias de propagación de <i>S. affinis</i> a gran escala en el vivero del DPNG.					■	■	■	■	■				
Cultivo y cuidado de plántulas de <i>Scalesia affinis</i> para jardines ecológicos.					■	■	■	■	■	■	■	■	■
Desarrollo de capacitaciones a instituciones aliadas sobre importancia de jardines ecológicos en la conservación de especies.					■								
Desarrollo de una campaña comunicacional para la sensibilización de la población sobre la creación de jardines ecológicos en Puerto Ayora				■	■	■	■						
Lanzamiento de jardines ecológicos en Puerto Ayora					■								
Talleres de capacitación previos a la siembra de jardines ecológicos.						■	■	■	■	■	■	■	■
Creación de jardines ecológicos en las áreas verdes públicas y privadas de Puerto Ayora.						■	■	■	■	■	■	■	■
Desarrollo del concurso para jardines ecológicos en Puerto Ayora.						■	■	■	■	■	■	■	■
Seguimiento y monitoreo de plantas sembradas en jardines ecológicos						■	■	■	■	■	■	■	■

10. Cantidad de colecciones de muestras:

Por la naturaleza y magnitud del proyecto resulta casi imposible determinar un número exacto de muestras que se colectará. Pues la mayor parte de las muestras, especialmente las semillas y frutos depende, tanto de la fenología como de las condiciones climáticas. Sin embargo, en la Tabla 4 se trata de sistematizar el tipo de muestras de interés para las áreas urbana en cada isla y una cantidad

aproximada, la misma que variará según las necesidades evaluadas en las fases tempranas del proyecto. Esta colección es necesaria para ampliar la diversidad de especies de la zona baja con la que trabaja el DPNG, ya que esto permitirá ampliar las opciones de plantas para jardines ecológicos y a su vez incrementar la funcionalidad de los mismos.

Tabla 4. Calendario de actividades en el campo y laboratorio en los sitios de estudio de restauración urbana.

Tipo de Muestra	Cantidad Estimada	Especie	Tipo de Análisis y Laboratorio
Santa Cruz - Muestras botánicas, semillas y plántulas	20000	<i>Scalesia affinis</i> , <i>Ipomoea pes-caprae</i> , <i>Ipomoea triloba</i> , <i>Passiflora suberosa</i> , <i>Cardiospermum galapageium</i> , <i>Ipomoea habeliana</i> , <i>Evolvulus convululoides</i> , <i>Exodeconus miersii</i> , <i>Passiflora foetida</i> , <i>Chrysanthellum pusillum</i> , <i>Heliotropium curassavicum</i> , <i>Pectis susquarrosa</i> , <i>Cyperus elegans rubiginosus</i> , <i>Cyperus ligularis</i> , <i>Alternanthera halimifolia</i> , <i>Plumbago zeylanica</i> , <i>Sesuvium portulacastrum</i> , <i>Gossypium darwinii</i> , <i>Alternanthera filifolia</i> , <i>Castela galapageia</i> , <i>Batis maritima</i> , <i>Scalesia helleri santacruziana</i> , <i>Heliotropium angiospermum</i> , <i>Cordia leucophlyctis</i> , <i>Scutia spicata</i> , <i>Grabowskia boerhaaviaefolia</i> , <i>Tournefortia pubescens</i> , <i>Lycium minimum</i> , <i>Nolana galapagensis</i> , <i>Tournefortia psilostachya</i> , <i>Tournefortia rufo-sericea</i> , <i>Vallesia glabra</i> , <i>Capraria biflora</i> , <i>Senna pistaciifolia</i> , <i>Senna occidentalis</i> , <i>Lantana peduncularis</i> , <i>Scaevola plumieri</i> , <i>Maytenus octogona</i> , <i>Jasminocereus thoursii</i> , <i>Hibiscus tillaceus</i> , <i>Opuntia echios</i> .	Herbario CDS: Identificación de especies y colección de referencia. Ensayos de viabilidad y germinación y producción de plántulas.
Floreana Muestras botánicas, plántulas y semillas	12000	<i>Scalesia affinis</i> , <i>Cordia lutea</i> , <i>Parkinsonia aculeata</i> , <i>Opuntia megasperma</i> , <i>Lippia salicifolia</i> , <i>Lecocarpus pinnatifidus</i> , <i>Scalesia pedunculata</i> , <i>Scalesia villosa</i> , <i>Castela galapageia</i> , <i>Darwiniothmanus tenuifolius</i> , <i>Volkameria molle</i> , <i>Psidium galapageium</i> , <i>Tournefortia rufo-sericea</i> , <i>Exodeconus miersii</i> , <i>Ipomoea habeliana</i> , <i>Passiflora suberosa</i> , <i>Ipomoea triloba</i> , <i>Chrysanthellum pusillum</i> , <i>Heliotropium curassavicum</i> , <i>Pectis susquarrosa</i> , <i>Cyperus elegans rubiginosus</i> , <i>Plumbago zeylanica</i> , <i>Portulaca howellii</i> , <i>Sesuvium portulacastrum</i> , <i>Gossypium darwinii</i> , <i>Alternanthera filifolia</i> , <i>Castela galapageia</i> , <i>Cordia leucophlyctis</i> , <i>Scutia spicata</i> , <i>Grabowskia boerhaaviaefolia</i> , <i>Tournefortia pubescens</i> , <i>Lycium minimum</i> , <i>Nolana galapagensis</i> , <i>Tournefortia psilostachya</i> , <i>Tournefortia rufo-sericea</i> , <i>Vallesia glabra</i> , <i>Capraria biflora</i> , <i>Senna pistaciifolia</i> , <i>Senna occidentalis</i> , <i>Lantana peduncularis</i> , <i>Scaevola plumieri</i> , <i>Jasminocereus thoursii</i>	Herbario CDS: Identificación de especies y colección de referencia. Ensayos de germinación, desarrollo, crecimiento y pre-adaptación en vivero forestal de Floreana.
San Cristóbal Muestras botánicas, plántulas y semillas	7000	<i>Cordia lutea</i> , <i>Lecocarpus darwinii</i> , <i>Lecocarpus leptolobus</i> , <i>Calandrinia galapagosa</i> , <i>Pscidia carthagenensis</i> , <i>Bursera graveolens</i> , <i>Tournefortia rufo-sericea</i> , <i>Passiflora foetida</i> , <i>Exodeconus miersii</i> , <i>Evolvulus convululoides</i> , <i>Passiflora suberosa</i> ,	Herbario CDS: Identificación de especies y colección de referencia. Ensayos de germinación,

		<i>Ipomoea triloba</i> , <i>Ipomoea pes-caprae</i> , <i>Chrysanthellum pusillum</i> , <i>Heliotropium curassavicum</i> , <i>Cressa traxillensis</i> , <i>Pectis susquarrosa</i> , <i>Cyperus elegans rubiginosus</i> , <i>Cyperus ligularis</i> , <i>Alternanthera halimifolia</i> , <i>Plumbago zeylanica</i> , <i>Portulaca howellii</i> , <i>Sesuvium portulacastrum</i> , <i>Gossypium darwinii</i> <i>Alternanthera filifolia</i> , <i>Castela galapageia</i> , <i>Batis maritima</i> , <i>Calandrinia galapagosa</i> , <i>Cordia leucophlyctis</i> , <i>Scutia spicata</i> , <i>Scalesia gordilloi</i> , <i>Lecocarpus darwinii</i> , <i>Tournefortia pubescens</i> , <i>Lycium minimum</i> , <i>Nolana galapagensis</i> , <i>Tournefortia psilostachya</i> , <i>Vallesia glabra</i> , <i>Capraria biflora</i> , <i>Senna pistaciifolia</i> , <i>Senna occidentalis</i> , <i>Lantana peduncularis</i> , <i>Scaevola plumieri</i> , <i>Maytenus octógona</i> , <i>Hibiscus tiliaceus</i> ,	desarrollo, crecimiento y pre-adaptación en vivero forestal de San Cristóbal.
Invertebrados terrestres en cada sitio de estudio.	2000	Varios grupos en cada isla	ECCD: Identificación de especies y colección de referencia.
Muestras de suelo en sitios urbanos en Santa Cruz, Floreana y San Cristóbal.	400	Suelo de diferentes tipos de sustrato.	Análisis de calidad del suelo y nutrientes.

11. Bibliografía



- Alarcón, M. (2019). *El problema del agua para uso y consumo humano en Santa Cruz, Galapagos* [Universidad Andina Simón Bolívar]. [https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/7020/1/T3024-MGD-Alarcon-El problema.pdf](https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/7020/1/T3024-MGD-Alarcon-El%20problema.pdf)
- Andrade, V., & Feng, X. (2018). Landscape Connectivity Approach in Oceanic Islands by Urban Ecological Island Network Systems with the Case Study of Santa Cruz Island, Galapagos (Ecuador). *Current Urban Studies*, 06, 573–610. <https://doi.org/10.4236/cus.2018.64031>
- Atkinson, R., Guezou, A., & Jaramillo, P. (2019). Siémbreme en tu Jardín. In *Fundación Charles Darwin*.
- Atkinson, Rachel, Guézou, A., Paz, M., Sánchez, J., Sánchez, Y., Silva, M., Trueman, M., & Jaramillo Díaz, P. (2010). *Native gardens for Galapagos -can community action help to prevent future plant invasions?* (pp. 159–163).
- Atkinson, Rachel, Jaramillo Díaz, P., Simbaña, W., Guézou, A., & Coronel, V. (2008). *Advances in the conservation of threatened plant species of Galápagos* (pp. 97–102).
- Atkinson, Rachel, Jaramillo Díaz, P., & Tapia Aguilera, W. (2009). Establishing a new population of *Scalesia affinis*, a threatened endemic shrub, on Santa Cruz Island, Galapagos, Ecuador. *Conserv. Evidence*, 6.
- Bates, D., Mächler, M., Bolker, B., & Walker, S. (2015). *Fitting linear mixed-effects models using {lme4}*. *Journal of Statistical Software* 67:1–48.
- Berti, M., Wilckens, R., Fischer, S., Solis, A., & Johnson, B. (2011). Seeding date influence on camelina seed yield, yield components, and oil content in Chile. *Industrial Crops and Products*, 34(2), 1358–1365. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2010.12.008>
- Boada, R. (2005). Insects associated with endangered plants in the Galápagos Islands, Ecuador. *Entomotropica*, 20(2), 77–88.
- Bolaños, C. (2021). Galápagos Verde 2050: Agentes fitopatógenos que están afectando al género *Scalesia* sp. en zonas pobladas de la isla Santa Cruz (estudio piloto). *III Simposio de Ciencias En Galápagos*.
- Bonilla, A., Duran, G., Bayón, M., Santelices, C., & Villavicencia, J. (2020). *VII. Puerto Ayora (Galápagos): Entre el turismo internacional y la expansión mediante redes clientelares*.
- Borkent, A. R. T., Brown, B., Adler, P. H., Amorim, D. D. S., Barber, K., Bickel, D., Boucher, S., Brooks, S. E., Burger, J., & Burington, Z. L. (2018). Remarkable fly (Diptera) diversity in a patch of Costa Rican cloud forest: Why inventory is a vital science. *Zootaxa*.
- Campbell, J. W., & Hanula, J. L. (2007). Efficiency of Malaise traps and colored pan traps for collecting flower visiting insects from three forested ecosystems. *Journal of Insect Conservation*, 11(4), 399–408.
- Cârlan, I., Mihai, B.-A., Nistor, C., & Große-Stoltenberg, A. (2020). Identifying urban vegetation stress factors based on open access remote sensing imagery and field observations. *Ecological Informatics*, 55, 101032. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2019.101032>
- Celata, F., & Sanna, V. (2012). The post-political ecology of protected areas: Nature, social justice and political

- conflicts in the Galápagos Islands. *Local Environment*, 17, 1–14.
<https://doi.org/10.1080/13549839.2012.688731>
- Chao, A., Gotelli, N. J., & Hsieh, T. C. (2014). Rarefaction and extrapolation with hill numbers: a framework for sampling and estimation in species diversity studies. *Ecological Monographs*, 84, 45–67.
- Cheptou, P.-O., Carrue, O., Rouifed, S., & Cantarel, A. (2008). Rapid evolution of seed dispersal in an urban environment in the weed *Crepis sancta*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105, 3796–3799. <https://doi.org/10.1073/pnas.0708446105>
- Consejo de Gobierno del Régimen Especial de Galápagos. (2016). *Plan de Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial del Régimen Especial de Galápagos* (pp. 1–276).
- Corcoran, M., Hamilton, M., & Clubbe, C. (2014). Developing Horticultural Protocols for Threatened Plants from the UK Overseas Territories. *Sibbaldia*, 67–88. <https://doi.org/10.24823/Sibbaldia.2014.24>
- Defaa, C., Achour, A., El Mousadik, A., & Maanda, F. (2015). Effets de l'hydrogel sur la survie et la croissance des plantules d'arganier sur une parcelle de régénération en climat aride. *Journal of Applied Biosciences*, 92(1), 8586. <https://doi.org/10.4314/jab.v92i1.3>
- Delgado-Baquerizo, M., Eldridge, D. J., Liu, Y.-R., Sokoya, B., Wang, J.-T., Hu, H.-W., He, J.-Z., Bastida, F., Moreno, J. L., Bamigboye, A. R., Blanco-Pastor, J. L., Cano-Díaz, C., Illán, J. G., Makhallanyane, T. P., Siebe, C., Trivedi, P., Zaady, E., Verma, J. P., Wang, L., ... Fierer, N. (2021). Global homogenization of the structure and function in the soil microbiome of urban greenspaces. *Science Advances*, 7(28), eabg5809.
<https://doi.org/10.1126/sciadv.abg5809>
- DPNG. (2014). *Plan de Manejo de las Áreas Protegidas de Galápagos para el BUEN VIVIR*.
- Faruqi, S., Wu, A., Brolis, E., Anchondo, A., & Batista, A. (2018). *The business of planting trees: A Growing Investment Opportunity*.
- Gotelli, N. J., & Chao, A. (2013). Measuring and estimating species richness, species diversity, and biotic similarity from sampling data. In S. A. Levin (Ed.), *Encyclopedia of biodiversity* (2nd edn. A, pp. 195–211).
- Guézou, A., Trueman, M., Buddenhagen, C., Chamorro, S., Guerrero, A., Pozo, P., & Atkinson, R. (2010). An Extensive Alien Plant Inventory from the Inhabited Areas of Galapagos. *PLoS ONE*, 5, e10276–e10276.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0010276>
- Hoff, P. (2014). *Groasis technology: manual de instrucciones de plantación*. 27.
- Jaramillo, P. (1999). *Impact of Human Activities on the Native Plant Life in Galapagos National Park*.
<https://doi.org/10.1201/9781420005134.ch21>
- Jaramillo, P. (2005). *Scalesia affinis, "la Scalesia de Puerto Ayora" casi extinta en Santa Cruz*.
- Jaramillo, P., Lorenz, S., Ortiz, G., Cueva, P., Jiménez, E., Ortiz, J., Rueda, D., Freire, M., Gibbs, J. P., & Tapia, W. (2015). Galapagos Verde 2050 : An opportunity to restore degraded ecosystems and promote sustainable agriculture in the Archipelago. *Galapagos Report 2013-2014, September*, 133–143.
- Jaramillo, P., Tapia, W., Negoita, L., Plunkett, E., Guerrero, M., Mayorga, P., & Gibbs, J. P. (2020). *El Proyecto Galápagos Verde 2050*.
- Jaramillo, P., Tapia, W., & Tye, A. (2018). *Scalesia affinis* Hook. f. In *Atlas de Galápagos*.
- Jaramillo, P., Trigo, M., Ramírez, E., & Mauchamp, A. (2010). Insect pollinators of *Jasminocereus thouarsii*, an endemic cactus of the Galapagos Islands. *Galapagos Research*, 67, 21–25.
- Kabacoff, R. I. (2011). *R IN ACTION: Data analysis and graphics with R*.
- Land Life Company. (2015). *Benefits of the COCOON technology*. Available at <https://landlifecompany.com>.
- Lowenstein, D. M., Matteson, K. C., Xiao, I., Silva, A. M., & Minor, E. S. (2014). Humans, bees, and pollination services in the city: the case of Chicago, IL (USA). *Biodiversity and Conservation*, 23(11), 2857–2874.
<https://doi.org/10.1007/s10531-014-0752-0>
- Mammola, S., Giachino, P. M., Piano, E., Jones, A., Barberis, M., Badino, G., & Isaia, M. (2016). Ecology and sampling techniques of an understudied subterranean habitat: the Milieu Souterrain Superficiel (MSS). *The Science of Nature*, 103(11), 1–24.
- Meier, R. E. (1994). Coexisting patterns and foraging behavior of introduced and native ants (Hymenoptera Formicidae) in the Galapagos Islands (Ecuador). In *Exotic ants* (pp. 44–62). CRC Press.
- Menéndez, Y., & Jaramillo P. (2015). *Plataforma Virtual de Administración del Proyecto Galápagos Verde 2050*.
- Nielsen, L., Siegmund, H., & Philipp, M. (2003). Partial self-incompatibility in the polyploid endemic species *Scalesia affinis* (Asteraceae) from the Galápagos: Remnants of a self-incompatibility system? *Botanical Journal of the Linnean Society*, 142, 93–101. <https://doi.org/10.1046/j.1095-8339.2003.00168.x>
- Peyrusson, F. (2018). *Effect of Hydrogel on the Plants Growth*.
- R Core Team. (2017). *R a language and environment for statistical computing*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. Available at <https://www.R-project.org/>.
- Rodríguez, A. G. (2017). *Evaluación de un Hidrogel y Ácido Salicílico Durante el Crecimiento, Desarrollo y Rendimiento de un Cultivo de Frijol (Phaseolus vulgaris L.) Bajo Invernadero*.
- Rodríguez, J. C. (2011). *Recuperación de la última población de Scalesia affinis en la isla Santa Cruz*.
- Sánchez, G. R. (2007). *Population Dynamics in the towns of the Galapagos Islands: A G.I.S. Approach: A case study of Puerto Ayora town, Santa Cruz Island* (Issue September). Vrije Universiteit Brussel.
- Sawyer, S. (2005). Saving threatened native plant species in cities—From traffic islands to real islands. In M. I. Dawson (Ed.), *Greening the city: bringing biodiversity back into the urban environment* (pp. 111–117). Royal New Zealand Institute of Horticulture.
- Tapia, P. I., Negoita, L., Gibbs, J. P., & Jaramillo, P. (2019). Effectiveness of water-saving technologies during early stages of restoration of endemic *Opuntia* cacti in the Galápagos Islands, Ecuador. *PeerJ*, 2019(12), 1–19.
<https://doi.org/10.7717/peerj.8156>

- United Nations. (2021). *Action Plan for the Decade on Ecosystem Restoration in Latin America and the Caribbean*.
Valle, C. (2013). *Science and Conservation in the Galapagos Islands* (pp. 1–22). https://doi.org/10.1007/978-1-4614-5794-7_1
- Vinueza, C. P. (2006). *Germinación exsitu de semillas de Scalesia affinis Hook. f. (Asteraceae), Especie en peligro crítico de extinción en la isla Santa Cruz, Galápagos, Mediante la utilización de fitoestimulantes Biol y AG3*.
- Wade, P. R. (2000). Bayesian methods in conservation biology. *Conservation Biology*, 14(5), 1308–1316. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2000.99415.x>
- Watson, J., Trueman, M., Tufet, M., Henderson, S., & Atkinson, R. (2010). Mapping terrestrial anthropogenic degradation on the inhabited islands of the Galapagos Archipelago. *Oryx*, 44. <https://doi.org/10.1017/S0030605309990226>
- Wheeler, W. M. (1924). The formicidae of the Harrison Williams Galapagos expedition. *Zoologica*, 5(10), 101–122.
- Williams, D. F. (2021). *Exotic ants: biology, impact, and control of introduced species*. CRC Press.

12. Firma de Responsabilidad

La presente propuesta ha sido trabajada en base a las prioridades establecidas en el Plan de Manejo de las Áreas Protegidas de Galápagos para el Buen Vivir y coordinada con el Señor Christian Sevilla, responsable de Proceso Conservación y Restauración de Ecosistemas Insulares de la DPNG. Adicionalmente, las actividades a ejecutarse durante el 2022, serán coordinadas con nuestros colaboradores externos y con los asesores científicos (externos) del proyecto.

	 <p>Firmado electrónicamente por: CHRISTIAN RAUL SEVILLA PAREDES</p>
<p>Patricia Jaramillo Díaz Investigadora Senior y Líder del proyecto GV2050</p>	<p>Christian Sevilla Responsable del Proceso de Conservación y Restauración de Ecosistemas Insulares</p>

Nota: Para mayores detalles favor revisar el “Manual de Procedimientos para Científicos Visitantes en Galápagos y el Protocolo para Viajes de Campo y Campamentos en Galápagos” publicados por la Dirección del Parque Nacional de Galápagos y disponible en: <http://www.galapagos.gob.ec>