

## Galápagos Verde 2050: Seymour Norte como ecosistema de referencia para restaurar Baltra



Puerto Ayora, Galápagos

Febrero 2022

### Autores:

Anna Calle-Loor<sup>1</sup>, Luka Negoita<sup>1</sup>,  
Liliana Jaramillo<sup>1</sup>, Paúl Mayorga<sup>1</sup>,  
Sarita Mahtani<sup>1</sup>, Christian Sevilla<sup>2</sup>  
y Patricia Jaramillo Díaz<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fundación Charles Darwin y

<sup>2</sup>Parque Nacional Galápagos



Quito  
Francisco Andrade Marín  
E6-122 y Av. Eloy Alfaro.  
+ 593 (2) 2 231 174

Galápagos  
Av. Charles Darwin s/n,  
Santa Cruz, Puerto Ayora.  
+ 593 (5) 2 526 146

[www.darwinfoundation.org](http://www.darwinfoundation.org)  
[cdrs@fcdarwin.org.ec](mailto:cdrs@fcdarwin.org.ec)

© 2022 Fundación Charles Darwin (FCD)  
Avenida Charles Darwin s/n.  
Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador  
Teléfonos: (+593-5) 252 6146, 252 6147.  
[www.darwinfoundation.org](http://www.darwinfoundation.org)

“Proveer el conocimiento y el apoyo, por medio de la investigación científica y acciones complementarias, para asegurar la conservación del ambiente y la biodiversidad del Archipiélago de Galápagos”.

La FCD opera la Estación Científica Charles Darwin en Puerto Ayora, Isla Santa Cruz, Galápagos. La FCD es una Organización Internacional sin Fines de Lucro (AISBL por sus siglas en francés) registrada en Bélgica bajo el número 0409.359.103. y sujeta a las leyes belgas. La dirección en Bélgica es Rue Dupré 15, 1090 Brussels.

La Fundación Charles Darwin autorizará, bajo pedido y libre de costo, la reproducción y diseminación de este material informativo para usos No comerciales. La reproducción con fines comerciales puede incurrir en cargos económicos a la parte interesada.

Para mayor información contactarse con: [cdrs@fcdarwin.org.ec](mailto:cdrs@fcdarwin.org.ec)

#### PARA CITAR EL DOCUMENTO

Anna Calle-Loor, Luka Negoita, Liliana Jaramillo, Paúl Mayorga, Sarita Mahtani, Christian Sevilla y Patricia Jaramillo Díaz. 2021. Galápagos Verde 2050: Seymour Norte como ecosistema de referencia para restaurar Baltra. Reporte Técnico N.02. Fundación Charles Darwin. Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador. Pp. 27.

#### PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA

## GALÁPAGOS VERDE 2050: SEYMOUR NORTE COMO ECOSISTEMA DE REFERENCIA PARA RESTAURAR BALTRA

### Autores:

Por: Anna Calle-Loor<sup>1</sup>, Luka Negoita<sup>1</sup>, Liliana Jaramillo<sup>1</sup>, Paúl Mayorga<sup>1</sup>, Sarita Mahtani<sup>1</sup>, Christian Sevilla<sup>2</sup> y Patricia Jaramillo Díaz<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fundación Charles Darwin, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador

<sup>2</sup>Dirección del Parque Nacional Galápagos.

\*Autor de correspondencia, Correo electrónico: [patricia.jaramillo@fcdarwin.org.ec](mailto:patricia.jaramillo@fcdarwin.org.ec)

<sup>1</sup>Fundación Charles Darwin

<sup>2</sup>Dirección del Parque Nacional Galápagos



02 de febrero de 2022

## TABLA DE CONTENIDO

<b>TABLA DE CONTENIDO .....</b>	<b>4</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>6</b>
<b>MÉTODOS.....</b>	<b>8</b>
SITIO DE ESTUDIO .....	8
DENSIDAD DE ESPECIES LEÑOSAS Y CACTUS .....	8
<i>Colección de datos</i> .....	8
<i>Análisis de datos</i> .....	10
INVENTARIO DE LA VEGETACIÓN .....	10
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>11</b>
COMPOSICIÓN Y DENSIDAD ESPECIES LEÑOSAS Y CACTUS .....	11
INVENTARIO DE LA VEGETACIÓN .....	16
<b>DISCUSIÓN .....</b>	<b>18</b>
COMPOSICIÓN Y DENSIDAD DE ESPECIES LEÑOSAS Y CACTUS .....	18
INVENTARIO DE VEGETACIÓN .....	20
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>22</b>
COMPOSICIÓN Y DENSIDAD DE ESPECIES LEÑOSAS Y CACTUS .....	22
INVENTARIO DE VEGETACIÓN .....	23
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>23</b>
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>23</b>
<b>LITERATURA CITADA .....</b>	<b>23</b>

## RESUMEN

La restauración exitosa de un ecosistema, requiere saber lo que significa alcanzar un ecosistema “restaurado”; esto es fundamental para delinear objetivos y crear un plan de acción pragmático. Estos objetivos de restauración a menudo se basan en datos históricos del ecosistema antes de la degradación, pero si estos datos no están disponibles, se pueden utilizar los hábitats cercanos o las islas que carecen del mismo nivel de degradación. En este estudio, usamos la isla Seymour Norte relativamente sin degradación como un ecosistema de referencia para generar objetivos de restauración para la isla Baltra. Realizamos un estudio de las especies dominantes durante una expedición de cinco días, utilizando 20 parcelas de 400m<sup>2</sup> ubicadas al azar para medir la densidad de todas las especies leñosas y cactus. En general, encontramos ocho especies leñosas y una de cactus con una distribución relativamente homogénea en toda la isla. La abundancia de estas especies y sus categorías funcionales se utilizaron para generar las densidades objetivo de especies recomendadas para restaurar la isla Baltra. Seymour Norte no está completamente desprovista de impactos humanos, pero estos datos proporcionan una estimación sustancialmente mejor para restaurar Baltra que la disponible anteriormente. En conjunto, nuestro estudio demuestra el valor que un simple estudio de las densidades de especies puede proporcionar para generar objetivos ecológicamente relevantes para restaurar sistemas degradados en Galápagos.

## ABSTRACT

Successfully restoring an ecosystem requires knowing what it means to achieve a "restored" ecosystem; this is critical to outlining goals and creating a pragmatic plan of action. These restoration targets are often based on historical data prior to ecosystem degradation, but if this data is not available, nearby habitats or islands that lack the same level of degradation can be used. In this study, we use relatively undegraded North Seymour Island as a reference ecosystem to generate restoration targets for Baltra Island. We conducted a dominant species survey during a five-day expedition, using 20 randomly located 400m<sup>2</sup> plots to measure the density of all woody species and cacti. In general, we found eight woody species and one cactus with a relatively homogeneous distribution throughout the island. These species' abundance and functional categories were used to generate target species densities for restoring Baltra Island. North Seymour is not entirely devoid of human impacts, but this data provides a substantially better estimate for restoring Baltra than previously available. Overall, our study demonstrates the value of a simple study of species densities to generate ecologically relevant targets for restoring degraded systems in the Galapagos.

## INTRODUCCIÓN

La isla Baltra alberga uno de los ecosistemas más degradados de Galápagos debido a su uso, como base aérea del ejército estadounidense, durante la Segunda Guerra Mundial. Actualmente, la mayor parte de la vegetación original ha desaparecido y existe un paisaje en gran parte desértico. Baltra es también el primer lugar que los turistas observan al llegar a Galápagos al Aeropuerto ECOGAL localizado en esta isla. Esto indica que existen incentivos tanto humanos como ecológicos para restaurar Baltra (Gibbs, 2013).

En el 2013, inició el proyecto de restauración ‘Galápagos Verde 2050 (GV2050)’ de la Fundación Charles Darwin (FCD), con el objetivo de restaurar los ecosistemas degradados de Galápagos (Jaramillo et al. 2020). Desde un inicio, Baltra fue elegida como sitio de intervención por parte del proyecto (Gibbs, 2013, 2016; P Jaramillo et al., 2013). En el 2017, debido a la necesidad de un plan específico para la implementación del GV2050 en Baltra, el mismo proyecto publicó el Plan de Acción Para la Restauración Ecológica de las Islas Baltra y Plaza Sur. Este plan incluye una lista de 12 especies clave para la restauración de Baltra, las cuales fueron elegidas por su papel ecológico. Además, este plan, junto a recomendaciones de manejo y aplicación de herramientas ecológicas de restauración de ecosistemas remotos, sugirieron utilizar a la isla Seymour Norte como un potencial ecosistema de referencia para Baltra debido a que posee condiciones climáticas, suelo, y vegetación similar (Gibbs, 2016).

La primera fase del GV2050, finalizada en el 2017, ha permitido generar valiosa información sobre la eficiencia de las tecnologías ahorradoras de agua en la supervivencia y crecimiento de las plantas nativas y endémicas de Baltra, cumpliendo así ciertos objetivos del Plan de Acción para la restauración de Baltra. Complementariamente, el proyecto se alineado a los 8 principios de restauración ecológica descritos por (Gann et al., 2019) y el Plan de Acción ha planteado continuar el proceso de restauración para Baltra basado en la evaluación de un ecosistema de referencia (Dirección del Parque Nacional Galápagos, 2014), el que permiten planear y comunicar una visión compartida de las metas del proyecto. Adicionalmente, permiten evaluar la recuperación del ecosistema en función de metas y objetivos claros, utilizando indicadores medibles, siendo este otro principio básico de la restauración ecológica. Es por esto, que el presente estudio propone evaluar la vegetación de la isla Seymour Norte para determinar las especies clave y densidad de especies necesaria para restaurar la isla Baltra.

La isla Seymour Norte es un referente ideal para ser utilizado como ecosistema de referencia para Baltra debido a las similitudes entre las dos islas y a la poca degradación en Seymour Norte. Al estar situadas la una a lado de la otra, las dos islas comparten muchas similitudes, incluyendo características geológicas y de vegetación original. Seymour Norte se encuentra separada de Baltra por un canal de tan solo 1.46 km de ancho (Snell, Stone, & Snell, 1996). Se cree que ambas islas fueron formadas por levantamientos de fondos marinos y no por volcanismo como la mayoría de las islas (Geist, 1996). Se considera que ambas islas probablemente fueron idénticas en su composición vegetal original (Hamann, 1981). Una excepción en estas similitudes es que Seymour Norte ha sufrido un menor impacto humano (Gibbs, 2016). Esto se evidencia claramente en la densidad y diversidad más alta de plantas y aves marinas que anidan en Seymour Norte en comparación con Baltra (Hamann, 1981). Por esta razón, Seymour Norte proporciona un sitio de referencia ideal para la restauración ecológica de Baltra.

A pesar de ser el ecosistema más cercano a lo que alguna vez fue Baltra, Seymour Norte no está completamente libre de degradación. Entre las acciones humanas que han cambiado la vegetación de

la isla están la práctica y uso intenso como base aérea y acciones militares durante la presencia de tropas estadounidenses en Baltra, el uso de Seymour Norte para prácticas de bombardeo y el abandono de restos bélicos (Reynolds, 1981), la introducción de la rata negra, y la introducción de iguanas terrestres. Durante la misma época, la rata negra se estableció en las islas de Baltra y Santa Cruz (Harper & Carrion, 2011), y posteriormente en Seymour Norte. Este roedor es responsable de varias extinciones de especies y de cambios ecosistémicos a nivel mundial (Harper & Carrion, 2011). Es por esto que en el 2011 y 2019 se llevaron a cabo operaciones de erradicación y actualmente la isla se encuentra libre de ratas negras (Harper & Carrion, 2011; Island Conservation, 2021). Originalmente no existía una población de iguanas terrestres en Seymour Norte (Izurieta, 1991). Estas fueron introducidas desde Baltra en 1932-1933 por Hancock; quién, después de observar que las iguanas de Baltra se encontraban en mal estado debido a la destrucción de la vegetación en la isla y que en Seymour Norte la vegetación era abundante, decidió hacer el traslado con fines experimentales (Cayot, 1991; Izurieta, 1991). Lamentablemente, en 1945-1950 se extinguieron las iguanas en Baltra debido al impacto de la base aérea estadounidense (Reynolds, 1981). En 1980 iniciaron los primeros intentos de crianza en cautiverio con iguanas trasladadas desde Seymour Norte, que eran originalmente de Baltra, los cuales culminan en la exitosa repatriación de varias iguanas a Baltra (Cayot, 1991; Izurieta, 1991; Márquez, 1986). Estas acciones previnieron la extinción de la población de iguanas de Baltra, pero desafortunadamente han resultado en la sobrepoblación de iguanas en Seymour Norte. Según estimaciones realizadas en 2002-2008, Seymour Norte es la isla con la población más grande y densa de iguanas terrestres, las cuales han causado la degradación de su fuente principal de alimento, el cactus de *Opuntia*, un signo de que han sobrepasado su capacidad de carga (Kumar *et al.*, 2020).

*Opuntia echios* es una especie endémica de las Galápagos que incluye cinco variedades. Las variedades presentes en Seymour y Baltra son distintas. *O. echios* var. *echios*, presente en Baltra, puede alcanzar hasta 3 m; mientras que *O. echios* var. *zacana*, presente únicamente en Seymour Norte, tiene una altura de 1-2 m y nunca se convierte en arbórea (McMullen, 1999). Dawson (1962) sugiere que la variación en altura entre especies de *Opuntia* se debe a diferencias en la presión ejercida por herbívoros de gran tamaño. Como resultado, las islas con presencia de iguanas terrestres o tortugas gigantes presentan taxones de *Opuntia* con mayores alturas. Esto es una ventaja para las *Opuntias*, ya que disminuye la cantidad de cladodios al alcance de los herbívoros. En Seymour Norte, la población de *Opuntia* no coevolucionó junto a una población de iguanas terrestres, por lo que son más pequeñas y susceptibles a herbívoros introducidos.

Existen pocos estudios sobre el efecto de la introducción de iguanas terrestres en Seymour Norte. El último estudio, llevado a cabo en 1989, investigó la historia natural de las iguanas terrestres e incluyó una evaluación de la vegetación de la isla (Izurieta, 1991). Como parte de esta evaluación de la vegetación se tomaron datos de frecuencia relativa (%) y de cobertura (m<sup>2</sup>/ha) de las especies presentes utilizando el método del punto cuadrado. Este estudio delimita dos zonas de vegetación principales: 1) la zona baja del este, con vegetación menos densa y compuesta de las especies leñosas de *Opuntia*, *Croton* y *Bursera*, en la cual se encuentran más iguanas terrestres y en donde también anidan; y 2) la zona alta rocosa de vegetación más cerrada en la cual predominan las especies de *Bursera* y *Parkinsonia* (Izurieta, 1991). Este estudio proporciona una referencia importante sobre el estado de la vegetación en Seymour Norte en 1989, cuyos resultados pueden ser utilizados para inferir cambios en la vegetación a través del tiempo.

Estudios en distintas islas categorizan a las iguanas terrestres como especies “ingenieras de ecosistemas” por su capacidad de modificar el sitio donde habitan a través de la dispersión de semillas y el consumo de una gran variedad de especies de plantas (Tapia & Gibbs, 2022). No obstante, la falta

de estudios deja un vacío de conocimiento sobre lo que está sucediendo en Seymour con respecto al impacto de las iguanas terrestres en la vegetación de la isla, la cuál nunca estuvo adaptada a la presión de herbívoros de gran tamaño.

Por lo tanto, este estudio buscó, a) evaluar la densidad y composición de especies leñosas y cactus en Seymour Norte para definir objetivos de restauración para Baltra utilizando especies clave nativas y endémicas, b) realizar un inventario completo de la vegetación terrestre para mantener una línea base de la biodiversidad vegetal de la isla. Adicionalmente, debido al grado de degradación de la población de *Opuntia echios* var. *zacana* observado durante el estudio, se decidió describir el impacto ejercido por las iguanas terrestres en la composición vegetal nativa en Baltra.

## MÉTODOS

### SITIO DE ESTUDIO

El estudio se realizó en la isla de Seymour Norte (Figura 1), la cuál tiene un área de 184 ha (Snell et al., 1996). La isla está dividida en dos zonas de vegetación separadas por un barranco: 1) La Plataforma Este (PE), zona baja de aproximadamente 30 ha y 2) la Zona Alta Rocosa (ZAR), de aproximadamente 156 ha (Izurietta, 1991).

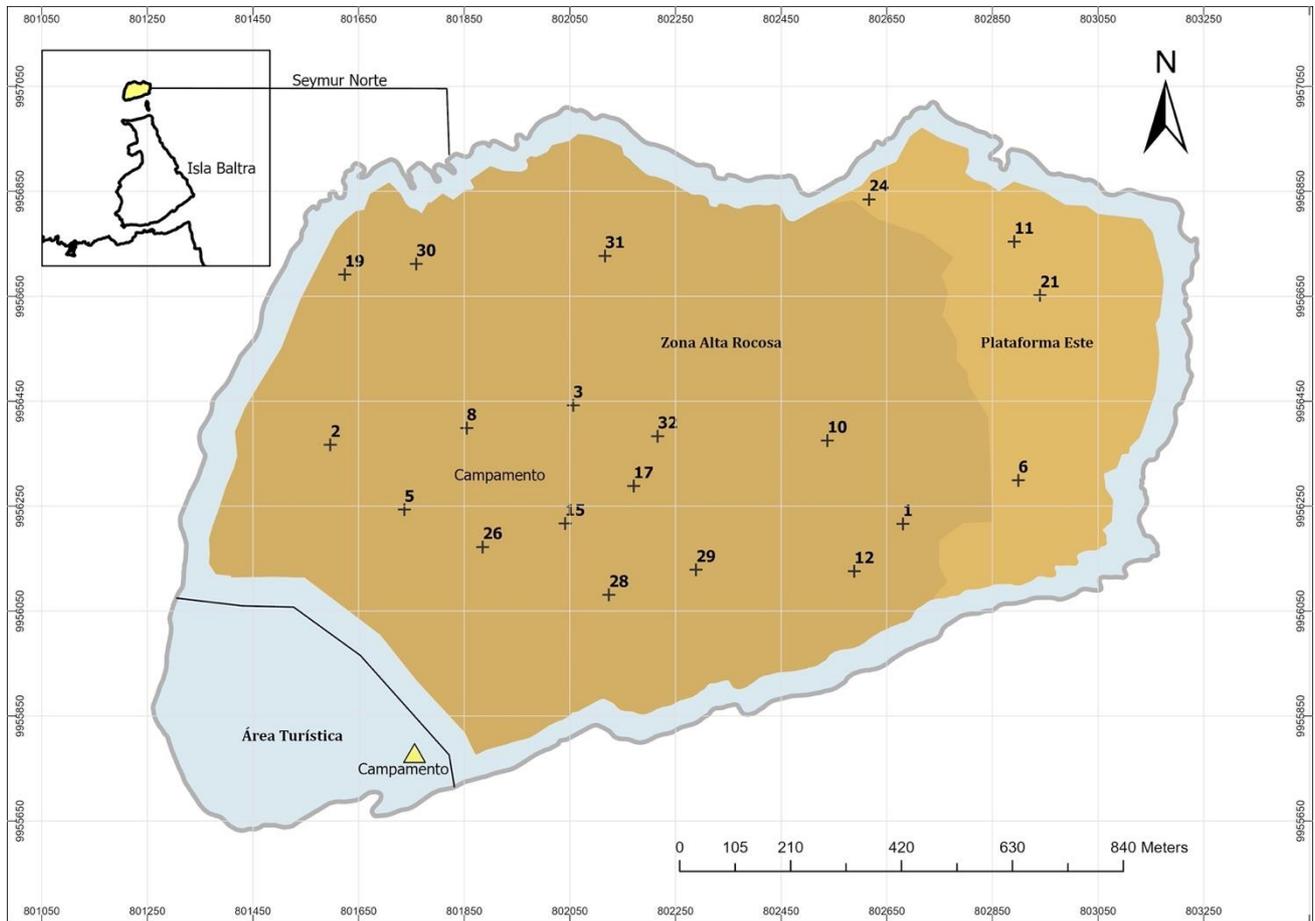
Para establecer las parcelas de estudio en las que se estudió la composición y densidad de especies leñosas, se consideró toda el área de la isla a excepción del área turística (18 ha) y un borde de 100 metros. Esto con el objetivo de que los investigadores permanecieran ocultos de las embarcaciones turísticas. El inventario de la vegetación se llevó a cabo dentro de las parcelas y el área turística.

La colección de datos se realizó en 20 parcelas ubicadas al azar dentro del sitio de estudio. Cada parcela consistió en un rectángulo con área de 400 m<sup>2</sup> (40m x 10m) orientado de norte a sur y subdividido en 16 subparcelas de 25m<sup>2</sup> (5m x 5m) (Figura 1). Dentro de cada subparcela se realizó el conteo de especies leñosas y cactus, se registró variables ambientales clave, y se colectó muestras de suelo. La toma de datos se realizó del 21 al 25 de abril del 2021, durante la estación cálida-húmeda, con un equipo de 7 personas (Figura 1).

### DENSIDAD DE ESPECIES LEÑOSAS Y CACTUS

#### Colección de datos

Se contabilizó el número de individuos de especies leñosas y de cactus con alturas mayores a 30 cm. Se excluyeron individuos con una altura menor a 30 cm por dos razones: 1) dada la alta mortalidad de plántulas en la mayoría de comunidades vegetales, el conteo de plántulas no es representativo de la comunidad madura que buscamos alcanzar en Baltra y 2) incluir el conteo de plántulas en este muestreo incrementaría el tiempo requerido para completar el estudio. En el caso de encontrar árboles muertos aún de pie, se los contabilizó por separado e intentó identificar la especie.



**Figura 1. Sitio de estudio y parcelas en Seymour Norte.** El área en rojo muestra el área autorizada para realizar el estudio de la composición y densidad de especies leñosas y cactus. Esta área está dividida en dos zonas de vegetación principales: la Zona Alta Rocosa (ZAR) y la Plataforma Este (PE). El área turística en el punto suroeste de la isla fue considerada únicamente para el inventario de la vegetación de la isla. Dentro del área de estudio se observan las 20 parcelas escogidas al azar donde se llevó a cabo el estudio.

## Variabes ambientales

Durante el conteo, se registró la información de 5 variables clave para analizar su correlación con la densidad de especies leñosas y cactus: cobertura rocosa, presencia de aves en anidación, presencia de iguanas, la pendiente del terreno, y el aspecto de la inclinación. Esta información fue registrada dentro de cada subparcela.

## Muestras de suelo

En cada parcela se colectaron cuatro muestras de suelo de 200g cada una para analizar propiedades básicas como salinidad, textura y NPK. Los resultados de los análisis serán utilizados para conocer las características edáficas de Seymour Norte y en un futuro poder compáralas con las de Baltra. Las muestras fueron obtenidas de la capa superficial del suelo (10 cm iniciales) bajo la capa de material no descompuesto. Posteriormente, fueron trasladadas a la ECCD en Santa Cruz siguiendo todos los

protocolos para el transporte de muestras establecidos por la Dirección del Parque Nacional Galápagos (Dirección del Parque Nacional Galápagos, 2014).

### **Análisis de datos**

Los datos del conteo de especies leñosas y cactus, y registro de variables ambientales fueron sintetizados en una matriz de datos y luego analizados utilizando el programa R v4.0.2 (R Core Team 2020). El conteo de especies fue analizado para generar una figura resumida sobre la densidad de especies leñosas y de cactus encontrados en la isla. Las densidades se extrapolaron para estimar la densidad de cada especie por hectárea.

La densidad de cada especie por parcela se comparó con el porcentaje de cobertura rocosa y la presencia de iguanas observadas durante el monitoreo utilizando modelos de regresión lineal simple para probar cualquier correlación.

Finalmente, la densidad de cada especie se utilizó para generar un objetivo de restauración para la isla Baltra. El desafío, sin embargo, es que no todas las especies en Seymour Norte están presentes en Baltra. Por esta razón, las 12 especies originalmente seleccionadas para la restauración ecológica en Baltra (P Jaramillo et al., 2017), junto con las nueve especies en Seymour Norte se combinaron para analizar su similitud funcional. Se consultó la base de datos de rasgos de plantas BIEN, la cual es de acceso abierto, para extraer una tabla de rasgos funcionales que se utilizó para comparar especies utilizando el paquete 'BIEN' en R (Maitner et al., 2018). Luego, estos datos se analizaron utilizando un análisis de conglomerados de k-medias para determinar la similitud funcional entre las especies y de esta manera generar un objetivo de restauración para Baltra que acomodara cualquier diferencia de especies entre las dos islas.

### **INVENTARIO DE LA VEGETACIÓN**

Durante los inventarios de especies leñosas y cactus, todas las especies de plantas vasculares observadas fueron registradas, incluyendo individuos herbáceos, arbustivos, leñosos y suculentas, y se recolectó por lo menos una muestra de cada taxón para su identificación taxonómica en el herbario. El objetivo de la recolección fue generar una lista de todas las especies de plantas vasculares, independientemente de su densidad. Por lo tanto, se llevó a cabo un inventario de plantas vasculares de manera oportunista alrededor y dentro de cada parcela. Además, se registraron las especies observadas en áreas fuera de los sitios de estudio, como en los recorridos entre cada parcela, en la zona turística al suroeste de la isla, área de aproximadamente cuatro ha (Izurieta, 1991) y en el área de campamento de la expedición (véase el mapa en la Figura 1). Solamente se recolectaron especímenes de especies que tenían poblaciones de más de un individuo en esa área para causar alteración mínima. Esta información complementa a los datos tomados por parcela al incluir todos los grupos taxonómicos y hábitos vegetativos. La recolección se realizó de manera manual, utilizando podadoras o retirando de raíz a los individuos herbáceos, y siguiendo la medida de 40 x 25cm para especímenes herborizados. Los especímenes fueron recolectados en el transcurso de varios días entre el 21 y 25 de abril, 2021; dentro y alrededor de las parcelas de estudio. Los especímenes recolectados fueron insertados en hojas de periódico y una prensa de marco de madera y cartón, ajustada con correas para secarlos, siguiendo los protocolos del herbario CDS y metodologías específicas de herborización de plantas vasculares (Elzinga & Salzer, 1998; Patricia Jaramillo, 2018; Penas, Río, & Herrero, 2005) Toda información biológica que puede ser perdida tras el proceso de herborización (atributos como colores, olores, aspecto y/o tamaño del individuo entero) fue anotada para cada espécimen para su posterior ingreso a

la base de datos (CDF, 2021) de colecciones FCD (Figuras 2 y 3). Las especies fueron identificadas usando claves taxonómicas, material del herbario CDS, el libro ilustrado de plantas de Galápagos (McMullen, 1999; Wiggins, Porter, & Anderson, 1971), y la nomenclatura se basa en los datos presentados en WFO, 2021 (World Flora Online) y mas fuentes actualizadas (IPNI, 2020). Todas las colecciones fueron archivadas como especímenes voucher de Seymour Norte en el herbario CDS de la Fundación Charles Darwin.



**Figura 2.** Proceso de recolección de especímenes para el herbario que incluye prensar cada muestra botánica y anotar su información en una libreta de campo. Foto: Liliana Jaramillo, 2021 (FCD).



**Figura 3.** Especimen de *Opuntia echios* var. *zacana* (Cactaceae) recolectado para el herbario CDS. Cada espécimen lleva su etiqueta de papel asociada, con la localidad y fecha, y al posterior los recolectores. Foto: Liliana Jaramillo, 2021 (FCD).

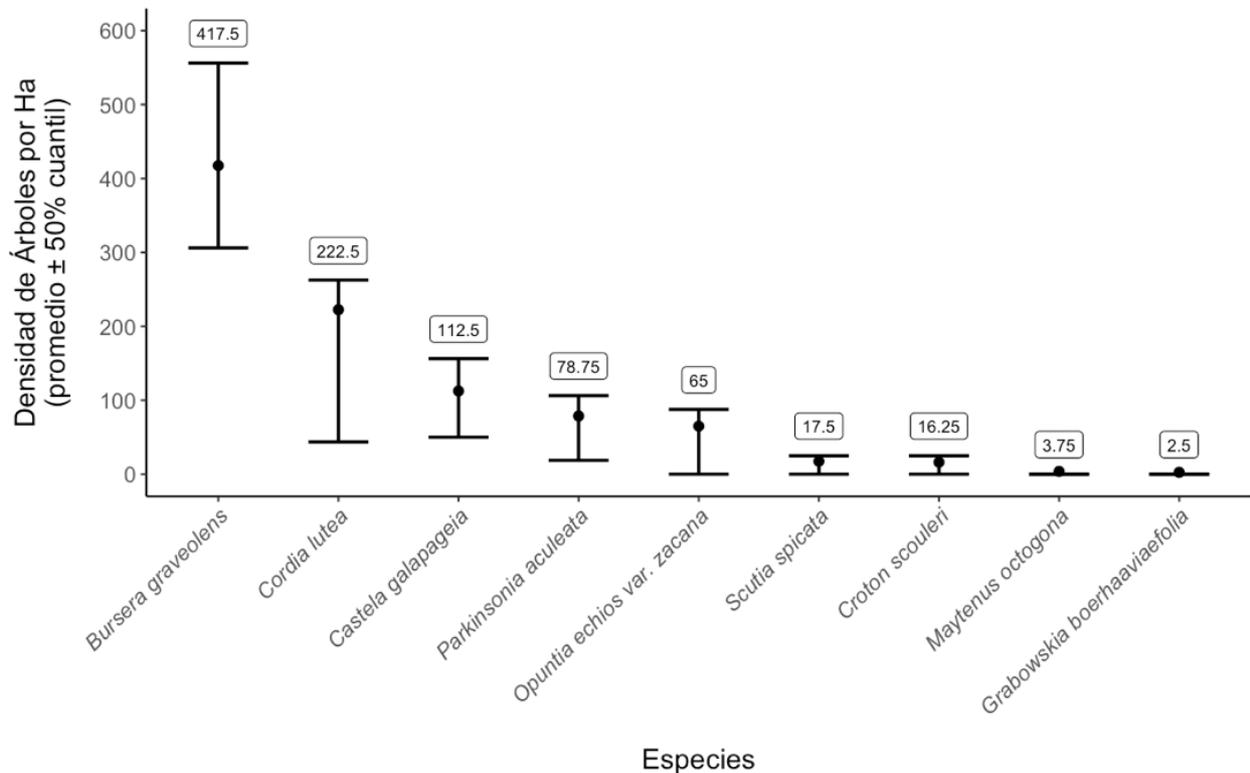
## RESULTADOS

### COMPOSICIÓN Y DENSIDAD ESPECIES LEÑOSAS Y CACTUS

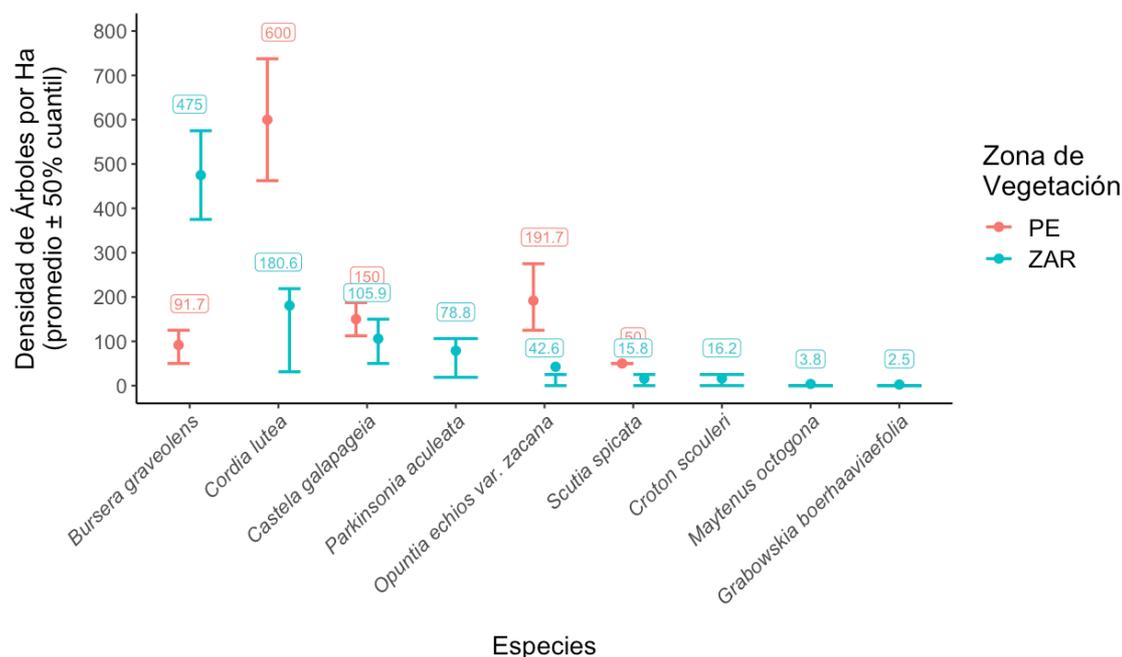
En total, se encontraron ocho especies leñosas y una de cactus dentro de las parcelas de la isla Seymour Norte (Figura 4). *Bursera graveolens* subsp. *malacophylla* fue la especie más abundante con una densidad promedio de 417,5 individuos por hectárea. *Cordia lutea* fue la segunda más abundante con una densidad promedio de 222,5 individuos por hectárea. Le siguió *Castela galapageia* con 112,5 individuos por hectárea, luego *Parkinsonia aculeata* (78,75 individuos por hectárea) y *Opuntia echios* var. *zacana* (65 individuos por hectárea). *Scutia spicata*, *Croton scouleri*, *Maytenus octogona* y *Grabowskia boerhaaviaefolia* tuvieron densidades inferiores a 18 individuos por hectárea.

Los resultados de este estudio sugieren que cada una de las dos zonas de vegetación principales de Seymour Norte posee una composición y abundancia de especies única (Figura 5). En la Plataforma Este la especie predominante fue *Cordia lutea* (600 individuos por hectárea), la cual fue observada en la Zona Alta Rocosa con menor frecuencia (180.6 individuos por hectárea). Similarmente, en la ZAR la especie predominante fue *B. graveolens* subsp. *malacophylla* (475 individuos por hectárea), la cual se observó menos frecuentemente en la PE (91.7 individuos por hectárea). Otra diferencia importante

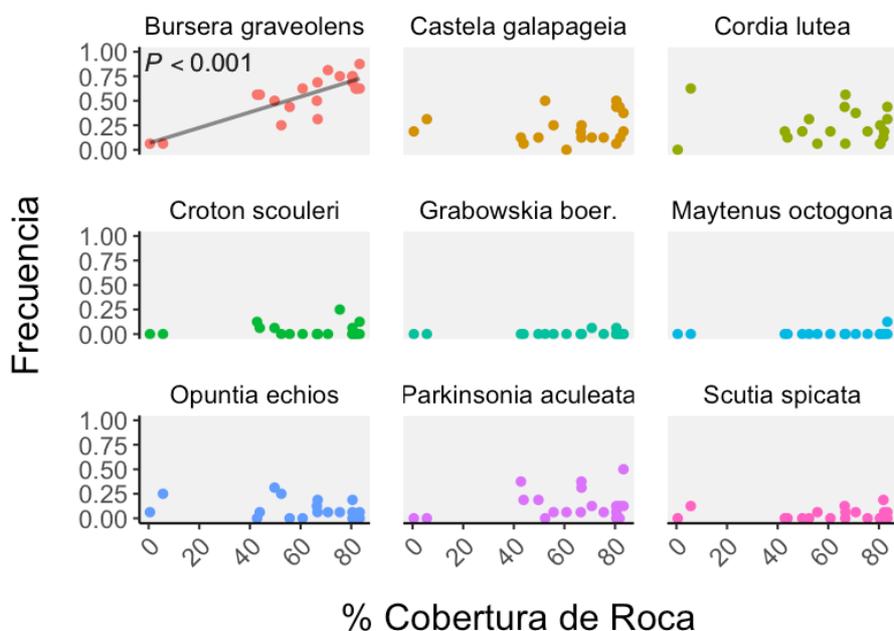
entre las dos zonas es la abundancia de *Opuntia echios* var. *zacana*. Esta especie presentó una densidad más alta en la PE (191.7 individuos por hectárea) y más baja en la ZAR (42.6 individuos por hectárea).



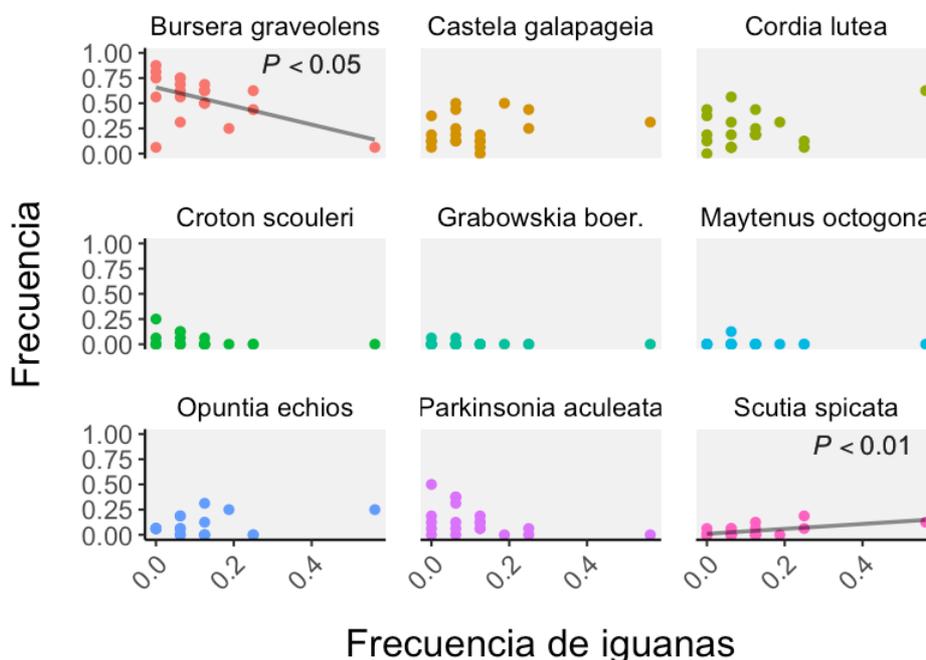
**Figura 4. Densidad de especies leñosas y cactus en la isla Seymour Norte.** Estos resultados se basan en el conteo de todos los tallos leñosos y de cactus de más de 30 cm de altura en 20 parcelas de 400m<sup>2</sup> ubicadas al azar (en la Fig. 1 se visualiza la ubicación de las parcelas). Las barras de error indican el rango de densidades del cuartil (cuantil del 25% al cuantil del 75%). Todos los números se extrapolan para indicar la densidad por hectárea. Las etiquetas numéricas sobre cada rango de cuartiles indican la densidad promedio por hectárea.



**Figura 5. Densidad promedio de especies leñosas y cactus en Seymour Norte separada entre las dos principales comunidades de vegetación que se encuentran en la isla.** Los puntos rojos se refieren a la parte oriental de las tierras bajas de la isla denominada Plataforma Este (PE) (N=3), y los puntos azules se refieren al resto más alto de la isla, denominada Zona Alta Rocosa (ZAR) (N=17). Las barras de error indican el rango de densidades del cuartil (cuartil del 25% al cuartil del 75%). Todos los números se extrapolan para indicar la densidad por hectárea. Las etiquetas numéricas sobre cada rango de cuartiles indican la densidad promedio por hectárea.



**Figura 6. La frecuencia de cada especie relacionada al porcentaje de cobertura rocosa.** Solo *Bursera graveolens* subsp. *malacophylla* mostró una asociación positiva significativa con la cubierta rocosa.

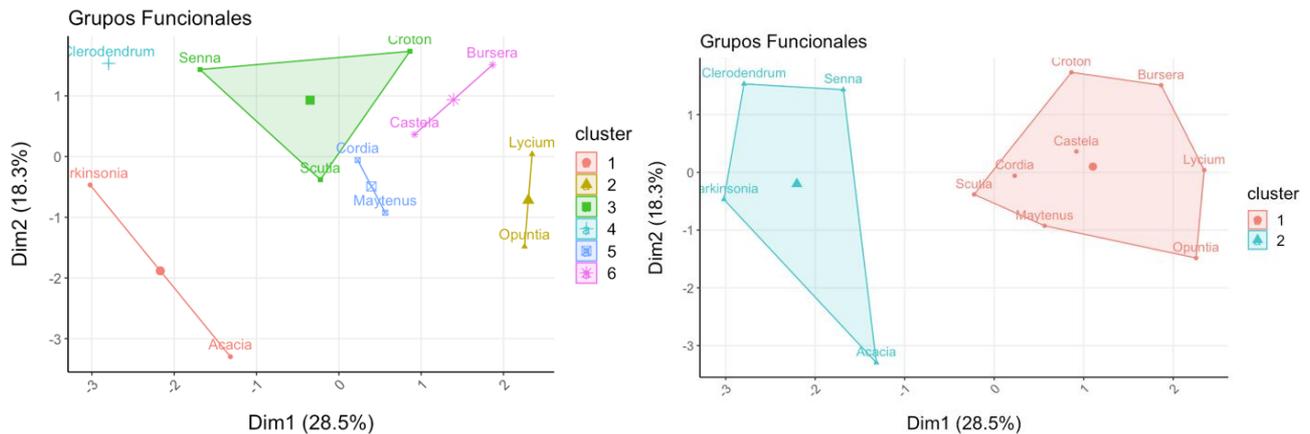


**Figura 7. La frecuencia de cada especie relacionada con la frecuencia de iguanas encontradas en subparcelas.** *Bursera graveolens* subsp. *malacophylla* mostró una asociación negativa significativa con la frecuencia de iguanas, mientras que *Scutia spicata* mostró una asociación positiva significativa con la frecuencia de iguanas.

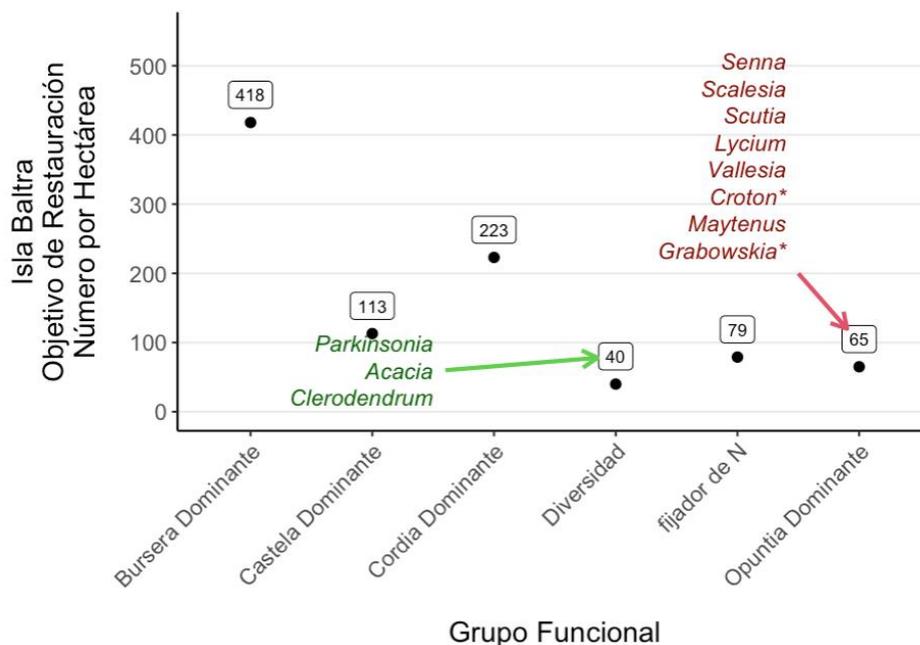
Al analizar la asociación de la densidad de especies con el porcentaje de cobertura rocosa, encontramos una asociación positiva significativa de *Bursera graveolens* subsp. *malacophylla* con el porcentaje de cobertura rocosa (pendiente = 0,00791,  $P < 0,001$ ,  $R^2 = 0,69$ ; Figura 6). *B. graveolens* subsp. *malacophylla* también se asoció negativamente con la densidad de iguanas (pendiente = -0,9207,  $P = 0,0171$ ,  $R^2 = 0,28$ ), mientras que *Scutia spicata* tuvo una asociación positiva leve, aunque significativa, con la densidad de iguanas (pendiente = 0,24519,  $P = 0,0072$ ,  $R^2 = 0,34$ ; Figura 7).

Con las 12 especies originalmente seleccionadas para la restauración ecológica en Baltra (Jaramillo 2017) y las nueve especies encontradas en Seymour Norte se obtiene un total de 15 especies prioritarias. Estas especies fueron clasificadas en seis agrupaciones funcionales para determinar un objetivo de restauración universal para la isla Baltra. *Bursera graveolens* subsp. *malacophylla*, *Cordia lutea*, *Castela galapageia* y *Opuntia echios* representan cada una su propio grupo funcional, ya que estas especies dominantes se encontraban tanto en Seymour Norte como en Baltra. El objetivo de restauración en densidad por hectárea de estas especies fue el mismo que se encontró para esas especies en la isla Seymour Norte (Figura 8 a y b). Tres especies, *Parkinsonia aculeata*, *Acacia spp.* y *Volkameria mollis* se agruparon como "fijadores de nitrógeno", que deberían constituir 79 individuos por hectárea en Baltra. Por último, otras ocho especies: *Senna pistaciifolia*, *Scalesia crockeri*, *Scutia spicata*, *Lycium minimum*, *Vallesia glabra*, *Croton scouleri*, *Maytenus octogona*, *Grabowskia boerhaaviaefolia* que no se agruparon sistemáticamente en categorías distintas, constituyen su propia categoría como "diversidad funcional adicional" y una mezcla de estas especies debe mantenerse a 40

individuos por hectárea en la isla Baltra (Figura 9). De las 15 especies, dos géneros (*Vallesia* y *Grabowskia*) no disponían de suficiente información en la base de datos 'BIEN'. Juntos, los géneros de las 13 especies restantes (*Bursera*, *Cordia*, *Castela*, *Opuntia*, *Parkinsonia*, *Acacia*, *Volkameria*, *Senna*, *Scalesia*, *Scutia*, *Lycium*, *Croton*, *Maytenus*) incluyeron datos sobre 52 rasgos funcionales diversos que van desde el color de la flor hasta el contenido de nitrógeno de las hojas.



**Figura 8.** Ejemplos del análisis de conglomerados de k-medias para determinar la similitud funcional de las especies. A) Ejemplo con 6 agrupaciones y b) ejemplo con 2 agrupaciones



**Figura 9. Objetivo de restauración para la isla Baltra según los resultados de Seymour Norte.** Los números representan la densidad por hectárea de cada especie o agrupación funcional. En total, se seleccionaron seis agrupaciones funcionales. Cuatro de esos grupos representan especies dominantes individuales que ocurrieron en ambas islas. Un grupo representa fijadores de nitrógeno (fijador n) y un grupo representa diversidad funcional adicional. \* *Croton scouleri* y *Grabowskia boerhaaviaefolia* aún no se han registrado en la isla Baltra y es posible que deban eliminarse de este objetivo si no son nativos de la isla.

## INVENTARIO DE LA VEGETACIÓN

En total, se recolectaron e identificaron 51 especímenes de plantas vasculares de 32 taxones representados por 17 familias, detallados en la Tabla 1. De estos 32 taxa, 22 fueron nuevos registros para el Herbario CDS (Tabla 2). De las especies registradas, 34% fueron endémicas, 38% nativas, 3% introducidas, y el resto de origen dudoso (22%) o desconocido (3%) según la base de datos del herbario (CDF, 2021). Para cada taxón registrado se recolectó al menos un ejemplar para representar a la especie y de ese modo se confirmó su clasificación en el herbario (Figura 10). Dos especímenes quedaron pendientes de identificar Scrophulariaceae indet. gen.; y fam. Cyperaceae indet. gen.). Las especies más comúnmente observadas fueron los pastos *Aristida subspicata* (endémico) y *Bouteloua disticha* (introducido, posiblemente nativo), que estuvieron presentes en dos tercios de los sitios de estudio. Las especies leñosas más comunes fueron la *Castela galapageia*, *Cordia lutea* y *Bursera graveolens* subsp. *malacophylla*, presentes en la mitad de las parcelas. En cuanto a las especies introducidas, las más abundantes fueron *Bouteloua disticha* (Poaceae) y *Cleome viscosa* (Cleomaceae). La lista total de especies observadas, y recolectadas por parcela (que incluye sus alrededores) se encuentra en el Anexo 1.



**Figura 10.** Individuo de *Tiquilia darwinii* (Boraginaceae), recolectado y posteriormente identificado en el herbario, el primer registro de esta especie en Seymour Norte. Foto: Sarita Mahtani, 2021 (FCD)

**Tabla 1.** Número de muestras de cada especie recolectadas, con información sobre su origen (nativo, endémico o introducido), y recolectores. Se incluye también el estatus UICN para cada especie (LC= preocupación menor, VU=vulnerable, NT= casi amenazado y NA= no aplica / sin datos suficientes, por sus siglas en inglés).

Familia	Taxon	Origen	Estatus UICN	Muestras recolectadas
Aizoaceae	<i>Sesuvium edmonstonei</i> Hook. f.	Nativo	LC	2
Aizoaceae	<i>Trianthema portulacastrum</i> L.	Nativo	NA	3
Amaranthaceae	<i>Alternanthera snodgrassii</i> (Robinson) Howell	Endémico	VU	4
Boraginaceae	<i>Cordia lutea</i> Lam.	Nativo	NA	1
Boraginaceae	<i>Heliotropium angiospermum</i> Murray	Nativo	NA	1
Boraginaceae	<i>Heliotropium curassavicum</i> L.	Nativo	NA	1
Cactaceae	<i>Opuntia echios</i> var. <i>zacana</i> (Howell) E.F. Anderson & Walk.	Endémico	VU	2
Caesalpinaceae	<i>Parkinsonia aculeata</i> L.	Nativo	NA	1
Celastraceae	<i>Maytenus octogona</i> (L'HÉR.) DC.	Nativo	NA	1
Cleomaceae	<i>Cleome viscosa</i> L.	Introducido	NA	2
Convolvulaceae	<i>Merremia aegyptia</i> (L.) Urb.	Nativo	NA	1
Euphorbiaceae	<i>Croton scouleri</i> Hook. f.	Endémico	LC	1
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia punctulata</i> Andersson	Endémico	LC	1
Fabaceae	<i>Crotalaria pumila</i> Ortega	Nativo	NA	1
Fabaceae	<i>Desmodium glabrum</i> (Mill.) DC.	Introducido	NA	1

<b>Mimosaceae</b>	<i>Neptunia plena</i> (L.) Benth.	Nativo	NA	2
<b>Molluginaceae</b>	<i>Mollugo flavescens</i> subsp. <i>flavescens</i> Andersson	Endémico	NT	1
<b>Poaceae</b>	<i>Aristida subspicata</i> Trin. & Rupr.	Endémico	LC	1
<b>Poaceae</b>	<i>Bouteloua disticha</i> (Kunth) Benth.	Introducido	NA	2
<b>Poaceae</b>	<i>Cenchrus platyacanthus</i> Andersson	Endémico	LC	1
<b>Poaceae</b>	<i>Chloris virgata</i> Sw.	Introducido	NA	3
<b>Poaceae</b>	<i>Eragrostis cilianensis</i> (All.) Vignolo ex Janch.	Introducido	NA	2
<b>Poaceae</b>	<i>Panicum hirticaule</i> J. Presl	Nativo	NA	4
<b>Poaceae</b>	<i>Sporobolus pyramidatus</i> (Lam.) Hitchc.	Nativo	NA	1
<b>Portulacaceae</b>	<i>Portulaca howellii</i> (D. Legrand) Eliasson	Endémico	LC	1
<b>Simaroubaceae</b>	<i>Castela galapageia</i> Hook. f.	Endémico	LC	1
<b>Solanaceae</b>	<i>Exodeconus miersii</i> (Hook. f.) D'Arcy	Endémico	LC	2
<b>Solanaceae</b>	<i>Grabowskia boerhaaviaefolia</i> (L. f.) Schltld.	Nativo	NA	1
<b>Solanaceae</b>	<i>Nolana galapagensis</i> (Christoph.) Johnst.	Endémico	LC	1
<b>Solanaceae</b>	<i>Physalis angulata</i> L.	Nativo	NA	1
<b>Zygophyllaceae</b>	<i>Tribulus terrestris</i> L.	Introducido	NA	3

**Tabla 2. Taxones que fueron registrados por primera vez por el herbario CDS para la isla Seymour Norte (CDF, 2021).**

Reino	Familia	Taxon	Origen
<b>Plantae</b>	Aizoaceae	<i>Sesuvium edmonstonei</i> Hook. f.	Nativo
<b>Plantae</b>	Boraginaceae	<i>Cordia lutea</i> Lam.	Nativo
<b>Plantae</b>	Boraginaceae	<i>Heliotropium angiospermum</i> Murray	Nativo
<b>Plantae</b>	Boraginaceae	<i>Heliotropium curassavicum</i> L.	Nativo
<b>Plantae</b>	Caesalpinaceae	<i>Parkinsonia aculeata</i> L.	Nativo
<b>Plantae</b>	Celastraceae	<i>Maytenus octogona</i> (L'HÉR.) DC.	Nativo
<b>Plantae</b>	Cleomaceae	<i>Cleome viscosa</i> L.	Introducido
<b>Plantae</b>	Convolvulaceae	<i>Merremia aegyptia</i> (L.) Urb.	Nativo
<b>Plantae</b>	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia punctulata</i> Andersson	Endémico
<b>Plantae</b>	Fabaceae	<i>Crotalaria pumila</i> Ortega	Nativo
<b>Plantae</b>	Fabaceae	<i>Desmodium glabrum</i> (Mill.) DC.	Introducido
<b>Plantae</b>	Molluginaceae	<i>Mollugo flavescens</i> subsp. <i>flavescens</i> Andersson	Endémico
<b>Plantae</b>	Poaceae	<i>Cenchrus platyacanthus</i> Andersson	Endémico
<b>Plantae</b>	Poaceae	<i>Eragrostis cilianensis</i> (All.) Vignolo ex Janch.	Introducido
<b>Plantae</b>	Poaceae	<i>Panicum hirticaule</i> J. Presl	Nativo
<b>Plantae</b>	Poaceae	<i>Sporobolus pyramidatus</i> (Lam.) Hitchc.	Nativo
<b>Plantae</b>	Simaroubaceae	<i>Castela galapageia</i> Hook. f.	Endémico
<b>Plantae</b>	Solanaceae	<i>Exodeconus miersii</i> (Hook. f.) D'Arcy	Endémico
<b>Plantae</b>	Solanaceae	<i>Grabowskia boerhaaviaefolia</i> (L. f.) Schltld.	Nativo
<b>Plantae</b>	Solanaceae	<i>Nolana galapagensis</i> (Christoph.) Johnst.	Endémico
<b>Plantae</b>	Zygophyllaceae	<i>Tribulus terrestris</i> L.	Introducido

## DISCUSIÓN

### COMPOSICIÓN Y DENSIDAD DE ESPECIES LEÑOSAS Y CACTUS

Con las 9 especies de plantas leñosas y cactus identificadas en el presente estudio y las 12 especies identificadas en el Plan de Acción para la restauración ecológica de Baltra, el número de especies prioritarias para la restauración de Baltra aumenta a 15 especies. Las nuevas especies prioritarias identificadas en este estudio son: *Scutia spicata*, *Croton scouleri*, y *Grabowskia boerhaaviaefolia*. Sin embargo, no se cuenta con registros de *C. scouleri* y *G. boerhaaviaefolia* en Baltra (CDF, 2021). Esto se verificará una vez que apliquemos la misma metodología de parcelas en la isla Baltra además de un inventario completo de la vegetación para comprobar si efectivamente no existen estas dos especies.

*Bursera graveolens* subsp. *malacophylla* fue determinada como la especie más abundante en Seymour Norte, demostrando su importancia para la restauración de Baltra. Al ser la especie dominante, tiene una gran influencia sobre la estructura de la comunidad vegetal. Además, su afinidad por superficies rocosas (Figura 11 a y b) la convierte en una especie pionera, la cual puede ser utilizada para colonizar escombros de edificaciones militares abandonadas con condiciones similares a las de un hábitat rocoso. Una vez establecida, *B. graveolens* subsp. *malacophylla* proporcionará, sombra, alimento, y una estructura de anidación para las diferentes especies de aves en la isla (Gibbs, 2013). A su vez, las aves ayudarán a la colonización de estos sitios por otras especies ya que son agentes dispersores de semillas.



**Figura 11.** Individuos de *Bursera graveolens* subsp. *malacophylla* creciendo en área rocosa en Seymour Norte (izquierda) y en escombros de estructuras militares abandonadas en Baltra (derecha). Fotos: Anna Calle, 2021 (FCD) y Joshua Vela, 2020.

Las especies dominantes de la Plataforma Este y de la Zona Alta Rocosa son *Cordia lutea* y *B. graveolens* subsp. *malacophylla*, respectivamente. La predominancia de *Bursera* en la ZAR concuerda con el hallazgo de este estudio de una asociación positiva significativa entre la frecuencia de *B. graveolens* subsp. *malacophylla* y el porcentaje de cobertura de roca. En otras palabras, es razonable que la especie dominante de una zona rocosa sea una especie con la capacidad de prosperar en hábitats

rocosos. La predominancia de *Cordia* en la PE concuerda con lo observado en otras islas. Esta especie es característica de la zona baja árida y sus frutos sirven de alimento para varias especies (McMullen, 1999). Existen reportes de ratas alimentándose de la pulpa de los frutos por varias horas durante la noche (McMullen, 1999). Es posible que el aumento de *Cordia lutea* en la PE sea un resultado de la erradicación de roedores de la isla (Island Conservation, 2021), lo cuál está dando paso a la regeneración exitosa de esta especie.

Pocos estudios se han realizado sobre el análisis de la vegetación de Seymour Norte. Sin embargo, hace más de 30 años en un estudio realizado por Izurieta (1991) se utilizó una metodología distinta a la de este estudio para evaluar la vegetación, lo cuál no nos permite comparar resultados directamente, pero si es posible hacer una comparación general de la abundancia de especies (Tabla 3 y 4). En general, los resultados de este estudio concuerdan con los resultados de Izurieta (1991), a excepción de unas pocas especies. La diferencia más notoria es la menor y mayor abundancia de *Croton scouleri* y *Cordia lutea* obtenida en el presente estudio. *C. scouleri* fue una de las dos especies dominantes en la PE de acuerdo con Izurieta (1991), mientras que en esta ocasión no se la registró en ninguna de las parcelas ubicadas en la PE (Tabla 3). Es posible que *C. scouleri* haya sido afectada por la depredación de iguanas terrestres o roedores introducidos. Para confirmar esta hipótesis, se podría analizar excrementos de iguanas terrestres para obtener información sobre su dieta. En el caso de los roedores, es más difícil determinar su rol en los cambios de vegetación observados, ya que estos fueron erradicados de la isla en el 2021 (Island Conservation, 2021), por lo que no es posible determinar su alimentación. Otra diferencia importante entre los dos estudios es la disminución en la abundancia relativa de *Opuntia echios* var. *zacana*. Existen otros reportes sobre la disminución de la población de *O. echios* debido a la depredación de iguanas terrestres (Ortiz-Catedral, 2018). *O. echios* es una especie clave de la que dependen no solo las iguanas terrestres, sino también varias especies de aves endémicas. A su vez, es una especie de crecimiento muy lento, alrededor de 2 cm por año (Hicks & Mauchamp, 2000; Racine & Downhower, 1974). Por lo tanto, es necesario tomar medidas urgentes para evitar daños irreparables a esta población y al ecosistema que depende de ella.

Cabe recalcar que el presente estudio, a diferencia del realizado por Izurieta (1991), se limitó a especies leñosas y de cactus. Esto explica la ausencia de especies herbáceas como *Portulaca howellii* y *Sesuvium edmonstonei*, las cuales si fueron incluidas en los resultados de Izurieta (1991). Similarmente, el presente estudio excluyó el área dentro de los 100 m más cercanos al borde de la isla, área que incluye la zona litoral donde usualmente habita *Cryptocarpus pyriformis*, explicando la ausencia de esta especie en el presente estudio.

**Tabla 3. Especies más abundantes en la Plataforma Este de Seymour Norte**

#	PRESENTE ESTUDIO (2021)		IZURIETA (1991)	
	Especie	Densidad promedio (individuos/ha)	Especie	Frecuencia relativa (%)
1	<i>Cordia lutea</i>	600	<i>Croton scouleri</i>	23
2	<i>Opuntia echios</i> var. <i>zacana</i>	191.7	<i>Opuntia echios</i> var. <i>zacana</i>	23
3	<i>Castela galapageia</i>	150	<i>Portulaca howellii</i>	11.5
4	<i>B. graveolens</i> subsp. <i>malacophylla</i>	91.7	<i>Cordia lutea</i>	11.5
5	<i>Scutia spicata</i>	50	<i>Castela galapageia</i>	7.7

6	–	–	<i>B. graveolens subsp. malacophylla</i>	7.7
7	–	–	<i>Sesuvium edmonstonei</i>	3.8
8	–	–	<i>Cryptocarpus pyriformis</i>	3.8
9	–	–	<i>No identificada</i>	7.7

**Tabla 4. Especies más abundantes en la Zona Alta Rocosa de Seymour Norte**

PRESENTE ESTUDIO (2021)			IZURIETA (1991)	
#	Especie	Densidad promedio (individuos/ha)	Especie	Frecuencia relativa (%)
1	<i>B. graveolens subsp. malacophylla</i>	475	<i>B. graveolens subsp. malacophylla</i>	31.1
2	<i>Cordia lutea</i>	180.6	<i>Croton scouleri</i>	18.9
3	<i>Castela galapageia</i>	105.9	<i>Parkinsonia aculeata</i>	16.2
4	<i>Parkinsonia aculeata</i>	78.8	<i>Opuntia echios var. zacana</i>	10.8
5	<i>Opuntia echios var. zacana</i>	42.6	<i>Cordia lutea</i>	8.1
6	<i>Croton scouleri</i>	16.2	<i>Castela galapageia</i>	6.8
7	<i>Scutia spicata</i>	15.8	<i>Scutia spicata</i>	4.1
8	<i>Maytenus octogona</i>	3.8	<i>Maytenus octogona</i>	1.4
9	<i>Grabowskia boerhaaviaefolia</i>	2.5	<i>Cryptocarpus pyriformis</i>	1.4
10	–	–	<i>No identificada</i>	1.4

Al igual que todo ecosistema de referencia, Seymour Norte no es un reflejo exacto de lo que sería el ecosistema de Baltra de no haber existido intervención humana, más bien una aproximación. A pesar de que Seymour Norte ha sufrido una degradación mucho menor a la de Baltra, no está desprovista de impactos humanos. Esto se puede evidenciar en la presencia de especies introducidas, restos metálicos (Figura 12), y la población introducida de iguanas. En este caso, se sospecha que la densidad de *O. echios* en Seymour Norte es menor a la que existiría naturalmente debido a la alta depredación causada por la sobrepoblación de iguanas en la isla (Figura 13). De acuerdo con Ortiz-Catedral (2018), en una evaluación de la depredación de *O. echios* en Seymour Norte se encontró que la mayoría de las plantas adultas presentaban un nivel de depredación alto y no se registraron plantas juveniles. Por lo tanto, es posible que el objetivo adecuado de densidad de *O. echios* para la restauración de Baltra sea mayor al reportado en este estudio. Es recomendable utilizar múltiples sitios de referencia para establecer objetivos de restauración (Gann et al., 2019). En Baltra, los remanentes de áreas naturales podrían ser utilizados como sitios de referencia adicionales. Estas áreas están localizadas en la sección noroeste, costa este, y suroeste de la isla (Gibbs, 2013).

## INVENTARIO DE VEGETACIÓN

Las dos especies introducidas más comunes, *Bouteloua disticha* y *Cleome viscosa*, tienen modos de dispersión que pueden ser facilitados por la presencia de humanos. *C. viscosa* fue observada comúnmente en las zonas turísticas, probablemente introducida de otras islas pobladas desde donde provienen las personas que visitan Seymour Norte. Adicionalmente, esta especie ha sido observada con frecuencia en las islas pobladas este año, posiblemente por las fuertes lluvias en febrero y marzo (pers. obsv.). Las cápsulas y semillas de *Cleome*, como indica su nombre, poseen una textura viscosa, que facilita su dispersión, de modo que las semillas pueden adherirse a los organismos que rocen la planta, particularmente al pelaje o plumaje de animales o a la ropa de las personas. De la misma manera, el pasto *Bouteloua* tiene espiguillas con una morfología que se engancha fácilmente a la piel de un mamífero a las plumas de aves, pero también a la ropa. Es muy probable que esta especie haya sido introducida a la isla por medio accidental humano, debido a las frecuentes visitas turísticas a esta isla, ya que los zapatos funcionan bien como vectores de dispersión de sus semillas. En cuanto a dispersores bióticos naturales, la iguana (*Conolophus subcristatus*) también es reconocida como una especie de gran importancia para la dispersión de semillas en Galápagos, no solo de plantas nativas sino también introducidas (Traveset et al., 2016), por lo que posiblemente facilitaron la dispersión de estas plantas introducidas en Seymour Norte por encontrarse además en todas las parcelas de estudio.



**Figura 12.** Restos metálicos encontrados en la Plataforma Este durante la expedición a Seymour Norte. Foto: Anna Calle, 2021 (FCD)



**Figura 13.** Iguana terrestre alimentándose de individuo de *O. echios* sin cladodios fotosintéticos presentes. Foto: Anna Calle, 2022 (FCD)

Se considera que la vegetación representativa de Seymour Norte antiguamente consistía de las especies de *Opuntia echios*, *Bursera graveolens* subsp. *malacophylla*, *Parkinsonia aculeata* y *Scalesia crockeri* (Hamann, 1979). En el último censo de la vegetación realizado en 1989 se encontró una densidad total de 347,4 plantas/ha en la zona baja del este, en la que predominaban las especies de *Opuntia echios* var. *zacana*, *Croton scouleri*, y *Cordia lutea*, mientras que la zona alta rocosa presentó una densidad total de 675.2 plantas/ha y abundaban *Bursera*, *Croton* y *Parkinsonia* (Izurieta, 1991). En comparación, en el presente estudio se observó una composición vegetal predominada de *Bursera*, *Cordia* y *Castela galapageia* en general. En las décadas recientes se ha observado una disminución de

población de *Opuntia*, y en un estudio de censo y monitoreo registró que el 70% de los cactus tenían señales altas de depredación por iguanas, una población que va en aumento (Cabrera, 2020; Ortiz, Catedral, 2018). Desde el 1991 se ha estado ejecutando repoblaciones de Baltra con iguanas juveniles, translocando iguanas desde Seymour Norte (Izurietta, 1991; Kumar, Gentile, & Grant, 2020). La translocación de estas iguanas podría ayudar a la recuperación de poblaciones de cactus en Seymour Norte. Desde el 2020 la DPNG junto a Island Conservation, llevaron mas de 3000 iguanas terrestres a la isla Santiago (DPNG, 2021).

Hubo 13 especies de plantas y hongos que se había registrado en el herbario en años anteriores, pero no fueron observadas en esta recolecta. El inventario actual registro especies, una especie de Pteridophyta (helecho), y especies herbáceas o subarborescentes de las familias Aizoaceae, Amaranthaceae, Asteraceae, Convolvulaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Malvaceae, Poaceae y Zygophyllaceae (dataBoard, 2021). Estas especies, al no ser leñosas o de gran tamaño, podrían haber estado presentes, pero no ser observadas en las localidades estudiadas por su tamaño o abundancia relativa. Adicionalmente, al ser una expedición enfocada en la diversidad vegetal, el estudio y búsqueda de hongos no fue priorizado, y tampoco hubo un especialista en la expedición, lo cual probablemente contribuyó a que no se haya observado los hongos liquenizados anteriormente registrados en el herbario. Por último, al ser este estudio restringido a una época del año, la diferencia climática o temporal con las expediciones anteriores podría ser una explicación de la ausencia de ciertas especies. Sin embargo, este es el primer estudio a gran escala que se ha hecho para realizar un levantamiento de información y establecer una línea base de la diversidad vegetal de la isla, y el resultado que casi el 70% de las especies recolectadas fueron nuevos registros para el herbario, y solo el 3% siendo introducidas, es fundamental para el avance de estudios científicos en las islas. Con estos resultados se realizará un análisis más avanzado teniendo en cuenta los dos tipos de vegetación definidos como “baja este” y “alta rocosa” (Izurietta, 1991) para realizar una comparación con la vegetación observada en el censo de tres décadas atrás.

## CONCLUSIONES

### COMPOSICIÓN Y DENSIDAD DE ESPECIES LEÑOSAS Y CACTUS

Este estudio fue diseñado con el objetivo de facilitar la restauración de la isla Baltra a través de la selección de objetivos de restauración que complementen estudios previos. Con los resultados obtenidos se cuenta con una lista de 15 especies prioritarias para la restauración de Baltra y con densidades objetivo para cada una de estas especies. Esta es la estimación más cercana a la composición y densidad de la vegetación de Baltra, de no haber sufrido ningún tipo de degradación, que se tiene hoy en día. Se demuestra que *B. graveolens* subsp. *malacophylla* es la especie dominante en Seymour Norte, por lo que será de gran importancia en la restauración de Baltra, no solo por su abundancia, pero por ser una especie pionera que coloniza zonas rocosas. Se identifican las especies dominantes de las dos zonas de vegetación de Seymour Norte: *B. graveolens* subsp. *malacophylla* (Zona Alta Rocosa) y *Cordia lutea* (Plataforma Este). Estos resultados servirán como base para esfuerzos de restauración de Baltra y futuros estudios sobre la vegetación de Seymour Norte

## INVENTARIO DE VEGETACIÓN

En conclusión, este inventario presenta resultados fundamentales en composición vegetal que pueden ser extrapoladas a la isla de Baltra debido a su similitud climática, geográfica y ambiental (Gibbs, 2016) y aportar al plan de acción de restauración ecológica de la biodiversidad vegetal de Baltra (P Jaramillo et al., 2017). En cuanto a las iguanas terrestres, especie introducida a la isla de Seymour Norte, se recomienda seguir monitoreando su población, y estudiar su dieta por medio del análisis de restos fecales para identificar las plantas o semillas ingeridas. Mediante estos estudios se podrá entender mejor el efecto de la presión depredadora sobre *Opuntias* y también el papel de la iguana terrestre como dispersor de plantas introducidas en Seymour Norte.

## RECOMENDACIONES

- Utilizar los objetivos de restauración generados por este estudio como guía para futuros esfuerzos de restauración en Baltra.
- Evaluar los remanentes de áreas naturales en Baltra para obtener un segundo ecosistema de referencia. Esto proporcionará más información para mejorar o ajustar los objetivos de restauración de Baltra (de ser necesario).
- Realizar búsquedas de las especies *Croton scouleri*, y *Grabowskia boerhaaviaefolia* para determinar si estas especies ocurren en Baltra. Esto aclarará si deben ser incluidas dentro de las especies prioritarias para la restauración de la isla.
- Evaluar el estado poblacional de la especie clave *Opuntia echios* en Seymour Norte y tomar medidas urgentes para recuperar a la población
- Investigar la dieta de las iguanas de Seymour Norte para generar una mayor comprensión sobre su efecto en la abundancia de especies leñosas y cactus.
- Considerar la translocación de las iguanas de Seymour Norte para ayudar a la recuperación de las poblaciones de *Opuntia echios*.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Parque Nacional Galápagos por todo el apoyo con la ayuda de guardaparques en el campo y otorgando nuestro permiso de investigación (PC-10-21) por el apoyo logístico, en especial Christian Sevilla, Wilson Villamar. A Tania Villafuerte y Pavel Enríquez, voluntarios del proyecto y Herbario CDS y a todo el equipo de investigadores involucrados. Finalmente, agradecemos a nuestro donante principal COMON Foundation por el financiamiento de este estudio.

## LITERATURA CITADA

- Cabrera, W. (2020). *Censo poblacional de iguanas terrestres en Seymour Norte y reintroducción de iguanas terrestres en la isla Santiago*. DPNG: Conservación y restauración de ecosistemas insularis.
- Cayot, L. J. (1991). Las iguanas terrestres regresan a Baltra. *Carta Informativa (ECCD, SPNG)*.
- Dawson, E. Y. (1962). Cacti of the Galapagos Islands and of coastal Ecuador. *Cacti of the Galapagos Islands and of Coastal Ecuador*.

- Dirección del Parque Nacional Galápagos (Ed.). (2014). *Plan de Manejo de las Áreas Protegidas de Galápagos para el Buen Vivir*. Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador.
- Elzinga, C. L., & Salzer, D. W. (1998). *Measuring & monitoring plant populations*. US Department of the Interior, Bureau of Land Management.
- Gann, G. D., McDonald, T., Walder, B., Aronson, J., Nelson, C. R., Jonson, J., ... Dixon, K. W. (2019). International principles and standards for the practice of ecological restoration. Second edition. *Restoration Ecology*, 27(S1), S1–S46. doi:10.1111/rec.13035
- Geist, D. (1996). On the Emergence and Submergence of the Galapagos Islands. *Noticias de Galápagos*.
- Gibbs, J. P. (2013). Restoring Isla Baltra's Terrestrial Ecosystems: A Prospectus.
- Gibbs, J. P. (2016). Baltra Island Restoration as an Extraordinary Opportunity to Harness and Showcase Waterboxx Technology.
- Hamann, O. (1979). On climatic conditions, vegetation types, and leaf size in the galapagos islands. *Biotropica*, 11(2), 101. doi:10.2307/2387785
- Harper, G. A., & Carrion, V. (2011). Introduced rodents in the Galápagos: colonisation, removal and the future. *Island Invasives: Eradication and Management*, 63–66.
- Hicks, D. J., & Mauchamp, A. (2000). Population Structure and Growth Patterns of *Opuntia echios* var. *gigantea* along an Elevational Gradient in the Galápagos Islands 1. *Biotropica*, 32(2), 235. doi:10.1646/0006-3606(2000)032[0235:PSAGPO]2.0.CO;2
- IPNI. (2020). The international plant names index. *The Royal Botanic Gardens, Kew, Harvard University Herbaria & Libraries and Australian National Botanic Gardens*.
- Island Conservation. (2021, June 3). Press Release: Invasive Rodents No Longer Threaten Wildlife on Seymour Norte Island and Mosquera Islet. Retrieved from <https://www.islandconservation.org/invasive-rodents-no-longer-threaten-wildlife-seymour-norte-island-mosquera-islet/>
- Izurieta, A. I. (1991, November 5). *Historia natural de las iguanas terrestres (Conolophus subcristatus) de la Isla Seymour Norte, Galápagos* (Undergraduate thesis).
- Jaramillo, P, Lorenz, S., Ortiz, G., Ortiz, J., Rueda, D., Gibbs, J. P., ... Knab, R. (2013). Galápagos Verde 2050: an opportunity to restore degraded ecosystems and promote sustainable agriculture in the Archipelago. *Biodiversity and Ecosystem Restoration: GNPD, GCREG, CDF, and GC. Galápagos Report, 2014*, 133–143.
- Jaramillo, P, Tapia, W., Gibbs, J., Picornell, A., Rueda, D., Flores, D., ... Vásquez, J. (2017). Plan de Acción Para la Restauración Ecológica de las Islas Baltra y Plaza Sur.
- Jaramillo, Patricia. (2018). *Inventario de plantas vasculares en dos áreas de estudio de la isla Santa Cruz*.
- Kumar, K., Gentile, G., & Grant, T. (2020). *Conolophus subcristatus*, Galápagos Land Iguana.
- Maitner, B. S., Boyle, B., Casler, N., Condit, R., Donoghue, J., Durán, S. M., ... Enquist, B. J. (2018). The bien r package: A tool to access the Botanical Information and Ecology Network (BIEN) database. *Methods in Ecology and Evolution*, 9(2), 373–379. doi:10.1111/2041-210X.12861
- Márquez, C. (1986). Iguanas terrestres en Seymour Norte. *Carta Informativa (ECCC, SPNG)*.

- McMullen, C. K. (1999). *Flowering plants of the galápagos*. Cornell University Press.  
doi:10.7591/9781501728761
- Ortiz, Catedral, L. (2018, May 13). Tamaño poblacional de iguanas terrestres (*Conolophus subcristatus*) y nivel de herbivoría de *Opuntia echios* en Seymour Norte.
- Penas, A., Río, S. D., & Herrero, L. (2005). A new methodology for the quantitative evaluation of the conservation status of vegetation: the potentiality distance index (PDI). *Fitosociologia*, 42(2), 23–31.
- Racine, C. H., & Downhower, J. F. (1974). Vegetative and reproductive strategies of opuntia (cactaceae) in the galapagos islands. *Biotropica*, 6(3), 175. doi:10.2307/2989650
- Reynolds, R. (1981). Land Iguanas on North Seymour Island. *Noticias de Galápagos*.
- Snell, H., Stone, P., & Snell, H. (1996). Special Paper: A Summary of Geographical Characteristics of the Galapagos Islands. *Journal of Biogeography*, 23(5), 619–624.
- Tapia, W., & Gibbs, J. P. (2022). Galapagos land iguanas as ecosystem engineers. *PeerJ*, 10, e12711. doi:10.7717/peerj.12711
- Wiggins, I. L., Porter, D. M., & Anderson, E. F. (1971). *Flora of the Galápagos Islands*. Stanford University Press.

## ANEXOS

Anexo 1. Lista de especies registradas y recolectadas por parcela y localidad visitada.

Parcela	Especies observadas y registradas	Especies recolectadas
P1	<i>Alternanthera snodgrassii</i> , <i>Cordia lutea</i> , <i>Bursera malacophylla</i> , <i>Cleome viscosa</i> , <i>Aristida subspicata</i> , <i>Bouteloua disticha</i> , <i>Scutia spicata</i> var. <i>pauciflora</i> , <i>Castela galapageia</i> , <i>Nolana galapagensis</i> , <i>Portulaca howellii</i>	<i>Nolana galapagensis</i> , <i>Portulaca howellii</i>
P10	<i>Alternanthera snodgrassii</i> , <i>Cordia lutea</i> , <i>Bursera malacophylla</i> , <i>Parkinsonia aculeata</i> , <i>Croton scouleri</i> , <i>Aristida subspicata</i> , <i>Bouteloua disticha</i> , <i>Cenchrus platyacanthus</i>	<i>Cenchrus platyacanthus</i>
P11	<i>Alternanthera snodgrassii</i> , <i>Cordia lutea</i> , <i>Bursera malacophylla</i> , <i>Euphorbia punctulata</i> , <i>Aristida subspicata</i> , <i>Bouteloua disticha</i> , <i>Cenchrus platyacanthus</i> , <i>Scutia spicata</i> var. <i>pauciflora</i> , <i>Castela galapageia</i> , <i>Mollugo flavescens</i> subsp. <i>flavescens</i>	<i>Alternanthera snodgrassii</i> , <i>Aristida subspicata</i> , <i>Bouteloua disticha</i> , <i>Cenchrus platyacanthus</i> , <i>Euphorbia punctulata</i> , <i>Mollugo flavescens</i> subsp. <i>flavescens</i>
P12	<i>Alternanthera snodgrassii</i> , <i>Cordia lutea</i> , <i>Bursera malacophylla</i> , <i>Opuntia echios</i> var. <i>zacana</i> , <i>Parkinsonia aculeata</i> , <i>Cleome viscosa</i> , <i>Merremia aegyptia</i> , <i>Neptunia plena</i> , <i>Aristida subspicata</i> , <i>Bouteloua disticha</i> , <i>Scutia spicata</i> var. <i>pauciflora</i> , <i>Castela galapageia</i> , <i>Grabowskia boerhaaviaefolia</i>	<i>Cleome viscosa</i> , <i>Cordia lutea</i> , <i>Merremia aegyptia</i> , <i>Neptunia plena</i>
P15	<i>Cordia lutea</i> , <i>Opuntia echios</i> var. <i>zacana</i> , <i>Parkinsonia aculeata</i> , <i>Cleome viscosa</i> , <i>Desmodium glabrum</i> , <i>Aristida subspicata</i> , <i>Bouteloua disticha</i>	
P17	<i>Cordia lutea</i> , <i>Bursera malacophylla</i> , <i>Parkinsonia aculeata</i> , <i>Cleome viscosa</i> , <i>Aristida subspicata</i> , <i>Bouteloua disticha</i> , <i>Scutia spicata</i> var. <i>pauciflora</i> , <i>Castela galapageia</i>	
P19	<i>Trianthema portulacastrum</i> , <i>Alternanthera snodgrassii</i> , <i>Cordia lutea</i> , <i>Opuntia echios</i> var. <i>zacana</i> , <i>Parkinsonia aculeata</i> , <i>Cleome viscosa</i> , <i>Maytenus octogona</i> , <i>Croton scouleri</i> , <i>Aristida subspicata</i> , <i>Bouteloua disticha</i> , <i>Panicum hirticaule</i> , <i>Grabowskia boerhaaviaefolia</i>	<i>Alternanthera snodgrassii</i> , <i>Croton scouleri</i> , <i>Grabowskia boerhaaviaefolia</i> , <i>Panicum hirticaule</i>
P2	<i>Trianthema portulacastrum</i> , <i>Alternanthera snodgrassii</i> , <i>Cordia lutea</i> , <i>Bursera malacophylla</i> , <i>Parkinsonia aculeata</i> , <i>Cleome viscosa</i> , fam. <i>Cyperaceae</i> indet. sp., <i>Croton scouleri</i> , <i>Aristida subspicata</i> , <i>Bouteloua disticha</i> , <i>Eragrostis cilianensis</i> , <i>Scutia spicata</i> var. <i>pauciflora</i> , <i>Castela galapageia</i> , <i>Maytenus octogona</i>	<i>Maytenus octogona</i> , fam. <i>Cyperaceae</i> indet. sp.
P21	<i>Cordia lutea</i> , <i>Heliotropium angiospermum</i> , <i>Opuntia echios</i> var. <i>zacana</i> , <i>Aristida subspicata</i> , <i>Bouteloua disticha</i> , <i>Eragrostis cilianensis</i> , <i>Scutia spicata</i> var. <i>pauciflora</i> , <i>Castela galapageia</i> , <i>Exodeconus miersii</i> , <i>Crotalaria pumila</i>	<i>Crotalaria pumila</i> , <i>Eragrostis cilianensis</i> , <i>Exodeconus miersii</i> , <i>Heliotropium angiospermum</i> , <i>Opuntia echios</i> var. <i>zacana</i>
P24	<i>Bursera malacophylla</i> , <i>Opuntia echios</i> var. <i>zacana</i> , <i>Cleome viscosa</i> , <i>Desmodium glabrum</i> , <i>Aristida subspicata</i> , <i>Bouteloua disticha</i> , <i>Eragrostis cilianensis</i> , <i>Castela galapageia</i> , <i>Grabowskia boerhaaviaefolia</i> , <i>Tribulus terrestris</i>	<i>Desmodium glabrum</i> , <i>Eragrostis cilianensis</i> , <i>Opuntia echios</i> var. <i>zacana</i> , <i>Tribulus terrestris</i>
P26	<i>Cordia lutea</i> , <i>Bursera malacophylla</i> , <i>Opuntia echios</i> var. <i>zacana</i> , <i>Parkinsonia aculeata</i> , <i>Cleome viscosa</i> , <i>Croton scouleri</i> , <i>Aristida subspicata</i> , <i>Bouteloua disticha</i> , <i>Scutia spicata</i> var. <i>pauciflora</i> , <i>Castela galapageia</i>	
P28	<i>Alternanthera snodgrassii</i> , <i>Cordia lutea</i> , <i>Bursera malacophylla</i> , <i>Parkinsonia aculeata</i> , <i>Cleome viscosa</i> , cf. <i>Sida salviifolia</i> , <i>Neptunia plena</i> , <i>Aristida subspicata</i> , <i>Bouteloua disticha</i> , <i>Castela galapageia</i> , <i>Lycium minimum</i>	<i>Lycium minimum</i>
P29	<i>Trianthema portulacastrum</i> , <i>Alternanthera snodgrassii</i> , <i>Cordia lutea</i> , <i>Bursera malacophylla</i> , <i>Opuntia echios</i> var. <i>zacana</i> , <i>Parkinsonia aculeata</i> , <i>Merremia aegyptia</i> , <i>Neptunia plena</i> , <i>Aristida subspicata</i> , <i>Bouteloua disticha</i> , <i>Scutia spicata</i> var. <i>pauciflora</i> , <i>Castela galapageia</i> , <i>Physalis angulata</i>	<i>Neptunia plena</i> , <i>Physalis angulata</i>
P3	<i>Alternanthera snodgrassii</i> , <i>Bursera malacophylla</i> , <i>Parkinsonia aculeata</i> , cf. <i>Phaseolus mollis</i> , <i>Aristida subspicata</i> , <i>Bouteloua disticha</i> , <i>Brachiaria fasciculata</i> , <i>Panicum hirticaule</i> , <i>Castela galapageia</i>	<i>Panicum hirticaule</i>
P30	<i>Trianthema portulacastrum</i> , <i>Alternanthera snodgrassii</i> , <i>Cordia lutea</i> , <i>Bursera malacophylla</i> , <i>Parkinsonia aculeata</i> , <i>Cleome viscosa</i> , <i>Croton scouleri</i> , cf. <i>Phaseolus mollis</i> , <i>Desmodium glabrum</i> , <i>Aristida subspicata</i> , <i>Bouteloua disticha</i> , <i>Brachiaria fasciculata</i> , <i>Panicum hirticaule</i> , <i>Castela galapageia</i>	<i>Brachiaria fasciculata</i> , <i>Panicum hirticaule</i> , <i>Desmodium glabrum</i>
P31	<i>Trianthema portulacastrum</i> , <i>Alternanthera snodgrassii</i> , <i>Bursera malacophylla</i> , <i>Parkinsonia aculeata</i> , <i>Croton scouleri</i> , <i>Galactia striata</i> , cf. <i>Phaseolus mollis</i> , <i>Aristida subspicata</i> , <i>Bouteloua disticha</i> , <i>Scutia spicata</i> var. <i>pauciflora</i> , <i>Castela galapageia</i> , <i>Grabowskia boerhaaviaefolia</i>	
P32	<i>Alternanthera snodgrassii</i> , <i>Cordia lutea</i> , <i>Bursera malacophylla</i> , <i>Parkinsonia aculeata</i> , <i>Croton scouleri</i> , cf. <i>Sida salviifolia</i> , <i>Aristida subspicata</i> , <i>Bouteloua disticha</i> , <i>Panicum hirticaule</i> , <i>Desmodium glabrum</i> , <i>Scutia spicata</i> var. <i>pauciflora</i> , <i>Castela galapageia</i> , <i>Grabowskia boerhaaviaefolia</i>	<i>Desmodium glabrum</i>



<b>P5</b>	<i>Trianthema portulacastrum, Alternanthera snodgrassii, Cordia lutea, Bursera malacophylla, Opuntia echios</i> var. <i>zacana, Cleome viscosa, Aristida subspicata, Bouteloua disticha, Castela galapageia</i>	<i>Trianthema portulacastrum, Alternanthera snodgrassii</i>
<b>P6</b>	<i>Alternanthera snodgrassii</i> , cf. <i>Phaseolus mollis, Mollugo flavescens</i> subsp. <i>flavescens, Aristida subspicata, Bouteloua disticha, Cenchrus platyacanthus, Eragrostis cilianensis</i> , indet. Fam. cf Scrophulariaceae, <i>Castela galapageia, Exodeconus miersii, Physalis angulata, Exodeconus miersii, Tiquilia darwinii</i>	<i>Alternanthera snodgrassii, Aristida subspicata, Eragrostis cilianensis, Exodeconus miersii, Mollugo flavescens</i> subsp. <i>flavescens, Tiquilia darwinii</i> , indet. Fam. cf Scrophulariaceae
<b>P8</b>	<i>Cordia lutea, Bursera malacophylla, Opuntia echios</i> var. <i>zacana, Parkinsonia aculeata, Cleome viscosa</i> , cf. <i>Phaseolus mollis, Neptunia plena, Aristida subspicata, Bouteloua disticha, Cenchrus platyacanthus, Panicum hirticaule, Scutia spicata</i> var. <i>pauciflora, Castela galapageia</i>	<i>Cenchrus platyacanthus</i>
<b>Senderos turísticos</b>	<i>Sesuvium edmondstonii, Trianthema portulacastrum, Cordia lutea, Heliotropium curassavicum</i> var. <i>curassavicum, Opuntia echios</i> var. <i>zacana, Parkinsonia aculeata, Cleome viscosa, Maytenus octogona, Cryptocarpus pyriformis, Bouteloua disticha, Chloris virgata, Panicum hirticaule, Portulaca howellii, Scutia spicata</i> var. <i>pauciflora, Castela galapageia, Exodeconus miersii, Grabowskia boerhaaviaefolia, Nolana galapagensis, Tribulus terrestres</i> .	<i>Alternanthera snodgrassii, Chloris virgata, Exodeconus miersii, Heliotropium curassavicum, Parkinsonia aculeata, Bouteloua disticha, Chloris virgata, Cleome viscosa, Panicum hirticaule, Sesuvium edmonstonei, Sporobolus pyramidatus, Trianthema portulacastrum, Tribulus terrestres</i>

**Anexo 2.** Registro cualitativo (presencia-ausencia) de todas las especies presente en cada parcela establecida en la isla Seymour Norte.

Especie/parcela	P30	P8	P6	P10	P32	P31	P15	P28	P12	P26	P5	P22	P19	P3	P17	P29	P24	P11	P21	P1
<i>Sesuvium edmondstonii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trianthema portulacastrum</i>	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0
<i>Alternanthera snodgrassii</i>	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1
<i>Cordia lutea</i>	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1
<i>Heliotropium angiospermum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Heliotropium curassavicum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bursera malacophylla</i>	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1
<i>Opuntia echios</i> var. <i>zacana</i>	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0
<i>Parkinsonia aculeata</i>	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0
<i>Cleome viscosa</i>	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1
<i>Maytenus octogona</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Merremia aegyptia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
fam. Cyperaceae indet. sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Croton scouleri</i>	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Euphorbia punctulata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Desmodium glabrum</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Galactia striata</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cf. <i>Phaseolus mollis</i>	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Cf. <i>Sida salviifolia</i>	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Neptunia plena</i>	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Mollugo flavescens</i> ssp. <i>flavescens</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cryptocarpus pyriformis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aristida subspicata</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Bouteloua disticha</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Brachiaria fasciculata</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Cenchrus platyacanthus</i>	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Chloris virgata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eragrostis cilianensis</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0
<i>Panicum hirticaule</i>	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Portulaca howellii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scutia spicata</i> var. <i>pauciflora</i>	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1
indet. Fam. cf Scrophulariaceae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Castela galapageia</i>	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
<i>Exodeconus miersii</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Grabowskia boerhaaviaefolia</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
<i>Lycium minimum</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nolana galapagensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Physalis angulata</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Tribulus terrestris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0