



**UNIVERSIDAD DE ESPECIALIDADES ESPÍRITU SANTO
FACULTAD DE ARTES LIBERALES Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
ESCUELA DE CIENCIAS AMBIENTALES**

TITULO:

**EVALUACIÓN DEL CAMBIO DE USO DE SUELO Y LA PRESENCIA DE
ESPECIES DE FLORA INVASORAS EN LA PERIMETRAL AGRÍCOLA DE
LA ISLA SANTA CRUZ.**

Trabajo de Investigación que se presenta como requisito para obtener el
Título de Ingeniero en Gestión Ambiental

AUTOR:

Felipe Espinoza De Janon

TUTOR:

René Rodríguez Grimón, MSc.

Samborondón, Agosto, 2013

PAGÍNA DE APROBACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL TUTOR

DEDICATORIA

A la persona condicional que logró ampliar las fronteras de mi mente, por su paciencia, por su experiencia, por sus locuras, por los buenos y los malos ratos.

RECONOCIMIENTO

Agradezco a mis padres por haber financiado mis estudios y a mis abuelos por la paciencia brindada día a día.

A René, director de tesis y de la carrera, por organizar la misma y permitirme obtener el título profesional, así como por su asesoramiento durante todo el proceso de titulación.

A Wacho Tapia, por la oportunidad de realizar este proyecto en Galápagos y poner a disposición los materiales y personal necesarios para el mismo.

A los guardaparques Roberto, Gato, Zapata y Rorro, por la guía y asistencia técnica sobre las especies de flora invasoras y la vida dentro de un área protegida aislada.

A mis amigos galapagueños por la ayuda brindada y el apoyo incondicional durante mi estadía en Santa Cruz.

Finalmente, un agradecimiento especial a Evy, a Pepe y a Ezra por su orientación científico-técnica a lo largo de este proyecto.

ÍNDICE GENERAL

PAGÍNA DE APROBACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL TUTOR	I
DEDICATORIA	II
RECONOCIMIENTO.....	III
ÍNDICE DE TABLAS	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
RESUMEN.....	XII
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.1. ANTECEDENTES.....	4
1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	6
1.3. ALCANCE Y LIMITACIÓN DEL OBJETO.....	7
1.4. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	8
1.5. OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS	9
1.5.1. General	9
1.5.2. Específicos.....	9
1.6. JUSTIFICACIÓN.....	10
CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL.....	12
2. MARCO TEÓRICO	12
2.1.1. Las Islas Galápagos.....	12
2.1.2. Especies Introducidas y especies Invasoras de flora.....	18
2.1.3. Usos de Suelo.....	28
2.2. MARCO CONCEPTUAL.....	32
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	34
3.1. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	34

3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	34
3.2.1. Tipo de Investigación	34
3.2.2. Novedad y viabilidad	35
3.2.3. Conceptualización y Operacionalización de las variables	36
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA	37
3.4. INSTRUMENTOS, HERRAMIENTAS Y PROCEDIMIENTOS DE LA INVESTIGACIÓN	40
3.4.1. Instrumentos	40
3.4.2. Herramientas.....	41
3.4.3. Procedimientos de la Investigación	42
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS	47
4.1. VARIACIÓN DEL USO DEL SUELO EN EL PERÍODO 1987-2012	47
4.2. PATRONES DE DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES INVASORAS	54
4.3. ESPECIES INVASORAS Y USOS DE SUELO	66
4.4. PROPUESTA PARA MEJORAR LAS ESTRATEGIAS DE CONTROL Y MONITOREO DE ESPECIES DE FLORA INVASORAS EN EL PARQUE NACIONAL GALÁPAGOS	80
4.4.1. Fase Inicial	80
4.4.2. Fase de Acción.....	82
4.4.3. Fase Final	84
CONCLUSIONES	85
RECOMENDACIONES.....	90
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	93
ANEXOS.....	99

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1.</i> Conceptualización y Operacionalización de las variables.....	36
<i>Tabla 2.</i> Materiales y equipos utilizados en campo y en la fase de análisis. ...	40
<i>Tabla 3.</i> Perímetros (en metros) de las 7 categorías de Usos de Suelo para los años 1987, 2006, 2010 y 2012, Total Anual, Total Perimetral, Diferencia de Totales y Porcentaje de Error de medición.	47
<i>Tabla 4.</i> Variación Porcentual del Perímetro de los Usos de Suelo (Se indican con el signo “-” la reducción porcentual).	51
<i>Tabla 5.</i> Abundancia Total, Abundancia y Porcentaje de representatividad de la Especie Invasora presente en la mayor cantidad de polígonos evaluados por Uso de Suelo.	73
<i>Tabla 6.</i> Individuos por especie invasora en los Transectos del T13 al T33... ..	99
<i>Tabla 7.</i> Individuos por especie invasora en los Transectos del T1 al T12 y del T34 al T43.....	100
<i>Tabla 8.</i> Listado de las especies introducidas en la Isla Santa Cruz, Galápagos.	102
<i>Tabla 9.</i> Hectáreas controladas de especies invasoras (control manual) por sector.....	112
<i>Tabla 10.</i> Categorías de Uso de Suelo 2012 (34 categorías).	113

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Ubicación de la Isla Santa Cruz, donde se realizó el estudio, (borde amarillo) y el Archipiélago de Galápagos (en rojo) en relación al Ecuador continental.	8
<i>Figura 2.</i> Mapa de ecosistemas del Archipiélago de Galápagos.	15
<i>Figura 3.</i> Población y tasas de crecimiento anual de Galápagos desde 1950 hasta 2010. Granda y Chóez. (2012).....	18
<i>Figura 4.</i> Número de especies introducidas, naturalizadas y no naturalizadas en las 4 islas habitadas de Galápagos (Floreana, Isabela, San Cristóbal y Santa Cruz). Guézou. (2010).....	23
<i>Figura 5.</i> Modelo cíclico del Manejo de Usos de Suelo. Koomen et al. (2008).	29
<i>Figura 6.</i> Recorrido en el sector Cerro Mesa con los principales materiales de campo (GPS, cámara fotográfica y fichas de recolección de datos.	41
<i>Figura 7.</i> Revisión bibliográfica en Laboratorio del SPNG.	43
<i>Figura 8.</i> Isla Santa Cruz y Área de estudio. (franja de 200 m de ancho de la perimetral agrícola).	44
<i>Figura 9.</i> Perfil altitudinal y caracterización fotográfica del paisaje de los 7 sectores abarcados en la zona de estudio.....	44
<i>Figura 10.</i> Recorridos de muestreo en el sector Media Luna (A) Bosque de <i>Miconia robinsoniana</i> ; (B) Bosque de Especies Invasoras (<i>Psidium guajava</i> y <i>Cinchona pubescens</i>).	46
<i>Figura 11.</i> Composición Porcentual de Usos de Suelo 1987-2012.	49
<i>Figura 12.</i> Variación del Perímetro de Usos de Suelo (en metros) por grupo (grupo I, entre años 1987 y 2006; grupo II, entre años 2006 y 2010; y grupo III, entre años 2010 y 2012).	50

<i>Figura 13.</i> Mapa de Usos de Suelo 2012 con categorías completas (34 categorías).....	52
<i>Figura 14.</i> Mapa de Usos de Suelo 2012 con las 7 categorías simplificadas..	54
<i>Figura 15.</i> Patrón de distribución físico y altitudinal de las especies invasoras y endémicas de flora encontradas en las Áreas del Parque Nacional Galápagos (Cobertura vegetal).....	55
<i>Figura 16.</i> Composición porcentual de la cobertura vegetal en los polígonos evaluados dentro de Áreas del Parque Nacional Galápagos.....	56
<i>Figura 17.</i> Bosque de <i>Scalesia pedunculata</i> en el sector Los Gemelos.....	57
<i>Figura 18.</i> Frecuencia Absoluta de la presencia de Especies Invasoras de flora en los polígonos evaluados de cobertura vegetal (Áreas del Parque Nacional Galápagos).	58
<i>Figura 19.</i> Patrón de distribución físico y altitudinal de plántulas de Especies Invasoras de flora encontradas en los polígonos evaluados de cobertura vegetal en Áreas del Parque Nacional Galápagos.....	59
<i>Figura 20.</i> Rebrotos de <i>Cinchona pubescens</i> en área de aplicación de control manual de la especie.	60
<i>Figura 21.</i> Frecuencia absoluta de la presencia de plántulas de Especies Invasoras de flora en los polígonos evaluados de cobertura vegetal (Áreas del Parque Nacional Galápagos).	61
<i>Figura 22.</i> Cantidad de especies de flora invasoras registradas como plántulas e incidencia de las mismas en los polígonos evaluados en Áreas del Parque Nacional Galápagos.....	62
<i>Figura 23.</i> Patrón de distribución físico y altitudinal de Especies Invasoras y Endémicas de flora encontradas en los polígonos evaluados de Uso de Suelo en el área agrícola de la isla Santa Cruz.	63

<i>Figura 24.</i> Frecuencia absoluta de la presencia de Especies Invasoras de flora en los polígonos evaluados de Uso de Suelo (Área agrícola de la isla Santa Cruz).	64
<i>Figura 25.</i> Pastizal de Pennisetum purpureum en el área agrícola del sector de Santa Rosa.	65
<i>Figura 26.</i> Composición porcentual de la cobertura vegetal en los polígonos evaluados dentro del Área agrícola de la isla Santa Cruz.	66
<i>Figura 27.</i> Abundancia Total de Especies Invasoras de flora en los 43 transectos muestreados en 2012 (Áreas de Parque Nacional).	67
<i>Figura 28.</i> MDS de Similaridad entre transectos de muestreo (representados con la letra 'T' y un número) de Especies Invasoras de flora en Áreas del Parque Nacional Galápagos.	68
<i>Figura 29.</i> MDS de Similaridad entre Sectores por cobertura vegetal en Áreas del Parque Nacional Galápagos.	69
<i>Figura 30.</i> CLUSTER de Sectores evaluados con presencia de plántulas de Especies Invasoras de flora en cobertura vegetal en Áreas del Parque Nacional Galápagos.	70
<i>Figura 31.</i> CLUSTER de Sectores evaluados con Especies Invasoras en su composición vegetal en el área agrícola de la isla Santa Cruz.	71
<i>Figura 32.</i> Número de Especies Invasoras de flora por Uso de Suelo en 2012.	72
<i>Figura 33.</i> CLUSTER de Sectores con presencia de Especies Invasoras de flora en Áreas de Parque Nacional y en el Área agrícola de la isla Santa Cruz.	74
<i>Figura 34.</i> MDS de Similaridad entre sectores con presencia de Especies Invasoras de flora en Áreas de Parque Nacional y en el Área agrícola de la isla Santa Cruz.	75

<i>Figura 35.</i> Distribución y frecuencia en los sectores analizados de (A) <i>Cedrela odorata</i> ; (B) <i>Hyptis pectinata</i>	78
<i>Figura 36.</i> Mapa de Usos de Suelo (Área agrícola), Cobertura vegetal de invasoras (Parque Nacional) y transectos de muestreo (Parque Nacional) de Especies Invasoras de flora en la perimetral agrícola de la isla Santa Cruz.	79
<i>Figura 37.</i> Ficha de recolección de datos de especies invasoras en Transectos (para Áreas de PNG).	115
<i>Figura 38.</i> Ficha de recolección de datos de Usos de Suelo (para el Área Agrícola).	116
<i>Figura 39.</i> Mapa de Usos de Suelo en la zona de estudio de 1987.	117
<i>Figura 40.</i> Mapa de Usos de Suelo en la zona de estudio en 2006.	118
<i>Figura 41.</i> Mapa de Usos de Suelo en la zona de estudio en 2010.	119
<i>Figura 42.</i> Mapa de sitios donde se ha aplicado esfuerzos de control de especies invasoras desde el 2003 al 2012.	120
<i>Figura 43.</i> Mapa de dirección del movimiento de las especies invasoras entre los sectores estudiados y zonas más afectadas por las mismas.	121
<i>Figura 44.</i> (A) Área infestada de <i>Cinchona pubescens</i> ; (B) Perimetral agrícola; (C) Vía Baltra-Puerto Ayora; (D) Material de campo; (E) Vía al Garrapatero en entrada a Perimetral Agrícola en zona Cascajo; (F) Vista aérea de la zona agrícola.	122
<i>Figura 45.</i> (A) Perimetral agrícola en la zona Los Picachos; (B) Vista de Cerro Mesa; (C) Bosque de <i>Cedrela odorata</i> en el sector Salasaca con Floreana al fondo; (D) Bosque de <i>Miconia robinsoniana</i> con troncos controlados de <i>Cinchona pubescens</i> ; (E) Zona agrícola en el sector de Cascajo; (F) Zona café invadida por rebrotes de <i>Cinchona pubescens</i>	123
<i>Figura 46.</i> Bosque de <i>Scalesia pedunculata</i> en sector Los Gemelos; (B) <i>Pikaia Lodge</i> en sector Cerro Mesa; (C) Bosque de transición en sector Bellavista II;	

(D) Pennisetum purpureum en sector El Chato; (E) Vista desde Media Luna con Cinchona pubescens controlada; (F) Cráter en la perimetral agrícola en el sector Cerro Mesa..... 124

Figura 47. (A) Hyptis pectinata con pinzón de Darwin; (B) Rubus niveus con vista a Bellavista y Puerto Ayora; (C) Lantana camara; (D) Rebrote de Cinchona pubescens en Media Luna; (E) Bryophyllum pinnatum; (F) Pennisetum purpureum..... 125

Figura 48. Sector de Media Luna invadido con Cinchona Pubescens; (B) Perimetral agrícola en sector Salasaca; (C) Lagunas en el sector Cerro Mesa; (D) Perimetral agrícola en sector Santa Rosa; (E) Ganado en la zona agrícola en sector Cerro Mesa; (F) Zona agrícola con vista a Cerro Crocker al fondo. 126

Figura 49. Vía Baltra-Puerto Ayora en sector Los Gemelos; (B) Ganado en sector Salasaca; (C) Perimetral agrícola en sector Salasaca; (D) Aserradero en sector Santa Rosa; (E) Sector El Chato con Psidium guajava; (F) Corotillo utilizado como cerca viva..... 127

Figura 50. (A) Perimetral agrícola en sector Los Gemelos; (B) Sector Los Gemelos con Cinchona pubescens; (C) Vista aérea de Cascajo; (D) Vista aérea de Bellavista y Puerto Ayora; (E) Sector Cerro Mesa; (F) Vista aérea de Puerto Ayora..... 128

RESUMEN

La presente investigación determinó la relación en los patrones de distribución de especies invasoras de flora con los usos de suelo en la perimetral agrícola de la isla Santa Cruz en el archipiélago de Galápagos. La relación fue establecida utilizando diversas técnicas de análisis de datos (Patrones espaciales, relaciones porcentuales y análisis multivariante) y un SIG para la elaboración de mapas (Quantum GIS) para interpretar los resultados obtenidos respecto al movimiento de las especies invasoras en la zona de estudio. El área de estudio fue clasificada en 7 sectores: Bellavista, Cascajo, Cerro Mesa, Media Luna, Gemelos, Salasaca y Santa Rosa, de los cuales se evaluó por medio de polígonos y transectos de muestreo, la cobertura vegetal, usos de suelo y la presencia de especies invasoras de flora. En todos los transectos a excepción del T14 se encontraron especies invasoras de flora. Los sectores de Santa Rosa y Cascajo resultaron ser los más afectados por la presencia de estas especies, mientras que el sector de Media Luna presentó una tendencia hacia el equilibrio a pesar de encontrarse invadido. La especie determinada como prioritaria para programas de control fue *Cedrela odorata*, contando con el mayor rango de distribución a través de la isla y con la mayor abundancia. Se propusieron recomendaciones de reestructuración del programa de control y monitoreo del SPNG para solucionar el problema. La hipótesis del traspaso de una vía (del área agrícola hacia las áreas de Parque Nacional) fue rechazada ya que los análisis conjuntos de similaridad demostraron que también se dan otros casos de la dirección de movimiento de las especies (contiguo entre usos, contiguo entre cobertura y de traspaso de áreas de parque hacia el área agrícola).

INTRODUCCIÓN

Las islas Galápagos constituyen uno de los más complejos, diversos y únicos archipiélagos oceánicos del mundo, considerado como un laboratorio natural que ha contribuido al estudio y conocimiento de los procesos evolutivos, con relevancia mundial para la ciencia, la educación y el turismo de naturaleza (INGALA, 2003).

Por sus características de formación, su localización que recibe la influencia de varias corrientes marinas, la diversidad biológica marina, el endemismo de su flora y fauna terrestre, y por la presencia de procesos evolutivos no alterados, ha sido declarada Patrimonio Natural de la Humanidad, Reserva de la Biosfera y parte de los humedales de la Convención Ramsar (INGALA, 2003).

El archipiélago de Galápagos se ubica en el Océano Pacífico a la altura de la línea Ecuatorial, con una superficie total emergida de 7.995,4 Km² y posee una línea de costa de 1.688 Km. Se encuentra separado del Ecuador continental en su punto más saliente por 928 km de distancia (PNG, 2006) y está formado por 233 unidades terrestres emergidas de las cuales 4 mantienen una población permanente: Santa Cruz, San Cristóbal, Isabela y Floreana

Actualmente el archipiélago se encuentra envuelto en una crisis socio ecológica, que se ve reflejada en varias variables críticas que empiezan a deteriorar su calidad ambiental (incremento poblacional, incremento del

turismo, diversificación de actividades económicas, invasiones biológicas, incremento de la contaminación ambiental, entre otras) y amenazan su sustentabilidad (González *et al.*, 2008), a tal punto que en 2007 fue declarado por la UNESCO como Patrimonio Natural en Peligro, si bien se retiró esa categorización la amenaza permanece constante (Tapia *et al.*, 2010).

Existen referencias en la bibliografía relacionada a la introducción de especies de flora, especialmente especies cultivables desde el siglo XIX, siendo las más específicas las de Teodoro Wolf publicadas en 1892 en su libro Geografía y Geología del Ecuador, donde se mencionan las especies introducidas utilizadas para el cultivo en las islas de San Cristóbal y Floreana (caña de azúcar, plátanos, yuca, aguacate, naranjas, limones, entre otros). Para la isla Santa Cruz (la última en colonizarse) los primeros registros son los de Wiggins y Porter (1971) con la publicación “La Flora de Galápagos”, donde la situación se consideraba menos crítica que en otras islas, pero en publicaciones posteriores de los años 1975, 1986, 1990 y 1998 la situación de la isla ha cambiado y actualmente es su área agrícola la que alberga la mayor cantidad de especies introducidas, entre las cuales se encuentran especies naturalizadas, invasoras y transformadoras de hábitats que amenazan la supervivencia de las especies endémicas, como es el caso de: *Cinchona pubescens*, *Rubus niveus*, *Cedrela odorata*, *Lantana camara*, entre otras. (Hamann, 1975; Prado, 1986; Lawesson, 1990; Moll, 1998).

El propósito de esta investigación es el de determinar la relación existente entre los patrones de distribución de las especies de flora invasoras en la isla con mayor incidencia del problema (Santa Cruz) e identificar en el área de estudio las áreas prioritarias para la aplicación de programas de control de estas especies por grado de afectación, así como también determinar las especies que representan mayores amenazas para los

ecosistemas de la isla y las áreas que poseen importante valor de conservación. Durante la investigación se aplican metodologías ya utilizadas de carácter cuantitativo y cualitativo al contexto específico del área de estudio complementadas con la aplicación de Sistemas de Información Geográfica (SIGs) para producir mapas informativos y de utilidad que mejoren las estrategias de control y monitoreo del Servicio de Parque Nacional Galápagos (SPNG).

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. ANTECEDENTES

Al ser las islas Galápagos constante objeto de estudio científico desde la publicación del libro “*The origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life*” en 1859 por Charles Darwin, ha existido un gran interés sobre la flora y la fauna que habitan en el archipiélago, iniciando con un período de investigación básica de descripción y descubrimiento de nuevas especies en los años posteriores a dicha publicación (Tapia *et al.*, 2009).

A finales del siglo XIX y principios del siglo XX se realizan importantes expediciones como la de Teodoro Wolf en 1875 y la de la Academia de Ciencias de California en 1905-1906 donde se realizan grandes colecciones de especímenes de plantas y animales, y es en este período que aparecen las primeras referencias sobre plantas introducidas en las islas, ecosistemas y usos de suelo. Wolf hace referencias a plantas cultivadas que encontró durante su visita principalmente para auto sustento de la población de la isla de San Cristóbal.

Durante la primera mitad del siglo XX no se dio mayor importancia a las especies introducidas en los inventarios y colecciones botánicas, por lo que para muchas especies se desconoce su fecha exacta de ingreso al archipiélago, y lo que permitió la naturalización de las mismas al nuevo ambiente. Recién en 1971 con la publicación “*Flora of the Galápagos*”

Islands” de Wiggins y Porter, las especies introducidas empiezan a ser un tópico de importancia al ya considerarse algunas como invasoras y ocupar grandes extensiones de tierra, especialmente en la parte alta (con mayor humedad y de uso agrícola) de las islas habitadas.

Ya en el siglo XXI, existen un sin número de publicaciones respecto a especies invasoras en las islas Galápagos pero que se han investigado como entes aislados o en comunidades sectorizadas que no reflejan la dinámica de las mismas, entre estos se encuentran títulos como “*Ecosystem changes in Galápagos highlands by the invasive tree Cinchona pubescens*” o “*Predation on seeds of invasive Lantana camara by Darwin’s finches in the Galapagos Islands*” del 2013 y 2012 respectivamente.

Por otro lado el tema de usos de suelo en las islas se retoma en la tardía fecha de 1989 con la publicación del “*Inventario cartográfico de los recursos naturales, geomorfológicos, vegetación, hídricos, ecológicos y biofísicos de la Islas Galápagos, Ecuador*”, que contenía cartografía de usos de suelo y de cobertura vegetal de datos tomados en 1987, realizado por el Instituto Nacional Galápagos (INGALA), PRONAREG y ORSTOM. La siguiente publicación de relevancia con respecto al tema se realizó en el 2010, “*El cambio histórico del uso del suelo y cobertura vegetal en el área rural de Santa Cruz y San Cristóbal*”, incluido en el Galápagos Report 2009-2010 por Villa y Segarra en base a información cartográfica del año 2006 proporcionada por CLIRSEN. El siguiente aporte de importancia en el tema, lo realiza el proyecto SIGTIERRAS con la cartografía, parcelación y ortofotografía de las islas habitadas que salió publicado a finales de 2011 en un portal en línea de acceso público en la dirección www.sigtierras.gob.ec, en base a imágenes satelitales, ortofotografías y fotografías aéreas del año 2010. Finalmente el último aporte al tema fue realizado por McCleary en el año 2013 con la publicación “*Characterizing Contemporary Land Use/Cover*

Change on Isabela Island, Galápagos” en base a imágenes satelitales del 2010 y la cartografía del SIGTIERRAS.

1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La flora invasora representa un grave problema para las comunidades tanto de plantas como de animales en todas partes del mundo, con especial afectación a las islas oceánicas que no poseen una gran diversidad de predadores y donde las especies están muy especializadas en rangos de distribución limitados lo que facilita la expansión de una especie nueva de tipo generalista.

La ocurrencia de estas especies ha sido atribuida a varios factores entre los que destacan la llegada al sitio de colonización al azar (transportadas por otros organismo como por ejemplo las aves) y el escape de las mismas por introducciones antrópicas. Una vez en el sitio las especies introducidas pasan por un periodo de adaptación que en caso de ser exitoso logran naturalizarse, es decir reproducirse y expandir su rango de distribución sin intervención humana, y si las condiciones del sitio colonizado son favorables y permiten altas tasas de reproducción y dispersión, se dice que las especies introducidas naturalizadas se han convertido en invasoras (Tye *et al.*, 2007).

Las islas Galápagos son un archipiélago que ha sufrido una colonización humana tardía, así también, una colonización de especies invasoras de flora tardía, lo que permite observar los efectos y el comportamiento de dichas especies en distintos estadios de invasión.

El alto grado de endemismo de las islas, las hace especialmente vulnerables a cambios en la composición de los ecosistemas, lo que ha

llevado en los últimos años a reducciones drásticas de las poblaciones de ciertas especies de flora endémica y a cambios radicales del paisaje de varios sectores en algunas de las islas (Ej.: Bosques de *Psidium guajava* en el volcán Sierra Negra en Isabela).

El problema no termina siendo únicamente ecológico, sino que también ha impactado en la economía de la sociedad galapagueña al invadir grandes extensiones de tierra productiva con especies invasoras de difícil erradicación como *Rubus niveus*, que dificulta y en algunos casos imposibilita el acceso a tierras que fueron agrícolas, ganaderas o bosques intervenidos de propiedad privada. Este efecto es apreciable en las zonas agrícolas de las islas habitadas, donde las condiciones climáticas y el cambio constante de usos de suelo, han favorecido a la dispersión de especies invasoras de flora entre fincas y hacia áreas del Parque Nacional Galápagos.

Según el último inventario elaborado por la Fundación Charles Darwin (FCD) en marzo de 2013, existen en las islas 862 especies introducidas de las cuales 330 se encuentran naturalizadas y alrededor de 50 ya son consideradas invasoras por lo que el archipiélago presenta altas probabilidades de invasión. Este número también supera el número total de especies endémicas y nativas creando una competencia por el hábitat adecuado para el desarrollo vegetal que es muy reducido de las islas.

1.3. ALCANCE Y LIMITACIÓN DEL OBJETO

La presente investigación busca mezclar 2 tipos de investigación (cualitativa y cuantitativa) para evaluar la distribución de las especies invasoras en la perimetral agrícola de la isla Santa Cruz en Galápagos y su relación con los usos de suelo como información base para elaborar

medidas y programas de control y monitoreo de estas especies. A nivel local pretende establecer una línea base para futuras investigaciones de carácter transversal que integren distintas ramas de las ciencias naturales y tecnológicas.

Las principales limitaciones del estudio fueron la extensión y la dificultad de acceso al terreno a evaluar, por lo que se optó por estudiar únicamente el sector perimetral que incluía zonas de Parque Nacional y fincas privadas de la zona agrícola de la isla Santa Cruz, así como también la evaluación del territorio en solo una época del año (época seca) por cuestiones de tiempo.

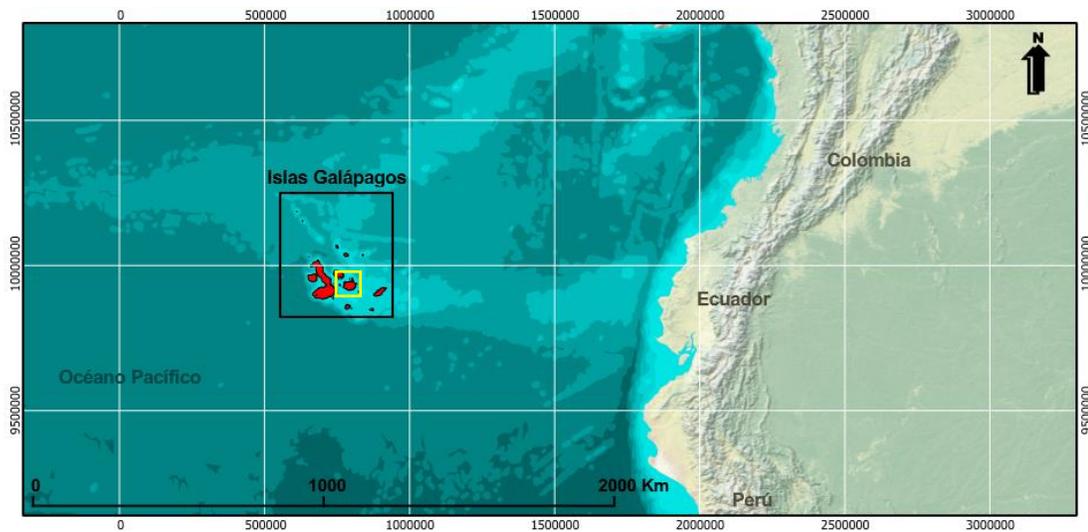


Figura 1. Ubicación de la Isla Santa Cruz, donde se realizó el estudio, (borde amarillo) y el Archipiélago de Galápagos (en rojo) en relación al Ecuador continental.

1.4. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

¿Cuáles son los usos de suelo, ecosistemas y tipos de zonificación existentes en la perimetral agrícola de la isla Santa Cruz?

¿Cuáles son las zonas más afectadas y propensas a ser afectadas por especies invasoras en la perimetral agrícola y áreas del Parque Nacional en la isla Santa Cruz?

¿Cuáles son las áreas prioritarias de conservación de la perimetral agrícola de la isla Santa Cruz?

¿Qué porcentaje perimetral de cambio han sufrido los usos de suelo y ecosistemas en los últimos 25 años en la isla Santa Cruz?

¿Qué aspectos dinámicos deben considerarse para la aplicación de medidas ambientales correctivas que regularicen el control y monitoreo de la vegetación invasora en la isla Santa Cruz?

1.5. OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS

1.5.1. General

- Determinar el porcentaje perimetral de cambio de uso de suelo de la isla Santa Cruz en el polígono agrícola y los sitios de expansión de especies de flora invasora en áreas del Parque Nacional Galápagos.

1.5.2. Específicos

- Determinar el porcentaje de cambio que han tenido los usos de suelo en los últimos 25 años en el perímetro agrícola de la isla Santa Cruz y su relación con la distribución espacial de las especies de flora invasoras.

- Establecer las zonas prioritarias de conservación, afectadas y propensas a ser afectadas por especies de flora invasoras en las áreas de parque colindantes a la perimetral agrícola de la isla Santa Cruz.
- Proponer recomendaciones para mejorar las estrategias de control y monitoreo de especies de flora invasoras en base a su dinámica territorial.

1.6. JUSTIFICACIÓN

La isla Santa Cruz, ubicada en el centro del archipiélago es la que posee la mayor población humana y por ende la mayor presión demográfica (14.889 personas) y el mayor desarrollo agrícola al poseer 4 centros poblados rurales: Bellavista, Santa Rosa, Salasaca y Cascajo donde habitan 2.915 personas. Esta isla es también el centro turístico del archipiélago por lo que la hace muy susceptible a invasiones biológicas provenientes del resto del archipiélago, del Ecuador continental y del extranjero al ser un centro de paso y estadía. Santa Cruz, también presenta una tendencia positiva hacia el cambio de uso de suelo demandado por la oferta turística y las actividades productivas para abastecer las necesidades de la creciente población, lo que la hace especialmente propensa a ser invadida por especies de flora.

La presente investigación pretende llenar un vacío existente en la investigación interdisciplinaria y en la aplicación de Sistemas de Información Geográfica en el manejo del Parque Nacional Galápagos, que sirva como herramienta de monitoreo, control de especies de flora invasoras y proyección geográfica para el área agrícola de la isla Santa Cruz y que sea de carácter replicable para el resto de islas pobladas.

La información y propuestas generadas en el proceso investigativo ayudarán a conocer más sobre las interacciones entre los distintos usos de suelo, la población asentada en la zona agrícola, la dinámica ecológica de las especies de flora invasoras y la resiliencia del territorio, para servir de base a futuros proyectos de desarrollo sustentable y de conservación en las áreas de vulnerables del PNG.

La finalidad última del proyecto es obtener una visión holística de la realidad de expansión de la flora invasora de la isla Santa Cruz que con ayuda de herramientas tecnológicas fomenten un cambio en el tipo de investigación realizado en el archipiélago que beneficie su conservación y aprovechamiento sustentable.

CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL

2. MARCO TEÓRICO

2.1.1. Las Islas Galápagos

2.1.1.1. Generalidades

El archipiélago de Galápagos se encuentra ubicado en Océano Pacífico a la altura de la línea ecuatorial, con una superficie total emergida de 7.995,4 Km² y con una línea de costa de 1.688 Km. Está separado del Ecuador continental por una distancia de 928 Km en su punto más oriental (PNG, 2006).

Este archipiélago está constituido por 233 unidades emergidas (entre islas, islotes y rocas), siendo esta cifra de carácter referencial debido al dinamismo de los procesos geológicos que ocurren en las islas por su carácter volcánico activo (PNG, 2006). La mayor cantidad de masa terrestre emergida se encuentra distribuida en las 5 islas de mayor tamaño: Isabela, Santa Cruz, Fernandina, Santiago y San Cristóbal; que representan el 93,2% de la superficie total (PNG, 2006).

La hipótesis de mayor aceptación de la formación de las islas Galápagos es la de “los puntos calientes”, ya que estas no se encuentran cerca de los límites de división de placas tectónicas, ni de dorsales oceánicas que expliquen su vulcanismo activo. Esta hipótesis indica que debido a mayores temperaturas en el manto de la tierra, existen ciertos puntos donde se fuga material fundido hacia la corteza terrestre,

deformándola y ascendiendo (en el caso de ubicarse debajo de placas oceánicas) como volcanes submarinos que después de siglos de actividad terminan sobre la superficie del agua como islas volcánicas. La propia tectónica (movimiento de placas) se encarga de trasladar la recién formada isla fuera del punto caliente para dar origen a nuevas islas, y a medida que se alejan del sitio los volcanes se extinguen y erosionan hasta regresar debajo de la superficie en forma de una cordillera submarina. Este es el caso de las islas Galápagos, teniendo como evidencia de su proceso formativo a la cordillera submarina Galápagos-Carnegie-Cocos (Toulkeridis, 2011).

Otro factor importante que da características especiales a las islas es su clima oceánico, el cual se origina en la influencia de las corrientes marinas que rodean el archipiélago y se considera estable y muy seco (Toulkeridis, 2011). Las corrientes principales que rodean el archipiélago de Galápagos son: la de Humboldt, la de Panamá y la de Cromwell; definiendo 2 estaciones similares a las del Ecuador continental, de enero a junio con predominancia de días soleados, cálidos y lluviosos por mayor influencia de la corriente de Panamá; y de julio a diciembre una predominancia de días más fríos y nublados producto de una inversión térmica que genera el enfriamiento del aire por la mayor influencia de la corriente de Humboldt y el calentamiento diario de la superficie del océano, atrapando la evaporación del agua entre los 300 y 600 metros de altura produciendo un efecto de garúa (efecto Föhn) por gravedad empujado por la dirección predominante de los vientos hacia el sector sureste de las islas con mayor altura, garantizando humedad todo el año en dicha franja (Toulkeridis, 2011).

La formación geológica, el clima y la posición de las islas respecto al punto caliente son los factores naturales de mayor importancia que regulan las condiciones abióticas del archipiélago de Galápagos, produciendo variaciones en el tiempo inclusive dentro de una misma isla, y creando 4

condiciones diferenciadas de tipos de clima. En el sector norte islas como Darwin y Wolf poseen un clima relativamente más cálido por su cercanía a la corriente de Panamá y a la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), mientras que las islas del sur como Española y Floreana poseen condiciones más frías por su cercanía a la zona de influencia de la corriente de Humboldt. Los otros dos tipos de clima que se dan en las islas se refieren a las islas del este que sienten más los efectos estacionales al estar expuestas a la corriente de Panamá y a la de Humboldt con movimientos temporales de norte a sur (ej.: San Cristóbal), mientras las del oeste reciben directamente el efecto de la corriente de Cromwell durante todo el año haciendo menos notorias dichas variaciones (ej.: Fernandina e Isabela) (Toulkeridis, 2011).

Las islas Galápagos son muy susceptibles a los fenómenos climáticos de El Niño y La Niña producidos por El Niño Oscilación del Sur (ENOS) con ocurrencia entre cada dos a siete años (Toulkeridis, 2011). Según Wolff (2010), al estudiar los datos climáticos recogidos en los últimos 44 años, las islas no presentan tendencias de incremento de la temperatura sino un incremento de la estacionalidad, es decir incremento en las precipitaciones y en la duración de los fenómenos de ENOS debido a un ligero incremento en el gradiente de temperatura de la superficie del agua a lo largo del Pacífico Tropical, reflejando hasta el momento un clima estable que cumple con las características ya mencionadas.

Por estas razones (aislamiento geográfico, características únicas de formación y alto grado de dinamismo de factores abióticos) las islas han desarrollado hábitats terrestres y marinos diferenciados, acompañados de flora y fauna endémica y nativa característica. La clasificación que se utiliza en el archipiélago es la de zonas de vida para los ecosistemas terrestres, definiendo cuatro muy bien marcadas que se observan en el mapa de la Figura 2: la zona litoral o de humedales, la zona árida, la zona de transición

y la zona húmeda, definidas por la topografía del terreno (TULSMA, 2003), así como también la perimetral agrícola que fue el área focal de la investigación.

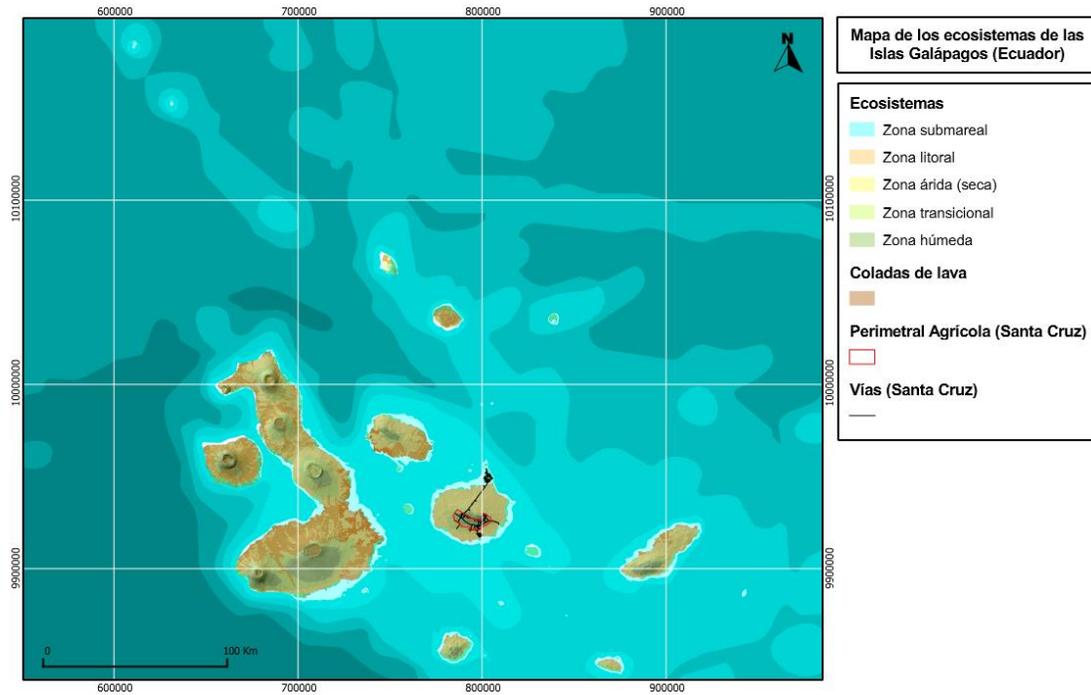


Figura 2. Mapa de ecosistemas del Archipiélago de Galápagos.

La *zona litoral* o de *humedales* comienza al pie del mar y está condicionada al exceso de sal en el ambiente, siendo estas lagunas de agua salada, acantilados, playas, grietas y manglares. Las especies dominantes son herbáceas y arbustos tolerantes a alta salinidad y los manglares, entre los que se encuentran *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Conocarpus erectus* y *Avicennia germinans* (Wiggins y Porter, 1971).

La *zona árida* comienza inmediatamente después de la zona litoral, con una vegetación de tipo xerofítico y se introduce en las islas hasta una altura entre los 80 y 120 metros en las menores y entre los 200 y 300 m.s.n.m. en las mayores. Se caracteriza por tener espacios abiertos y

presentar una coloración gris-café durante la época seca del año debido a la pérdida de hojas y a la falta de agua. La predominancia en esta zona es de arbustos y árboles caducifolios entre los que destacan los géneros *Opuntia*, *Jasminocerus*, *Cordia*, *Croton*, *Bursera*, *Lantana*, *Piscidium*, entre otros (Wiggins y Porter, 1971).

La *zona de transición* es contigua a la zona árida con la diferencia de tener mayoritariamente especies siempre verdes al recibir pequeñas escorrentías y garúa durante la época seca. La vegetación incrementa su tamaño y reduce su espaciamiento y una clara distribución de las comunidades en estratos vegetales. Existen especies presentes tanto en la zona árida como en la zona húmeda por lo que no se pueden considerar especies específicas de esta zona. Los géneros más representativos son: *Bursera*, *Cardiospermum*, *Cordia*, *Croton*, *Heliotropium*, *Ionopsis*, *Ipomoea*, *Pisonia*, *Psidium*, *Trachypteris*, *Zanthoxylum* y *Scalesia* (Wiggins y Porter, 1971).

La *zona húmeda* es la última zona del gradiente altitudinal de las islas, abarcando clasificaciones anteriores como la zona de *Scalesia*, la zona Parda, la zona de *Miconia* y la zona de Pampa. Se refiere a la zona que capta la humedad del efecto Föhn durante la época seca y tiene la característica de ser siempre húmeda y verde, se encuentra en las pendientes sur de las islas altas y es donde se han desarrollado los cultivos agrícolas por ser la zona con mayor disponibilidad de agua. Las especies de flora de esta zona varían de isla a isla pero como géneros representativos se pueden mencionar a: *Scalesia*, *Miconia*, *Psidium*, *Pisonia*, *Lycopodium*, *Blechnum*, *Polypodium*, *Darwiniothamnus*, *Zanthoxylum*, *Cyperus*, *Scleria*, *Cyathea*, *Ludwigia*, *Pteridium*, entre otras (Wiggins y Porter, 1971).

La mayor parte de los géneros mencionados corresponden a plantas nativas y endémicas, que según la última evaluación realizada por la estación Charles Darwin en Marzo del presente año, la flora estudiada se distribuye de la siguiente manera: 252 especies endémicas, 349 especies indígenas (nativas), 59 especies cuestionablemente nativas y 6 especies cuestionablemente endémicas (Jaramillo, 2013).

La composición vegetal y las sucesiones ecológicas en las islas han sido históricamente influenciadas por eventos geológicos y/o climáticos de magnitud, pero desde la llegada del hombre hace 6 siglos, dichos patrones naturales se han visto modificados por la introducción de especies invasoras, incendios provocados, fragmentación de hábitats por cambios en el uso de suelo y la explotación de los recursos naturales existentes (Hamann, 2000).

2.1.1.2. Población de las islas Galápagos

La población de las islas Galápagos empezó a ser un indicador estadístico con el primer censo realizado en 1950, a pesar de haber sido habitadas intermitentemente desde el siglo XVIII, es a partir de esta fecha que empieza su colonización permanente (Granda y Chóez, 2012).

La tendencia de incremento poblacional entre censos desde el primero en 1950 hasta el penúltimo en 2001 ha sido de casi el doble la última cantidad censada, tendencia que se logró controlar con la expedición de la Ley Orgánica del Régimen Especial de Galápagos (LOREG) en 1998 donde se controla el ingreso y el status de los residentes de las islas. En la Figura 3, se observa que en el último censo se vio reflejada una reducción de la tasa de crecimiento anual del 6% al 3,3% (Granda y Chóez, 2012).

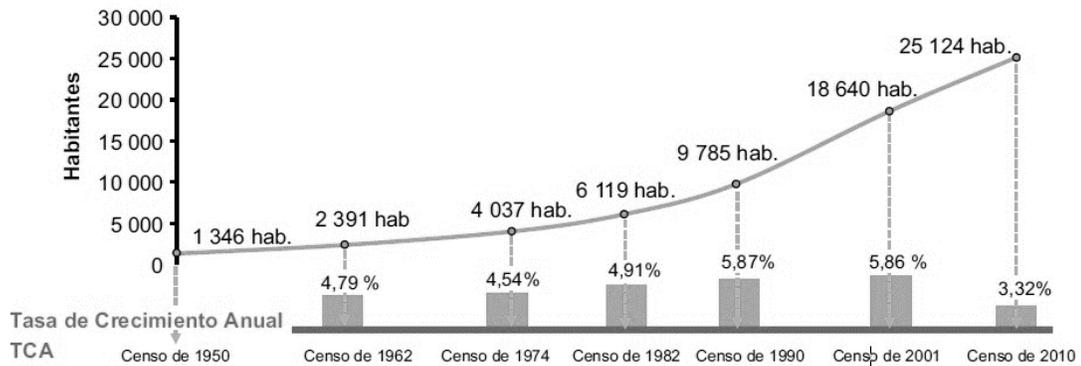


Figura 3. Población y tasas de crecimiento anual de Galápagos desde 1950 hasta 2010. Granda y Chóez. (2012).

Las islas Galápagos cuentan con una población de 25.124 habitantes de acuerdo al último censo realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) en el año 2010, entre residentes permanentes, temporales y población flotante (Granda y Chóez, 2012).

Esta población se encuentra distribuida en los tres cantones que conforman la división política del archipiélago, concentrándose en los centros urbanos poblados de Puerto Baquerizo Moreno, Puerto Ayora y Puerto Villamil, en las islas de San Cristóbal, Santa Cruz e Isabela, respectivamente. En la isla Santa Cruz es donde reside la mayor parte de la población (61%), 11.974 personas en la cabecera cantonal (Puerto Ayora), 2.915 en las localidades rurales de Bellavista y Santa Rosa, y 504 en la isla de Baltra que también pertenece a su jurisdicción (Granda y Chóez, 2012).

2.1.2. Especies Introducidas y especies Invasoras de flora

Las especies introducidas representan una amenaza para la flora nativa de cualquier sitio al degradar los hábitats y los ecosistemas, ya que no afectan únicamente a la distribución o abundancia de las especies locales,

sino que también alteran las relaciones bióticas y el equilibrio del entorno (Secretaría del Convenio sobre Diversidad Biológica, 2009).

Las especies introducidas constituyen una amenaza especialmente para los países en vías de desarrollo ya que no poseen la tecnología ni los fondos para la aplicación de protocolos de bioseguridad y control de especies introducidas e invasoras, limitando su capacidad de acción ante el problema (Secretaría del Convenio sobre Diversidad Biológica, 2009).

Es necesario diferenciar entre una especie introducida y una especie invasora. Las especies introducidas pueden estar naturalizadas, pero representan una pequeña parte del ecosistema donde se encuentran, teniendo ligera influencia en la composición vegetal del mismo a pequeña escala y prácticamente nula cuando se evalúan grandes porciones de tierra; por otro lado, las especies invasoras se encuentran naturalizadas, tienen altas tasas de reproducción, crecimiento y dispersión y pueden convertirse en la especie dominante de una comunidad vegetal, afectan a las especies nativas y endémicas y pueden llegar a modificar las funciones del ecosistema (Powell *et al.*, 2011).

Existe una dualidad en cuanto al rol de las especies invasoras entre la comunidad científica, una parte apoya la hipótesis de que las especies introducidas e invasoras no conducen a la extinción de flora nativa y/o endémica al no existir casos documentados, y se cree inclusive que estas especies incrementan la diversidad del sitio invadido (Powell *et al.*, 2011). Por el contrario, la contra hipótesis se refiere a la demostración de las afectaciones negativas de las flora introducida e invasora en las comunidades vegetales basada en casos de estudio alrededor del mundo, afectaciones que van desde el nivel genético hasta el nivel ecosistémico (Higgins *et al.*, 1999). Ninguna de las 2 posturas considera que la influencia

humana es un factor modificante de terreno y de cobertura vegetal que puede llevar a la extinción a dichas especies si su distribución se vuelve muy reducida a causa de las especies invasoras o recuperar hábitats y controlar a las invasoras para favorecer el restablecimiento de comunidades nativas y endémicas.

Los efectos directos producidos por especies invasoras son: el incremento en las tasas de absorción de carbono, el incremento de riesgo de incendio si la especie invasora es inflamable y el cambio de idoneidad del hábitat para especies animales endémicas y nativas que son los vectores utilizados por flora endémica especialista de la zona; también pueden producir alteraciones indirectas en las funciones de los ecosistemas como cambios en la cantidad y dirección de la escorrentía, incremento o reducción de nutrientes en el suelo, entre otras. Finalmente las invasiones de flora pueden tener repercusiones sociales y económicas al alterar o acelerar los cambios de uso de suelo debido a la modificación de la cobertura vegetal, produciendo conflictos socio-ambientales (Higgins *et al.*, 1999).

2.1.2.1. Especies invasoras en Islas Oceánicas

Los archipiélagos oceánicos presentan una ventaja sobre las masas continentales para el estudio de fenómenos evolutivos y ecológicos de plantas invasoras ya que representan sistemas mucho más simples, con menos variables que permiten explicar con mayor facilidad los patrones y procesos observados. Los ecosistemas de islas volcánicas cambian rápidamente de rocas volcánicas y ceniza a comunidades heterogéneas vegetales por la ausencia de depredadores y competencia, esto es lo que las hace muy susceptibles a especies introducidas y a la influencia humana (Greimler *et al.*, 2002).

2.1.2.2. Especies invasoras en las Islas Galápagos

Las tasas de introducción de flora invasora tiene un efecto en la diversidad natural del ecosistema, y están estrechamente relacionadas (en la mayoría de los casos) con el crecimiento de la población humana y sus actividades en las islas, dicho incremento de tasas parecía ser exponencial según investigaciones pasadas, debido a que los primeros investigadores no recogían datos de las especies invasoras al considerarlas comunes o cultivadas y no es hasta mediados del siglo XIX con las publicaciones de Porter, Petit-Thouars y Wolf que se empiezan a incluir a estas especies en los inventarios botánicos (Tye, 2006).

Los registros de los primeros investigadores fueron escasos e incompletos ya que el interés principal era la investigación en ecosistemas no habitados y en la flora endémica de las islas; no es sino hasta 1971 donde en la publicación "*Flora of the Galapagos Islands*" de Wiggins y Porter que se empieza a elaborar un mejor inventario de especies de flora invasora al incluir zonas habitadas y especies naturalizadas, aunque muchas de las especies detectadas se sabe que fueron introducidas décadas antes de esta publicación por el tamaño de los árboles o los relatos de los dueños de las fincas donde fueron encontradas. A partir de la década de los noventa empieza la investigación direccionada a la detección de especies invasoras en las islas con inventarios direccionados a las zonas agrícolas y a los centros poblados (Tye, 2006). A la presente fecha (de acuerdo a la última actualización de los inventarios botánicos realizados por la Estación Charles Darwin en Marzo de 2013) se han registrado en las islas: 862 especies introducidas de Angiospermas, 13 especies introducidas de Pteridofitas, 5 especies introducidas de Coníferas y 2 especies introducidas de Cícadas.

Las plantas introducidas son dispersadas por dos medios principales: medios naturales, cuando son dispersadas por animales y factores climáticos, y medios no naturales cuando son dispersadas por el ser humano; este último tiene una gran influencia en dicha dispersión ya que es el único medio de dispersión de especies no naturalizadas, convirtiéndolo en el mayor introductor y dispersor de especies introducidas en las Galápagos. Más de la mitad de las plantas introducidas poseen una distribución limitada debido a que no están naturalizadas, y a pesar de no ser un problema aún por su reciente introducción y su corto período de residencia, representan una amenaza a la flora nativa ya que pueden mostrar un incremento paralelo al incremento de la población humana y una variabilidad de acuerdo a las actividades de la población; y por otro lado, pueden naturalizarse (Trueman *et al.*, 2010).

La hipótesis antes mencionada más popular entre la comunidad científica acerca de las invasiones biológicas es que las especies invasoras son una gran amenaza para las especies nativas y endémicas de un sitio, siendo mayores los riesgos en ecosistemas aislados como las islas Galápagos. El porcentaje de especies invasoras en el archipiélago ya ha superado el 60% del total de la flora y se empiezan a observar casos de especies transformadoras de hábitats dentro de las islas (Jäger *et al.*, 2009).

Las especies introducidas en las islas Galápagos se encuentran distribuidas principalmente en las cuatro islas habitadas (Santa Cruz, San Cristóbal, Isabela y Floreana; ver Figura 4) y esfuerzos han sido realizados para obtener el listado completo de estas especies, especialmente en las áreas urbanas y agrícolas de cada isla (Guézou *et al.*, 2010). Estas comunidades de invasoras, varían de composición entre islas e inclusive entre las zonas urbanas y rurales de cada isla, razón por la que los

programas de control deben ser específicos para cada contexto geográfico (Guézou *et al.*, 2010).

Según Guézou, existen alrededor de 330 especies naturalizadas de las cuales un 44% ha escapado de las zonas de cultivo y pueden ser potenciales especies invasoras en el futuro (2010). Las especies consideradas invasoras por este autor en su inventario de plantas introducidas en las Galápagos son: *Psidium guajava*, *Passiflora edulis*, *Citrus x sinensis*, *Persea americana*, *Rubus niveus*, *Bryophyllum pinnatum* y *Ricinus communis* (2010).

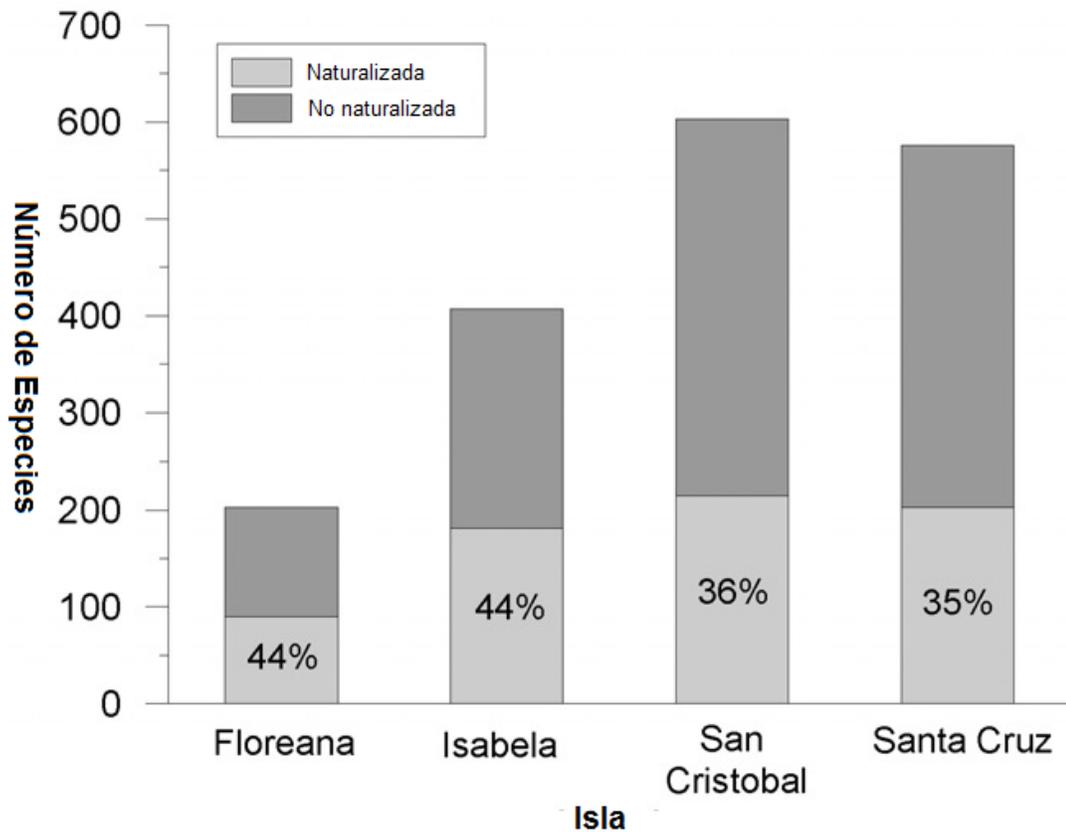


Figura 4. Número de especies introducidas, naturalizadas y no naturalizadas en las 4 islas habitadas de Galápagos (Floreana, Isabela, San Cristóbal y Santa Cruz). Guézou. (2010).

Varias especies invasoras en las islas han pasado al siguiente estado, a ser especies “transformadoras” de hábitats, como son: *Cinchona pubescens* y *Rubus niveus*.

La cascarilla (*Cinchona pubescens*) es una especie invasora de carácter agresivo en las islas Galápagos que se encuentra en la parte alta de la isla Santa Cruz, un ambiente anteriormente sin presencia de árboles que ha sido transformado en un bosque (Jäger *et al.*, 2009). El problema es que al ser esta una especie transformadora de hábitat, ha reducido la cobertura natural de arbustos y helechos endémicos como la *Miconia robinsoniana* y *Cyathea weatherbyana*, creando variaciones en el microclima de la zona y alterando el ciclo de nutrientes entre los suelos y la cobertura vegetal, causando cambios en la comunidad vegetal en el largo plazo, favoreciendo a nuevas especies indígenas o invasoras a establecerse en el sector (Jäger *et al.*, 2013).

Otra de las especies invasoras catalogadas como transformadoras de hábitats en las islas es la mora (*Rubus niveus*), que a pesar de haber sido sujeto de tres proyectos de erradicación, ha logrado sobrevivir e incrementar su área de distribución tanto en extensión como entre islas (Gardener *et al.*, 2010). *Rubus niveus* posee evidencia de que produce en el largo plazo, impactos negativos a la flora nativa por su resiliencia ante eventualidades y su generalización al momento de obtener recursos del medio, así como también dificulta el crecimiento y expansión de otras especies (nativas o introducidas) por sus características físicas y su rápido crecimiento. En Galápagos fue introducida como planta cultivada hace 50 años y es ahora también un problema para la agricultura al inutilizar los usos de suelo por su cobertura, teniendo repercusiones económicas importantes (Rentería, *et al.*, 2012).

2.1.2.3. Introducción de especies invasoras en la isla Santa Cruz

El descubrimiento tardío de las islas Galápagos y su colonización siglos después permiten tener una mejor idea de la evolución de las introducciones de flora en sus ecosistemas (Tye, 2006). En este aspecto destaca la isla Santa Cruz que es la más afectada por especies invasoras en la actualidad y fue la última en ser colonizada por lo que existen registros y crónicas de la introducción de flora en esta isla específica (Lundh, 2006).

Entre 1946 y 1949 se empezaron a desarrollar plantaciones con nuevas especies en la parte alta de la isla Santa Cruz, en las propiedades denominadas de los Noruegos y del Capitán Castro, ambos llevaban semillas del continente para establecer nuevas plantaciones. Los sectores de Santa Rosa y Salasaca habían sido establecidos el siglo anterior para suplir de alimento a recogedores de orchilla y cazadores de tortugas por lo que para estas fechas se encontraban abandonados produciendo la dispersión de cítricos, cerdos y ganado en el sector. Otras introducciones que datan de la época son *Cedrela odorata* en propiedades del Sr. Castro y Sr. Holst (1940), *Persea americana* que había sido utilizado como cerca viva, *Psidium guajava* hace su arribo a Santa Cruz, a pesar de haber sido introducida a finales del siglo XIX en San Cristóbal la tardía colonización de Santa Cruz no registró esta especie hasta 1950 donde inclusive se utilizaron métodos precarios de control al observar los efectos nocivos que había tenido en las otras islas; *Syzygium jambos* fue introducida también como cerca viva de propiedades agrícolas; *Cinchona pubescens* introducida por el Sr. Castro y Sr. Angermeyer como alternativa de ingreso económico por la extracción de quinina y el uso de madera (1940); *Pennisetum purpureum* fue introducida a finales de 1950 por su rápida capacidad de dispersión para formar pastizales para el ganado (Lundh, 2006).

2.1.2.4. Esfuerzos de manejo y control de especies invasoras en Galápagos

La técnica normalmente utilizada para manejar a las especies de flora invasora ha sido usualmente el mapeo del rango potencial de distribución de las especies utilizando las variables climáticas. Este método resulta inefectivo al influir el clima de distinta forma en distintas especies de flora invasora, haciendo el análisis válido cuando es utilizado por especie, mas no sirve para evaluar y/o manejar comunidades ya que omite las relaciones bióticas entre los miembros que conforman el ecosistema y extrae en un momento de tiempo la distribución de la especie la cual puede estar aún en proceso de expansión o movilización, no reflejando la realidad (Rouget *et al.*, 2004).

Según Richardson *et al.* (2010), un enfoque moderno y efectivo para abordar el problema de las especies invasoras es el de estudiar y analizar patrones, procesos y mapas de invasiones de flora en varias partes del mundo, para poder determinar las capacidades de invasión de una especie. Es también necesario tomar en cuenta el clima del sitio invadido, ya que este es un factor determinante para la invasión y para determinar la relación entre las especies invasoras y las endémicas. El problema de este enfoque es que en muchas partes del mundo, incluyendo las islas Galápagos, el enfoque se ha centrado en el estudio de las especies y no en la aplicación del conocimiento obtenido mediante investigación para el control de las mismas.

Las islas Galápagos cuentan con un sistema de control de ingreso de especies introducidas por medio de sistemas de cuarentena e inspección, la evaluación realizada por Arriaga (2011), quien demostró la fragilidad de dicho sistema y la falta de criterio científico para su aplicación, se calculó que solo se estaría detectando 1 de cada 8.230 organismos.

Este sistema de control para evitar el ingreso de especies de flora introducida está compuesto por tres fases, las inspecciones y cuarentena pre-Galápagos, inspecciones en Galápagos e inspecciones post-Galápagos, pero no se complementa con muestreos exhaustivos fitosanitarios en laboratorio y la inspección termina siendo únicamente visual en las etapas previas ni sanciones a los infractores en las etapas posteriores lo que hace que el sistema falle (Arriaga, 2011).

Por otro lado el sistema de control especie-específico está basado principalmente en el control manual con réplicas anuales, el mejor ejemplo del método de control manual es el llevado a cabo en la parte alta de Santa Cruz para *Cinchona pubescens*, el cual ha sido evaluado previa la aplicación y posterior a la aplicación del control manual. A primera vista los resultados son positivos con reducción en la densidad de la cobertura de la especie invasora y recuperación de las especies nativas, pero en el mediano y largo plazo se producen rebrotes e introducción de nuevas especies al ecosistema, existiendo la necesidad de réplicas, lo que hace de este tipo de control un método no efectivo para especies invasoras con gran capacidad de regeneración (Jäger y Kowarik, 2010). Actualmente el área invadida por *Cinchona pubescens* se encuentra en una etapa post-control, lo que ha favorecido a especies como *Rubus niveus* y *Psidium guajava* a introducirse en la zona (Jäger y Kowarik, 2010).

Los programas de erradicación de plantas en las islas Galápagos no han sido exitosos por varios factores: la aplicación de métodos de erradicación sin conocimiento completo de la biología y el comportamiento de la especie a ser erradicada, el enfoque de erradicación hacia una especie particular en lugar de hacia la comunidad vegetal y las posibles invasiones

futuras, la no aceptación de ecosistemas híbridos para el manejo, y la no actualización de la priorización de sitios de control (Gardener *et al.*, 2010).

2.1.3. Usos de Suelo

Los usos de suelo son la consecuencia de la interacción entre el hombre y el medio natural, es la forma que ha encontrado el ser humano para transformar condiciones adversas para su desarrollo (desiertos, terrenos escarpados, selvas, entre otros) en sitios de uso y aprovechamiento (Koomen *et al.*, 2008).

Los usos de suelo pueden ser muy variables, pasando de los básicos que son habitacionales, comerciales y agrícolas a usos más complejos como minería, producción de madera, conservación de recursos biológicos; e inclusive pueden llegar a ser multipropósito o mixtos: residenciales-comerciales, conservación-explotación ancestral, etc., lo que hace muy complejas las relaciones que los establecen y sus interacciones con los ecosistemas naturales circundantes (Koomen *et al.*, 2008).

Los usos de suelo son también factores de influencia directa de alteración del clima y a su vez el clima en el futuro condicionará las posibilidades de uso de suelo creando una relación de interdependencia que se refleja en la calidad y cantidad de los servicios ecosistémicos brindados (Koomen *et al.*, 2008).

El enfoque de manejo de usos de suelo surge de la necesidad de las sociedades de obtener servicios favorables de los ecosistemas, por lo que se deben tomar en cuenta las respuestas del medio a los cambios antropogénicos (Fleskens y Hubacek, 2013).

Las tendencias actuales tratan de entender la interacción entre los usos de suelo y los ecosistemas integrando variables socio-económicas y biofísicas en modelos computarizados para entender como los dueños de la tierra han modificado los usos de suelo y para obtener un pronóstico de dicha tendencia, con la finalidad de crear políticas y regulaciones que permitan maximizar los beneficios de los servicios ecosistémicos (Fleskens y Hubacek, 2013).

Los métodos típicos para planear y modificar usos de suelo son los análisis de tendencias y el estudio de posibles escenarios, ambos generados a partir de información pasada observada en desarrollo espacial de usos de suelo ya establecidos. Este tipo de estudios no intentan explicar y entender los procesos e interacciones que llevan a un cambio en los usos de suelo, por lo que pueden considerarse incompletos (Koomen *et al.*, 2008).

Ha sido propuesto un modelo cíclico para el manejo de los usos de suelo que abarca las tres fases principales de este proceso: Preparación, desarrollo y evaluación que se muestra en la Figura 5 (Koomen *et al.*, 2008).

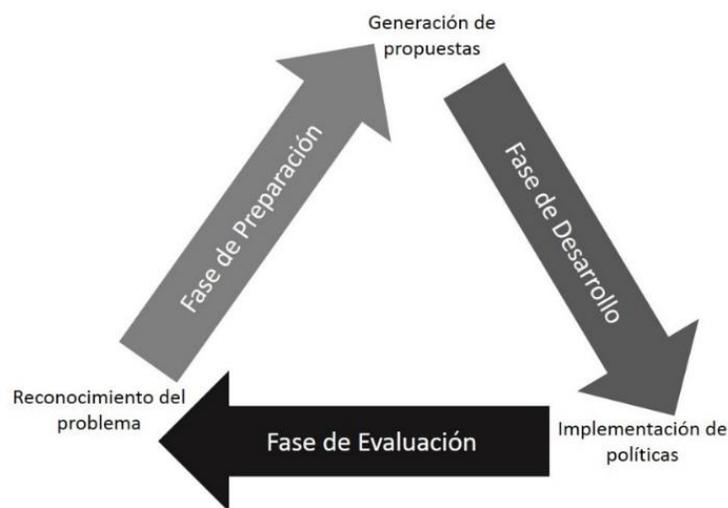


Figura 5. Modelo cíclico del Manejo de Usos de Suelo. Koomen et al. (2008).

Según Koomen *et al.* (2008), el aspecto importante en este y otros modelos es la definición clara de las características que desean evaluar y que se realice una integración de técnicas entre diferentes disciplinas y escalas temporales que permitan una apreciación de la dinámica de los usos de suelo en lugar de realizar una extracción estática de la realidad como se ha venido haciendo hasta ahora.

La importancia del estudio de los cambios de usos de suelo radica en la velocidad en la que estos se producen en el mundo contemporáneo debido a la creciente población humana y a la demanda de mayores extensiones de tierra para satisfacer sus necesidades (agricultura, industrialización, producción de energía y urbanización) que son capaces de alterar ciclos naturales y la biodiversidad del planeta (Braimoh y Osaki, 2010).

Entre los efectos antropogénicos producto del cambio de uso de suelo se encuentra la deforestación, la erosión de los suelos, la pérdida de biodiversidad, la pérdida de calidad de agua, el incremento de especies invasoras y el cambio climático. Estos efectos pueden tomar décadas y hasta siglos a los ecosistemas para recuperarse una vez que el uso de suelo ha sido abandonado y normalmente no llegan a recuperar su funcionalidad completa ni composición original (Maloney y Weller, 2010).

Por la preocupación de las naciones sobre este problema se publicó en 2005 el “*Global Land Project*” (GLP) que trata de abordar tres objetivos principales: integrar investigaciones para entender la dinámica del cambio de la tierra, entender las causas y consecuencias de los cambios en el uso de la tierra y evaluar los productos, vulnerabilidades y resiliencia de los sistemas terrestres ante estos cambios (Braimoh y Osaki, 2010).

2.1.3.1. Usos de suelo y tierras agrícolas

Las tierras agrícolas son un tipo de uso de suelo muy importante ya que tiene consecuencias directas en los ecosistemas circundantes, si bien los efectos no son muy apreciables en un solo predio, cuando se agrupan terrenos agrícolas se producen efectos sinérgicos de la diversidad de cultivos y ganadería, así como contaminación por fertilizantes, plaguicidas, residuos orgánicos, degradación y pérdida del suelo, y pérdida de biodiversidad (Oesterheld, 2008).

Los avances tecnológicos han permitido que terrenos antes inaccesibles o con condiciones limitantes para el desarrollo de la agricultura puedan ser transformados a este tipo de uso de suelo, por la constante presión para la obtención de alimentos (Oesterheld, 2008). Al mismo tiempo el crecimiento urbano y la diversificación de usos de suelo y actividades humanas conllevan al paulatino abandono de estas tierras agrícolas (Poyatos *et al.*, 2003).

Este proceso de abandono se produce generalmente en las tierras menos productivas, o cuando los beneficios percibidos de mantener terrenos agrícolas son superados por mejores ofertas de trabajo en otros usos de suelo como infraestructura, turismo, centros urbanos, entre otros; y esta tendencia se va incrementando a medida que avanza el desarrollo industrial y económico en las sociedades (Poyatos *et al.*, 2003).

El abandono de las tierras agrícolas produce un déficit en la producción de alimentos lo que trae como consecuencia escaladas de precios y otros efectos económicos que no serán analizados, mas si el cambio de uso de suelo que sufren estas tierras al convertirse en blancos fáciles de invasión por parte de flora invasora, o en el peor de los casos a

convertirse en focos de dispersión de especies de flora invasora hacia los usos de suelo y/o ecosistemas aledaños (Kuhman *et al.*, 2011).

2.2. MARCO CONCEPTUAL

Cobertura vegetal: Los atributos bióticos (flora) de la superficie de la tierra (Torres *et al.*, 2009).

Especie Introducida: Especie no nativa o exótica que debe su presencia a la acción directa o indirecta del hombre. Ocurre mayoritariamente a una pequeña escala temporal sin ser capaz de sobrevivir largos períodos de tiempo sin asistencia (Rejmánek *et al.* 2005).

Especie Invasora: Taxón naturalizado con gran capacidad de propagación, en número de individuos y en distancia desde la planta original que puede afectar al ambiente y al ser humano (Mack, 2000).

Especie Nativa: Taxón que ha evolucionado en una región o la han alcanzado desde otra región donde es naturalmente nativa sin la ayuda del ser humano para su dispersión (Rejmánek *et al.* 2005).

Especie Naturalizada: Taxón que forma poblaciones sustentables sin la ayuda directa del ser humano pero que no necesariamente se dispersa en el sitio de llegada (Rejmánek *et al.* 2005).

Especie Transformadora: Taxón invasor que desarrolla la habilidad de alterar los ciclos biogeoquímicos de un ecosistema y tiene la capacidad de persistir por largos períodos de tiempo, causando detrimento al ambiente y al ser humano (Rejmánek *et al.* 2005).

Uso de Suelo: Propósito humano con el que se utiliza la superficie de la tierra (Torres *et al.*, 2009).

Zona de vida: Grupo de asociaciones vegetales en un área natural con condiciones climáticas, edáficas y etapas de sucesión ecológica específicas (Holdridge, 1967).

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

El cambio del uso de suelo en la perimetral agrícola de la isla Santa Cruz favorece a la dispersión de las especies de flora invasoras hacia áreas del Parque Nacional Galápagos.

3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.2.1. Tipo de Investigación

La investigación fue de tipo analítico-descriptivo ya que tuvo como objeto el de describir las características de las variables investigadas, así como también analizar las probables relaciones que existían entre ellas sin ningún tipo de manipulación experimental. Este tipo de investigación fue elegido a partir del paradigma empírico-analítico, con la observación de fenómenos válidos como lo fueron el cambio de uso de suelo y la distribución de especies de flora invasora, con la finalidad de generar conocimiento científico a partir de los datos colectados y analizados que permitieron dar un nuevo enfoque al problema de investigación.

Se eligió como enfoque de la investigación, el enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo) ya que los resultados se basaron en índices medibles y comprobables producto de los datos recogidos por técnicas directas de recolección de datos, así como de información complementaria obtenida de guardaparques del Parque Nacional Galápagos, información

digitalizada secundaria (*shapefiles*) y de la interpretación del medio donde se desarrolló la tesis por parte del autor.

3.2.2. Novedad y viabilidad

La presente investigación identificó la presencia de especies de flora invasoras en zonas atípicas a su distribución conocida en los límites del Parque Nacional Galápagos en la isla Santa Cruz. Adicionalmente contrasta los resultados obtenidos con los presentados en estudios de usos de suelo anteriores (Villa y Segarra, 2009; y MAGAP, 2011) que son utilizados hasta la actualidad por el Parque Nacional como base de planificación de programas, manejo y control de especies de flora invasoras.

A nivel local, se aumentó la investigación transversal y multidisciplinaria sobre las islas Galápagos, en el caso específico sobre el área agrícola de la isla Santa Cruz, ya que la mayor parte de los estudios realizados hasta la fecha son de carácter biocéntrico y direccionado que se refleja en la difícil aplicación de los planes de manejo del archipiélago.

A nivel regional, la investigación presenta un nuevo enfoque de evaluación de invasiones de flora en islas oceánicas que con técnicas sencillas permitió delimitar las zonas más afectadas por el problema para su priorización de manejo futuro.

Al haber sido realizada dentro del Parque Nacional que recibe la mayor cantidad de fondos para conservación y manejo, la investigación no presentó mayores costos que el de traslado y manutención parcial del investigador en las islas, ya que las oficinas centrales del Parque contaban con la mayor parte del material necesario para la realización de la misma.

La investigación presentó un sin número de dificultades, siendo la principal el no contar con permisos para aplicar la misma metodología de muestreo dentro del perímetro agrícola de la isla al ser esta jurisdicción del Consejo de Gobierno de Galápagos y no del Parque Nacional, por lo que la investigación tuvo que limitarse a una franja de 200 metros de ancho, alrededor de la perimetral agrícola en lugar de abarcar todas las superficies. Finalmente la dispersión de la información sobre las islas alrededor del mundo, la casi nulidad de información disponible en el Ecuador continental y un catálogo incompleto en la biblioteca de la fundación Charles Darwin requirieron de una investigación exhaustiva y parcial de la totalidad del problema original.

3.2.3. Conceptualización y Operacionalización de las variables

Tabla 1. Conceptualización y Operacionalización de las variables.

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional
<i>Zona de Vida</i>	Zonas que presentan diferentes comunidades vegetales debido a factores abióticos condicionantes.	División de las zonas de vida en: Húmeda, Transición y Árida (<i>shapefiles</i> en QGIS).
<i>Usos de Suelo</i>	Modificación de la tierra a escala espacial por parte del ser humano para un objetivo en particular.	Clasificación de los usos de suelo de acuerdo a sus características por medio de mediciones en GPS, fotografías y observación directa.
<i>Cobertura Vegetal</i>	Composición de especies vegetales en un área determinada.	Reconocimiento de las especies que conforman la cobertura vegetal en una unidad de área por medio de la identificación de las mismas.

<i>Especies Invasoras</i>	Especies introducidas y naturalizadas que presentan una amplia distribución y efectos negativos al ecosistema.	Georreferenciación de las especies invasoras en transectos dentro del Parque Nacional Galápagos.
<i>Especies Endémicas</i>	Especies que han evolucionado para hacerse especialistas y que viven en un rango de distribución definido.	Presencia/ausencia de especies endémicas dentro de los usos de suelo y la cobertura vegetal.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

La investigación consistió en analizar y evaluar 2 poblaciones que fueron: los usos de suelo del área agrícola de la isla Santa Cruz y las especies de flora invasoras en la isla Santa Cruz presentes en 57,4 kilómetros de los 59,2 kilómetros que conforman la totalidad de la perimetral agrícola.

La muestra seleccionada para la primera población fue la de todos los usos de suelo colindantes a la perimetral agrícola de la isla Santa Cruz (176 polígonos) comprendidos en siete categorías simplificadas compuestas de treinta y cuatro subcategorías elaboradas para el presente estudio, que se detallan a continuación:

La categoría Bosque Intervenido que estuvo conformada por los siguientes usos de suelo específicos: bosque intervenido, bosque intervenido con presencia de cultivos, bosque intervenido con presencia de especies invasoras, bosque intervenido en asociación con pastizal y bosque reforestado.

La categoría Bosque Natural que a su vez es la subcategoría de este grupo.

La categoría Cultivos que estuvo conformada por cultivos, cultivos con árboles dispersos, cultivos y uso habitacional, cultivos en asociación con pastizal.

La categoría Eriales estuvo conformada por afloramientos rocosos, cráteres, zonas de extracción de material pétreo y lagunas.

La categoría Especies Invasoras estuvo compuesta de especies invasoras, especies invasoras y usos habitacionales, especies invasoras y remanentes boscosos y especies invasoras en bosque natural.

La categoría Infraestructura estuvo conformada por aserraderos, caminos, carreteras, corrales, infraestructura, infraestructura turística, infraestructura con reforestación y servidumbres.

Por último, la categoría Pastizal estuvo conformada por pastizales, pastizales con árboles dispersos, pastizales asociados con cultivos, pastizales con arbustos dispersos, pastizales asociados con bosque intervenido, pastizales con infraestructura y pastizales asociados con especies invasoras.

Únicamente la categoría Bosque Natural no se encuentra representada en la muestra ya que no fue observada en el transecto de evaluación.

El tipo de muestreo utilizado para los Usos de Suelo fue de tipo no probabilístico e intencional, abarcando todos los polígonos colindantes a la perimetral agrícola.

Para la muestra de especies invasoras se utilizó la fórmula de determinación de muestra para una población infinita (los individuos de especies invasoras en la isla Santa Cruz):

$$n = Z^2 * P * Q / e^2$$

$$n = (1,96)^2 * 0,5 * 0,5 / (0,05)^2$$

$$n = 384,16 \text{ individuos} \approx 385 \text{ individuos.}$$

Donde 'n' es el tamaño muestral; 'Z' es el valor correspondiente a la distribución de Gauss (1,96); 'p' es la prevalencia esperada (0,5 si se desconoce); 'q' es 1 menos el valor de 'p'; y 'e' es el error que se prevé cometer (0,05 para el 5%).

El mínimo de 385 individuos fue ampliado a 812 individuos en 43 transectos debido a que se completaron de muestrear los 385 sin terminar el recorrido por toda la perimetral agrícola de la isla. El criterio para incluir a los individuos muestreados fue basado en el juicio de expertos del SPNG donde seleccionaron 22 especies consideradas como las más agresivas en la isla Santa Cruz y cuyos individuos se debía muestrear: *Acacia macarantha* (Acacia), *Persea americana* (Aguacate), *Cedrela odorata* (Cedrela), *Citrus* sp. (Cítricos), *Erythrina smithiana* (Porotillo), *Cinchona pubescens* (Cascarilla), *Furcraea heapetala* (Cabuya), *Inga spectabilis* (Guaba), *Psidium guajava* (Guayaba), *Porophyllum ruderale* (Gallinazo), *Bryophyllum pinnatum* (Hoja de aire), *Ricinus communis* (Higuerilla), *Leucaena leucocephala* (Leucaena), *Cordia alliodora* (Laurel), *Rubus niveus* (Mora), *Passiflora edulis* (Maracuyá), *Syzygium jambos* (Pomarosa), *Pennisetum purpureum* (Pasto Elefante), *Hyptis pectinata* (Poleo), *Hibiscus rosa-sinensis* (Peregrina), *Panicum*

maximun (Paja Saboya), *Cestrum auriculatum* (Sauco) y *Lantana camara* (Supirrosa).

El tipo de muestreo utilizado fue por conglomerado, donde este se identificó como cobertura vegetal, es decir que se dividió el perímetro externo de la perimetral agrícola en polígonos de cobertura vegetal y donde aleatoriamente se ingresaba 100 metros para muestrear a los individuos presentes.

Los muestreos fueron realizados en el mes de Noviembre de 2012. El cronograma de muestreo de la investigación fue dirigido por el Parque Nacional Galápagos y dependió de la disponibilidad de transporte para movilización a los distintos puntos de ingreso de la perimetral agrícola.

3.4. INSTRUMENTOS, HERRAMIENTAS Y PROCEDIMIENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

3.4.1. Instrumentos

Tabla 2. Materiales y equipos utilizados en campo y en la fase de análisis.

Fase de Campo	Fase de Análisis
Binoculares 8x40	Cuadernos
Cámara Digital Fotográfica	Imágenes Satelitales
GPS Garmin 72H	Computador
Mapa de la Zona de Estudio	Bolígrafos
Baterías AA	Pen drive
Fichas de Recolección de Datos	CDs
Bolígrafos	Guía de Identificación de Flora Invasora
Hojas de papel resistente al agua	Fotografías
Camioneta	Cable de datos GPS
Machete	
Guía de Identificación de Flora Invasora	



Figura 6. Recorrido en el sector Cerro Mesa con los principales materiales de campo (GPS, cámara fotográfica y fichas de recolección de datos.

3.4.2. Herramientas

Las referencias bibliográficas fueron obtenidas mediante la revisión de todo el material pertinente encontrado en la biblioteca del Servicio de Parque Nacional Galápagos (SPNG), en la base de datos y biblioteca de la Estación Científica Charles Darwin (CDF) y en la base de datos de la biblioteca de la Universidad de Especialidades Espíritu Santo (UEES).

Se utilizó el programa Excel para elaborar las tablas de datos provenientes de la recolección de información con las fichas técnicas de observación para especies invasoras y para usos de suelo, así como para elaborar los estadísticos univariantes de las muestras (tablas de frecuencia y tablas de variación porcentual).

El programa Primer 6 fue utilizado para el análisis estadístico multivariante de las tablas de datos construidas en Excel que fueron: análisis de similitud entre grupos biológicos y ordenamiento de grupos mediante dos métodos: Clustering y Multidimensional Scaling (MDS).

Para realizar la cartografía pertinente a la investigación se elaboraron Shapefiles en el software libre Quantum GIS en base a los datos recolectados durante la investigación y a los Shapefiles provistos por el Parque Nacional Galápagos.

3.4.3. Procedimientos de la Investigación

Se propusieron 2 ejes transversales de investigación para el desarrollo de la tesis que fueron: Ecosistema (Factores físicos, bióticos y antrópicos) y Territorio (Cambio de uso de suelo, áreas protegidas, áreas agrícolas).

Al tratarse de una investigación de tipo No Experimental o ExPost Facto (dado que el proceso de colonización de la isla ya sucedió y el cambio de uso de suelo y expansión/reducción de las especies de flora invasora está sucediendo, no se puede ejercer un control sobre las variables investigadas y sus efectos inmediatos) se utilizó una metodología adaptada al contexto actual de la isla dividida en 6 fases:

Como primera fase se realizó la recopilación bibliográfica de información sobre el territorio en el laboratorio del SNPG que se muestra en la Figura 7, los usos del suelo, la zonificación existente, la población humana, las especies invasoras presentes, el esfuerzo de control realizado, las zonas de importancia ecológica, los factores físicos y bióticos de los ecosistemas y las regulaciones legales del territorio por medio de fuentes secundarias de

publicaciones científicas e instituciones locales encargadas del manejo de la isla Santa Cruz (SPNG, FCD, CGG y la Capitanía de Puerto Ayora).



Figura 7. Revisión bibliográfica en Laboratorio del SPNG.

Como segunda fase se realizó la recopilación de información cartográfica del territorio, comprendase como mapas temáticos existentes de la isla, provenientes del Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) respectivo de la provincia de Galápagos, el Servicio de Parque Nacional Galápagos, el Consejo de Gobierno del Régimen Especial de Galápagos, el Geoportal de información cartográfica del Instituto Geográfico Militar (IGM) y de los Ministerios de Ambiente, Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, entre otros.

Como tercera fase se realizó la delimitación del área de estudio (Ver Figura 8 y 9) y el número de unidades muestrales necesarias para la evaluación del territorio.

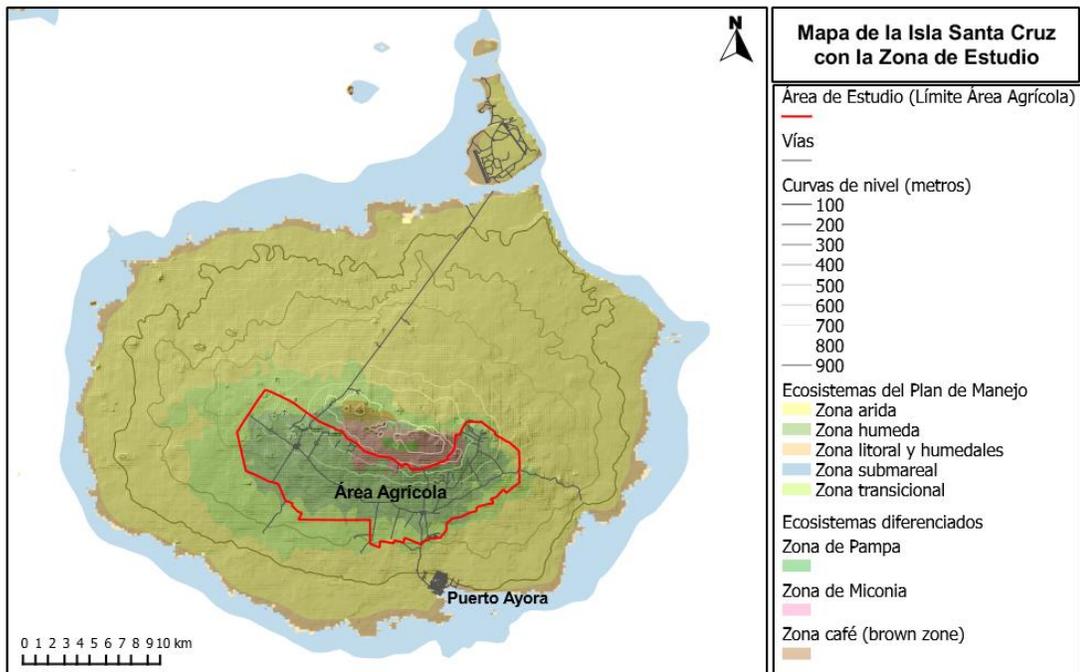


Figura 8. Isla Santa Cruz y Área de estudio. (Franja de 200 m de ancho de la perimetral agrícola).

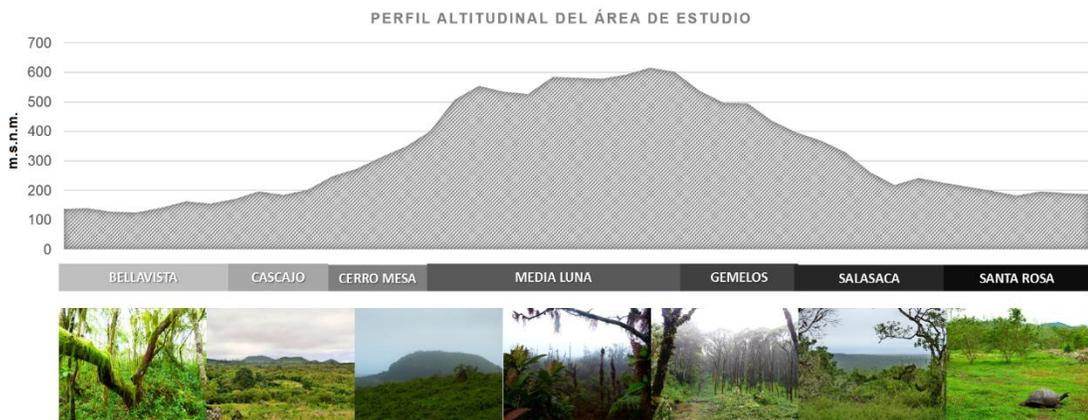


Figura 9. Perfil altitudinal y caracterización fotográfica del paisaje de los 7 sectores abarcados en la zona de estudio.

Como cuarta fase se realizó el levantamiento de información (trabajo de campo) de las unidades muestrales en los siguientes aspectos:

Para el levantamiento de información se utilizó en 2 tipos de transectos de muestreo:

Transecto lineal continuo (Transecto variable): Utilizado para determinar los usos de suelo y la cobertura vegetal a los lados de la perimetral agrícola por medio de observación directa y perfiles vegetales. El método consistió en recorrer los 57 km de la perimetral agrícola definiendo los polígonos de usos de suelo y cobertura vegetal por medio de puntos en el GPS en base a la parcelación definida del área agrícola por el proyecto SIGTIERRAS del MAGAP (2011) y el mapa de usos de suelo manejado por el SPNG. Los datos se ingresaron al programa Quantum GIS y fueron transformados en puntos, líneas y polígonos para elaborar la capa de usos de suelo de la perimetral agrícola de la isla (ver Figura 10B).

Transecto por unidad de distancia (100 m): Se realizaron 43 transectos perpendiculares a la perimetral agrícola para muestrear la presencia/ausencia de especies invasoras en áreas del Parque Nacional. Fueron georreferenciados 812 individuos con el GPS, datos que fueron ingresados posteriormente al SIG Quantum GIS para elaborar la capa de especies invasoras en la perimetral agrícola de la isla (ver Figura 10A).

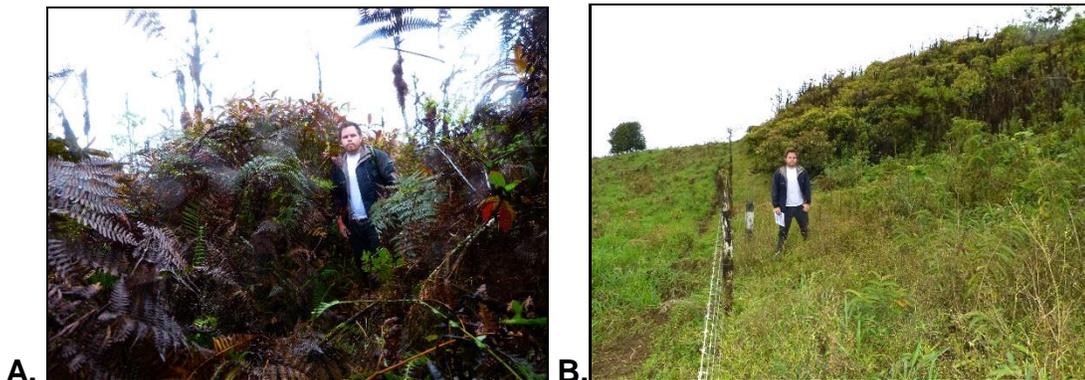


Figura 10. Recorridos de muestreo en el sector Media Luna (A) Bosque de *Miconia robinsoniana*; (B) Bosque de Especies Invasoras (*Psidium guajava* y *Cinchona pubescens*).

Como quinta fase se realizó el procesamiento de los datos con la ayuda del programa Excel con el cual se construyeron tablas de frecuencia para elaborar gráficos de barras reflejando los resultados. Parte de estas tablas fue exportada al programa Primer 6 para realizar tratamientos multivariantes y poder determinar la similaridad de grupos y las relaciones entre las variables muestreadas, aquí se construyeron gráficos tipo CLUSTER y se realizaron también Multi Dimensional Scaling (MDS) de los datos tratados. Con los datos brutos tabulados en Excel se aplicó una adaptación de la parte gráfica de la técnica de análisis de patrones espaciales para ecología vegetal descrita por Rozas y Camarero en 2005. Este análisis se realizó generando una linealización del área de estudio y ubicando las especies endémicas e invasoras encontradas en los transectos y/o polígonos muestreados.

Como sexta y última fase se elaboraron recomendaciones para mejorar la gestión del territorio perimetral agrícola y el manejo de las especies invasoras basada en los criterios establecidos por el Parque Nacional Galápagos y los Sistemas de Información Geográfica (SIGs) utilizados en el proyecto.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. VARIACIÓN DEL USO DEL SUELO EN EL PERÍODO 1987-2012

Los valores de extensión longitudinal para cada tipo de uso de suelo para el año 2012 presentados en la Tabla 3, se obtuvieron por medio de la tabulación de los perímetros de los 176 polígonos evaluados de usos de suelo, indicando la longitud total de cada una de las 7 macro categorías, lo que permite la comparación con los valores de los 3 años anteriores. El error de medición de la perimetral fue del 0,105% con una imprecisión de 59,98 metros del total oficial manejado por el Parque Nacional Galápagos de 57.316,50 metros, atribuido a la conversión del Sistema de Coordenadas del GPS al Sistema de Información Geográfica.

La mayor extensión perimetral (ver Tabla 3) correspondió a la categoría de Bosque Intervenido, seguido por Pastizales, con valores mayores a 22.000 metros, mientras que las categorías Cultivos, Eriales, Especies Invasoras e Infraestructura se encontraron en un rango de entre los 1.000 y 5.600 metros; la única categoría que no se registró en ese año fue la de Bosque Natural.

Tabla 3. Perímetros (en metros) de las 7 categorías de Usos de Suelo para los años 1987, 2006, 2010 y 2012, Total Anual, Total Perimetral, Diferencia de Totales y Porcentaje de Error de medición.

USOS DE SUELO	1987	2006	2010	2012
1. Bosque Intervenido	25.887,46	17.996,95	21.948,61	22.260,31
2. Bosque Natural	30.122,10	0,00	10.280,20	0,00

3. Cultivos	0,00	1.729,89	859,57	3.104,30
4. Eriales	0,00	0,00	441,59	1.392,92
5. Especies Invasoras	0,00	18.220,70	12.370,92	5.602,95
6. Infraestructura	0,00	0,00	8,68	2.837,77
7. Pastizal	1.344,68	19.393,17	11.408,45	22.118,25
TOTAL ANUAL	57.354,25	57.340,70	57.318,01	57.316,50
TOTAL PERIMETRAL	57.376,48	57.376,48	57.376,48	57.376,48
DIFERENCIA	22,24	35,78	58,47	59,98
PORCENTAJE DE ERROR	0,039%	0,062%	0,102%	0,105%

La variación en los porcentajes de error, se debe a la utilización de distinta tecnología (los mapas de 1987 fueron digitalizados por medio de scanner por Villa y Segarra) y a la transformación de los distintos Sistemas de Coordenadas Geográficas (SCG) utilizados por los investigadores anteriores (WGS84 usado por Villa y Segarra, 2010) al sistema actual WGS84 UTM zone 15S, utilizado directamente en 2010 y 2012 por lo que estos últimos presentan valores muy similares.

En base a la Tabla anterior se elaboró la figura de la composición porcentual de usos de suelo para cada uno de los años evaluados (ver Figura 11) en el cual se puede apreciar la evolución de la composición de usos de suelo. Esta variación en la composición es atribuida a la adición de nuevas categorías de clasificación a través del tiempo y al mayor nivel de detalle en las mediciones que permite el avance de la tecnología de georreferenciación satelital.

En los años 1987, 2006 y 2010 se utilizó la interpretación de imágenes satelitales como método principal de determinación de los usos de suelo, metodología condicionada por la variación de la cobertura vegetal en las diferentes épocas del año y por la desactualización de las imágenes utilizadas anteriormente. Las categorías de uso de suelo variaron en aquel tiempo de acuerdo a la interpretación de los investigadores y en el presente

estudio, fueron generalizadas para hacer factible la comparación en el conjunto de datos utilizados.

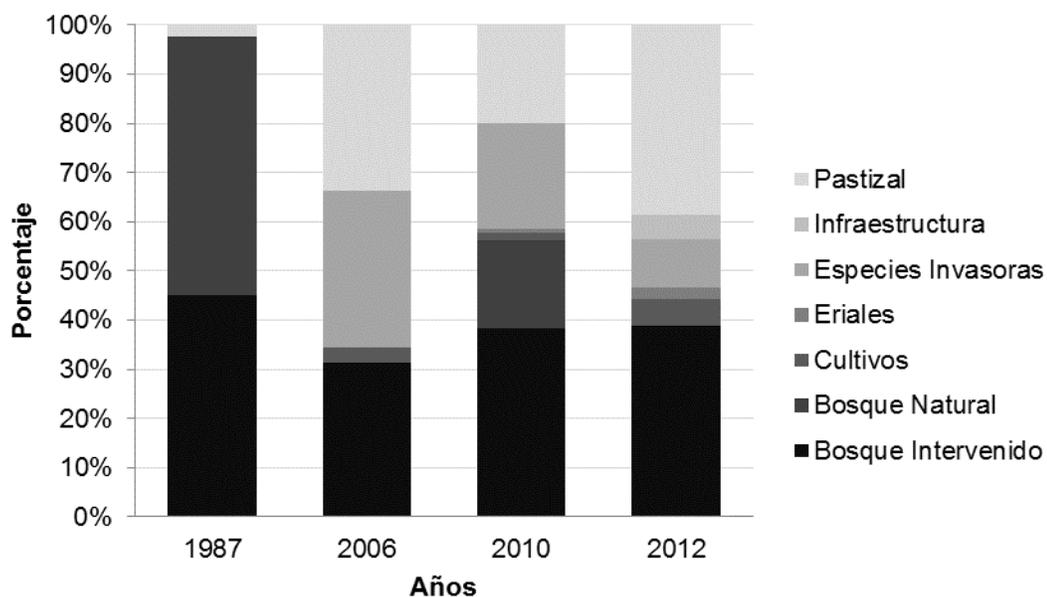


Figura 11. Composición Porcentual de Usos de Suelo 1987-2012.

En 1987 se categorizaron tres usos de suelo: Bosque Intervenido, Bosque Natural y Pastizal con predominancia de los dos primeros. En el 2006 se identificaron cuatro categorías: Bosque Natural, Especies Invasoras, Pastizal y Cultivos con una presencia equitativa de las tres primeras categorías y un pequeño porcentaje de Cultivos. En 2010 se pudieron identificar las siete categorías teniendo predominancia los usos de Bosque Intervenido, Bosque Natural, Especies Invasoras y Pastizal. En 2012 se encontraron seis categorías, ya que el Bosque Natural no fue encontrado en los polígonos evaluados (ver Figura 11).

Con los valores perimetrales en cuanto a la longitud de uso de suelos obtenidos, se elaboraron la figura de variación longitudinal y la tabla de

variación porcentual de los usos de suelo resumidos en tres grupos que se muestran en el Figura 12 y en la Tabla 5.

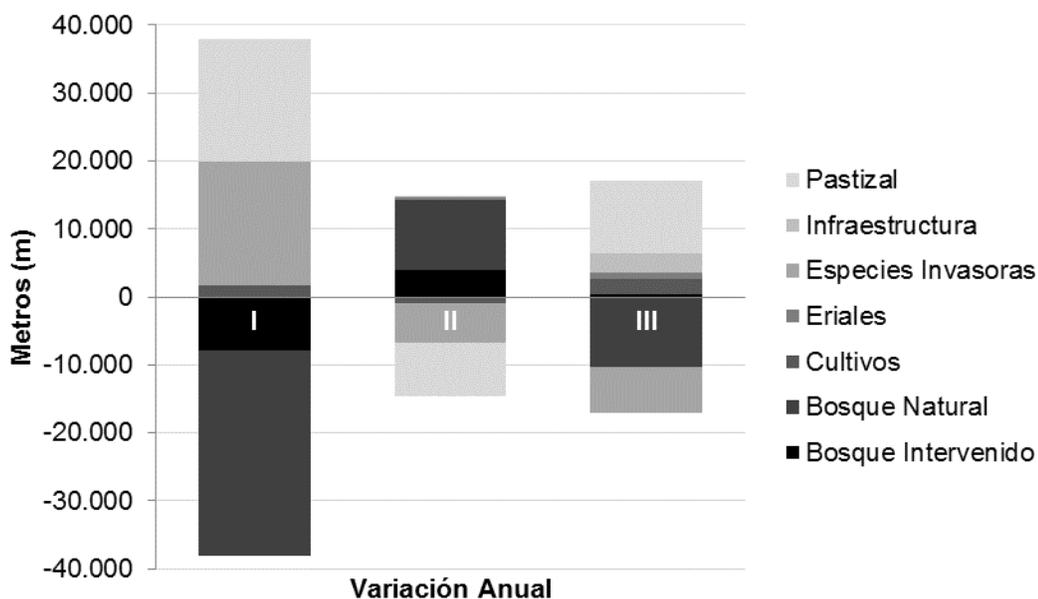


Figura 12. Variación del Perímetro de Usos de Suelo (en metros) por grupo (grupo I, entre años 1987 y 2006; grupo II, entre años 2006 y 2010; y grupo III, entre años 2010 y 2012).

La tendencia observada es una gran reducción de los usos de bosque (Bosque Natural y Bosque Intervenido) y el incremento de las categorías Pastizal y Especies Invasoras en el grupo I (la variación de 1987 al 2006). En el grupo II (la variación entre el 2006 y 2010) se observa un ligero incremento en los usos de bosque y una reducción en los pastizales y áreas cubiertas por especies invasoras. En el grupo III (la variación entre 2010 y 2012) se observa un incremento en el perímetro de los usos no convencionales (eriales, cultivos e infraestructura) y una reducción del Bosque Natural y de las áreas cubiertas por especies invasoras. Esta variación se debe a que la cobertura vegetal vista desde las imágenes satelitales varía dependiendo de la época del año de la fotografía y también es similar entre algunas especies

pertenecientes al mismo género con un representante nativo/endémico y otro invasor, como es el caso de *Psidium guajava* y *Psidium galapageium*, o el caso de *Passiflora edulis* y *Passiflora foetida* var. *galapagensis*, entre otras.

Tabla 4. Variación Porcentual del Perímetro de los Usos de Suelo (Se indican con el signo “-” la reducción porcentual).

USOS DE SUELO	I	II	III
Bosque Intervenido	-30,48%	21,96%	1,42%
Bosque Natural	-100,00%	No Aplica	-100,00%
Cultivos	No Aplica	-50,31%	261,15%
Eriales	No Aplica	No Aplica	215,44%
Especies Invasoras	No Aplica	-32,11%	-54,71%
Infraestructura	No Aplica	No Aplica	32.585,69%
Pastizal	1342,21%	-41,17%	93,88%

En la Tabla 4 se observan porcentajes de incremento y reducción mayores o iguales al 100% debido a la aparición y desaparición de las categorías de clasificación de usos de suelo en los estudios anteriores y a la aparición de asociaciones forestales que dificultan la categorización general de los usos e incluyen especies consideradas como invasoras o cultivadas en categorías no correspondientes en 1987 y en 2006.

Las celdas en la Tabla 4 con el valor “No aplica” se refieren a la aparición de categorías entre años, lo que imposibilita la comparación con el año inmediato anterior, al estar asumiendo la inexistencia de un uso de suelo específico que probablemente no fue categorizado en su momento con el mismo criterio que se asumió en el estudio actual.

Los valores importantes a destacar de la Tabla 4 son el incremento del 32.585,69% de la categoría infraestructura en el año 2012 debido al desarrollo turístico reciente en los terrenos colindantes a la perimetral; una reducción del 100% del Bosque Natural lo que provocó la desaparición de la

categoría en ese año; y la reducción del 54,71% en la categoría de Especies Invasoras para el mismo año debido a que en el 2010 se establecieron grandes áreas como invadidas por especies de flora invasoras que fueron categorizadas como tal por los investigadores en base a la cobertura visualizada en la imagen satelital, y a que no existe la presencia de bosques naturales dentro del área de estudio al ser una franja limitada de 100 metros contigua a la perimetral agrícola, que al ser una zona de amortiguamiento se encuentra en procesos de sucesión natural y de invasión de flora.

Los valores utilizados para el cálculo de la longitud del perímetro para el 2012 fueron obtenidos de la georreferenciación de polígonos y transectos de muestreo en los 57.376,48 metros que posee la perimetral agrícola de la isla Santa Cruz, los cuales fueron procesados para construir el mapa de usos de suelo perimetral que se muestra a continuación en la Figura 13:

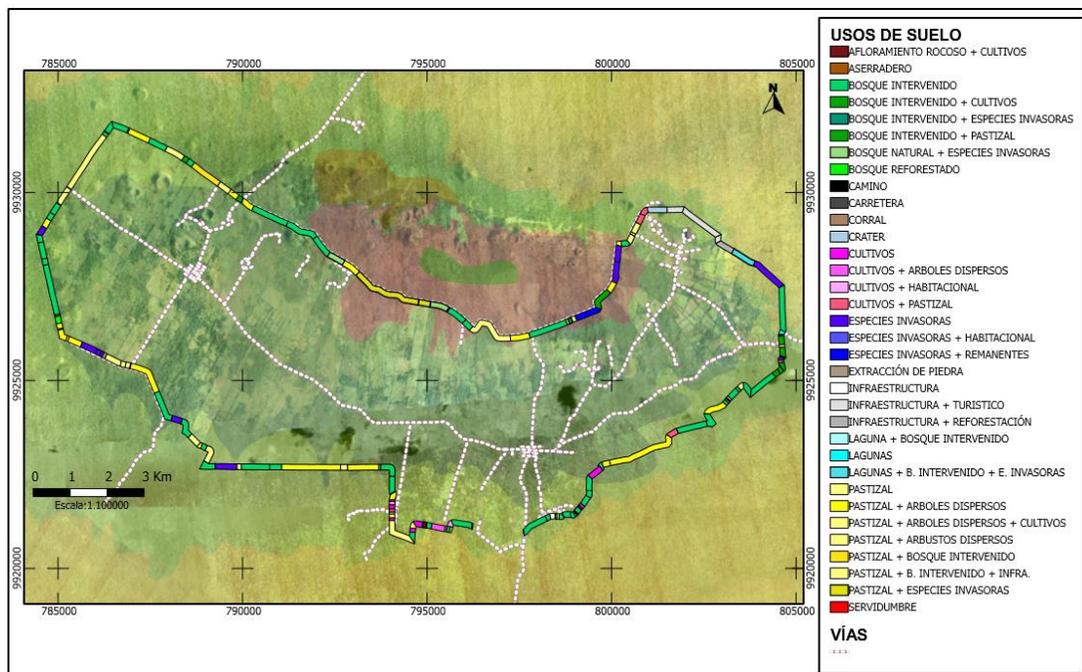


Figura 13. Mapa de Usos de Suelo 2012 con categorías completas (34 categorías).

En el mapa anterior se muestran los usos de suelo de la evaluación inicial que fueron clasificados en 34 categorías específicas tomando en cuenta las asociaciones forestales y los distintos tipos de usos antrópicos registrados en la perimetral (ver anexos: Tabla 10. Categorías de Uso de Suelo 2012 (34 categorías)).

Para facilitar la comparación entre la variación de la longitud de los usos de suelo con respecto de los años anteriores y para poder calcular su valor porcentual, se creó el mapa de la Figura 14, fusionando los usos de suelo similares en las 7 macro categorías mencionadas anteriormente. También se puede observar una distribución heterogénea de los usos de suelo en la perimetral agrícola, debido a la parcelación de las tierras que poseen distintos propietarios con diferentes intereses en la explotación de su propiedad.

El mapa de la Figura 14 muestra un desarrollo urbano del lado este de la perimetral en el sector de Cerro Mesa con el desarrollo del complejo turístico del mismo nombre y la construcción del hotel Pikaia Lodge en el predio vecino. Las zonas de cultivo se encuentran agrupadas en la zona sur y sureste de la perimetral cerca de los centros poblados de Bellavista y Cascajo respectivamente. El desarrollo vial de caminos de verano y carreteras el lado este del área agrícola es también un factor condicionante para el establecimiento de una mayor diversidad de usos de suelo en dicho sector por las facilidades de acceso.

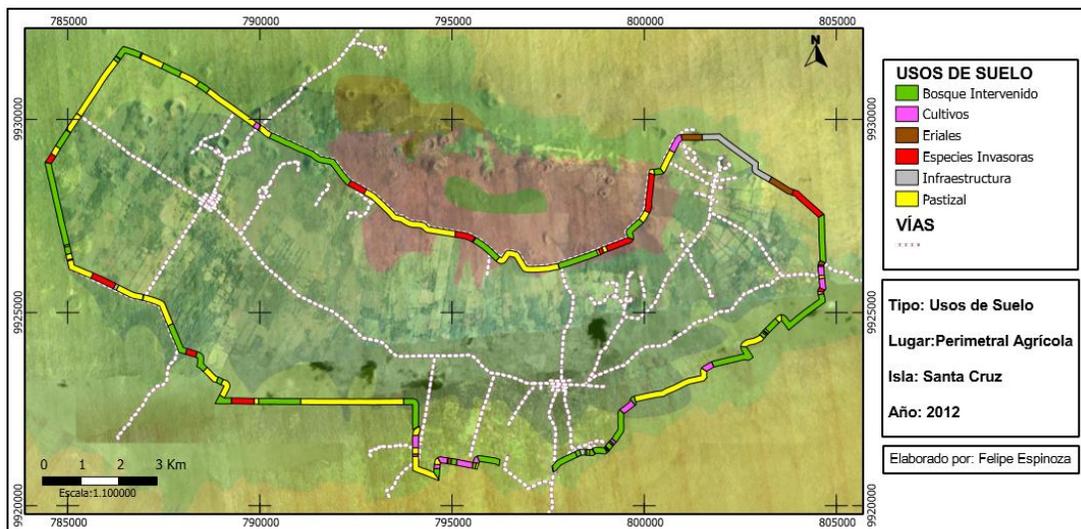


Figura 14. Mapa de Usos de Suelo 2012 con las 7 categorías simplificadas.

Los sectores norte y oeste muestran una composición heterogénea con usos predominantes de Bosque Intervenido, Pastizales y Especies Invasoras, ya que poseen terrenos más escarpados y con formaciones geológicas irregulares que limitan su explotación.

4.2. PATRONES DE DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES INVASORAS

Al aplicar los principios de ecología espacial al contexto de la investigación, se determinó un patrón general de distribución física y altitudinal de las especies invasoras y de las especies endémicas de flora muestreadas en la cobertura vegetal en las áreas del Parque Nacional Galápagos evaluadas. La Figura 15 muestra dicha distribución:

En el patrón se puede observar que las áreas con mayor incidencia de especies invasoras son los sectores de Salasaca y Santa Rosa ubicados en la zona oeste de la isla y que a su vez son las que poseen la composición más pobre en especies endémicas. Como se describió en el marco teórico, la publicación de Lundh en 2006 indica que ambos sectores fueron alterados desde el siglo XIX y sufrieron en la década de los 50's abandono de tierras permitiendo el desarrollo de especies invasoras y la transformación del ecosistema nativo en pastizales y bosques secundarios.

La Figura 16 muestra la relación porcentual de la composición por sectores entre especies invasoras y especies endémicas muestreadas, corroborando los resultados del patrón espacial.

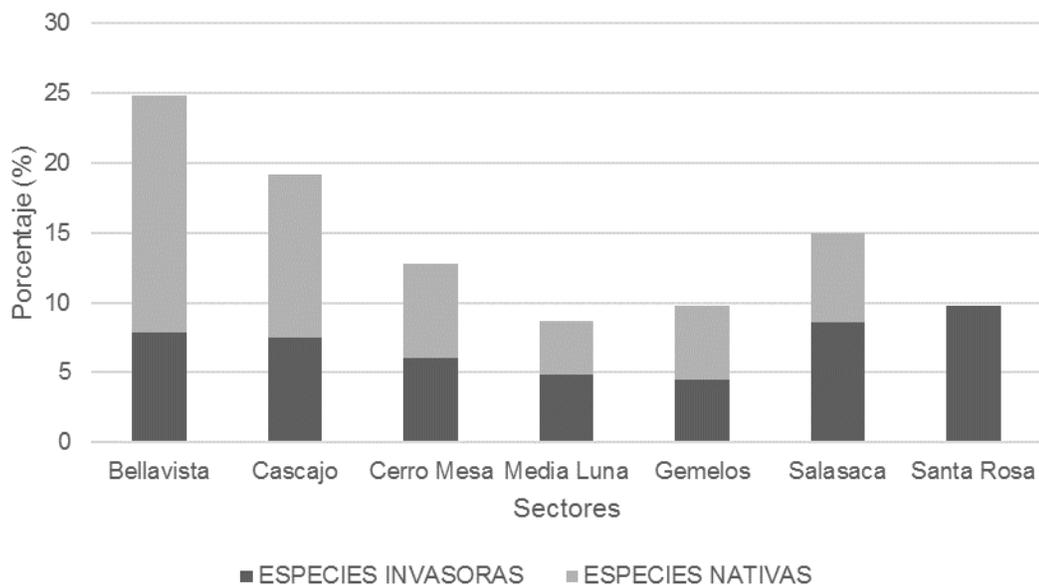


Figura 16. Composición porcentual de la cobertura vegetal en los polígonos evaluados dentro de Áreas del Parque Nacional Galápagos.

En la figura anterior también se observa que las áreas con una composición más variada de especies endémicas son las zonas de

Bellavista, Cascajo y Cerro Mesa, ubicadas al sur y al este de la perimetral agrícola en las zonas ecológicas seca y de transición. Se observa una relación más homogénea en los sectores de Media Luna y Gemelos (en la zona húmeda) ya que la diversidad tanto de especies invasoras como de especies endémicas es menor debido a condiciones climáticas, de terreno y a la presencia de bosques mono específicos de *Scalesia pedunculata* (ver Figura 17), *Miconia robinsoniana*, *Cinchona pubescens*, *Psidium guajava* y *Rubus niveus*.



Figura 17. Bosque de *Scalesia pedunculata* en el sector Los Gemelos.

La evaluación de la presencia/ausencia de especies invasoras en las áreas del Parque Nacional Galápagos está resumida en la figura de frecuencia siguiente:

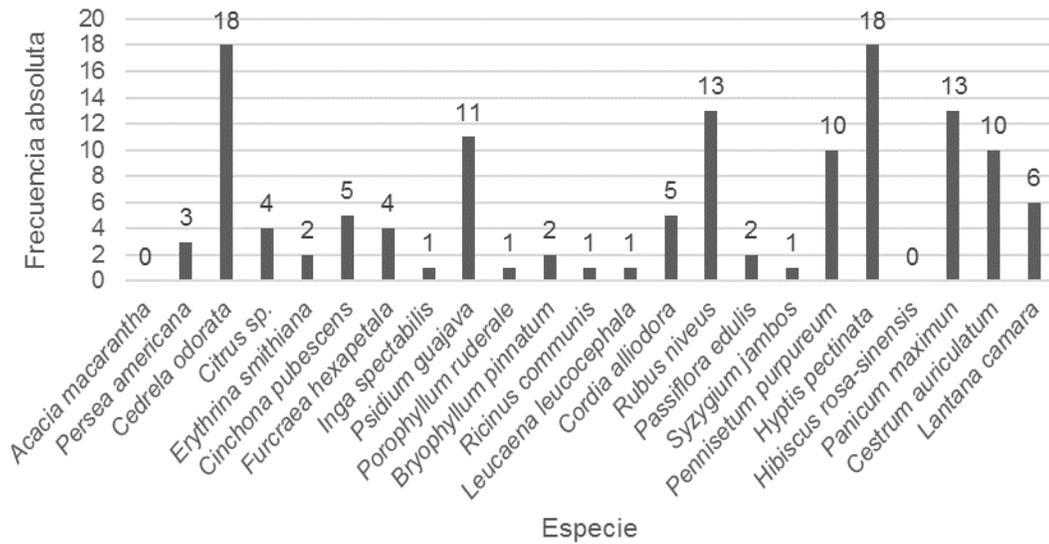


Figura 18. Frecuencia Absoluta de la presencia de Especies Invasoras de flora en los polígonos evaluados de cobertura vegetal (Áreas del Parque Nacional Galápagos).

Las especies encontradas con mayor frecuencia en las áreas de parque fueron *Cedrela odorata* e *Hyptis pectinata*, ambas encontradas en 18 polígonos, seguidas de *Rubus niveus* y *Panicum maximum* con una frecuencia de 13 presencias cada una y luego *Psidium guajava*, *Pennisetum purpureum* y *Cestrum auriculatum* con frecuencias de 11, 10 y 10 repeticiones respectivamente. Existen especies con frecuencia 0 debido a que se utilizó el mismo listado de especies invasoras en la evaluación de los polígonos de cobertura vegetal y de usos de suelo para hacer factible su comparación, y algunas especies se encuentran únicamente en el área agrícola.

La construcción del patrón de distribución también fue aplicada a la ocurrencia de plántulas en los polígonos muestreados para cobertura vegetal en áreas de Parque Nacional (ver Figura 19).

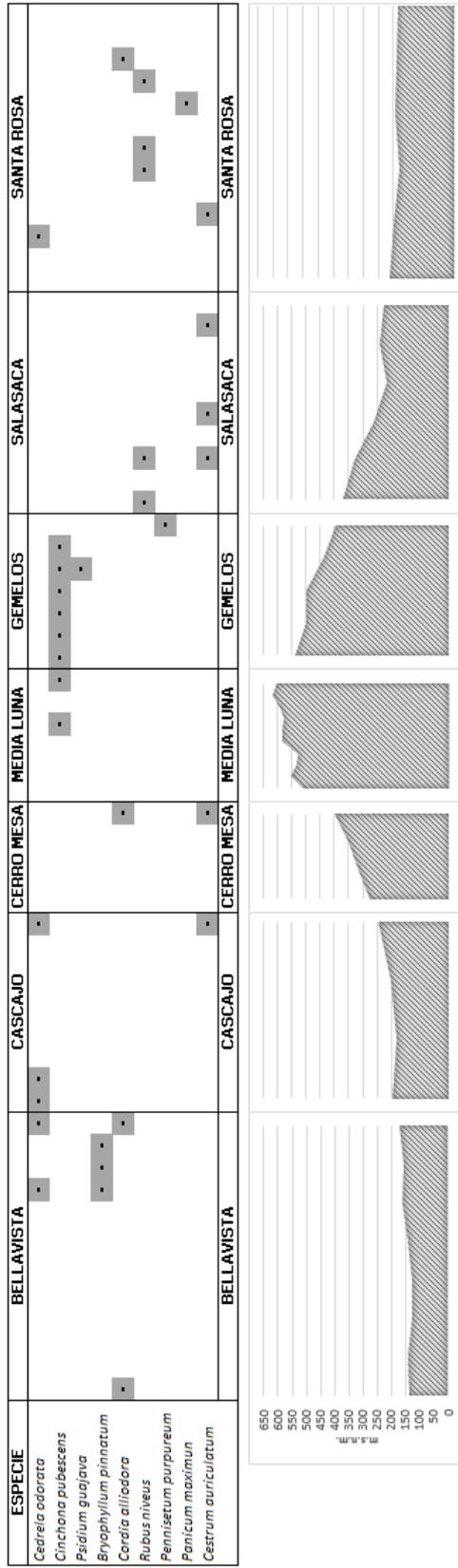


Figura 19. Patrón de distribución físico y altitudinal de plántulas de Especies Invasoras de flora encontradas en los polígonos evaluados de cobertura vegetal en Areas del Parque Nacional Galápagos.

El patrón observado es de carácter irregular y sectorizado por especies a su rango de distribución ecológica, en los sectores de la zona húmeda (Gemelos y Media Luna) hay una marcada incidencia de plántulas de *Cinchona pubescens*, que resulta ser también la que presentó la mayor frecuencia en los polígonos muestreados (ver Figura 21), que se encuentran agrupados en los sectores antes mencionados. La causa de esta alta frecuencia es la presencia de rebrotes en troncos considerados muertos después de una aplicación de control manual de la especie (ver Figura 20).



Figura 20. Rebrotos de *Cinchona pubescens* en área de aplicación de control manual de la especie.

Las otras especies con mayor incidencia de plántulas en el área de Parque Nacional fueron *Cedrela odorata* y *Cestrum auriculatum* con presencia en 6 polígonos y *Rubus niveus* con presencia en 5 polígonos muestreados.

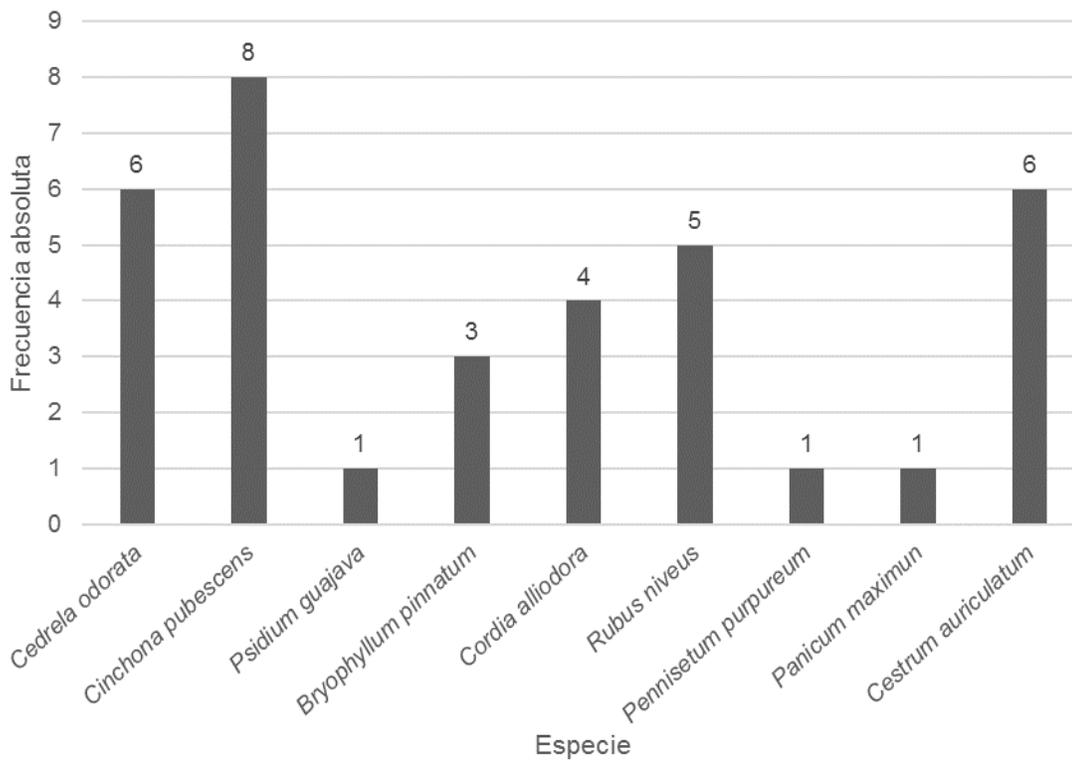


Figura 21. Frecuencia absoluta de la presencia de plántulas de Especies Invasoras de flora en los polígonos evaluados de cobertura vegetal (Áreas del Parque Nacional Galápagos).

Tanto *Cedrela odorata* como *Cestrum auriculatum* son consideradas especies invasoras agresivas, pero no son consideradas por el SNPG como especies transformadoras de hábitat como es el caso de *Cinchona pubescens*, mas la presencia de plántulas en distintos sectores de la isla debe llamar la atención por la rápida dispersión y adaptabilidad que están mostrando ambas especies.

El análisis por sector determinó que el sector de Santa Rosa es el que presenta la mayor cantidad de plántulas por especie en la mayor cantidad de polígonos evaluados (5 y 7 respectivamente como se muestra en la Figura 22), seguido por el sector de Gemelos que posee igual número de polígonos

afectados por una menor cantidad de especies (*Cinchona pubescens* en varios polígonos continuos explica este patrón).



Figura 22. Cantidad de especies de flora invasoras registradas como plántulas e incidencia de las mismas en los polígonos evaluados en Áreas del Parque Nacional Galápagos.

El patrón de distribución de especies invasoras y endémicas de flora en los usos de suelo en el área agrícola de la isla Santa Cruz mostraron una mayor concentración de las primeras en los sectores de Cascajo, Santa Rosa y Bellavista, debido a la cercanía con esos centros poblados. Nuevamente la concentración de especies invasoras se dio en los ecosistemas secos y de transición entre los 100 y 250 m.s.n.m., esto no significa que en los usos de suelo presente en los demás sectores no se encuentran afectados sino que el número de especies presentes en ellos es menor debido a las condiciones ecológicas y climáticas (ver Figura 23).

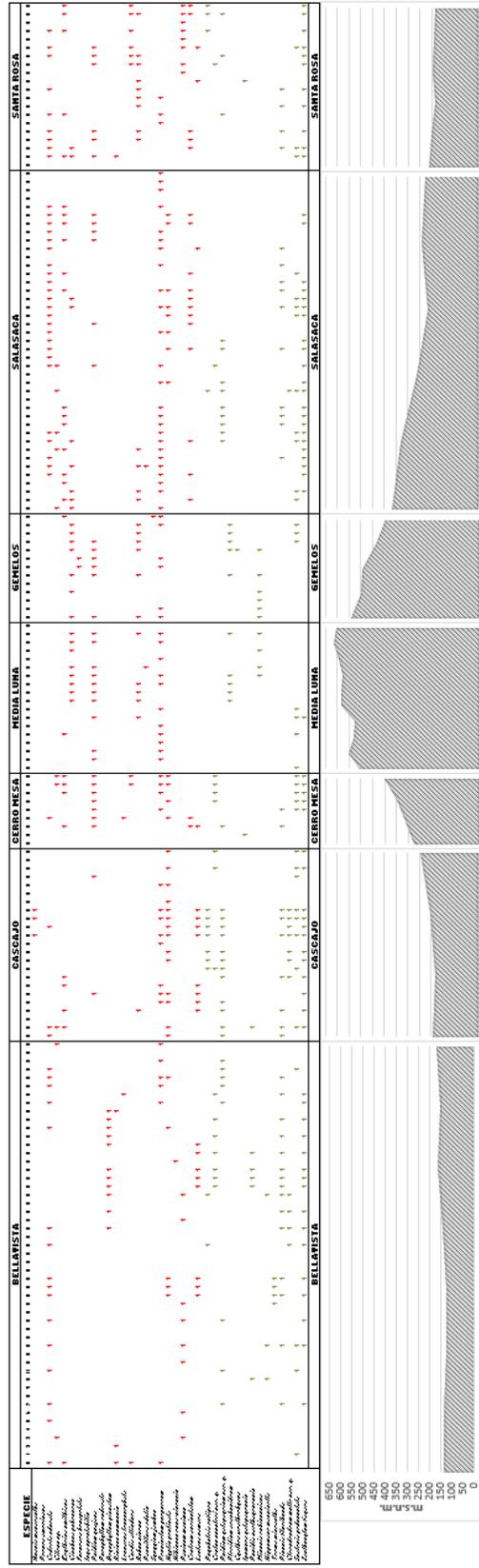


Figura 23. Patrón de distribución físico y altitudinal de Especies Invasoras y Endémicas de flora encontradas en los polígonos evaluados de Uso de Suelo en el área agrícola de la isla Santa Cruz.

Las especies que presentaron una mayor frecuencia fueron *Pennisetum purpureum* y *Cedrela odorata* con valores de 63 y 53 respectivamente, seguidos por *Psidium guajava* e *Hyptis pectinata* con 37 y 31 ocurrencias como se muestra en la Figura 24:

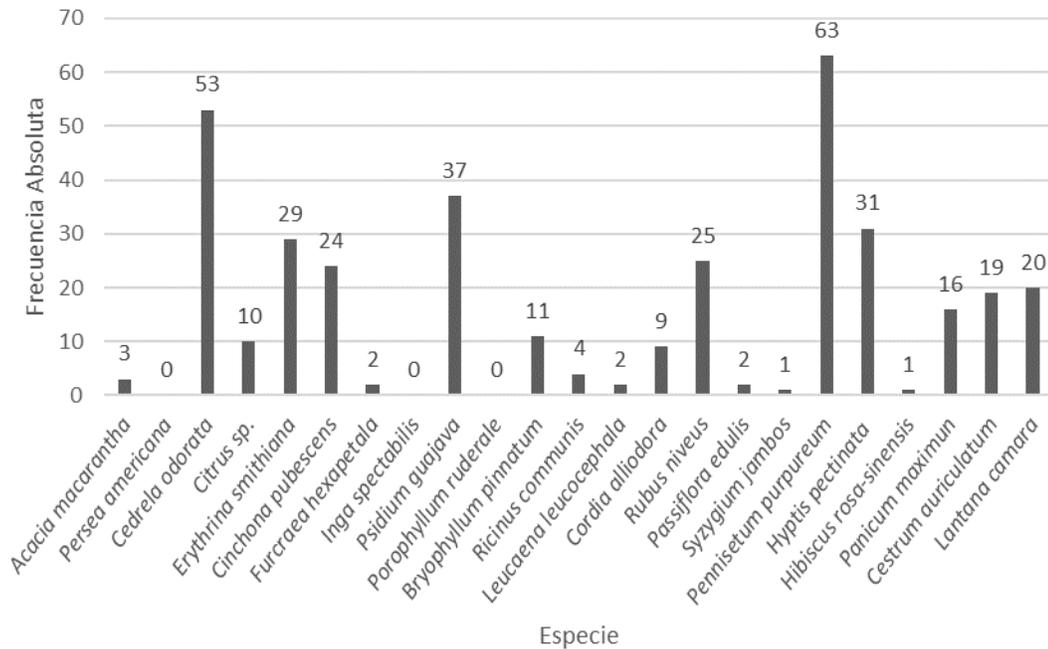


Figura 24. Frecuencia absoluta de la presencia de Especies Invasoras de flora en los polígonos evaluados de Uso de Suelo (Área agrícola de la isla Santa Cruz).

La alta ocurrencia de *Pennisetum purpureum* (Figura 25) se debe a que un gran porcentaje de los usos de suelo evaluados (38,55%) son pastizales, siendo esta especie de pasto la de mayor abundancia en la isla. Por otro lado la *Cedrela odorata* es una especie común en las asociaciones forestales de Bosque Intervenido que representan el 38,80% de los usos de suelo muestreados. Existen especies con frecuencia 0 al utilizarse el mismo número de especies invasoras que se utilizó para evaluar la cobertura

vegetal, y algunas especies solo se encontraron en un lado de la perimetral agrícola.



Figura 25. Pastizal de *Pennisetum purpureum* en el área agrícola del sector de Santa Rosa.

La relación especies invasoras/especies endémicas es la inversa a la encontrada en la evaluación de la cobertura vegetal, teniendo mayor representatividad las especies invasoras por el tipo de uso que se da dentro del área agrícola de la isla. En la Figura 26 se confirma también el patrón de distribución de las especies invasoras concentrado en los sectores de Cascajo, Bellavista y Santa Rosa. Los sectores de Cerro Mesa, Media Luna y Gemelos presentan una baja presencia de especies endémicas por el tipo de ecosistema, la deforestación y los bosques mono específicos característicos de dichos sectores.

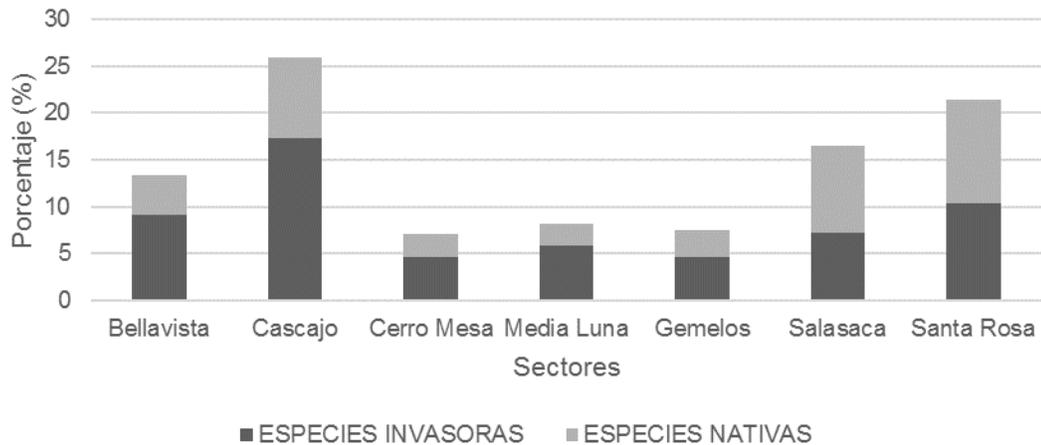


Figura 26. Composición porcentual de la cobertura vegetal en los polígonos evaluados dentro del Área agrícola de la isla Santa Cruz.

4.3. ESPECIES INVASORAS Y USOS DE SUELO

Se georreferenciaron 812 individuos pertenecientes a las 22 especies invasoras consideradas en la investigación, resumidas por su abundancia total en la Figura 27. No fueron vistas las especies de *Syzygium jambos* y de *Citharexylum gentryi* en los transectos de muestreo al realizarse estos en las áreas de Parque Nacional. La especie con mayor abundancia total fue *Cedrela odorata* con 140 individuos, seguida por *Cinchona pubescens* (136 individuos), *Rubus niveus* (118 individuos), *Psidium guajava* (111 individuos) e *Hyptis pectinata* (88 individuos).

Las demás especies presentaron abundancias más bajas debido a que algunas son de naturalización reciente y otras son especies comunes en la isla por ser utilizadas como cercas vivas, mas han sido incluidas en los inventarios al ya encontrarse en áreas del Parque Nacional, por lo que ya pueden ser consideradas especies invasoras y representan un riesgo para la cobertura vegetal nativa y endémica. Otras especies como *Ricinus communis*, *Lantana camara* o *Leucaena leucocephala* son de ecosistemas

más secos que no han sido evaluados en la presente investigación pero que ya representan un problema en otros sectores de la isla.

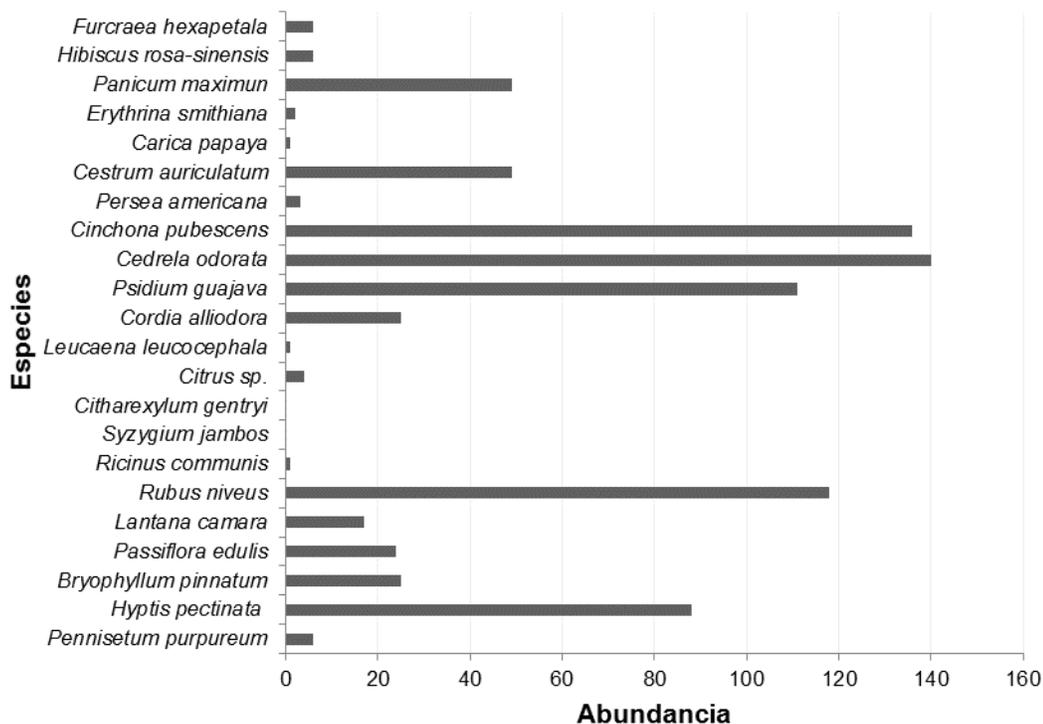


Figura 27. Abundancia Total de Especies Invasoras de flora en los 43 transectos muestreados en 2012 (Áreas de Parque Nacional).

Los datos de abundancia procesados permitieron la elaboración del MDS de similitud entre transectos por composición de especies (ver Figura 28) que muestra que todos los transectos (a excepción del T14 que no se muestra en la figura) comparten una similitud del 40%, a excepción de los transectos T19 y T20 del sector Bellavista II los demás transectos presentan una similitud de composición del 60% y dentro de este grupo los transectos del sector de Media Luna comparten una similitud del 80% debido a la dominancia de *Cinchona pubescens* en la región. Los transectos T14, T19 y T20 se excluyen en diferentes escalas del gran grupo debido a que la zona

de Bellavista II presentó parches de bosque intervenido muy cerrado con especies arbustivas, lo que dificulta la dispersión de especies invasoras por motivos de espacio y de luminosidad y hace que sean estos transectos los menos afectados por el problema de investigación.

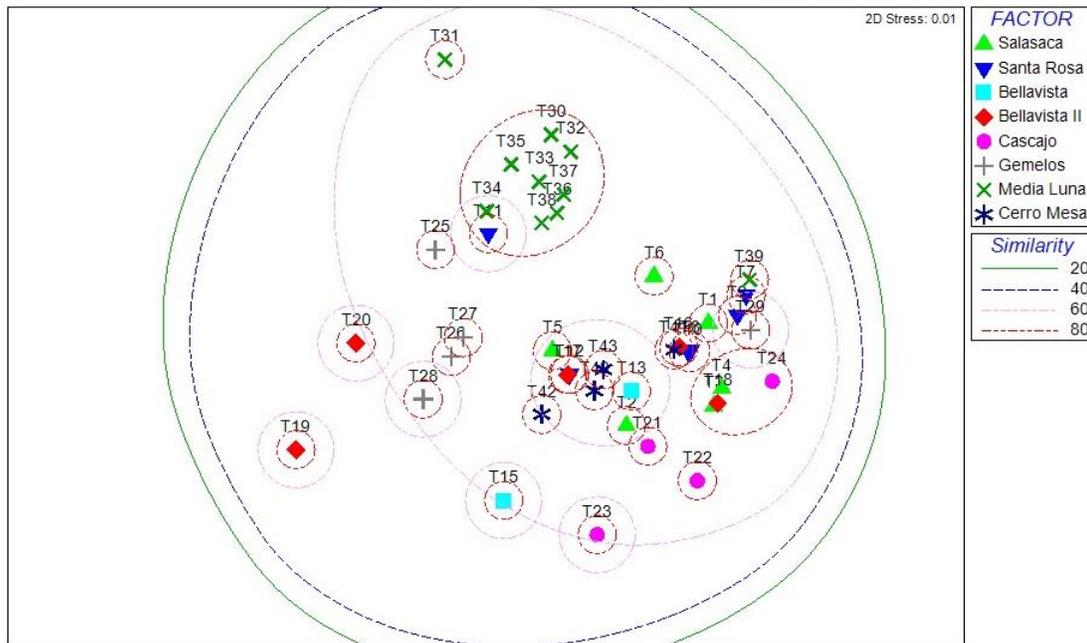


Figura 28. MDS de Similitud entre transectos de muestreo (representados con la letra ‘T’ y un número) de Especies Invasoras de flora en Áreas del Parque Nacional Galápagos.

La similitud del 80% entre los transectos T4, T24 y T18 pertenecientes a los sectores Salasaca, Cascajo y Bellavista II, respectivamente; indica la presencia de las mismas especies invasoras en lados opuestos de la perimetral agrícola, un indicador alarmante ya que las especies presentes en estos tres transectos se han dispersado de un extremo hasta el otro de la isla, y ya se encuentran en las áreas del Parque Nacional Galápagos.

El análisis de similitud para la cobertura vegetal en áreas de parque definió cuatro grupos marcados que comparten características en un 40%, reflejando una correspondencia de continuidad de la distribución de las especies invasoras al tratarse de sectores contiguos. El primer grupo está formado por los sectores Gemelos y Media Luna ubicados en el sector norte que se encuentran fuera del gran grupo por ser un ecosistema diferente con especies presentes únicamente en estos 2 sectores; el grupo Bellavista y Bellavista II conforman el segundo grupo y se encuentran en el sector sur de la perimetral; los sectores Salasaca y Santa Rosa conforman el tercer grupo que los análisis anteriores han ido mostrando que son el sector más afectado por diversidad de especies invasoras presentes; y el último grupo que lo conforman de manera aislada los sectores de Cascajo y Cerro Mesa que al encontrarse en la zona de acción directa de vientos están más expuestos a variaciones climáticas que se reflejan en una composición vegetal distinta a los demás sectores de la perimetral agrícola (ver Figura 29).

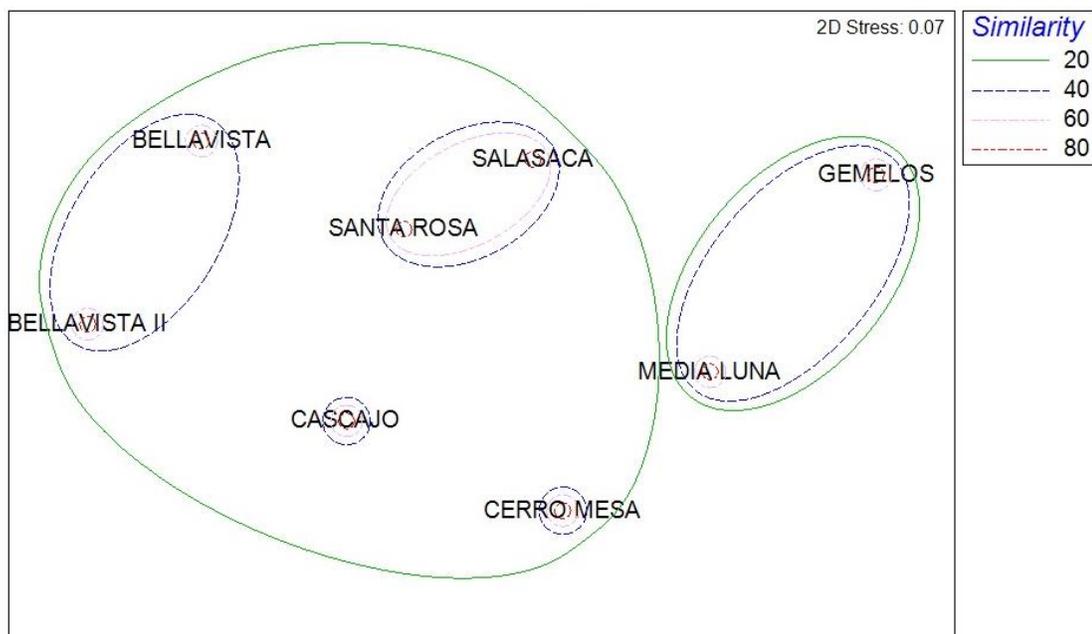


Figura 29. MDS de Similitud entre Sectores por cobertura vegetal en Áreas del Parque Nacional Galápagos.

La introducción de la presencia de plántulas en la evaluación de cobertura vegetal marcó más las diferencias entre grupos reflejados en el CLUSTER de la Figura 30 donde el sector de Cerro Mesa se unificó con el grupo Bellavista-Bellavista II, el sector de Cascajo se unificó con el grupo Salasaca-Santa Rosa y el grupo Gemelos-Media Luna permaneció constante. Esto se debe a la presencia de plántulas de la misma especie en los sectores antes aislados y confirma nuevamente la tendencia de dispersión a grandes distancias de las especies invasoras al ser sectores no contiguos.

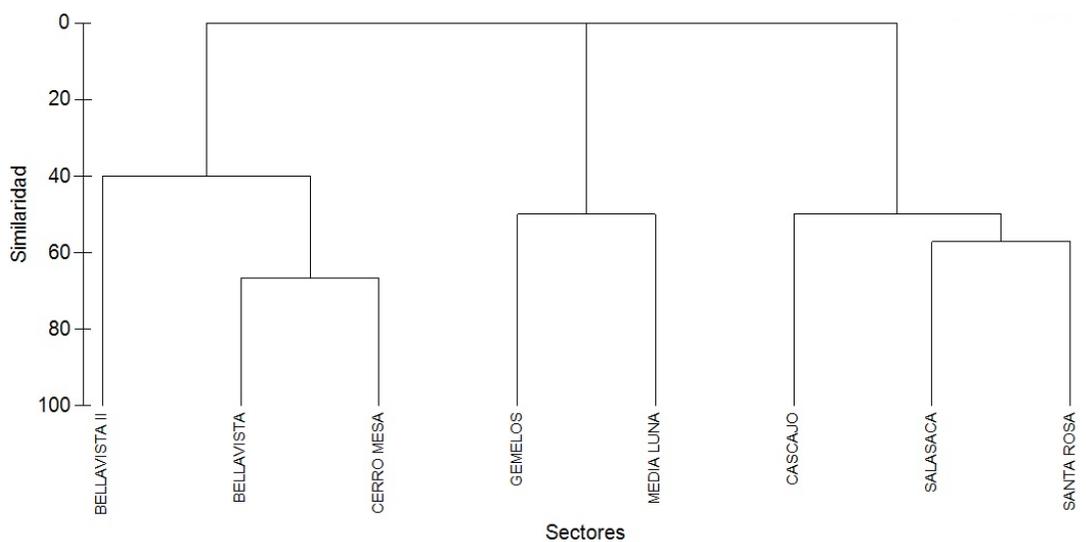


Figura 30. CLUSTER de Sectores evaluados con presencia de plántulas de Especies Invasoras de flora en cobertura vegetal en Áreas del Parque Nacional Galápagos.

El sector de Cerro Mesa presentó una mayor similitud con el sector de Bellavista que entre sectores contiguos (Bellavista-Bellavista II) con más del 60% por la presencia de plántulas de *Cordia alliodora* en ambos sectores, mientras que el sector de Cascajo presentó una similitud del 50% con el anterior grupo Salasaca-Santa Rosa por la presencia de plántulas de *Cedrela odorata*; las semillas de ambas especies presentan anemocoria (es decir que

son dispersadas por el viento) pero presentan patrones de dispersión diferentes que requieren mayor investigación al no ser objeto de la presente.

El análisis de grupos para los usos de suelo reflejó una tendencia diferente al crearse dos grandes grupos, manteniendo la similaridad Gemelos-Media Luna y creando un gran grupo entre los demás sectores de la perimetral como se observa en el CLUSTER de la Figura 31:

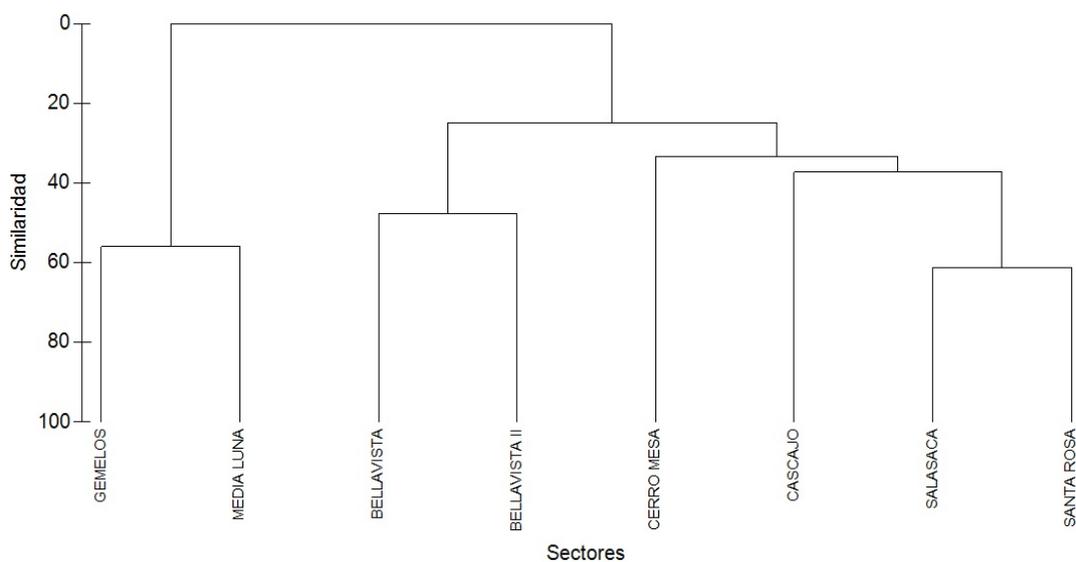


Figura 31. CLUSTER de Sectores evaluados con Especies Invasoras en su composición vegetal en el área agrícola de la isla Santa Cruz.

El cambio en la similaridad entre sectores se debe al cambio de la composición vegetal entre los usos de suelo del área agrícola y la cobertura vegetal de las áreas de Parque Nacional. Dentro del gran grupo se formó un nuevo grupo Bellavista II-Cascajo que refleja que dentro del área agrícola la dispersión de especies invasoras por sectores contiguos está facilitada por los usos de suelo que han modificado la cobertura vegetal natural; reflejado también en la conformación del gran grupo que abarca todos los sectores de la perimetral a excepción de la zona Gemelos-Media Luna donde los

bosques mono específicos de especies invasoras (*Cinchona pubescens*, *Rubus niveus* y *Psidium guajava*) dentro de las fincas dificulta la distribución a las demás especies invasoras hacia el sector.

Luego del análisis de similaridad se realizó el gráfico de la cantidad de especies invasoras presentes en las 6 categorías de usos de suelo determinadas para el año 2012 (ver Figura 32).

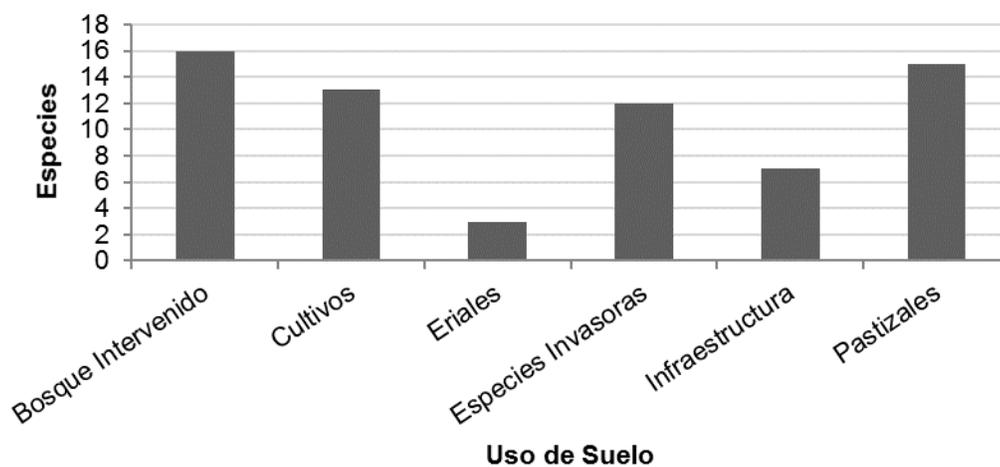


Figura 32. Número de Especies Invasoras de flora por Uso de Suelo en 2012.

Los resultados fueron que el uso de suelo con mayor cantidad de especies invasoras fue el Bosque Intervenido con 16, seguido de los Pastizales con 15, los Cultivos con 13, las zonas de Especies Invasoras con 12, las zonas de Infraestructura con 7 y finalmente los Eriales con 3. La mayor cantidad de especies invasoras en las categorías Bosque Intervenido y Pastizales se debe a que son las categorías más antiguas de la zona agrícola, es decir que no han sufrido mayores modificaciones en los últimos 25 años lo que presenta condiciones estables que facilitan la naturalización de las especies introducidas y la dispersión de las especies invasoras. La

categoría de Cultivos también presenta una alta presencia de especies invasoras al ser especies de carácter útil que han sido introducidas a la isla con fines alimenticios y son cultivadas en este uso de suelo (Ej.: *Rubus niveus*, *Citrus sp.*, *Persea americana*, *Carica papaya*, *Passiflora edulis*, *Syzygium jambos*, etc.).

Los valores de abundancia total de individuos de especies invasoras fueron agrupados por usos de suelo para determinar la especie con mayor abundancia en cada una de las 6 categorías como lo muestra la Tabla 5:

Tabla 5. Abundancia Total, Abundancia y Porcentaje de representatividad de la Especie Invasora presente en la mayor cantidad de polígonos evaluados por Uso de Suelo.

Uso de Suelo	Abundancia Total	Abundancia de Sp. Invasora	Porcentaje	Especie
Bosque Intervenido	147	25	17,01%	<i>Cedrela odorata</i>
Cultivos	23	3	13,04%	<i>Cedrela odorata</i>
Eriales	4	2	50,00%	<i>Pennisetum purpureum</i>
Especies Invasoras	50	10	20,00%	<i>Psidium guajava</i>
Infraestructura	18	4	22,22%	<i>Psidium guajava</i>
Pastizales	120	39	32,50%	<i>Pennisetum purpureum</i>

En la categoría Bosque Intervenido la especie invasora más abundante fue *Cedrela odorata* con un 17,01% del total de los individuos muestreados; en la categoría Cultivos también fue *Cedrela odorata* con un 13,04% del total de individuos; en los Eriales la especie más abundante fue *Pennisetum purpureum* con un 50% de la abundancia total; en las zonas de Especies Invasoras la especie más abundante fue *Psidium guajava* con el 20%; en las zonas de infraestructura la especie más abundante de *Psidium*

guajava con un 22,22% y en los Pastizales la especie más abundante fue *Pennisetum purpureum* con un 32,5% de la abundancia total.

Finalmente se realizó el análisis conjunto del área evaluada (Usos de Suelo del área agrícola y Cobertura vegetal de áreas del Parque Nacional Galápagos) que se muestra en el CLUSTER de la Figura 33:

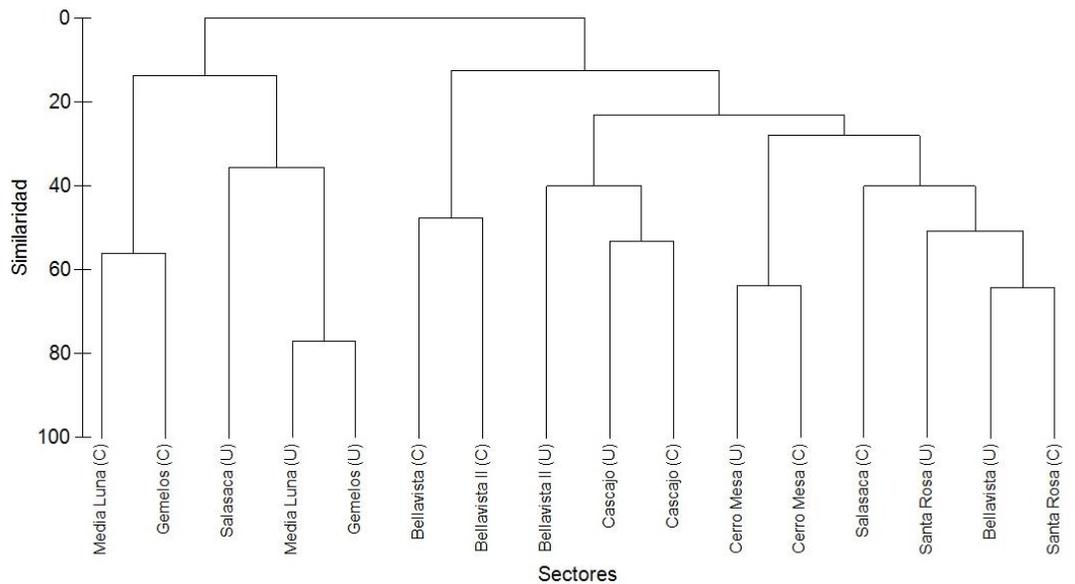


Figura 33. CLUSTER de Sectores con presencia de Especies Invasoras de flora en Áreas de Parque Nacional y en el Área agrícola de la isla Santa Cruz.

Los sectores correspondientes a Usos de Suelo están identificados con la letra (U) y el mismo sector correspondiente a Cobertura vegetal en áreas de Parque Nacional con la letra (C). El análisis de similaridad delimitó dos grandes grupos subdivididos en dos cada uno. La importancia de esta agregación es que nos permite reconocer por similitud en su composición de especies invasoras en qué sectores existe una transferencia de especies de un lado de la perimetral agrícola hacia el otro.

Para una mejor interpretación de los sectores con correspondencia de especies se realizó el MDS (Figura 34) con la superposición del CLUSTER de la Figura 33 que determinó dos tipos de grupos: los grupos que presentan mayor similitud entre áreas ya sea de Usos o de Cobertura únicamente son grupos donde no se produce el cruce de especies del área agrícola hacia áreas de parque o viceversa, sino más bien las especies se mueven horizontalmente a sectores contiguos; mientras que los grupos formados por sectores correspondientes a Usos de Suelo y sectores correspondientes a Cobertura vegetal indican un movimiento vertical, es decir un cruce de especies a través de la perimetral agrícola y una posible expansión de las especies invasoras.

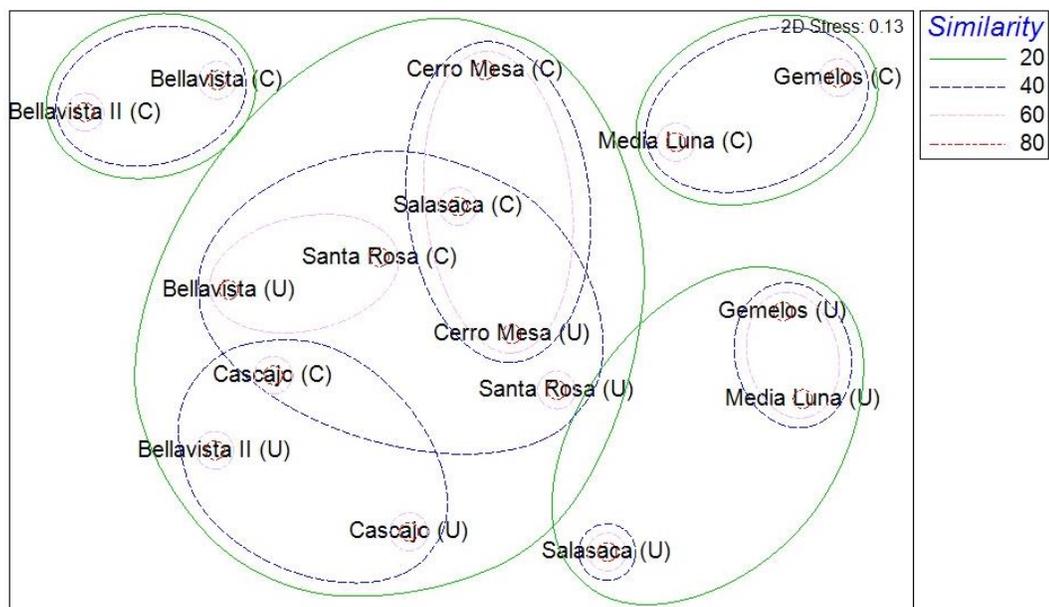


Figura 34. MDS de Similaridad entre sectores con presencia de Especies Invasoras de flora en Áreas de Parque Nacional y en el Área agrícola de la isla Santa Cruz.

El primer grupo está conformado por los sectores Bellavista (C)-Bellavista II (C) indican que no hay traspaso entre el área de cobertura y el área de usos de suelo, es decir en ese sector las especies invasoras se

mueven dentro del área de Cobertura vegetal únicamente. Para puntualizar este caso se puede hacer referencia a la especie Lantana cámara, encontrada en ambos sectores sin mayor influencia en otras áreas de la perimetral, lo que indica que esta especie no proviene del área agrícola sino del sector sur de la isla (la zona seca) probablemente de Puerto Ayora.

El segundo grupo está conformado por los sectores de Gemelos (C)-Media Luna (C), igual que el caso anterior no representa un traspaso de la perimetral, la diferencia es que este es el sector con menor número de especies invasoras por poseer características ecológicas y climáticas distintas al resto de la isla y a la presencia de bosques mono específicos (ya sea de invasoras o de endémicas) que dificultan la colonización por parte de nuevas especies invasoras. Por otro lado estos sectores han sido los más afectados históricamente por la presencia de especies transformadoras de ecosistema (*Cinchona pubescens*, *Psidium guajava* y recientemente *Rubus niveus*), actualmente las comunidades endémicas y nativas de *Miconia robinsoniana*, *Pteridium arachnoideum*, entre otras han mostrado buena resiliencia ante el control de especies invasoras y son un ecosistema funcional, por otro lado especies como *Cyathea weatherbyana* han visto mermada su distribución, en la zona de estudio fue encontrado únicamente 1 individuo.

El tercer grupo está conformado por los sectores Gemelos (U)-Media Luna (U)-Salasaca (U), indicando el movimiento de las especies invasoras únicamente dentro del área agrícola al ser sectores contiguos principalmente conformados por pastizales en asociación forestal con bosques intervenidos y especies invasoras.

El cuarto grupo está conformado por 3 subgrupos interdependientes, el primero de los sectores Cascajo (U)-Bellavista II (U)-Cascajo (C) sectores

contiguos donde existe movimiento de especies entre ambos lados de la perimetral agrícola en la zona de cascajo y dentro del área agrícola entre Cascajo y Bellavista II; el segundo subgrupo está conformado por Cerro Mesa (C)-Cerro Mesa (U)-Salasaca (C), esto indica un movimiento de especies a través de la perimetral en la zona de Cerro Mesa y no necesariamente un movimiento de especies hacia Salasaca del otro lado de la isla sino que la cobertura vegetal de la zona tiene una composición similar a la del sector Cerro Mesa combinadas las especies que se encuentran dentro y fuera del área de Parque Nacional; el tercer subgrupo está formado por Salasaca (C)-Santa Rosa (C)-Santa Rosa (U)-Bellavista (U)-Cascajo (C)-Cerro Mesa (C), igual que el caso anterior indica movimiento de especies a través de la perimetral agrícola en la zona de Santa Rosa con influencia (de movimiento de especies de un solo lado de la perimetral) en los sectores de Salasaca (C) y Bellavista (U), los cuales poseen una composición similar a las zonas de Cascajo (C) y Cerro Mesa (U) del otro lado de la isla. En estos sectores fueron encontradas especies con gran abundancia en la muestra analizada que no son las especies históricamente consideradas agresivas que se encuentran en la parte alta de la isla, sino especies con una distribución moderada en expansión como *Cedrela odorata*, *Hyptis pectinata*, *Cestrum auriculatum*, *Cordia alliodora*, entre otras. En la Figura 35 se muestra la distribución de la especie y la frecuencia por sector (representada por el tamaño de los círculos, a mayor tamaño mayor frecuencia) de las especies *Cedrela odorata* e *Hyptis pectinata*:

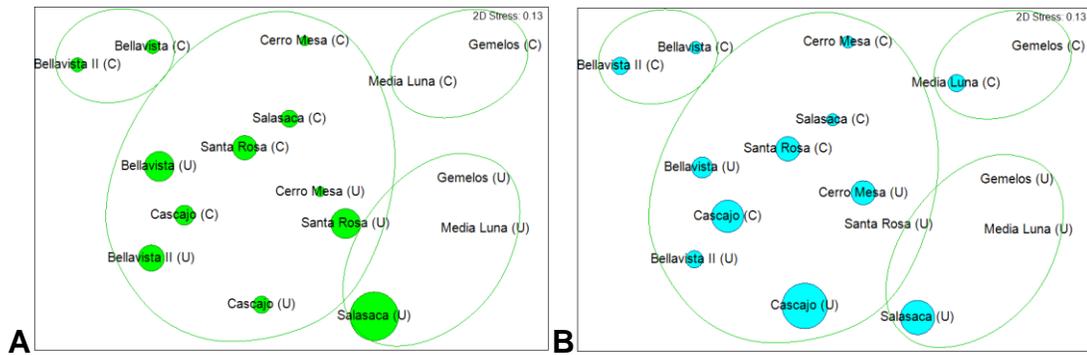


Figura 35. Distribución y frecuencia en los sectores analizados de (A) *Cedrela odorata* en verde; (B) *Hyptis pectinata* en celeste. El tamaño de los círculos indica una mayor o menor frecuencia en el sector.

Los análisis realizados para la presencia de plántulas en áreas de cobertura vegetal, indicaron que la tendencia en las zonas antes mencionadas donde hay traspaso de especies invasoras a través de la perimetral, es desde el área agrícola hacia las áreas de Parque Nacional, tendencia que es reforzada al ser las áreas de parque zonas de muy difícil acceso desde otros sectores de la isla.

Unificando la información provista en un Sistema de Información Geográfica (Quantum GIS) se elaboró el mapa de usos de suelo, cobertura vegetal y especies invasoras para la perimetral agrícola de la isla Santa Cruz, mostrado en la Figura 36. Este mapa al ser de carácter interactivo permite por medio de un SIG elegir las variables a ser evaluadas y brinda información acerca de los polígonos y transectos muestreados, así como de la distribución de las especies invasoras encontradas y las zonas determinadas como prioritarias para programas de control en base a los resultados obtenidos de la investigación.

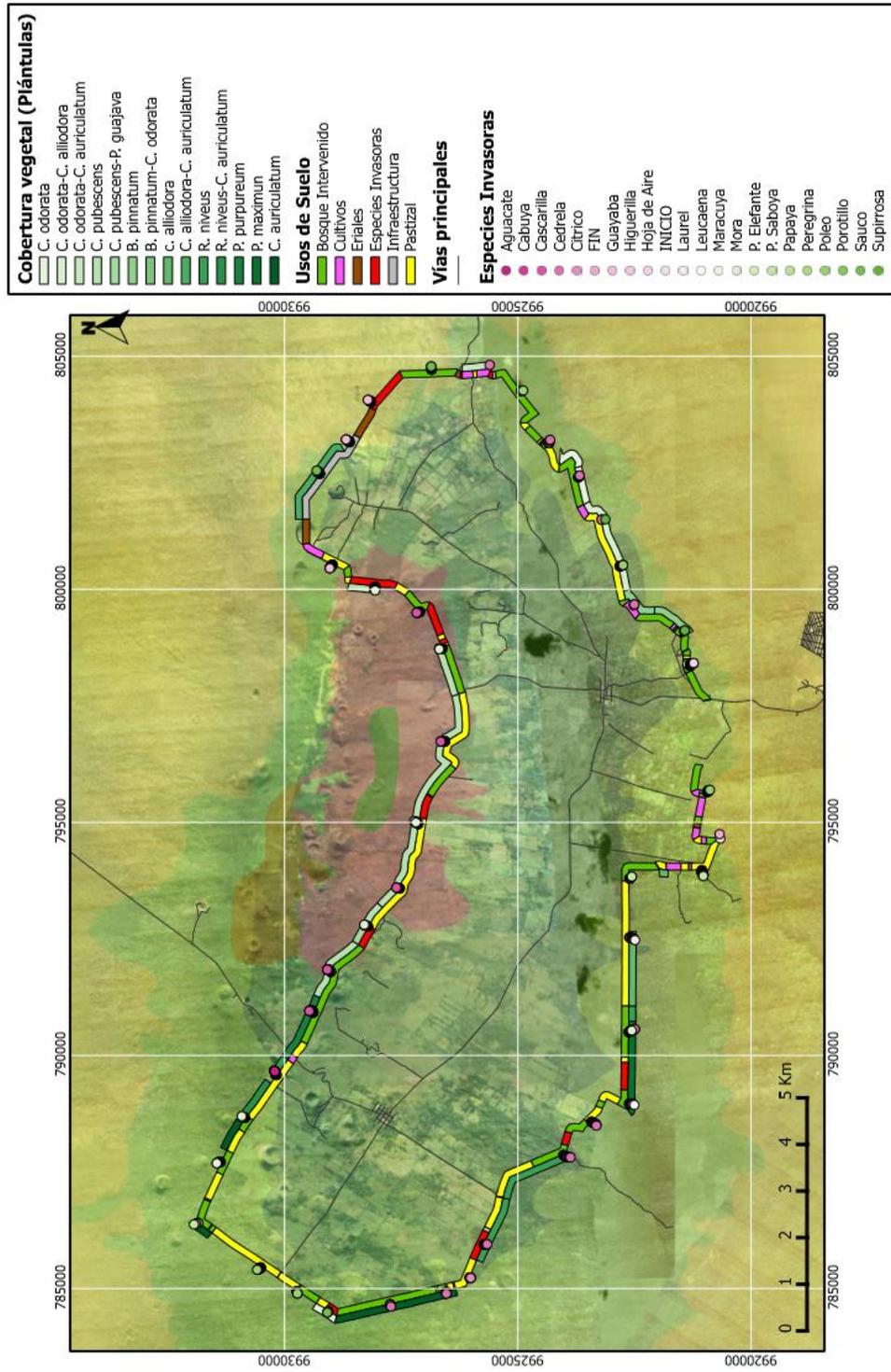


Figura 36. Mapa de Usos de Suelo (Área agrícola), Cobertura vegetal de invasoras (Parque Nacional) y transectos de muestreo de especies Invasoras de flora en la perimetral agrícola de la isla Santa Cruz.

4.4. PROPUESTA PARA MEJORAR LAS ESTRATEGIAS DE CONTROL Y MONITOREO DE ESPECIES DE FLORA INVASORAS EN EL PARQUE NACIONAL GALÁPAGOS

La propuesta de mejora de las estrategias de control y monitoreo para especies invasoras en las islas Galápagos consiste en lineamientos generales que permitan ampliar el objeto de la presente investigación y hacerla replicable en toda la isla Santa Cruz y en el resto de islas habitadas. Se propone establecer inicialmente un proyecto piloto de 2 años que consista en la aplicación de esta propuesta únicamente en las islas de Santa Cruz y Baltra, para después de este período evaluar los resultados y ampliarla a todo el archipiélago. La base científica para respaldar estos lineamientos fue tomada de 3 investigaciones: “*A new hybrid land cover dataset for Russia: a methodology for integrating statistics, remote sensing and in situ information*” por Schepaschenko *et al.* (2011), “*Map-based multicriteria analysis to support interactive land use allocation*” por Arciniegas *et al.* (2011) y “*Priorizing Invasive Species Management by Optimizing Production of Ecosystem Service Benefits*” por Wainger *et al.* (2008); las cuales contrastadas con los resultados obtenidos y la información proporcionada por los subprocesos del SPNG sobre Especies Invasoras dio como resultado el siguiente esquema general de acción.

4.4.1. Fase Inicial

Como fase inicial se definieron 4 pasos a seguir que complementen y completen la presente investigación, incluyendo aspectos que por limitaciones logísticas y temporales fueron imposibles de incluir. Esta fase es una fase de investigación previa, donde se deberá desarrollar nuevo

conocimiento que sirva de soporte a la información existente para la toma de decisiones en el manejo y control de las especies de flora invasora, y fue dividida en 4 secciones:

I. Caracterización completa de los problemas reales de manejo de flora invasora y las opciones tentativas de respuesta al problema.

En esta caracterización se deberán incluir los resultados de los esfuerzos de control y monitoreo realizados, así como las dificultades que se presentaron en el control manual tanto por especie como por sector. También se pretende realizar una lista de todas las opciones de control utilizadas hasta la fecha y otro listado de nuevas opciones tentativas de control ordenadas por su factibilidad técnica.

II. Identificación de los Servicios Ecosistémicos afectados por las especies de flora invasora.

Se deberá realizar una evaluación ecosistémica de los sectores más afectados por especies invasoras para determinar qué servicios ecosistémicos están siendo afectados y priorizarlos dependiendo de su importancia para la biota y la sociedad. La metodología tentativa para la realización de esta evaluación es una adaptación a la propuesta por la WWF “*Metodología para la Evaluación y Priorización Rápidas del Manejo de Áreas Protegidas*” (RAPPAM) donde los cuestionarios sean enfocados en los servicios ecosistémicos.

III. Evaluación de los riesgos ambientales, sociales y económicos que tendrían las especies de flora invasora en las islas Galápagos.

La evaluación de riesgos deberá ser una superposición de los riesgos naturales en las islas con el rango de expansión y ubicación actual de las

especies invasoras, que permita determinar las principales amenazas de estas especies a los componentes ecosistémicos, a la población humana y a las actividades económicas que se desarrollan en el archipiélago. La evaluación debería realizarse con el asesoramiento de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR).

IV. Definición de los aspectos dinámicos de la invasión de especies de flora que se necesitan incluir en la toma de decisiones.

Los resultados de esta investigación permiten identificar los primeros aspectos dinámicos que se necesitan incluir en la toma de decisiones que son: los sectores (en base a su ecosistema dominante) afectados, el patrón de distribución de las especies invasoras de flora, la dirección de la invasión, el cambio en el uso del suelo y el esfuerzo de control aplicado; estos deberán ser completados con la distancia entre invasiones y con centros poblados, la variabilidad climática sectorizada y las estrategias de dispersión de las especies invasoras. A continuación se muestra el mapa con las posibles direcciones de movimiento de especies invasoras para la perimetral agrícola de la isla Santa Cruz:

4.4.2. Fase de Acción

Para esta fase se definieron 3 acciones principales que debe desarrollar el SPNG con el afán de mejorar las estrategias de manejo, control y monitoreo de las especies invasoras de flora.

V. Creación de un centro integrado de información dentro de las Oficinas Técnicas en la isla Santa Cruz.

El SPNG no cuenta con un centro que maneje toda la información digital y física del Parque Nacional, la creación del centro ayudará a recopilar

la información dispersa en las distintas oficinas y subprocesos, así como la actualización y creación de nuevas capas de información (*shapefiles*) de las islas que permitan utilizar a los SIGs como una herramienta de toma de decisiones, ya que las capas actuales no poseen información cuantitativa ni cierta por lo que no son de utilidad para crear modelos matemáticos ni análisis dinámicos. La metodología propuesta para esta tarea es una adaptación de las usadas por Schepaschenko *et al.* (2011) y por Arciniegas *et al.* (2011), que incluya la utilización de sensores remotos, la verificación en campo y estadísticos dentro de la información de las capas; con el objetivo de poder realizar análisis multicriterio del problema de las especies de flora invasora.

VI. Refinanciamiento del Subproceso “Plantas Introducidas”.

De acuerdo con el responsable del subproceso “Plantas Introducidas” durante la realización del estudio, Carlos Carvajal, en el 2012 este sufrió una supresión de fondos para contratos ciertos (para tareas de control) y una reducción de personal a 3 personas lo que condiciona severamente los esfuerzos de control de ese año en adelante. La aplicación de la fase inicial de la presente propuesta y los resultados de la investigación pueden servir como base para replantear a la dirección del SPNG el refinanciamiento del subproceso con los siguientes objetivos:

- a. Incluir en el Subproceso “Plantas Introducidas” del SPNG una actividad de investigación de flora invasora.
- b. Reestructurar el método de control seccionándolo por sectores y especies de aplicación.

VII. Análisis Costo-Beneficio y Costo-Efectividad de los métodos de control de especies de flora invasora.

Se deberá realizar un trabajo conjunto entre los responsables de las tareas de control y el departamento de Gestión Financiera para completar los análisis Costo-Beneficio y Costo-Efectividad de las estrategias de control utilizadas hasta la fecha que sirvan como base para estimar las posibles relaciones (Costo-Beneficio y Costo-Efectividad) con futuras estrategias de control aun no utilizadas.

4.4.3. Fase Final

La fase final de la propuesta es en realidad una fase continua, que deberá replantearse y redefinirse cada cierto tiempo para que esta mantenga su efectividad, consta de 2 componentes que son:

VIII. Construcción de un mapa interactivo de distribución y expansión de especies invasoras.

Se propone realizar un mapa de esta índole con la ayuda de la fase de acción una vez al año, para de esta forma servir como herramienta de monitoreo y de evaluación de las estrategias de control utilizadas. La factibilidad técnica y económica están demostradas con la presente investigación, ya que el SPNG cuenta con los recursos técnicos (equipos, acceso a internet, programas informáticos) y humanos (guardaparques y voluntarios) para aplicar esta metodología periódicamente.

IX. Emisión de políticas públicas para el tratamiento del problema de las especies de flora invasora.

Las políticas públicas deberán endurecer los controles de transporte de equipaje y alimentos y el sistema de cuarentena actualmente utilizado, tanto como el continente, como entre islas. Una vez obtenidos los primeros resultados de la aplicación de la propuesta las políticas deberán revisarse y modificarse adaptándose al nuevo contexto socio-ambiental.

CONCLUSIONES

El porcentaje de cambio que ha tenido la perimetral agrícola fue determinado con 3 grupos de valores: el I (la variación porcentual entre 1987 y 2006), el II (la variación porcentual entre 2006 y 2010) y el III (la variación porcentual entre 2010 y 2012). Al último año evaluado el porcentaje de cambio determinó una diversificación de los usos de suelo con mayores incrementos en las categorías no convencionales (Infraestructura, cultivos, eriales) y ligeros incrementos en las categorías convencionales (Bosque intervenido, pastizales). Así mismo se redujo el porcentaje cubierto por bosques mono específicos de especies invasoras en un 54,71% con respecto al 2010, lo que no indica una efectiva gestión de control, sino una categorización más exhaustiva al momento de determinar donde corresponden los polígonos de uso de suelo.

Se construyeron 2 *shapefiles* que contienen: el primero la capa de usos de suelo que bordea la perimetral clasificado en 34 categorías detalladas en base a las asociaciones forestales encontradas; y el segundo, la capa de usos de suelo simplificada donde fueron agrupadas las categorías anteriores en 7 macro categorías con efecto de comparación con los estudios anteriores. Estas capas con la ayuda de un SIG permitieron observar las tendencias de distribución espacial de los usos de suelo que demostraron mayor heterogeneidad en el lado este de la isla que en el lado oeste, debido a un mayor desarrollo reciente de dicha zona (sectores Cerro Mesa y Cascajo).

El análisis conjunto del patrón espacial de la cobertura vegetal, la presencia de plántulas de especies invasoras y de la composición vegetal de usos de suelo, determinó impactos importantes en distintas zonas dentro y fuera de la zona agrícola. En las áreas pertenecientes al PNG se encontró como área más afectada a la zona de Santa Rosa, con la mayor cantidad de especies invasoras encontradas y la presencia de plántulas de varias especies invasoras, convirtiéndola en un área prioritaria de acción de control al encontrarse contigua a la zona de “El Chato” considerada como reserva de tortugas terrestres. En la zona agrícola, el área más afectada fue la zona de Cascajo, que ha tenido un desarrollo agrícola reciente y una diversificación de usos de suelo que incrementado el número de especies invasoras en el sector.

La relación especies invasoras/especies endémicas determinó una relación inversa entre las áreas del PNG y las áreas agrícolas, estableciéndose en la primera una relación favorable para las especies endémicas y para la segunda una relación favorable para las especies invasoras. La parte más alta evaluada, los sectores de Media Luna y Gemelos presentaron una tendencia homogénea en ambas evaluaciones, pudiendo interpretar esto como una zona en un frágil equilibrio de composición de especies por la formación de bosques mono específicos que dificultan el movimiento de las mismas en el sector.

El análisis de presencia/ausencia de especies invasoras determinó (tras la interpretación conjunta de los resultados de cobertura, plántulas y usos) a *Cedrela odorata* como la especie con mayor área de distribución alrededor de la isla a excepción del sector de Media Luna, con nuevos sitios de expansión de plántulas y con capacidad de formar bosques mono específicos ya presentes en zonas no evaluadas del sector de Salasaca. Este también indicó valores estables de la especie invasora agresiva

Cinchona pubescens, pero el análisis de presencia de plántulas determinó una gran incidencia de rebrotes en áreas donde se ha aplicado control manual de la especie, siendo una posible amenaza para el bosque regenerado de *Miconia robinsoniana* en la parte alta de la zona de estudio.

El análisis de frecuencia de número especies invasoras por uso de suelo determinó al uso Bosque Intervenido como el que posee la mayor afectación, seguido por el uso de Pastizal y los bosques de Especies Invasoras, la especie invasora de mayor frecuencia en el Bosque Intervenido fue nuevamente *Cedrela odorata*, confirmando la conclusión anterior de que se trata de una especie invasora prioritaria a controlar.

El análisis de similaridad entre los transectos de especies invasoras, determinó una composición heterogénea alrededor de toda la perimetral agrícola con la excepción del sector de Media Luna que mantuvo características únicas como un grupo separado al presentarse 3 especies principales en los transectos del sector *Cinchona pubescens*, *Rubus niveus* y *Psidium guajava*. El equilibrio relativo en este sector se debe a que es una zona ya invadida por *Cinchona pubescens* y *Psidium guajava* hace varias décadas, con esfuerzos constantes de control y con un bosque natural en regeneración que dificulta el ingreso de nuevas especies, con excepción de *Rubus niveus* que representa una amenaza para la zona al ya encontrarse en parches dispersos en el sector.

El análisis de similaridad entre los sectores reflejó agrupaciones entre sectores contiguos tanto dentro como fuera del área agrícola, mas el análisis conjunto de ambos lados de la perimetral permitió evidenciar que existe movimiento de especies invasoras desde el área agrícola hacia áreas del Parque Nacional Galápagos en las zonas de Cascajo, Cerro Mesa y Santa Rosa; no así en el resto de sectores de la zona de estudio como se podría

pensar. Las zonas de Bellavista y Salasaca aun forman grupo con composiciones diferentes al resto de sectores pero la contigüidad con sectores de movimiento de especies los hace especialmente propensos a invasiones de flora.

La estrategia de control utilizada por el SPNG es ineficiente debido a la rigidez de los sitios determinados como prioritarios para el control manual, delimitación y reforestación con especies endémicas; así mismo no existe un programa de monitoreo continuo ni un sistema de información integrado que permita analizar los patrones de distribución de las especies invasoras de flora; por último el enfoque conservacionista de especies carismáticas (especies animales con excepción de la *Scalesia pedunculata*) redujo el financiamiento y el personal para los programas de control de flora invasora en el archipiélago, criterio erróneo al ser la flora endémica y nativa la que sostiene la vida de muchos de los organismos superiores que se tratan de salvar.

La metodología propuesta en la presente investigación posee factibilidad económica al no necesitar de mayores recursos más que los equipos que ya posee el SPNG y la adquisición de fotografías satelitales actualizadas que pueden ser obtenidas por medio de convenios y factibilidad técnica al contar las islas pobladas con guardaparques que patrullan regularmente las perimetrales del Parque Nacional con conocimiento de la vegetación endémica e invasora de las islas.

Los resultados encontrados corroboran parcialmente la hipótesis de la presente investigación (el cambio de uso de suelo en la perimetral agrícola de la isla Santa Cruz favorece a la dispersión de las especies de flora invasoras hacia áreas del Parque Nacional Galápagos) ya que esta se cumple en zonas con coberturas vegetales alteradas y con cierto grado de

deforestación, mas no en bosques cerrados y en zonas con características ecológicas diferentes como Bellavista en el primer caso y Media Luna en el segundo caso, donde se observa inclusive el fenómeno opuesto (el paso de especies invasoras como *Cinchona pubescens* y *Lantana camara* de áreas de parque hacia el área agrícola) por lo que la hipótesis debe ser rechazada.

Se realizó una propuesta técnica general con recomendaciones que permitan mejorar las estrategias de control y monitoreo actualmente utilizadas por el SPNG para manejar a las especies de flora invasora, se consideraron aspectos dinámicos y se completó con una fase de investigación previa y una fase posterior de emisión de políticas públicas. La propuesta está diseñada para ser aplicada como proyecto piloto en las islas de Santa Cruz y Baltra por un período de 2 años, luego de lo cual se evalúe los resultados obtenidos y se pueda decidir sobre su ampliación al resto del archipiélago.

RECOMENDACIONES

Las recomendaciones para la tesis fueron formuladas a partir del cumplimiento de los objetivos de la investigación y tratan de cubrir aspectos que no pudieron ser incluidos en los resultados. Estas deben ser tomadas como lineamientos específicos para complementar el presente estudio generando nuevo conocimiento y/o a su vez planteando soluciones tentativas al problema de las especies de flora invasora en las islas Galápagos. A continuación se presentan las más relevantes:

Reformular la estrategia de control manual actual y diversificarla con nuevas técnicas, productos orgánicos y control biológico para las especies de flora invasoras.

Establecer un programa de monitoreo continuo de aplicación anual con la metodología propuesta en el presente proyecto para utilizar a la perimetral agrícola como barrera de paso de especies invasoras entre el área agrícolas y las áreas de Parque Nacional.

Actualizar las zonas prioritarias de control de especies invasoras de flora a las propuestas en la presente investigación: Cascajo, Salasaca y Santa Rosa y realizar una revisión anual para determinar la continuidad de las mismas o la inclusión de nuevos sectores.

Fortalecer los sistemas de cuarentena entre islas, especialmente con la ropa y zapatos que utilizan los turistas que no son inspeccionados y son medios de transporte de semillas de especies de flora invasora.

Crear una aplicación digital de monitoreo para teléfonos inteligentes y repartir a los guardaparques, que permita bajar los datos después de los patrullajes e ingresarlos directamente al SIG. Establecer puntos de control en los márgenes de las zonas de distribución de especies de flora invasora para estudiar y controlar su expansión.

Establecer una zona de amortiguamiento en ambos lados de la perimetral agrícola a ser reforestada con especies endémicas y nativas del sector que dificulten el movimiento de nuevas especies introducidas.

Complementar la metodología propuesta con la interpretación de fotografías satelitales y la evaluación perimetral de la carretera a Baltra y del límite perimetral de Puerto Ayora para extender el estudio a toda la isla de Santa Cruz y replicarlo en las demás islas habitadas del archipiélago.

Realizar estudios de modelación de dispersión de especies invasoras de flora con relación a los factores abióticos, composición vegetal, vectores de dispersión y usos de suelo.

Crear un centro de información geográfica en el SPNG e implementar los SIGs como herramienta principal de planeación, acción, control y monitoreo de los diferentes subprocesos del Parque Nacional Galápagos.

Involucrar a la población en los programas de control de especies invasoras presentando los beneficios de la recuperación de los ecosistemas, sus servicios y la reducción de impactos económicos en las tierras agrícolas.

Crear una base de datos digital con todas las publicaciones y trabajos de investigación realizados en el archipiélago con la colaboración de la FCD, SPNG, CGG, los GADs correspondientes y las universidades que poseen publicaciones sobre las islas que no se encuentran a disposición del público en general.

Reestructurar los subprocesos definidos en el SPNG para hacerlos interdisciplinarios y alcanzar resultados reales y aplicables, así como investigación transversal y multidisciplinaria que actualmente no se produce en las islas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arciniegas, G., Janssen, R. y Omzigt, N. (2011). *Map-based multicriteria analysis to support interactive land use allocation*. International Journal of Geographical Information Science 25 (12): 1931-1947 pp. Amsterdam, The Netherlands.
- Arriaga, V. (2011). *Fortalecimiento del Sistema de Cuarentena de Islas Galápagos*. Ministerio de Ambiente del Ecuador. Quito, Ecuador.
- Braimoh, A. y Osaki, M. (2010). *Land-use change and environmental sustainability*. Sustainability Science 5: 5-7 pp.
- Fleskens, L. y Hubacek, K. (2013). *Modelling land management for ecosystem services*. Regional Environmental Change 13: 563-566 pp. Berlin, Germany.
- Gardener, M., Atkinson, R. y Rentería, J. (2010). *Eradications and People: Lessons from the Plant Eradication Program in Galapagos*. Restoration Ecology 18: 20-29 pp.
- González, J., Montes, C., Rodríguez, J. y Tapia, W. (2008). *Rethinking the Galápagos Islands as a complex social-ecological system: Implications for conservation and management*. Ecology and Society 13 (2): 13 pp.
- Granda, M. y Chóez, G. (2012). *Población y migración en Galápagos*. Informe Galápagos 2011-2012: 44-51 pp. DPNG, CGREG, FCD y GC. Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador.
- Greimler, J., Stuessy, T., Swenson, U., Baeza, C. y Matthei, O. (2002). *Plant invasions on an oceanic archipelago*. Biological Invasions 4: 73-85 pp.

- 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*. Charles Darwin Foundation, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador. PLoS ONE 5: e10276.
- Hamann, O. (1975). *Vegetational changes in the Galápagos Islands during the period 1966-1973*. Biological Conservation 7 (1): 37-59 pp. Charles Darwin Research Station (CDRS). Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador.
- Hamann, O. (2000). *Demographic studies of three indigenous stand-forming plant taxa (Scalesia, Opuntia, and Bursera) in the Galápagos Islands, Ecuador*. Biodiversity and Conservation 10: 223-250 pp. Botanic Garden, University of Copenhagen. Copenhagen, Denmark.
- Higgins, S., Richardson, D., Cowling, R. y Trinder-Smith, T. (1999). *Predicting the Landscape-Scale Distribution of Alien Plants and Their Threat to Plant Diversity*. Conservation Biology 13: 303-313 pp.
- Holdridge, L. (1967). *Life Zone Ecology*. Tropical Science Center. San José, Costa Rica.
- INGALA. (2003). *Plan Regional para la Conservación y el Desarrollo Sustentable de Galápagos*. Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador.
- INGALA, PRONAREG y ORSTOM. (1989). *Inventario cartográfico de los recursos naturales, geomorfológicos, vegetación, hídricos, ecológicos y biofísicos de la Islas Galápagos, Ecuador*. Ecuador.
- Jäger, H., Alencastro, M., Kaupeniohann, M. y Kowarik, I. (2013). *Ecosystem changes in Galápagos highlands by the invasive tree Cinchona pubescens*.
- Jäger, H., Kowarik, I., Tye, A. (2009). *Destruction without extinction: long-term impacts of an invasive tree species on Galápagos highland vegetation*. Department of Ecology Technische Universität Berlin. Journal of Ecology 97: 1252-1263 pp. Berlin, Germany.

- Jäger, H. y Kowarik, I. (2010). *Resilience of Native Plant Community Following Manual Control of Invasive Cinchona pubescens in Galápagos*. Restoration Ecology 18: 103-112 pp.
- Jaramillo, P., Guézou, A., Mauchamp, A., Tye, A. (2013). *CDF Checklist of Galapagos Flowering Plants*. Charles Darwin Foundation, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador.
- Jaramillo, P., Guézou, A., Mauchamp, A., Tye, A. (2013). *CDF Checklist of Galapagos Ferns and related groups*. Charles Darwin Foundation, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador.
- Koomen, E., Rietveld, P. y Nijs, T. (2008). *Modelling land-use for spatial planning support*. The Annals of Regional Science 42: 1-10 pp.
- Kuhman, T., Pearson, S. y Turner, M. (2011). *Agricultural land-use history increases non-native plant invasion in a southern Appalachian forest a century after abandonment*. Canadian Journal of Forest Research 41: 920-929 pp.
- Lawesson, J. (1990). *Alien plants in the Galápagos Islands, a summary*. Botanical research and management in Galapagos: 15-20 pp. Missouri Botanical Garden. USA.
- Lundh, J. (2006). *The farm area and cultivated plants on Santa Cruz, 1932-1965, with remarks on other parts of Galápagos*. Galápagos Research 64: 12-25 pp.
- Mack, R. (2000). *Assessing the extent, status and dynamism in plant invasions: current and emerging approaches*. The Impact of Global Change on Invasive Species: 141-168 pp. Island Press, Covelo, CA, USA.
- MAGAP. (2011). *Valoración de tierras rurales cantón Santa Cruz*. Programa SIGTIERRAS. SIGAGRO. Quito, Ecuador.
- Maloney, K. y Weller, D. (2010). *Anthropogenic disturbance and streams: land use and land-use change affect stream ecosystems via multiple pathways*. Freshwater Biology 56: 611-626 pp.

- McCleary, A. (2013). *Characterizing Contemporary Land Use/Cover Change on Isabela Island, Galápagos*. Science and Conservation in the Galapagos Islands. Social and Ecological Interactions in the Galapagos Islands 1: 155-172 pp.
- Moll, E. (1998). *A further report on the distribution of introduced plants on Santa Cruz Island, Galápagos*. University of Queensland School of Natural and Rural Systems Management. Occasional paper 5: 82 pp. Brisbane, Australia.
- Oesterheld, M. (2008). *Impacto de la agricultura sobre los ecosistemas. Fundamentos ecológicos y problemas más relevantes*. Ecología Austral 18: 337-346 pp.
- PNG. (2006). *Plan de Manejo del Parque Nacional Galápagos*. Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador.
- Poyatos, R., Latron, J. y Llorens, P. (2003). *Land Use and Land Cover Change after Agricultural Abandonment*. Mountain Research and Development 23: 362-368 pp.
- Powell, K., Chase, J., Knight, T. (2011). *A synthesis of plant invasion effects on biodiversity across spatial scales*. Department of Biology. Washington University in Saint Louis. American Journal of Botany 98: 539-548 pp. USA.
- Prado, G. (2006). Censo de especies arbóreas introducidas en la zona agrícola de la isla Santa Cruz. Charles Darwin Research Station (CDRS). Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador.
- Rejmánek, M., Richardson, D. y Pyšek, P. (2005). *Plant invasions and invisibility of plant communities*. Vegetation Ecology. Chapter 13: 332-355 pp. UK.
- Rentería, J., Gardener, M., Panetta, F., Atkinson, R., y Crawley, M. (2012). *Possible Impacts of the Invasive Plant Rubus niveus on the Native Vegetation of the Scalesia Forest in the Galapagos Islands*. PLoS ONE 7(10): e48106. Doi:10.1371/journal.pone.0048106. USDA-ARS, USA.

- Richardson, D., Daehler, C., Leishman, M., Pauchard, A. y Pyšek, P. (2010). *Plant invasions: theoretical and practical challenges*. Biological Invasions 12: 3907-3911 pp.
- Rozas, V. y Camarero, J. (2005). *Técnicas de análisis espacial de patrones de puntos aplicadas en ecología forestal*. Investigación Agraria: Sistema de Recursos Forestales 14: 79-97 pp. Zaragoza, España.
- Rouget, M., Richardson, D., Nel, J., Le Maitre, D., Egoh, B. y Mgidi, T. (2004). *Mapping the potencial ranges of major plant invaders in South Africa, Lesotho and Swaziland using climatic suitability*. Diversity and Distributions 10: 475-484 pp.
- Schepaschenko, D., McCallum, I., Shvidenko, A., Fritz, S., Kraxner, F. y Obersteiner, M. (2011). *A new hybrid land cover dataset for Russia: a methodology for integrating statistics, remote sensing and in situ information*. Journal of Land Use Science 6 (4): 245-259 pp. Rusia.
- Secretaría del Convenio sobre Diversidad Biológica. (2009). *Informe sobre la Conservación de las Especies Vegetales: Una revisión de los progresos realizados en la aplicación de la Estrategia Mundial para la Conservación de Plantas (GSPC)*. 48 pp. Quebec, Canadá.
- Tapia, W., Ospina, P., Quiroga, D., González, J. y Montes, C. (2009). *Ciencia para la sostenibilidad en Galápagos: el papel de la investigación científica y tecnológica en el pasado, presente y futuro del archipiélago*. Parque Nacional Galápagos. Universidad Andina Simón Bolívar, Universidad Autónoma de Madrid y Universidad San Francisco de Quito. Quito, Ecuador.
- Torres, A., Aguirre, R., Velázquez, A., Larrazábal, A. y Toledo, A. (2009). *La cobertura vegetal y los cambios de uso de suelo*. Instituto Nacional de Ecología SEMARNAT. Atlas fisicogeográfico de la cuenca de Tepalcatepec: 45-48 pp. México D.F., México.
- Tye, A. (2006). *Can we infer island introduction and naturalization rates from inventory data? Evidence from introduced plants in Galapagos*.

- Biological Invasions 8: 201-215 pp. Springer. Department of Botany, Charles Darwin Research Station, Puerto Ayora, Galapagos, Ecuador.
- Tye, A., Atkinson, R. y Carrión, V. (2007). *Incrementa el número de plantas introducidas en Galápagos*. Informe Galápagos 2006-2007: 137-199 pp. DPNG, INGALA, FCD. Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador.
- Toulkeridis, Theofilos. (2011). *Volcanic Galápagos Volcánico*. Ediecuatorial, Quito, Ecuador: 364 pp.
- Trueman, M., Atkinson, R., Guézou, A., Wurm, P. (2010). *Residence time and human-mediated propagule pressure at work in the alien flora of Galapagos*. Biological Invasions 12: 3949-3960 pp.
- Villa, A. y Segarra, P. (2010). *El cambio histórico del uso del suelo y cobertura vegetal en el área rural de Santa Cruz y San Cristóbal*. En Galápagos Report 2009-2010. Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador. En: http://livinggalapagos.org/static//pdfs/Galapagos_Report_2009-2010.pdf
- Wainger, L., King, D., Mack, R., Price, E. y Maslin, T. (2007). *Prioritizing Invasive Species Management by Optimizing Production of Ecosystem Service Benefits*. Final Report to USDA ERS PREISM Program: 138 pp.
- Wolf, T. (1892). *Geografía y Geología del Ecuador*. Leipzig, Alemania.
- Wolff, M. (2010). *Galapagos does not show recent warming but increased seasonality*. Galápagos Research 67: 38-44 pp. Charles Darwin Foundation. Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador.
- Wiggins, I. y Porter, D. (1971). *Flora of the Galápagos Islands*. Stanford University. USA.

ANEXOS

Tabla 6. Individuos por especie invasora en los Transectos del T13 al T33.

Nombre Científico	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	T28	T29	T30	T31	T32	T33
<i>Pennisetum purpureum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0
<i>Hyptis pectinata</i>	0	0	15	0	6	0	0	0	0	1	5	0	0	3	5	0	12	0	0	0	0
<i>Bryophyllum pinnatum</i>	0	0	0	0	0	0	3	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Passiflora edulis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	4	13	0	0	0	0	0	0
<i>Lantana camara</i>	0	0	2	1	0	0	1	3	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
<i>Rubus niveus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	10	1	0	0	17	0	4	3
<i>Ricinus communis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Syzygium jambos</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Citharexylum gentryi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Citrus sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Leucaena leucocephala</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cordia alliodora</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Psidium guajava</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	2
<i>Cedrela odorata</i>	1	0	0	2	5	4	0	0	7	10	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0
<i>Cinchona pubescens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	35	35	16	10
<i>Persea americana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0

<i>Cestrum auriculatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Carica papaya</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Erythrina smithiana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Panicum maximun</i>	29	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Furcraea hexapetala</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0

Tabla 7. Individuos por especie invasora en los Transectos del T1 al T12 y del T34 al T43.

Nombre Científico	T34	T35	T36	T37	T38	T39	T40	T41	T42	T43	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
<i>Pennisetum purpureum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
<i>Hyptis pectinata</i>	0	0	0	0	0	0	15	10	8	1	2	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bryophyllum pinnatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Passiflora edulis</i>	2	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lantana camara</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rubus niveus</i>	22	10	2	1	1	3	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	3	1	1	1	0	0
<i>Ricinus communis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Syzygium jambos</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Citharexylum gentryi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Citrus sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0
<i>Leucaena leucocephala</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Cordia alliodora</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	10
<i>Psidium guajava</i>	3	3	15	11	11	11	8	17	12	4	0	0	0	0	2	2	6	0	0	0	0	0
<i>Cedrela odorata</i>	0	0	0	0	0	1	0	5	0	0	2	2	6	11	2	9	9	19	10	27	0	4
<i>Cinchona pubescens</i>	5	12	7	9	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Persea americana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cestrum auriculatum</i>	0	0	0	0	0	22	10	3	5	3	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Carica papaya</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

<i>Erythrina smithiana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Panicum maximun</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Furcraea hexapetala</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 8. Listado de las especies introducidas en la Isla Santa Cruz, Galápagos.

N.	REINO	FILUM	GÉNERO	EPÍTETO ESPECÍFICO	EPÍTETO INTRAESPECÍFICO	ORIGEN DEL TAXÓN	SUBORIGEN DEL TAXÓN
1	Plantae	Cycadophyta	<i>Cycas</i>	<i>circinalis</i>		In	Cu
2	Plantae	Cycadophyta	<i>Cycas</i>	<i>revoluta</i>		In	Cu
3	Plantae	Magnoliophyta	<i>Abrus</i>	<i>precatorius</i>		In	Es
4	Plantae	Magnoliophyta	<i>Abutilon</i>	<i>sp. 1</i>		In	Cu
5	Plantae	Magnoliophyta	<i>Acacia</i>	<i>nilotica</i>		In	Es
6	Plantae	Magnoliophyta	<i>Acalypha</i>	<i>amentacea</i>	<i>wilkesiana</i>	In	Cu
7	Plantae	Magnoliophyta	<i>Acalypha</i>	<i>hispida</i>		In	Cu
8	Plantae	Magnoliophyta	<i>Acalypha</i>	<i>marginata</i>		In	Cu
9	Plantae	Magnoliophyta	<i>Achillea</i>	<i>millefolium</i>		In	Es
10	Plantae	Magnoliophyta	<i>Achyranthes</i>	<i>aspera</i>		In	Ac
11	Plantae	Magnoliophyta	<i>Acmella</i>	<i>ciliata</i>		In	AcQ
12	Plantae	Magnoliophyta	<i>Acmella</i>	<i>sodiroides</i>		In	AcQ
13	Plantae	Magnoliophyta	<i>Adenostemma</i>	<i>platyphyllum</i>		In	Es
14	Plantae	Magnoliophyta	<i>Aeonium</i>	<i>sp. 1</i>		In	Cu
15	Plantae	Magnoliophyta	<i>Agave</i>	<i>americana</i>		In	Cu
16	Plantae	Magnoliophyta	<i>Agave</i>	<i>angustifolia</i>	<i>var. marginata</i>	In	Cu
17	Plantae	Magnoliophyta	<i>Agave</i>	<i>attenuata</i>		In	Cu
18	Plantae	Magnoliophyta	<i>Aglaonema</i>	<i>commutatum</i>		In	Cu
19	Plantae	Magnoliophyta	<i>Allamanda</i>	<i>cathartica</i>		In	Cu
20	Plantae	Magnoliophyta	<i>Allamanda</i>	<i>schottii</i>		In	Cu
21	Plantae	Magnoliophyta	<i>Allium</i>	<i>cepa</i>		In	Cu
22	Plantae	Magnoliophyta	<i>Allium</i>	<i>porrum</i>		In	Cu
23	Plantae	Magnoliophyta	<i>Allium</i>	<i>schoenoprasum</i>		In	Cu
24	Plantae	Magnoliophyta	<i>Alocasia</i>	<i>macrorrhizos</i>		In	Cu
25	Plantae	Magnoliophyta	<i>Alocasia</i>	<i>plumbea</i>		In	Cu
26	Plantae	Magnoliophyta	<i>Aloe</i>	<i>arborescens</i>		In	Cu
27	Plantae	Magnoliophyta	<i>Aloe</i>	<i>aristata</i>		In	Cu
28	Plantae	Magnoliophyta	<i>Aloe</i>	<i>vera</i>		In	Cu
29	Plantae	Magnoliophyta	<i>Aloysia</i>	<i>triphylla</i>		In	Cu
30	Plantae	Magnoliophyta	<i>Alpinia</i>	<i>purpurata</i>		In	Cu
31	Plantae	Magnoliophyta	<i>Alpinia</i>	<i>sanderiae</i>		In	Cu
32	Plantae	Magnoliophyta	<i>Alpinia</i>	<i>zerumbet</i>		In	Cu
33	Plantae	Magnoliophyta	<i>Alternanthera</i>	<i>mexicana</i>		In	NaQ
34	Plantae	Magnoliophyta	<i>Alternanthera</i>	<i>pubiflora</i>		In	NaQ
35	Plantae	Magnoliophyta	<i>Alternanthera</i>	<i>sessilis</i>		In	Ac
36	Plantae	Magnoliophyta	<i>Alternanthera</i>	<i>sp. 1</i>		In	Ac
37	Plantae	Magnoliophyta	<i>Alternanthera</i>	<i>tenella</i>		In	Cu
38	Plantae	Magnoliophyta	<i>Amaranthus</i>	<i>caudatus</i>		In	Cu
39	Plantae	Magnoliophyta	<i>Amaranthus</i>	<i>dubius</i>		In	Ac
40	Plantae	Magnoliophyta	<i>Amaranthus</i>	<i>hybridus</i>		In	AcQ
41	Plantae	Magnoliophyta	<i>Amaranthus</i>	<i>lividus</i>		In	Ac
42	Plantae	Magnoliophyta	<i>Amaranthus</i>	<i>spinosus</i>		In	Ac
43	Plantae	Magnoliophyta	<i>Amaranthus</i>	<i>viridis</i>		In	AcQ
44	Plantae	Magnoliophyta	<i>Ananas</i>	<i>comosus</i>		In	Cu
45	Plantae	Magnoliophyta	<i>Anemone</i>	<i>coronaria</i>		In	Cu
46	Plantae	Magnoliophyta	<i>Anethum</i>	<i>graveolens</i>		In	Cu
47	Plantae	Magnoliophyta	<i>Angelonia</i>	<i>gardneri</i>		In	Cu
48	Plantae	Magnoliophyta	<i>Annona</i>	<i>cherimola</i>		In	Es
49	Plantae	Magnoliophyta	<i>Annona</i>	<i>muricata</i>		In	Es
50	Plantae	Magnoliophyta	<i>Anoda</i>	<i>acerifolia</i>		In	AcQ
51	Plantae	Magnoliophyta	<i>Antheophora</i>	<i>hermaphrodita</i>		In	NaQ
52	Plantae	Magnoliophyta	<i>Anthurium</i>	<i>andraeanum</i>		In	Cu
53	Plantae	Magnoliophyta	<i>Antigonon</i>	<i>leptopus</i>		In	Es
54	Plantae	Magnoliophyta	<i>Apium</i>	<i>graveolens</i>		In	Cu
55	Plantae	Magnoliophyta	<i>Aptenia</i>	<i>cordifolia</i>		In	Cu
56	Plantae	Magnoliophyta	<i>Arachis</i>	<i>hypogaea</i>		In	Es
57	Plantae	Magnoliophyta	<i>Aristolochia</i>	<i>elegans</i>		In	Cu

58	Plantae	Magnoliophyta	<i>Aristolochia</i>	<i>odoratissima</i>		In	Es
59	Plantae	Magnoliophyta	<i>Arthrostyidium</i>	<i>pubescens</i>		In	Cu
60	Plantae	Magnoliophyta	<i>Artocarpus</i>	<i>altilis</i>		In	Cu
61	Plantae	Magnoliophyta	<i>Asclepias</i>	<i>curassavica</i>		In	Es
62	Plantae	Magnoliophyta	<i>Asparagus</i>	<i>densiflorus</i>		In	Es
63	Plantae	Magnoliophyta	<i>Asparagus</i>	<i>officinalis</i>		In	Cu
64	Plantae	Magnoliophyta	<i>Asparagus</i>	<i>setaceus</i>		In	Es
65	Plantae	Magnoliophyta	<i>Asystasia</i>	<i>gangetica</i>		In	Cu
66	Plantae	Magnoliophyta	<i>Axonopus</i>	<i>compressus</i>		In	Ac
67	Plantae	Magnoliophyta	<i>Axonopus</i>	<i>micay</i>		In	Ac
68	Plantae	Magnoliophyta	<i>Banisteriopsis</i>	<i>caapi</i>		In	Cu
69	Plantae	Magnoliophyta	<i>Bauhinia</i>	<i>monandra</i>		In	Cu
70	Plantae	Magnoliophyta	<i>Begonia</i>	"aya"		In	Cu
71	Plantae	Magnoliophyta	<i>Begonia</i>	"haageana"		In	Cu
72	Plantae	Magnoliophyta	<i>Begonia</i>	<i>dichroa</i>		In	Cu
73	Plantae	Magnoliophyta	<i>Begonia</i>	<i>rex</i>		In	Cu
74	Plantae	Magnoliophyta	<i>Begonia</i>	<i>semperflorens</i>		In	Cu
75	Plantae	Magnoliophyta	<i>Begonia</i>	<i>x erythrophylla</i>		In	Cu
76	Plantae	Magnoliophyta	<i>Beta</i>	<i>vulgaris</i>	<i>var. cicla</i>	In	Cu
77	Plantae	Magnoliophyta	<i>Bidens</i>	<i>pilosa</i>		In	NaQ
78	Plantae	Magnoliophyta	<i>Bixa</i>	<i>orellana</i>		In	Es
79	Plantae	Magnoliophyta	<i>Blumea</i>	<i>viscosa</i>		In	Ac
80	Plantae	Magnoliophyta	<i>Bougainvillea</i>	<i>hybrid cultivars</i>		In	Cu
81	Plantae	Magnoliophyta	<i>Bougainvillea</i>	<i>spectabilis</i>	<i>var. glabra</i>	In	Cu
82	Plantae	Magnoliophyta	<i>Bougainvillea</i>	<i>spectabilis</i>	<i>var. spectabilis</i>	In	Cu
83	Plantae	Magnoliophyta	<i>Bougainvillea</i>	<i>x buttiana</i>		In	Cu
84	Plantae	Magnoliophyta	<i>Bouteloua</i>	<i>disticha</i>		In	NaQ
85	Plantae	Magnoliophyta	<i>Brasiliopuntia</i>	<i>brasiliensis</i>		In	Cu
86	Plantae	Magnoliophyta	<i>Brassica</i>	<i>juncea</i>		In	Cu
87	Plantae	Magnoliophyta	<i>Brassica</i>	<i>napus</i>		In	Es
88	Plantae	Magnoliophyta	<i>Brassica</i>	<i>oleracea</i>	<i>var. botrytis</i>	In	Cu
89	Plantae	Magnoliophyta	<i>Brassica</i>	<i>oleracea</i>	<i>var. capitata</i>	In	Cu
90	Plantae	Magnoliophyta	<i>Brassica</i>	<i>oleracea</i>	<i>var. italica</i>	In	Cu
91	Plantae	Magnoliophyta	<i>Brassica</i>	<i>rapa</i>		In	Es
92	Plantae	Magnoliophyta	<i>Breynia</i>	<i>disticha</i>	<i>var. nivosa</i>	In	Cu
93	Plantae	Magnoliophyta	<i>Bromelia</i>	<i>pinguin</i>		In	Cu
94	Plantae	Magnoliophyta	<i>Browallia</i>	<i>americana</i>		In	AcQ
95	Plantae	Magnoliophyta	<i>Brugmansia</i>	<i>suaveolens</i>		In	Cu
96	Plantae	Magnoliophyta	<i>Brugmansia</i>	<i>versicolor</i>		In	Es
97	Plantae	Magnoliophyta	<i>Brugmansia</i>	<i>x candida</i>		In	Es
98	Plantae	Magnoliophyta	<i>Brunfelsia</i>	<i>grandiflora</i>		In	Cu
99	Plantae	Magnoliophyta	<i>Bryophyllum</i>	<i>daigremontianum</i>		In	Cu
100	Plantae	Magnoliophyta	<i>Bryophyllum</i>	<i>gastonis-bonnierei</i>		In	Cu
101	Plantae	Magnoliophyta	<i>Bryophyllum</i>	<i>pinnatum</i>		In	Es
102	Plantae	Magnoliophyta	<i>Buddleja</i>	<i> davidii</i>		In	Cu
103	Plantae	Magnoliophyta	<i>Bunchosia</i>	<i>cornifolia</i>		In	Cu
104	Plantae	Magnoliophyta	<i>Bunchosia</i>	<i>sp. 1</i>		In	Cu
105	Plantae	Magnoliophyta	<i>Caesalpinia</i>	<i>bonduc</i>		In	NaQ
106	Plantae	Magnoliophyta	<i>Caesalpinia</i>	<i>pulcherrima</i>		In	Es
107	Plantae	Magnoliophyta	<i>Cajanus</i>	<i>cajan</i>		In	Cu
108	Plantae	Magnoliophyta	<i>Caladium</i>	<i>bicolor</i>		In	Cu
109	Plantae	Magnoliophyta	<i>Calathea</i>	<i>allouia</i>		In	Cu
110	Plantae	Magnoliophyta	<i>Calathea</i>	<i>majestica</i>		In	Cu
111	Plantae	Magnoliophyta	<i>Calathea</i>	<i>picturata</i>		In	Cu
112	Plantae	Magnoliophyta	<i>Calathea</i>	<i>zebrina</i>		In	Cu
113	Plantae	Magnoliophyta	<i>Calliandra</i>	<i>calothyrsus</i>		In	Cu
114	Plantae	Magnoliophyta	<i>Callistemon</i>	<i>citrinus</i>		In	Cu
115	Plantae	Magnoliophyta	<i>Canna</i>	<i>indica</i>		In	Cu
116	Plantae	Magnoliophyta	<i>Canna</i>	<i>x generalis</i>		In	Es
117	Plantae	Magnoliophyta	<i>Cannabis</i>	<i>sativa</i>		In	Cu
118	Plantae	Magnoliophyta	<i>Capsella</i>	<i>bursa-pastoris</i>		In	Ac
119	Plantae	Magnoliophyta	<i>Capsicum</i>	<i>annuum</i>		In	Cu
120	Plantae	Magnoliophyta	<i>Capsicum</i>	<i>annuum</i>	<i>cv. Bolivian Rainbow</i>	In	Cu

121	Plantae	Magnoliophyta	<i>Capsicum</i>	<i>baccatum</i>	<i>var. pendulum</i>	In	Es
122	Plantae	Magnoliophyta	<i>Capsicum</i>	<i>frutescens</i>		In	Es
123	Plantae	Magnoliophyta	<i>Cardamine</i>	<i>bonariensis</i>		In	Es
124	Plantae	Magnoliophyta	<i>Carica</i>	<i>papaya</i>		In	Es
125	Plantae	Magnoliophyta	<i>Carica</i>	<i>x heilbornii</i>		In	Cu
126	Plantae	Magnoliophyta	<i>Carludovica</i>	<i>palmata</i>		In	Cu
127	Plantae	Magnoliophyta	<i>Caryota</i>	<i>mitis</i>		In	Cu
128	Plantae	Magnoliophyta	<i>Cassia</i>	<i>fistula</i>		In	Cu
129	Plantae	Magnoliophyta	<i>Cassia</i>	<i>grandis</i>		In	Es
130	Plantae	Magnoliophyta	<i>Casuarina</i>	<i>equisetifolia</i>		In	Cu
131	Plantae	Magnoliophyta	<i>Catharanthus</i>	<i>roseus</i>		In	Es
132	Plantae	Magnoliophyta	<i>Cattleya</i>	<i>maxima</i>		In	Cu
133	Plantae	Magnoliophyta	<i>Cedrela</i>	<i>odorata</i>		In	Es
134	Plantae	Magnoliophyta	<i>Ceiba</i>	<i>pentandra</i>		In	Cu
135	Plantae	Magnoliophyta	<i>Celosia</i>	<i>argentea</i>	<i>cristata</i>	In	Es
136	Plantae	Magnoliophyta	<i>Celosia</i>	<i>argentea</i>	<i>var. argentea</i>	In	Es
137	Plantae	Magnoliophyta	<i>Cenchrus</i>	<i>brownii</i>		In	Ac
138	Plantae	Magnoliophyta	<i>Cenchrus</i>	<i>echinatus</i>		In	Ac
139	Plantae	Magnoliophyta	<i>Cenchrus</i>	<i>pilosus</i>		In	Ac
140	Plantae	Magnoliophyta	<i>Centratherum</i>	<i>punctatum</i>		In	Es
141	Plantae	Magnoliophyta	<i>Centrobium</i>	<i>paraense</i>		In	Cu
142	Plantae	Magnoliophyta	<i>Ceratophyllum</i>	<i>llerenae</i>		In	NaQ
143	Plantae	Magnoliophyta	<i>Cereus</i>	<i>peruvianus</i>	<i>var. 1</i>	In	Cu
144	Plantae	Magnoliophyta	<i>Cereus</i>	<i>peruvianus</i>	<i>var. monstrosus</i>	In	Cu
145	Plantae	Magnoliophyta	<i>Cestrum</i>	<i>auriculatum</i>		In	Es
146	Plantae	Magnoliophyta	<i>Chamaesyce</i>	<i>ophthalmica</i>		In	Ac
147	Plantae	Magnoliophyta	<i>Chamaesyce</i>	<i>thymifolia</i>		In	Ac
148	Plantae	Magnoliophyta	<i>Chenopodium</i>	<i>ambrosioides</i>		In	Es
149	Plantae	Magnoliophyta	<i>Chenopodium</i>	<i>murale</i>		In	Ac
150	Plantae	Magnoliophyta	<i>Chloris</i>	<i>inflata</i>		In	AcQ
151	Plantae	Magnoliophyta	<i>Chloris</i>	<i>radiata</i>		In	NaQ
152	Plantae	Magnoliophyta	<i>Chloris</i>	<i>virgata</i>		In	NaQ
153	Plantae	Magnoliophyta	<i>Chlorophytum</i>	<i>comosum</i>		In	Cu
154	Plantae	Magnoliophyta	<i>Chrysophyllum</i>	<i>argenteum</i>	<i>ssp. panamense</i>	In	Cu
155	Plantae	Magnoliophyta	<i>Chrysophyllum</i>	<i>cainito</i>		In	Cu
156	Plantae	Magnoliophyta	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>		In	Es
157	Plantae	Magnoliophyta	<i>Citharexylum</i>	<i>gentryi</i>		In	Es
158	Plantae	Magnoliophyta	<i>Citrullus</i>	<i>lanatus</i>		In	Es
159	Plantae	Magnoliophyta	<i>Citrus</i>	<i>medica</i>		In	Cu
160	Plantae	Magnoliophyta	<i>Citrus</i>	<i>reticulata</i>		In	Cu
161	Plantae	Magnoliophyta	<i>Citrus</i>	<i>x aurantiifolia</i>		In	Es
162	Plantae	Magnoliophyta	<i>Citrus</i>	<i>x aurantium</i>		In	Cu
163	Plantae	Magnoliophyta	<i>Citrus</i>	<i>x limetta</i>		In	Es
164	Plantae	Magnoliophyta	<i>Citrus</i>	<i>x limon</i>		In	Es
165	Plantae	Magnoliophyta	<i>Citrus</i>	<i>x nobilis</i>		In	Cu
166	Plantae	Magnoliophyta	<i>Citrus</i>	<i>x paradisi</i>		In	Cu
167	Plantae	Magnoliophyta	<i>Citrus</i>	<i>x sinensis</i>		In	Cu
168	Plantae	Magnoliophyta	<i>Cleome</i>	<i>speciosa</i>		In	Es
169	Plantae	Magnoliophyta	<i>Cleome</i>	<i>spinosa</i>		In	Cu
170	Plantae	Magnoliophyta	<i>Cleome</i>	<i>viscosa</i>		In	Ac
171	Plantae	Magnoliophyta	<i>Clerodendrum</i>	<i>philippinum</i>		In	Es
172	Plantae	Magnoliophyta	<i>Clerodendrum</i>	<i>thomsonae</i>		In	Cu
173	Plantae	Magnoliophyta	<i>Clerodendrum</i>	<i>x speciosum</i>		In	Cu
174	Plantae	Magnoliophyta	<i>Clitoria</i>	<i>ternatea</i>		In	Es
175	Plantae	Magnoliophyta	<i>Cnidoscolus</i>	<i>aconitifolius</i>		In	Es
176	Plantae	Magnoliophyta	<i>Cocos</i>	<i>nucifera</i>		In	Cu
177	Plantae	Magnoliophyta	<i>Codiaeum</i>	<i>variegatum</i>		In	Cu
178	Plantae	Magnoliophyta	<i>Coffea</i>	<i>arabica</i>		In	Es
179	Plantae	Magnoliophyta	<i>Coix</i>	<i>lacryma-jobi</i>		In	Es
180	Plantae	Magnoliophyta	<i>Colocasia</i>	<i>esculenta</i>		In	Es
181	Plantae	Magnoliophyta	<i>Conyza</i>	<i>bonariensis</i>		In	Ac
182	Plantae	Magnoliophyta	<i>Conyza</i>	<i>canadensis</i>		In	Ac
183	Plantae	Magnoliophyta	<i>Cordia</i>	<i>alliodora</i>		In	Es
184	Plantae	Magnoliophyta	<i>Cordyline</i>	<i>fruticosa</i>		In	Cu

185	Plantae	Magnoliophyta	<i>Coriandrum</i>	<i>sativum</i>		In	Cu
186	Plantae	Magnoliophyta	<i>Coronopus</i>	<i>didymus</i>		In	Ac
187	Plantae	Magnoliophyta	<i>Cosmos</i>	<i>bipinnatus</i>		In	Cu
188	Plantae	Magnoliophyta	<i>Costus</i>	<i>guanaiensis</i>	<i>var. tarmicus</i>	In	Cu
189	Plantae	Magnoliophyta	<i>Crescentia</i>	<i>cujete</i>		In	Cu
190	Plantae	Magnoliophyta	<i>Crinum</i>	<i>x amabile</i>	<i>var. augustum</i>	In	Cu
191	Plantae	Magnoliophyta	<i>Crinum</i>	<i>zeylanicum</i>		In	Cu
192	Plantae	Magnoliophyta	<i>Crocasmia</i>	<i>x crocosmiiflora</i>		In	Cu
193	Plantae	Magnoliophyta	<i>Crotalaria</i>	<i>retusa</i>		In	AcQ
194	Plantae	Magnoliophyta	<i>Cryptanthus</i>	<i>sinuosus</i>		In	Cu
195	Plantae	Magnoliophyta	<i>Cryptostegia</i>	<i>grandiflora</i>		In	Cu
196	Plantae	Magnoliophyta	<i>Ctenanthe</i>	<i>setosa</i>		In	Cu
197	Plantae	Magnoliophyta	<i>Cucumis</i>	<i>dipsaceus</i>		In	AcQ
198	Plantae	Magnoliophyta	<i>Cucumis</i>	<i>melo</i>		In	Cu
199	Plantae	Magnoliophyta	<i>Cucumis</i>	<i>sativus</i>		In	Cu
200	Plantae	Magnoliophyta	<i>Cucurbita</i>	<i>ficifolia</i>		In	Cu
201	Plantae	Magnoliophyta	<i>Cucurbita</i>	<i>moschata</i>		In	Cu
202	Plantae	Magnoliophyta	<i>Cucurbita</i>	<i>pepo</i>		In	Cu
203	Plantae	Magnoliophyta	<i>Cuphea</i>	<i>hyssopifolia</i>		In	Cu
204	Plantae	Magnoliophyta	<i>Cuphea</i>	<i>racemosa</i>		In	Ac
205	Plantae	Magnoliophyta	<i>Cyanthillium</i>	<i>cinereum</i>		In	AcQ
206	Plantae	Magnoliophyta	<i>Cyclanthera</i>	<i>pedata</i>	<i>var. edulis</i>	In	Cu
207	Plantae	Magnoliophyta	<i>Cyclosporum</i>	<i>leptophyllum</i>		In	NaQ
208	Plantae	Magnoliophyta	<i>Cymbalaria</i>	<i>muralis</i>		In	Cu
209	Plantae	Magnoliophyta	<i>Cymbopogon</i>	<i>citratus</i>		In	Cu
210	Plantae	Magnoliophyta	<i>Cynodon</i>	<i>dactylon</i>		In	Es
211	Plantae	Magnoliophyta	<i>Cynodon</i>	<i>nlemfuensis</i>		In	Ac
212	Plantae	Magnoliophyta	<i>Cyperus</i>	<i>involucratus</i>		In	Es
213	Plantae	Magnoliophyta	<i>Cyperus</i>	<i>odoratus</i>		In	Ac
214	Plantae	Magnoliophyta	<i>Cyperus</i>	<i>papyrus</i>		In	Cu
215	Plantae	Magnoliophyta	<i>Dactyloctenium</i>	<i>aegyptium</i>		In	Ac
216	Plantae	Magnoliophyta	<i>Dahlia</i>	<i>pinnata</i>		In	Cu
217	Plantae	Magnoliophyta	<i>Dalechampia</i>	<i>scandens</i>		In	AcQ
218	Plantae	Magnoliophyta	<i>Datura</i>	<i>metel</i>		In	Cu
219	Plantae	Magnoliophyta	<i>Datura</i>	<i>stramonium</i>	<i>var. stramonium</i>	In	Es
220	Plantae	Magnoliophyta	<i>Daucus</i>	<i>carota</i>		In	Cu
221	Plantae	Magnoliophyta	<i>Delonix</i>	<i>regia</i>		In	Es
222	Plantae	Magnoliophyta	<i>Dendranthema</i>	<i>x grandiflorum</i>	<i>cv peggy Stevens</i>	In	Cu
223	Plantae	Magnoliophyta	<i>Desmodium</i>	<i>glabrum</i>		In	NaQ
224	Plantae	Magnoliophyta	<i>Desmodium</i>	<i>incanum</i>		In	NaQ
225	Plantae	Magnoliophyta	<i>Desmodium</i>	<i>intortum</i>		In	NaQ
226	Plantae	Magnoliophyta	<i>Dianthus</i>	<i>caryophyllus</i>		In	Cu
227	Plantae	Magnoliophyta	<i>Dieffenbachia</i>	<i>seguine</i>		In	Cu
228	Plantae	Magnoliophyta	<i>Digitaria</i>	<i>ciliaris</i>		In	NaQ
229	Plantae	Magnoliophyta	<i>Digitaria</i>	<i>eriantha</i>		In	Es
230	Plantae	Magnoliophyta	<i>Digitaria</i>	<i>horizontalis</i>		In	Ac
231	Plantae	Magnoliophyta	<i>Digitaria</i>	<i>pentzii</i>		In	Ac
232	Plantae	Magnoliophyta	<i>Digitaria</i>	<i>setigera</i>		In	Ac
233	Plantae	Magnoliophyta	<i>Dillenia</i>	<i>indica</i>		In	Cu
234	Plantae	Magnoliophyta	<i>Dioclea</i>	<i>reflexa</i>		In	Es
235	Plantae	Magnoliophyta	<i>Dioscorea</i>	<i>bulbifera</i>		In	Cu
236	Plantae	Magnoliophyta	<i>Disocactus</i>	<i>flagelliformis</i>		In	Cu
237	Plantae	Magnoliophyta	<i>Disocactus</i>	<i>sp. 1</i>		In	Cu
238	Plantae	Magnoliophyta	<i>Dracaena</i>	<i>angustifolia</i>		In	Cu
239	Plantae	Magnoliophyta	<i>Dracaena</i>	<i>deremensis</i>		In	Cu
240	Plantae	Magnoliophyta	<i>Dracaena</i>	<i>fragrans</i>		In	Cu
241	Plantae	Magnoliophyta	<i>Dracaena</i>	<i>marginata</i>		In	Cu
242	Plantae	Magnoliophyta	<i>Duranta</i>	<i>repens</i>	<i>ssp. 1</i>	In	Cu
243	Plantae	Magnoliophyta	<i>Dyopsis</i>	<i>lutescens</i>		In	Cu
244	Plantae	Magnoliophyta	<i>Echinochloa</i>	<i>colona</i>		In	Ac
245	Plantae	Magnoliophyta	<i>Echinochloa</i>	<i>crus-galli</i>		In	Es
246	Plantae	Magnoliophyta	<i>Echinopsis</i>	<i>calochlora</i>		In	Cu
247	Plantae	Magnoliophyta	<i>Echinopsis</i>	<i>eyriesii</i>		In	Cu
248	Plantae	Magnoliophyta	<i>Elaeis</i>	<i>guineensis</i>		In	Cu

249	Plantae	Magnoliophyta	<i>Eleusine</i>	<i>indica</i>		In	Ac
250	Plantae	Magnoliophyta	<i>Eleutherine</i>	<i>bulbosa</i>		In	Cu
251	Plantae	Magnoliophyta	<i>Elytraria</i>	<i>imbricata</i>		In	Ac
252	Plantae	Magnoliophyta	<i>Epiphyllum</i>	<i>oxypetalum</i>		In	Cu
253	Plantae	Magnoliophyta	<i>Epipremnum</i>	<i>pinnatum</i>		In	Cu
254	Plantae	Magnoliophyta	<i>Episcia</i>	<i>cupreata</i>		In	Cu
255	Plantae	Magnoliophyta	<i>Eragrostis</i>	<i>amabilis</i>		In	Ac
256	Plantae	Magnoliophyta	<i>Eragrostis</i>	<i>cilianensis</i>		In	NaQ
257	Plantae	Magnoliophyta	<i>Eragrostis</i>	<i>tenuifolia</i>		In	Ac
258	Plantae	Magnoliophyta	<i>Erechtites</i>	<i>hieraciifolius</i>	<i>var. cacalioides</i>	In	Ac
259	Plantae	Magnoliophyta	<i>Eriobotrya</i>	<i>japonica</i>		In	Es
260	Plantae	Magnoliophyta	<i>Eryngium</i>	<i>foetidum</i>		In	Cu
261	Plantae	Magnoliophyta	<i>Erythrina</i>	<i>corallodendron</i>		In	Cu
262	Plantae	Magnoliophyta	<i>Erythrina</i>	<i>edulis</i>		In	Cu
263	Plantae	Magnoliophyta	<i>Erythrina</i>	<i>fusca</i>		In	Cu
264	Plantae	Magnoliophyta	<i>Erythrina</i>	<i>poepigiana</i>		In	Cu
265	Plantae	Magnoliophyta	<i>Erythrina</i>	<i>smithiana</i>		In	Cu
266	Plantae	Magnoliophyta	<i>Etilingera</i>	<i>elatior</i>		In	Cu
267	Plantae	Magnoliophyta	<i>Eucalyptus</i>	<i>camaldulensis</i>		In	Cu
268	Plantae	Magnoliophyta	<i>Eucalyptus</i>	<i>cf. grandis</i>		In	Cu
269	Plantae	Magnoliophyta	<i>Eucalyptus</i>	<i>citriodora</i>		In	Cu
270	Plantae	Magnoliophyta	<i>Eucalyptus</i>	<i>globulus</i>		In	Cu
271	Plantae	Magnoliophyta	<i>Eucalyptus</i>	<i>tereticornis</i>		In	Cu
272	Plantae	Magnoliophyta	<i>Eucharis</i>	<i>x grandiflora</i>		In	Cu
273	Plantae	Magnoliophyta	<i>Eugenia</i>	<i>sp. 1</i>		In	Cu
274	Plantae	Magnoliophyta	<i>Euphorbia</i>	<i>cotinifolia</i>		In	Cu
275	Plantae	Magnoliophyta	<i>Euphorbia</i>	<i>cyathophora</i>		In	Es
276	Plantae	Magnoliophyta	<i>Euphorbia</i>	<i>heterophylla</i>		In	Es
277	Plantae	Magnoliophyta	<i>Euphorbia</i>	<i>lactea</i>		In	Cu
278	Plantae	Magnoliophyta	<i>Euphorbia</i>	<i>milii</i>		In	Cu
279	Plantae	Magnoliophyta	<i>Euphorbia</i>	<i>pulcherrima</i>		In	Cu
280	Plantae	Magnoliophyta	<i>Euphorbia</i>	<i>tirucalli</i>		In	Cu
281	Plantae	Magnoliophyta	<i>Ficus</i>	<i>benjamina</i>		In	Cu
282	Plantae	Magnoliophyta	<i>Ficus</i>	<i>carica</i>		In	Cu
283	Plantae	Magnoliophyta	<i>Ficus</i>	<i>elastica</i>		In	Cu
284	Plantae	Magnoliophyta	<i>Ficus</i>	<i>pumila</i>		In	Es
285	Plantae	Magnoliophyta	<i>Fittonia</i>	<i>albivenis</i>		In	Cu
286	Plantae	Magnoliophyta	<i>Foeniculum</i>	<i>vulgare</i>		In	Cu
287	Plantae	Magnoliophyta	<i>Furcraea</i>	<i>hexapetala</i>		In	Es
288	Plantae	Magnoliophyta	<i>Galactia</i>	<i>tenuiflora</i>		In	NaQ
289	Plantae	Magnoliophyta	<i>Galinsoga</i>	<i>quadriadiata</i>		In	Ac
290	Plantae	Magnoliophyta	<i>Galium</i>	<i>canescens</i>		In	NaQ
291	Plantae	Magnoliophyta	<i>Galphimia</i>	<i>gracilis</i>		In	Cu
292	Plantae	Magnoliophyta	<i>Gamochaeta</i>	<i>purpurea</i>		In	NaQ
293	Plantae	Magnoliophyta	<i>Gardenia</i>	<i>augusta</i>		In	Cu
294	Plantae	Magnoliophyta	<i>Gladiolus</i>	<i>communis</i>		In	Cu
295	Plantae	Magnoliophyta	<i>Gliricidia</i>	<i>sepium</i>		In	Cu
296	Plantae	Magnoliophyta	<i>Gomphrena</i>	<i>globosa</i>		In	Cu
297	Plantae	Magnoliophyta	<i>Gossypium</i>	<i>barbadense</i>		In	Cu
298	Plantae	Magnoliophyta	<i>Gouania</i>	<i>polygama</i>		In	Es
299	Plantae	Magnoliophyta	<i>Greenovia</i>	<i>aurea</i>		In	Cu
300	Plantae	Magnoliophyta	<i>Guadua</i>	<i>angustifolia</i>		In	Es
301	Plantae	Magnoliophyta	<i>Hatiora</i>	<i>gaertneri</i>		In	Cu
302	Plantae	Magnoliophyta	<i>Haworthia</i>	<i>attenuata</i>		In	Cu
303	Plantae	Magnoliophyta	<i>Hedychium</i>	<i>coronarum</i>		In	Es
304	Plantae	Magnoliophyta	<i>Helianthus</i>	<i>annuus</i>		In	Cu
305	Plantae	Magnoliophyta	<i>Heliconia</i>	<i>sp. 1</i>		In	Cu
306	Plantae	Magnoliophyta	<i>Heliotropium</i>	<i>rufipilum</i>	<i>var. rufipilum</i>	In	AcQ
307	Plantae	Magnoliophyta	<i>Hemerocallis</i>	<i>hybrids</i>		In	Cu
308	Plantae	Magnoliophyta	<i>Hibiscus</i>	<i>mutabilis</i>		In	Cu
309	Plantae	Magnoliophyta	<i>Hibiscus</i>	<i>radiatus</i>		In	Es
310	Plantae	Magnoliophyta	<i>Hibiscus</i>	<i>rosa-sinensis</i>		In	Es
311	Plantae	Magnoliophyta	<i>Hibiscus</i>	<i>rosa-sinensis</i>	<i>var. schizopetalus</i>	In	Cu
312	Plantae	Magnoliophyta	<i>Hippeastrum</i>	<i>puniceum</i>		In	Cu

313	Plantae	Magnoliophyta	<i>Hippeastrum</i>	<i>reticulatum</i>		In	Cu
314	Plantae	Magnoliophyta	<i>Hippobroma</i>	<i>longiflora</i>		In	Es
315	Plantae	Magnoliophyta	<i>Hoya</i>	<i>carnosa</i>		In	Cu
316	Plantae	Magnoliophyta	<i>Huernia</i>	<i>aspera</i>		In	Cu
317	Plantae	Magnoliophyta	<i>Hydrangea</i>	<i>macrophylla</i>		In	Cu
318	Plantae	Magnoliophyta	<i>Hydrocharis</i>	<i>morsus-ranae</i>		In	Cu
319	Plantae	Magnoliophyta	<i>Hylocereus</i>	<i>polyrhizus</i>		In	Es
320	Plantae	Magnoliophyta	<i>Hymenocallis</i>	<i>pedalis</i>		In	Cu
321	Plantae	Magnoliophyta	<i>Hypoestes</i>	<i>phyllostachya</i>		In	Cu
322	Plantae	Magnoliophyta	<i>Hyptis</i>	<i>pectinata</i>		In	Ac
323	Plantae	Magnoliophyta	<i>Hyptis</i>	<i>rhomboidea</i>		In	Ac
324	Plantae	Magnoliophyta	<i>Hyptis</i>	<i>sidifolia</i>		In	Ac
325	Plantae	Magnoliophyta	<i>Hyptis</i>	<i>sp. 1</i>		In	Es
326	Plantae	Magnoliophyta	<i>Ichnanthus</i>	<i>nemorosus</i>		In	NaQ
327	Plantae	Magnoliophyta	<i>Impatiens</i>	<i>balsamina</i>		In	Es
328	Plantae	Magnoliophyta	<i>Impatiens</i>	<i>walleriana</i>		In	Es
329	Plantae	Magnoliophyta	<i>Inga</i>	<i>edulis</i>		In	Cu
330	Plantae	Magnoliophyta	<i>Inga</i>	<i>insignis</i>		In	Cu
331	Plantae	Magnoliophyta	<i>Inga</i>	<i>spectabilis</i>		In	Es
332	Plantae	Magnoliophyta	<i>Inga</i>	<i>striata</i>		In	Cu
333	Plantae	Magnoliophyta	<i>Ipomoea</i>	<i>alba</i>		In	NaQ
334	Plantae	Magnoliophyta	<i>Ipomoea</i>	<i>batatas</i>		In	Es
335	Plantae	Magnoliophyta	<i>Ipomoea</i>	<i>carnea</i>	<i>ssp. fistulosa</i>	In	Cu
336	Plantae	Magnoliophyta	<i>Ipomoea</i>	<i>nil</i>		In	AcQ
337	Plantae	Magnoliophyta	<i>Ipomoea</i>	<i>quamoclit</i>		In	Es
338	Plantae	Magnoliophyta	<i>Ipomoea</i>	<i>tricolor</i>		In	Cu
339	Plantae	Magnoliophyta	<i>Iresine</i>	<i>herbstii</i>		In	Cu
340	Plantae	Magnoliophyta	<i>Iresine</i>	<i>lindenii</i>		In	Cu
341	Plantae	Magnoliophyta	<i>Ixora</i>	<i>casei</i>		In	Cu
342	Plantae	Magnoliophyta	<i>Ixora</i>	<i>coccinea</i>		In	Cu
343	Plantae	Magnoliophyta	<i>Ixora</i>	<i>finlaysoniana</i>		In	Cu
344	Plantae	Magnoliophyta	<i>Jacaranda</i>	<i>mimosifolia</i>		In	Cu
345	Plantae	Magnoliophyta	<i>Jasminum</i>	<i>azoricum</i>		In	Cu
346	Plantae	Magnoliophyta	<i>Jasminum</i>	<i>grandiflorum</i>		In	Cu
347	Plantae	Magnoliophyta	<i>Jatropha</i>	<i>curcas</i>		In	Es
348	Plantae	Magnoliophyta	<i>Jatropha</i>	<i>gossypifolia</i>		In	Es
349	Plantae	Magnoliophyta	<i>Jatropha</i>	<i>podagrica</i>		In	Cu
350	Plantae	Magnoliophyta	<i>Juglans</i>	<i>neotropica</i>		In	Es
351	Plantae	Magnoliophyta	<i>Justicia</i>	<i>brandegeana</i>		In	Cu
352	Plantae	Magnoliophyta	<i>Justicia</i>	<i>carnea</i>		In	Cu
353	Plantae	Magnoliophyta	<i>Kalanchoe</i>	<i>blossfeldiana</i>		In	Cu
354	Plantae	Magnoliophyta	<i>Kalanchoe</i>	<i>eriophylla</i>		In	Cu
355	Plantae	Magnoliophyta	<i>Kalanchoe</i>	<i>fedtschenkoi</i>		In	Cu
356	Plantae	Magnoliophyta	<i>Kalanchoe</i>	<i>tubiflora</i>		In	Es
357	Plantae	Magnoliophyta	<i>Koanophyllon</i>	<i>solidaginoides</i>		In	NaQ
358	Plantae	Magnoliophyta	<i>Kohleria</i>	<i>amabilis</i>		In	Cu
359	Plantae	Magnoliophyta	<i>Kohleria</i>	<i>bogotensis</i>		In	Cu
360	Plantae	Magnoliophyta	<i>Lablab</i>	<i>purpureus</i>		In	Es
361	Plantae	Magnoliophyta	<i>Lactuca</i>	<i>sativa</i>		In	Cu
362	Plantae	Magnoliophyta	<i>Lagerstroemia</i>	<i>indica</i>		In	Cu
363	Plantae	Magnoliophyta	<i>Lampranthus</i>	<i>aureus</i>		In	Cu
364	Plantae	Magnoliophyta	<i>Lansium</i>	<i>domesticum</i>		In	Cu
365	Plantae	Magnoliophyta	<i>Lantana</i>	<i>camara</i>		In	Es
366	Plantae	Magnoliophyta	<i>Lantana</i>	<i>montevidensis</i>		In	Cu
367	Plantae	Magnoliophyta	<i>Ledebouria</i>	<i>socialis</i>		In	Cu
368	Plantae	Magnoliophyta	<i>Leersia</i>	<i>hexandra</i>		In	Ac
369	Plantae	Magnoliophyta	<i>Lepidium</i>	<i>sativum</i>		In	Cu
370	Plantae	Magnoliophyta	<i>Lepidium</i>	<i>virginicum</i>		In	AcQ
371	Plantae	Magnoliophyta	<i>Leptochloa</i>	<i>mucronata</i>		In	NaQ
372	Plantae	Magnoliophyta	<i>Leucaena</i>	<i>leucocephala</i>	<i>ssp. glabrata</i>	In	Es
373	Plantae	Magnoliophyta	<i>Leucaena</i>	<i>trichodes</i>		In	Es
374	Plantae	Magnoliophyta	<i>Lilium</i>	<i>candidum</i>		In	Cu
375	Plantae	Magnoliophyta	<i>Lindernia</i>	<i>anagallidea</i>		In	NaQ
376	Plantae	Magnoliophyta	<i>Lindernia</i>	<i>sp. 1</i>		In	Cu

377	Plantae	Magnoliophyta	<i>Linum</i>	<i>usitatissimum</i>		In	Cu
378	Plantae	Magnoliophyta	<i>Lonicera</i>	<i>x americana</i>		In	Cu
379	Plantae	Magnoliophyta	<i>Luffa</i>	<i>cylindrica</i>		In	Cu
380	Plantae	Magnoliophyta	<i>Malachra</i>	<i>alceifolia</i>		In	Ac
381	Plantae	Magnoliophyta	<i>Malpighia</i>	<i>coccigera</i>		In	Cu
382	Plantae	Magnoliophyta	<i>Malpighia</i>	<i>emarginata</i>		In	Cu
383	Plantae	Magnoliophyta	<i>Malva</i>	<i>parviflora</i>		In	AcQ
384	Plantae	Magnoliophyta	<i>Malvastrum</i>	<i>americanum</i>		In	Ac
385	Plantae	Magnoliophyta	<i>Malvastrum</i>	<i>coromandelianum</i>		In	Ac
386	Plantae	Magnoliophyta	<i>Malvastrum</i>	<i>tomentosum</i>	<i>tomentosum</i>	In	Ac
387	Plantae	Magnoliophyta	<i>Malvaviscus</i>	<i>arboreus</i>		In	Cu
388	Plantae	Magnoliophyta	<i>Mammea</i>	<i>americana</i>		In	Cu
389	Plantae	Magnoliophyta	<i>Mammillaria</i>	<i>backebergiana</i>		In	Cu
390	Plantae	Magnoliophyta	<i>Mammillaria</i>	<i>columbiana</i>		In	Cu
391	Plantae	Magnoliophyta	<i>Mammillaria</i>	<i>prolifera</i>	<i>ssp. 1</i>	In	Cu
392	Plantae	Magnoliophyta	<i>Mammillaria</i>	<i>prolifera</i>	<i>ssp. texana</i>	In	Cu
393	Plantae	Magnoliophyta	<i>Mandevilla</i>	<i>sanderi</i>		In	Cu
394	Plantae	Magnoliophyta	<i>Mangifera</i>	<i>indica</i>		In	Es
395	Plantae	Magnoliophyta	<i>Manihot</i>	<i>esculenta</i>		In	Cu
396	Plantae	Magnoliophyta	<i>Mansoa</i>	<i>standleyi</i>		In	Cu
397	Plantae	Magnoliophyta	<i>Matisia</i>	<i>cordata</i>		In	Cu
398	Plantae	Magnoliophyta	<i>Matricaria</i>	<i>recutita</i>		In	Cu
399	Plantae	Magnoliophyta	<i>Medicago</i>	<i>sativa</i>		In	Cu
400	Plantae	Magnoliophyta	<i>Melia</i>	<i>azedarach</i>		In	Es
401	Plantae	Magnoliophyta	<i>Melinis</i>	<i>minutiflora</i>		In	Es
402	Plantae	Magnoliophyta	<i>Melissa</i>	<i>officinalis</i>		In	Cu
403	Plantae	Magnoliophyta	<i>Mentha</i>	<i>suaveolens</i>		In	Cu
404	Plantae	Magnoliophyta	<i>Mentha</i>	<i>x piperita</i>		In	Es
405	Plantae	Magnoliophyta	<i>Merremia</i>	<i>umbellata</i>		In	AcQ
406	Plantae	Magnoliophyta	<i>Mimosa</i>	<i>pubida</i>		In	AcQ
407	Plantae	Magnoliophyta	<i>Mirabilis</i>	<i>jalapa</i>		In	Es
408	Plantae	Magnoliophyta	<i>Momordica</i>	<i>charantia</i>		In	Es
409	Plantae	Magnoliophyta	<i>Monstera</i>	<i>adansonii</i>	<i>var. laniata</i>	In	Cu
410	Plantae	Magnoliophyta	<i>Monstera</i>	<i>deliciosa</i>		In	Cu
411	Plantae	Magnoliophyta	<i>Monstera</i>	<i>obliqua</i>		In	Cu
412	Plantae	Magnoliophyta	<i>Mucuna</i>	<i>rostrata</i>		In	AcQ
413	Plantae	Magnoliophyta	<i>Muntingia</i>	<i>calabura</i>		In	Es
414	Plantae	Magnoliophyta	<i>Murraya</i>	<i>paniculata</i>		In	Cu
415	Plantae	Magnoliophyta	<i>Musa</i>	<i>acuminata</i>		In	Cu
416	Plantae	Magnoliophyta	<i>Musa</i>	<i>acuminata</i>	"Guineo morado"	In	Cu
417	Plantae	Magnoliophyta	<i>Musa</i>	<i>acuminata</i>	"Guineo"	In	Cu
418	Plantae	Magnoliophyta	<i>Musa</i>	<i>acuminata x balbisiana</i>	"Verde"	In	Cu
419	Plantae	Magnoliophyta	<i>Nasturtium</i>	<i>officinale</i>		In	Es
420	Plantae	Magnoliophyta	<i>Neomarica</i>	<i>gracilis</i>		In	Cu
421	Plantae	Magnoliophyta	<i>Neoregelia</i>	<i>carolinae</i>	<i>f. tricolor</i>	In	Cu
422	Plantae	Magnoliophyta	<i>Nerium</i>	<i>oleander</i>		In	Cu
423	Plantae	Magnoliophyta	<i>Nertera</i>	<i>granadensis</i>		In	Cu
424	Plantae	Magnoliophyta	<i>Nicotiana</i>	<i>tabacum</i>		In	Es
425	Plantae	Magnoliophyta	<i>Nymphaea</i>	<i>capensis</i>	<i>var. zanzibarensis</i>	In	Cu
426	Plantae	Magnoliophyta	<i>Ochroma</i>	<i>pyramidale</i>		In	Es
427	Plantae	Magnoliophyta	<i>Ocimum</i>	<i>basilicum</i>	<i>var. basilicum</i>	In	Cu
428	Plantae	Magnoliophyta	<i>Ocimum</i>	<i>basilicum</i>	<i>var. pilosum</i>	In	Cu
429	Plantae	Magnoliophyta	<i>Ocimum</i>	<i>campechianum</i>		In	Cu
430	Plantae	Magnoliophyta	<i>Odontonema</i>	<i>cuspidatum</i>		In	Es
431	Plantae	Magnoliophyta	<i>Oncidium</i>	<i>hyphaematicum</i>		In	Cu
432	Plantae	Magnoliophyta	<i>Oplismenus</i>	<i>burmannii</i>		In	Ac
433	Plantae	Magnoliophyta	<i>Oplismenus</i>	<i>setarius</i>		In	NaQ
434	Plantae	Magnoliophyta	<i>Opuntia</i>	<i>dillenii</i>		In	Cu
435	Plantae	Magnoliophyta	<i>Opuntia</i>	<i>ficus-indica</i>		In	Es
436	Plantae	Magnoliophyta	<i>Opuntia</i>	<i>microdasys</i>	<i>var. 1</i>	In	Cu
437	Plantae	Magnoliophyta	<i>Opuntia</i>	<i>sp. 1</i>		In	CuE
438	Plantae	Magnoliophyta	<i>Opuntia</i>	<i>subulata</i>		In	Cu
439	Plantae	Magnoliophyta	<i>Origanum</i>	<i>vulgare</i>		In	Cu
440	Plantae	Magnoliophyta	<i>Oryza</i>	<i>sativa</i>		In	Cu

441	Plantae	Magnoliophyta	<i>Oxalis</i>	<i>corniculata</i>		In	AcQ
442	Plantae	Magnoliophyta	<i>Oxalis</i>	<i>corymbosa</i>		In	Es
443	Plantae	Magnoliophyta	<i>Oxalis</i>	<i>latifolia</i>		In	AcQ
444	Plantae	Magnoliophyta	<i>Oxalis</i>	<i>tuberosa</i>		In	Cu
445	Plantae	Magnoliophyta	<i>Pachystachys</i>	<i>lutea</i>		In	Cu
446	Plantae	Magnoliophyta	<i>Pandanus</i>	<i>tectorius</i>	<i>var. sinensis</i>	In	Cu
447	Plantae	Magnoliophyta	<i>Panicum</i>	<i>maximum</i>		In	Es
448	Plantae	Magnoliophyta	<i>Panicum</i>	<i>polygonatum</i>		In	Ac
449	Plantae	Magnoliophyta	<i>Paspalum</i>	<i>conjugatum</i>		In	NaQ
450	Plantae	Magnoliophyta	<i>Paspalum</i>	<i>fasciculatum</i>		In	AcQ
451	Plantae	Magnoliophyta	<i>Paspalum</i>	<i>racemosum</i>		In	Ac
452	Plantae	Magnoliophyta	<i>Passiflora</i>	<i>edulis</i>		In	Es
453	Plantae	Magnoliophyta	<i>Passiflora</i>	<i>ligularis</i>		In	Es
454	Plantae	Magnoliophyta	<i>Passiflora</i>	<i>quadrangularis</i>		In	Es
455	Plantae	Magnoliophyta	<i>Pastinaca</i>	<i>sativa</i>		In	Cu
456	Plantae	Magnoliophyta	<i>Pectis</i>	<i>linifolia</i>		In	NaQ
457	Plantae	Magnoliophyta	<i>Pedilanthus</i>	<i>tithymaloides</i>		In	Cu
458	Plantae	Magnoliophyta	<i>Pelargonium</i>	<i>graveolens</i>		In	Cu
459	Plantae	Magnoliophyta	<i>Pelargonium</i>	<i>peltatum</i>		In	Cu
460	Plantae	Magnoliophyta	<i>Pelargonium</i>	<i>x domesticum</i>		In	Cu
461	Plantae	Magnoliophyta	<i>Pelargonium</i>	<i>x hortorum</i>		In	Cu
462	Plantae	Magnoliophyta	<i>Pennisetum</i>	<i>purpureum</i>		In	Es
463	Plantae	Magnoliophyta	<i>Peperomia</i>	<i>macrostachya</i>		In	Cu
464	Plantae	Magnoliophyta	<i>Peperomia</i>	<i>obtusifolia</i>		In	Cu
465	Plantae	Magnoliophyta	<i>Pereskia</i>	<i>aculeata</i>		In	Cu
466	Plantae	Magnoliophyta	<i>Pereskia</i>	<i>bleo</i>		In	Cu
467	Plantae	Magnoliophyta	<i>Persea</i>	<i>americana</i>		In	Es
468	Plantae	Magnoliophyta	<i>Petroselinum</i>	<i>crispum</i>		In	Cu
469	Plantae	Magnoliophyta	<i>Petunia</i>	<i>hybrida</i>		In	Cu
470	Plantae	Magnoliophyta	<i>Phaseolus</i>	<i>lunatus</i>		In	Cu
471	Plantae	Magnoliophyta	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>		In	Cu
472	Plantae	Magnoliophyta	<i>Philodendron</i>	<i>bipinnatifidum</i>		In	Cu
473	Plantae	Magnoliophyta	<i>Philodendron</i>	<i>erubescens</i>		In	Cu
474	Plantae	Magnoliophyta	<i>Philodendron</i>	<i>sp. 1</i>		In	Cu
475	Plantae	Magnoliophyta	<i>Phlox</i>	<i>drummondii</i>		In	Es
476	Plantae	Magnoliophyta	<i>Phoenix</i>	<i>dactylifera</i>		In	Cu
477	Plantae	Magnoliophyta	<i>Phyla</i>	<i>nodiflora</i>	<i>var. reptans</i>	In	NaQ
478	Plantae	Magnoliophyta	<i>Phyllanthus</i>	<i>acidus</i>		In	Cu
479	Plantae	Magnoliophyta	<i>Phyllostachys</i>	<i>aurea</i>		In	Cu
480	Plantae	Magnoliophyta	<i>Physalis</i>	<i>peruviana</i>		In	Es
481	Plantae	Magnoliophyta	<i>Phytelephas</i>	<i>aequatorialis</i>		In	Cu
482	Plantae	Magnoliophyta	<i>Pilea</i>	<i>depressa</i>		In	Cu
483	Plantae	Magnoliophyta	<i>Pilea</i>	<i>microphylla</i>		In	AcQ
484	Plantae	Magnoliophyta	<i>Pilea</i>	<i>serpyllacea</i>		In	Cu
485	Plantae	Magnoliophyta	<i>Pilea</i>	<i>sp. 1</i>		In	AcQ
486	Plantae	Magnoliophyta	<i>Pilea</i>	<i>sp. 2</i>		In	Cu
487	Plantae	Magnoliophyta	<i>Piper</i>	<i>aduncum</i>		In	Es
488	Plantae	Magnoliophyta	<i>Piper</i>	<i>peltatum</i>		In	Es
489	Plantae	Magnoliophyta	<i>Piper</i>	<i>sp. 1</i>		In	Cu
490	Plantae	Magnoliophyta	<i>Pisum</i>	<i>sativum</i>		In	Cu
491	Plantae	Magnoliophyta	<i>Plantago</i>	<i>major</i>		In	Ac
492	Plantae	Magnoliophyta	<i>Plectranthus</i>	<i>coleoides</i>		In	Cu
493	Plantae	Magnoliophyta	<i>Plectranthus</i>	<i>unguentarius</i>		In	Es
494	Plantae	Magnoliophyta	<i>Plumbago</i>	<i>auriculata</i>		In	Cu
495	Plantae	Magnoliophyta	<i>Plumeria</i>	<i>rubra</i>		In	Cu
496	Plantae	Magnoliophyta	<i>Pogonatherum</i>	<i>paniceum</i>		In	Cu
497	Plantae	Magnoliophyta	<i>Polyscias</i>	<i>cumingiana</i>		In	Cu
498	Plantae	Magnoliophyta	<i>Polyscias</i>	<i>fruticosa</i>		In	Cu
499	Plantae	Magnoliophyta	<i>Polyscias</i>	<i>guilfoylei</i>		In	Cu
500	Plantae	Magnoliophyta	<i>Polyscias</i>	<i>scutellaria</i>		In	Cu
501	Plantae	Magnoliophyta	<i>Porophyllum</i>	<i>ruderales</i>	<i>sp. macrocephalum</i>	In	Ac
502	Plantae	Magnoliophyta	<i>Portulaca</i>	<i>grandiflora</i>		In	Cu
503	Plantae	Magnoliophyta	<i>Portulaca</i>	<i>oleracea</i>		In	NaQ
504	Plantae	Magnoliophyta	<i>Portulaca</i>	<i>pilosa</i>		In	Cu

505	Plantae	Magnoliophyta	<i>Portulaca</i>	<i>umbraticola</i>		In	Cu
506	Plantae	Magnoliophyta	<i>Portulacaria</i>	<i>afra</i>		In	Cu
507	Plantae	Magnoliophyta	<i>Posoqueria</i>	<i>latifolia</i>		In	Cu
508	Plantae	Magnoliophyta	<i>Pritchardia</i>	<i>lanigera</i>		In	Cu
509	Plantae	Magnoliophyta	<i>Priva</i>	<i>lappulacea</i>		In	Ac
510	Plantae	Magnoliophyta	<i>Prunus</i>	<i>domestica</i>		In	Cu
511	Plantae	Magnoliophyta	<i>Prunus</i>	<i>persica</i>		In	Cu
512	Plantae	Magnoliophyta	<i>Pseudelephantopus</i>	<i>spicatus</i>		In	Ac
513	Plantae	Magnoliophyta	<i>Pseudelephantopus</i>	<i>spiralis</i>		In	Ac
514	Plantae	Magnoliophyta	<i>Pseuderanthemum</i>	<i>carruthersii</i>		In	Cu
515	Plantae	Magnoliophyta	<i>Pseudogynoxys</i>	<i>chenopodioides</i>		In	Cu
516	Plantae	Magnoliophyta	<i>Pseudogynoxys</i>	<i>scabra</i>		In	Cu
517	Plantae	Magnoliophyta	<i>Pseudosamanea</i>	<i>guachapele</i>		In	Cu
518	Plantae	Magnoliophyta	<i>Psidium</i>	<i>guajava</i>		In	Es
519	Plantae	Magnoliophyta	<i>Ptychosperma</i>	<i>elegans</i>		In	Cu
520	Plantae	Magnoliophyta	<i>Pueraria</i>	<i>phaseoloides</i>	<i>var. javanica</i>	In	CuE
521	Plantae	Magnoliophyta	<i>Punica</i>	<i>granatum</i>		In	Cu
522	Plantae	Magnoliophyta	<i>Pyracantha</i>	<i>koidzumii</i>		In	Cu
523	Plantae	Magnoliophyta	<i>Quisqualis</i>	<i>indica</i>		In	Cu
524	Plantae	Magnoliophyta	<i>Raphanus</i>	<i>sativus</i>		In	Es
525	Plantae	Magnoliophyta	<i>Ravenala</i>	<i>madagascariensis</i>		In	Cu
526	Plantae	Magnoliophyta	<i>Ricinus</i>	<i>communis</i>		In	Es
527	Plantae	Magnoliophyta	<i>Rivina</i>	<i>humilis</i>		In	Ac
528	Plantae	Magnoliophyta	<i>Rosa</i>	<i>hybrid cultivars</i>		In	Cu
529	Plantae	Magnoliophyta	<i>Rosmarinus</i>	<i>officinalis</i>		In	Cu
530	Plantae	Magnoliophyta	<i>Rottboellia</i>	<i>cochinchinensis</i>		In	Ac
531	Plantae	Magnoliophyta	<i>Roystonea</i>	<i>regia</i>		In	Cu
532	Plantae	Magnoliophyta	<i>Rubus</i>	<i>adenotrichos</i>		In	Es
533	Plantae	Magnoliophyta	<i>Rubus</i>	<i>glaucus</i>		In	Es
534	Plantae	Magnoliophyta	<i>Rubus</i>	<i>megalococcus</i>		In	Es
535	Plantae	Magnoliophyta	<i>Rubus</i>	<i>niveus</i>		In	Es
536	Plantae	Magnoliophyta	<i>Rubus</i>	<i>ulmifolius</i>		In	Es
537	Plantae	Magnoliophyta	<i>Ruellia</i>	<i>malacosperma</i>		In	Es
538	Plantae	Magnoliophyta	<i>Russelia</i>	<i>equisetiformis</i>		In	Cu
539	Plantae	Magnoliophyta	<i>Ruta</i>	<i>graveolens</i>		In	Cu
540	Plantae	Magnoliophyta	<i>Saccharum</i>	<i>officinatum</i>		In	Cu
541	Plantae	Magnoliophyta	<i>Saintpaulia</i>	<i>cultivars</i>		In	Cu
542	Plantae	Magnoliophyta	<i>Salvia</i>	<i>leucantha</i>		In	Cu
543	Plantae	Magnoliophyta	<i>Salvia</i>	<i>sagittata</i>		In	Es
544	Plantae	Magnoliophyta	<i>Sambucus</i>	<i>mexicana</i>		In	Cu
545	Plantae	Magnoliophyta	<i>Sambucus</i>	<i>nigra</i>		In	Cu
546	Plantae	Magnoliophyta	<i>Sansevieria</i>	<i>trifasciata</i>		In	Es
547	Plantae	Magnoliophyta	<i>Sapindus</i>	<i>saponaria</i>		In	Es
548	Plantae	Magnoliophyta	<i>Schefflera</i>	<i>actinophylla</i>		In	Cu
549	Plantae	Magnoliophyta	<i>Schefflera</i>	<i>arboricola</i>		In	Cu
550	Plantae	Magnoliophyta	<i>Schizolobium</i>	<i>parahyba</i>		In	Cu
551	Plantae	Magnoliophyta	<i>Schlumbergera</i>	<i>truncata</i>		In	Cu
552	Plantae	Magnoliophyta	<i>Scutellaria</i>	<i>sp. 1</i>		In	Cu
553	Plantae	Magnoliophyta	<i>Sedum</i>	<i>lineare</i>		In	Cu
554	Plantae	Magnoliophyta	<i>Sedum</i>	<i>pachyphyllum</i>		In	Cu
555	Plantae	Magnoliophyta	<i>Selenicereus</i>	<i>anthonyanus</i>		In	Cu
556	Plantae	Magnoliophyta	<i>Senecio</i>	<i>macroGLOSSUS</i>		In	Cu
557	Plantae	Magnoliophyta	<i>Senna</i>	<i>alata</i>		In	Es
558	Plantae	Magnoliophyta	<i>Senna</i>	<i>bicapsularis</i>		In	Ac
559	Plantae	Magnoliophyta	<i>Senna</i>	<i>obtusifolia</i>		In	Ac
560	Plantae	Magnoliophyta	<i>Senna</i>	<i>siamea</i>		In	Cu
561	Plantae	Magnoliophyta	<i>Setaria</i>	<i>sphacelata</i>		In	Cu
562	Plantae	Magnoliophyta	<i>Sida</i>	<i>acuta</i>		In	Ac
563	Plantae	Magnoliophyta	<i>Sida</i>	<i>ciliaris</i>		In	Ac
564	Plantae	Magnoliophyta	<i>Sida</i>	<i>glutinosa</i>		In	Ac
565	Plantae	Magnoliophyta	<i>Sida</i>	<i>rhombifolia</i>		In	Ac
566	Plantae	Magnoliophyta	<i>Silene</i>	<i>sp. 1</i>		In	Cu
567	Plantae	Magnoliophyta	<i>Sinningia</i>	<i>speciosa</i>		In	Cu
568	Plantae	Magnoliophyta	<i>Smallanthus</i>	<i>sonchifolius</i>		In	Cu

569	Plantae	Magnoliophyta	<i>Solandra</i>	<i>grandiflora</i>		In	Cu
570	Plantae	Magnoliophyta	<i>Solanum</i>	<i>americanum</i>		In	NaQ
571	Plantae	Magnoliophyta	<i>Solanum</i>	<i>betaceum</i>		In	Cu
572	Plantae	Magnoliophyta	<i>Solanum</i>	<i>lycopersicum</i>		In	Es
573	Plantae	Magnoliophyta	<i>Solanum</i>	<i>lycopersicum</i>	<i>var. cerasiforme</i>	In	Es
574	Plantae	Magnoliophyta	<i>Solanum</i>	<i>melongena</i>		In	Cu
575	Plantae	Magnoliophyta	<i>Solanum</i>	<i>quitoense</i>		In	Es
576	Plantae	Magnoliophyta	<i>Solanum</i>	<i>tuberosum</i>		In	Cu
577	Plantae	Magnoliophyta	<i>Solenostemon</i>	<i>scutellarioides</i>		In	Cu
578	Plantae	Magnoliophyta	<i>Sonchus</i>	<i>oleraceus</i>		In	Ac
579	Plantae	Magnoliophyta	<i>Sorghum</i>	<i>arundinaceum</i>		In	Cu
580	Plantae	Magnoliophyta	<i>Spathiphyllum</i>	<i>wallisii</i>		In	Cu
581	Plantae	Magnoliophyta	<i>Spathodea</i>	<i>campanulata</i>		In	Cu
582	Plantae	Magnoliophyta	<i>Spinacia</i>	<i>oleracea</i>		In	Cu
583	Plantae	Magnoliophyta	<i>Spondias</i>	<i>mombin</i>		In	Cu
584	Plantae	Magnoliophyta	<i>Spondias</i>	<i>purpurea</i>		In	Es
585	Plantae	Magnoliophyta	<i>Stachys</i>	<i>agraria</i>		In	Ac
586	Plantae	Magnoliophyta	<i>Stachytarpheta</i>	<i>cayennensis</i>		In	AcQ
587	Plantae	Magnoliophyta	<i>Stanhopea</i>	<i>jenischiana</i>		In	Cu
588	Plantae	Magnoliophyta	<i>Stapelia</i>	<i>gigantea</i>		In	Cu
589	Plantae	Magnoliophyta	<i>Stemodia</i>	<i>verticillata</i>		In	AcQ
590	Plantae	Magnoliophyta	<i>Stictocardia</i>	<i>tiliifolia</i>		In	NaQ
591	Plantae	Magnoliophyta	<i>Strelitzia</i>	<i>reginae</i>		In	Cu
592	Plantae	Magnoliophyta	<i>Swietenia</i>	<i>macrophylla</i>		In	Cu
593	Plantae	Magnoliophyta	<i>Swietenia</i>	<i>mahagoni</i>		In	Cu
594	Plantae	Magnoliophyta	<i>Synedrella</i>	<i>nodiflora</i>		In	Ac
595	Plantae	Magnoliophyta	<i>Syngonium</i>	<i>podophyllum</i>		In	Cu
596	Plantae	Magnoliophyta	<i>Syzygium</i>	<i>jambos</i>		In	Es
597	Plantae	Magnoliophyta	<i>Syzygium</i>	<i>malaccense</i>		In	Es
598	Plantae	Magnoliophyta	<i>Tabernaemontana</i>	<i>divaricata</i>		In	Cu
599	Plantae	Magnoliophyta	<i>Tagetes</i>	<i>erecta</i>		In	Cu
600	Plantae	Magnoliophyta	<i>Talinum</i>	<i>paniculatum</i>		In	Ac
601	Plantae	Magnoliophyta	<i>Tamarindus</i>	<i>indica</i>		In	Cu
602	Plantae	Magnoliophyta	<i>Tanacetum</i>	<i>parthenium</i>		In	Cu
603	Plantae	Magnoliophyta	<i>Taraxacum</i>	<i>officinale</i>		In	AcQ
604	Plantae	Magnoliophyta	<i>Tectona</i>	<i>grandis</i>		In	Cu
605	Plantae	Magnoliophyta	<i>Terminalia</i>	<i>catappa</i>		In	Cu
606	Plantae	Magnoliophyta	<i>Tetragonia</i>	<i>tetragonioides</i>		In	Cu
607	Plantae	Magnoliophyta	<i>Theobroma</i>	<i>cacao</i>		In	Cu
608	Plantae	Magnoliophyta	<i>Thevetia</i>	<i>peruviana</i>		In	Cu
609	Plantae	Magnoliophyta	<i>Thunbergia</i>	<i>erecta</i>		In	Cu
610	Plantae	Magnoliophyta	<i>Tibouchina</i>	<i>heteromalla</i>		In	Cu
611	Plantae	Magnoliophyta	<i>Tithonia</i>	<i>diversifolia</i>		In	Es
612	Plantae	Magnoliophyta	<i>Tradescantia</i>	<i>fluminensis</i>		In	Es
613	Plantae	Magnoliophyta	<i>Tradescantia</i>	<i>pallida</i>		In	Cu
614	Plantae	Magnoliophyta	<i>Tradescantia</i>	<i>sp. 1</i>		In	Cu
615	Plantae	Magnoliophyta	<i>Tradescantia</i>	<i>sp. 2</i>		In	Cu
616	Plantae	Magnoliophyta	<i>Tradescantia</i>	<i>spathacea</i>		In	Cu
617	Plantae	Magnoliophyta	<i>Tradescantia</i>	<i>zebrina</i>		In	Es
618	Plantae	Magnoliophyta	<i>Trema</i>	<i>micrantha</i>		In	NaQ
619	Plantae	Magnoliophyta	<i>Tribulus</i>	<i>cistoides</i>		In	NaQ
620	Plantae	Magnoliophyta	<i>Tribulus</i>	<i>terrestris</i>		In	NaQ
621	Plantae	Magnoliophyta	<i>Tridax</i>	<i>procumbens</i>		In	Ac
622	Plantae	Magnoliophyta	<i>Triplaris</i>	<i>cumingiana</i>		In	Cu
623	Plantae	Magnoliophyta	<i>Triumfetta</i>	<i>semitriloba</i>		In	NaQ
624	Plantae	Magnoliophyta	<i>Tropaeolum</i>	<i>majus</i>		In	Cu
625	Plantae	Magnoliophyta	<i>Turnera</i>	<i>subulata</i>		In	Cu
626	Plantae	Magnoliophyta	<i>Turnera</i>	<i>ulmifolia</i>		In	Cu
627	Plantae	Magnoliophyta	<i>Urena</i>	<i>lobata</i>		In	AcQ
628	Plantae	Magnoliophyta	<i>Urera</i>	<i>caracasana</i>		In	NaQ
629	Plantae	Magnoliophyta	<i>Urochloa</i>	<i>decumbens</i>		In	Es
630	Plantae	Magnoliophyta	<i>Urochloa</i>	<i>mutica</i>		In	Es
631	Plantae	Magnoliophyta	<i>Urtica</i>	<i>urens</i>		In	Ac
632	Plantae	Magnoliophyta	<i>Valeriana</i>	<i>chaerophylloides</i>		In	NaQ

633	Plantae	Magnoliophyta	<i>Verbena</i>	<i>litoralis</i>		In	NaQ
634	Plantae	Magnoliophyta	<i>Veronica</i>	<i>persica</i>		In	Ac
635	Plantae	Magnoliophyta	<i>Vicia</i>	<i>faba</i>		In	Cu
636	Plantae	Magnoliophyta	<i>Vigna</i>	<i>unguiculata</i>		In	Cu
637	Plantae	Magnoliophyta	<i>Viola</i>	<i>odorata</i>		In	Cu
638	Plantae	Magnoliophyta	<i>Vitis</i>	<i>vinifera</i>		In	Cu
639	Plantae	Magnoliophyta	<i>Washingtonia</i>	<i>robusta</i>		In	Cu
640	Plantae	Magnoliophyta	<i>Xanthosoma</i>	<i>sagittifolium</i>		In	Es
641	Plantae	Magnoliophyta	<i>Xylosma</i>	<i>flexuosa</i>		In	Es
642	Plantae	Magnoliophyta	<i>Yucca</i>	<i>aloifolia</i>		In	Cu
643	Plantae	Magnoliophyta	<i>Yucca</i>	<i>guatemalensis</i>		In	Cu
644	Plantae	Magnoliophyta	<i>Zea</i>	<i>mays</i>		In	Cu
645	Plantae	Magnoliophyta	<i>Zephyranthes</i>	<i>rosea</i>	<i>var. candida</i>	In	Cu
646	Plantae	Magnoliophyta	<i>Zoysia</i>	<i>matrella</i>	<i>var. pacifica</i>	In	Es
647	Plantae	Pinophyta	<i>Araucaria</i>	<i>heterophylla</i>		In	Cu
648	Plantae	Pinophyta	<i>Cupressus</i>	<i>macrocarpa</i>		In	Cu
649	Plantae	Pinophyta	<i>Juniperus</i>	<i>communis</i>		In	Cu
650	Plantae	Pinophyta	<i>Pinus</i>	<i>radiata</i>		In	Cu
651	Plantae	Pinophyta	<i>Thuja</i>	<i>orientalis</i>		In	Cu
652	Plantae	Pteridophyta	<i>Adiantum</i>	<i>tenerum</i>		In	Cu
653	Plantae	Pteridophyta	<i>Nephrolepis</i>	<i>cordifolia</i>	<i>cordifolia</i>	In	Cu
654	Plantae	Pteridophyta	<i>Nephrolepis</i>	<i>cordifolia</i>	<i>cv. Duffi</i>	In	Cu
655	Plantae	Pteridophyta	<i>Nephrolepis</i>	<i>exaltata</i>	<i>cv. Grethae</i>	In	Cu
656	Plantae	Pteridophyta	<i>Nephrolepis</i>	<i>exaltata</i>	<i>cv. Norwoodii</i>	In	Cu
657	Plantae	Pteridophyta	<i>Nephrolepis</i>	<i>exaltata</i>	<i>cv. Smithii</i>	In	Cu
658	Plantae	Pteridophyta	<i>Nephrolepis</i>	<i>exaltata</i>	<i>cv. Verona</i>	In	Cu
659	Plantae	Pteridophyta	<i>Nephrolepis</i>	<i>pendula</i>		In	Cu
660	Plantae	Pteridophyta	<i>Nephrolepis</i>	<i>undulata</i>		In	NaQ

Tabla 9. Hectáreas controladas de especies invasoras (control manual) por sector.

AÑO	ACCIÓN	SUPERFICIE (ha)	LUGAR
2003	Control	65	Media Luna
	Control	56,5	Cerro Crocker
	Control	25	Gemelos
	Control	23	Mirador
2004	Control	126	Gemelos
	Control	35	El Chato
	Control	20	Cerro Crocker
	Control	19	Media Luna
	Control	18	Vía a Puerto Ayora
2005	Control	138,5	Media Luna
	Control	21,5	Vía a Puerto Ayora
	Control	15	El Chato
	Control	9,5	Cerro Crocker
	Control	1	Puntudo
	Control	1	Gemelos
	Control	0,5	Cascajo
2006	Control	75	Media Luna
	Control	60	Gemelos
	Control	58,5	Gemelos
	Control	14,5	Área Agrícola

	Control	4	Granillo Rojo
	Control	3,5	El Chato
	Control	2,5	Vía a Puerto Ayora
2007	Control	72,1	Cerro Crocker
	Control	66	Media Luna
	Control	44,2	Gemelos
	Control	26	Mirador
	Control	3	Granillo Rojo
	Control	2	Vía a Puerto Ayora
	2008	Control	160
Control		100	El Chato
Control		60	Cerro Crocker
Control		60	Puntudo
Control		40,5	Granillo Rojo
Control		9	Gemelos
2009	Control	52	Gemelos
	Control	50	Cerro Crocker
	Control	4	Granillo Rojo
	Control	3	Vía a Puerto Ayora
	Control	2	Bellavista
2010	Control	320	Media Luna
	Control	37	Gemelos
	Control	3	Vía a Puerto Ayora
	Control	2	Granillo Rojo
	Control	0,5	Santa Rosa
	Control	0,03	Santa Rosa
	Control	0,026	El Chato
2011	Control	60	Gemelos-Media Luna-Cerro Crocker
	Control	40	Los Picachos
	Control	29	Gemelos
	Control	21	Media Luna
	Control	0,068	Bellavista
2012	Control	73,18	Islas habitadas

Tabla 10. Categorías de Uso de Suelo 2012 (34 categorías).

NÚMERO	USOS DE SUELO (34 CATEGORÍAS)
1	AFLORAMIENTO ROCOSO + CULTIVOS
2	ASERRADERO
3	BOSQUE INTERVENIDO
4	BOSQUE INTERVENIDO + CULTIVOS
5	BOSQUE INTERVENIDO + ESPECIES INVASORAS
6	BOSQUE INTERVENIDO + PASTIZAL
7	BOSQUE REFORESTADO
8	CAMINO
9	CARRETERA
10	CORRAL

11	CRATER
12	CULTIVOS
13	CULTIVOS + ARBOLES DISPERSOS
14	CULTIVOS + HABITACIONAL
15	CULTIVOS + PASTIZAL
16	ESPECIES INVASORAS
17	ESPECIES INVASORAS + HABITACIONAL
18	ESPECIES INVASORAS + REMANENTES
19	EXTRACCIÓN DE PIEDRA
20	INFRAESTRUCTURA
21	INFRAESTRUCTURA + TURISTICO
22	INFRAESTRUCTURA + TURISTICO + REFORESTACIÓN
23	LAGUNA + BOSQUE INTERVENIDO
24	LAGUNAS
25	LAGUNAS + BOSQUE INTERVENIDO + ESPECIES INVASORAS
26	PASTIZAL
27	PASTIZAL + ARBOLES DISPERSOS
28	PASTIZAL + ARBOLES DISPERSOS + CULTIVOS
29	PASTIZAL + ARBUSTOS DISPERSOS
30	PASTIZAL + BOSQUE INTERVENIDO
31	PASTIZAL + BOSQUE INTERVENIDO + INFRAESTRUCTURA
32	PASTIZAL + ESPECIES INVASORAS
33	REMANENTE + ESPECIES INVASORAS
34	SERVIDUMBRE

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE ESPECIES INASORAS

OBSERVADOR: _____ FECHA: _____

HORA: _____ TIEMPO: _____

TRANSECTO: _____ OBSERVACIONES: _____

SECTOR: _____

ZONA DE VIDA: _____

ALTITUD (I/F): _____

COORDENADAS (I/F): _____

	<p>SP. ENCONTRADAS:</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">a) Pasto Elefante</td> <td style="width: 50%;">i) Palo de vaca</td> </tr> <tr> <td>b) Poleo</td> <td>j) Cítricos</td> </tr> <tr> <td>c) Hoja de aire</td> <td>k) Leucaena</td> </tr> <tr> <td>d) Maracuyá</td> <td>l) Laurel</td> </tr> <tr> <td>e) Supirroza</td> <td>m) Guayaba</td> </tr> <tr> <td>f) Mora</td> <td>n) Cedrela</td> </tr> <tr> <td>g) Higuierilla</td> <td>o) Cascarilla</td> </tr> <tr> <td>h) Pomarosa</td> <td>p) Aguacate</td> </tr> </table> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>SP. MÁS ABUNDANTE:</p> <p>VEGETACIÓN NATURAL: Si: <input type="checkbox"/> No: <input type="checkbox"/></p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>USO DE SUELO ADYACENTE:</p> <p>_____</p> <p>FOTOGRAFÍAS:</p> <p>_____</p>	a) Pasto Elefante	i) Palo de vaca	b) Poleo	j) Cítricos	c) Hoja de aire	k) Leucaena	d) Maracuyá	l) Laurel	e) Supirroza	m) Guayaba	f) Mora	n) Cedrela	g) Higuierilla	o) Cascarilla	h) Pomarosa	p) Aguacate
a) Pasto Elefante	i) Palo de vaca																
b) Poleo	j) Cítricos																
c) Hoja de aire	k) Leucaena																
d) Maracuyá	l) Laurel																
e) Supirroza	m) Guayaba																
f) Mora	n) Cedrela																
g) Higuierilla	o) Cascarilla																
h) Pomarosa	p) Aguacate																

Figura 37. Ficha de recolección de datos de especies invasoras en Transectos (para Áreas de PNG).

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE USOS DE SUELO

OBSERVADOR:

FECHA:

POBLACIÓN MÁS CERCANA:

HORA:

TIEMPO:

USOS DE SUELO ENCONTRADOS:

TRANSECTO:

LONGITUD:

a) Área erosionada

b) Habitacional

SECTOR:

COBERTURA VEGETAL:

c) B. Intervenido

d) B. Natural

ZONA DE VIDA:

PRESENCIA DE GANADO:

e) Cultivos (A, P, S)

f) Pasto cultivado

ALTITUD (I/F):

PRESENCIA DE SP. INVASORAS:

g) V. Arbustiva

h) V. Invasora

COORDENADAS (I/F):

ESTADO DE LA CERCA:



FOTOGRAFÍAS:

Figura 38. Ficha de recolección de datos de Usos de Suelo (para el Área Agrícola).

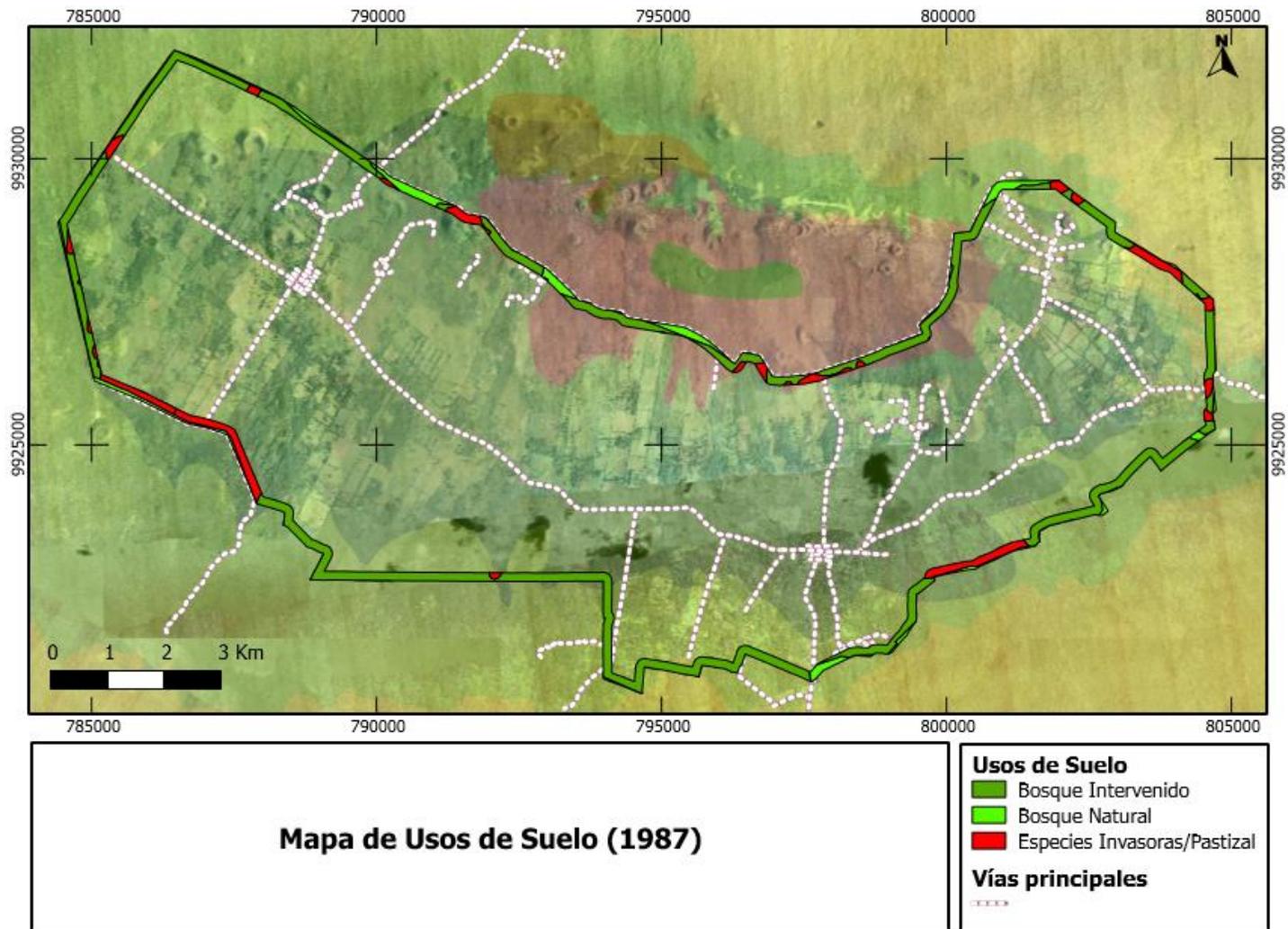


Figura 39. Mapa de Usos de Suelo en la zona de estudio de 1987.

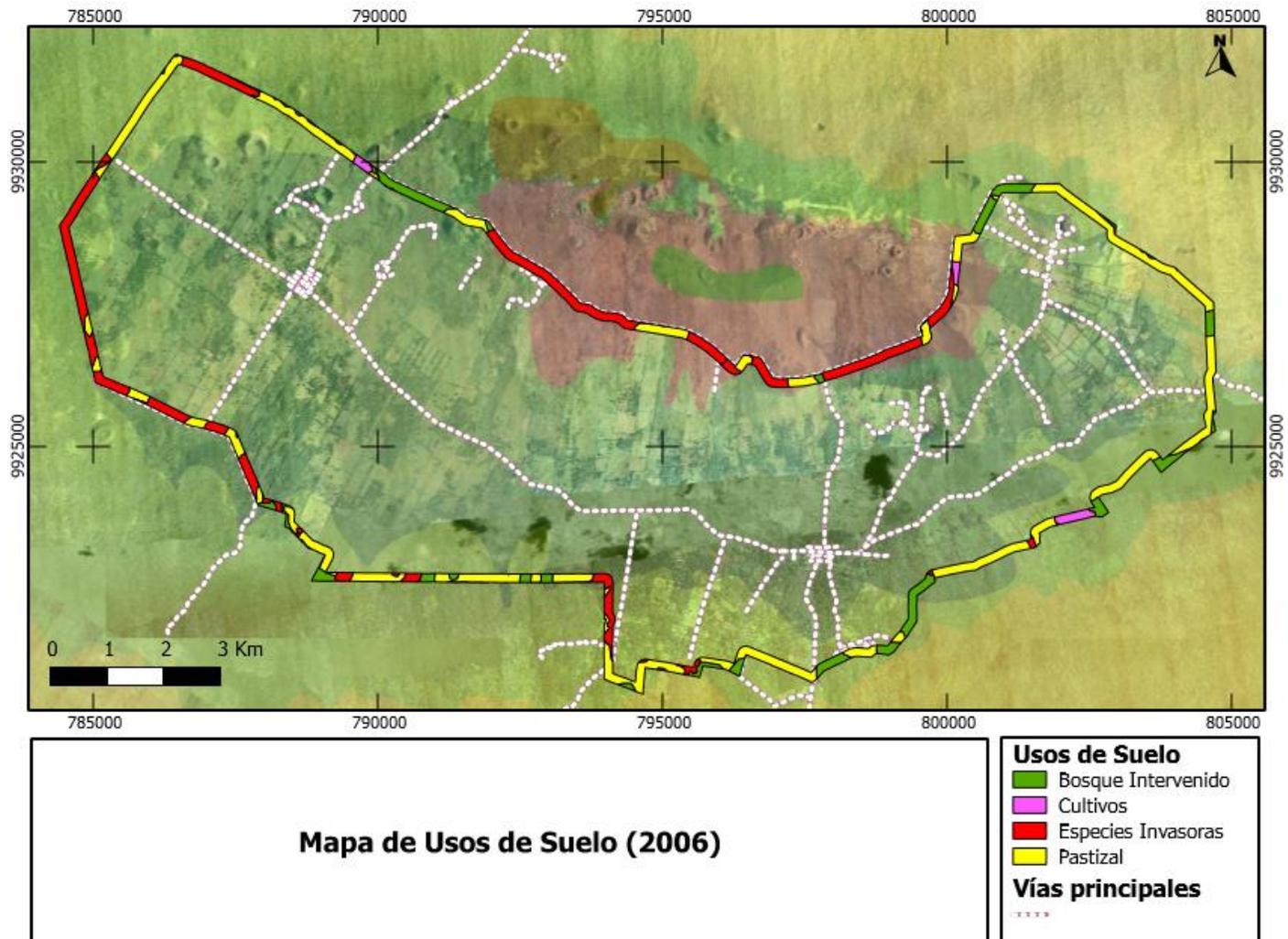


Figura 40. Mapa de Usos de Suelo en la zona de estudio en 2006.

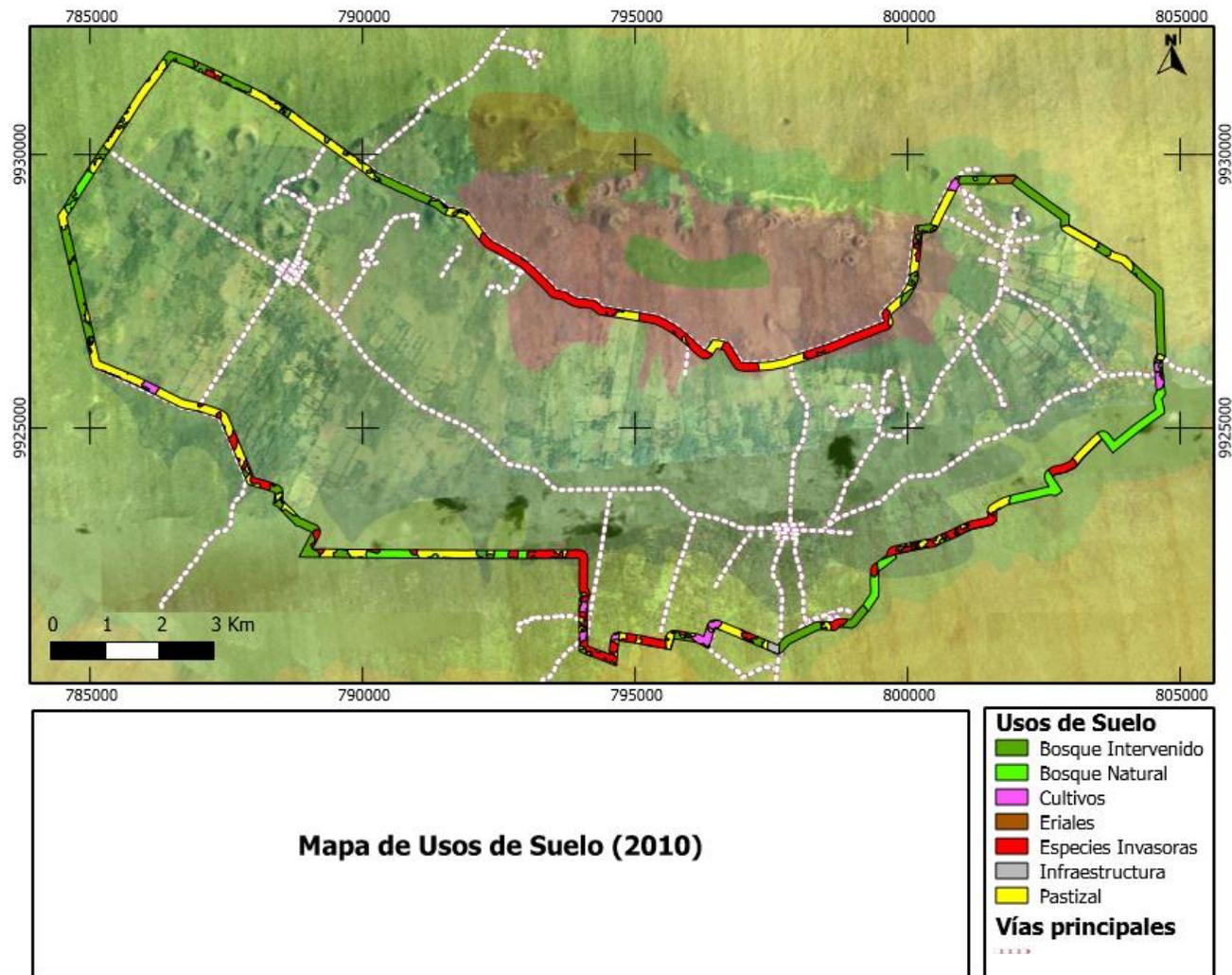


Figura 41. Mapa de Usos de Suelo en la zona de estudio en 2010.

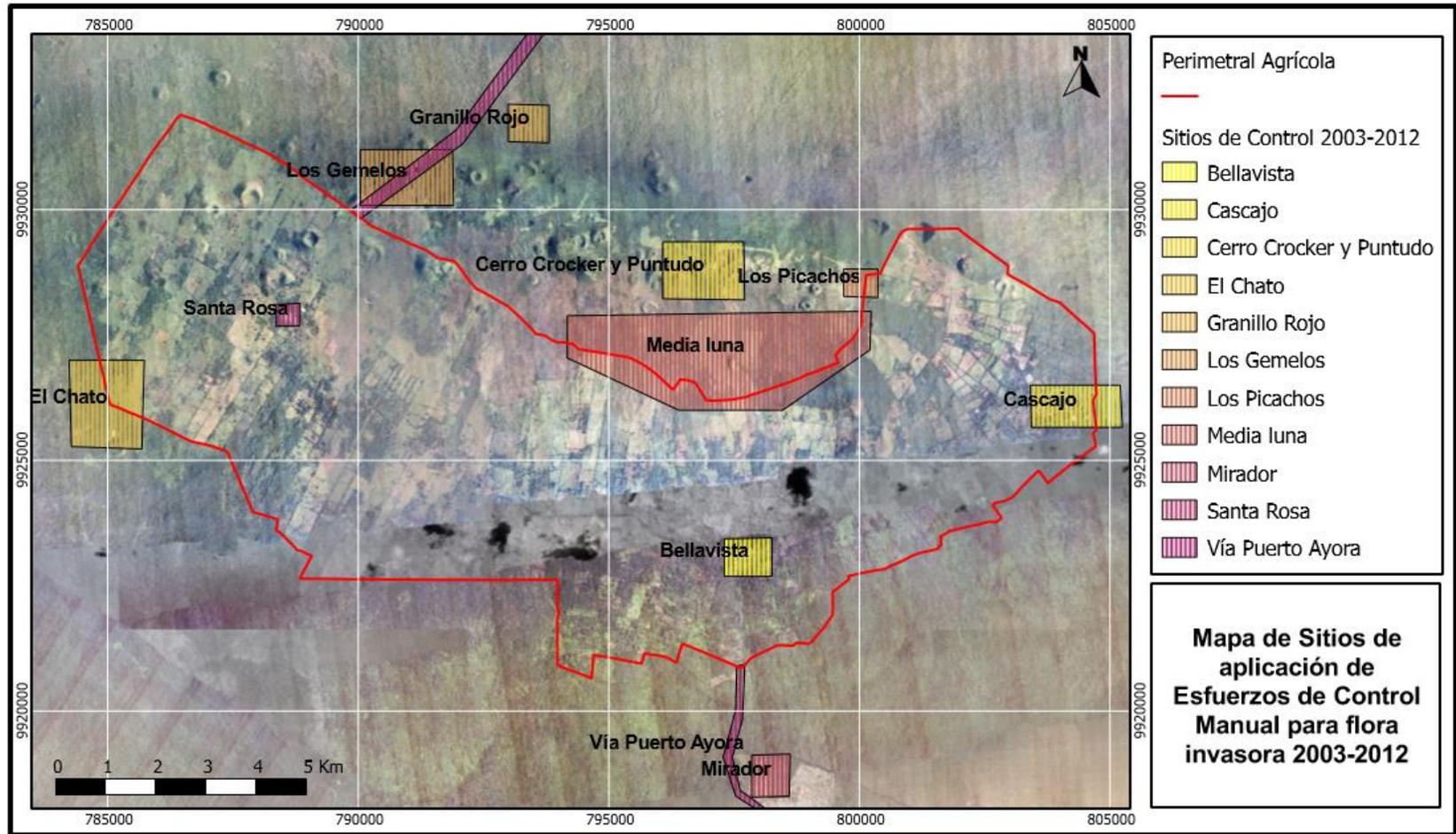


Figura 42. Mapa de sitios donde se ha aplicado esfuerzos de control de especies invasoras desde el 2003 al 2012.

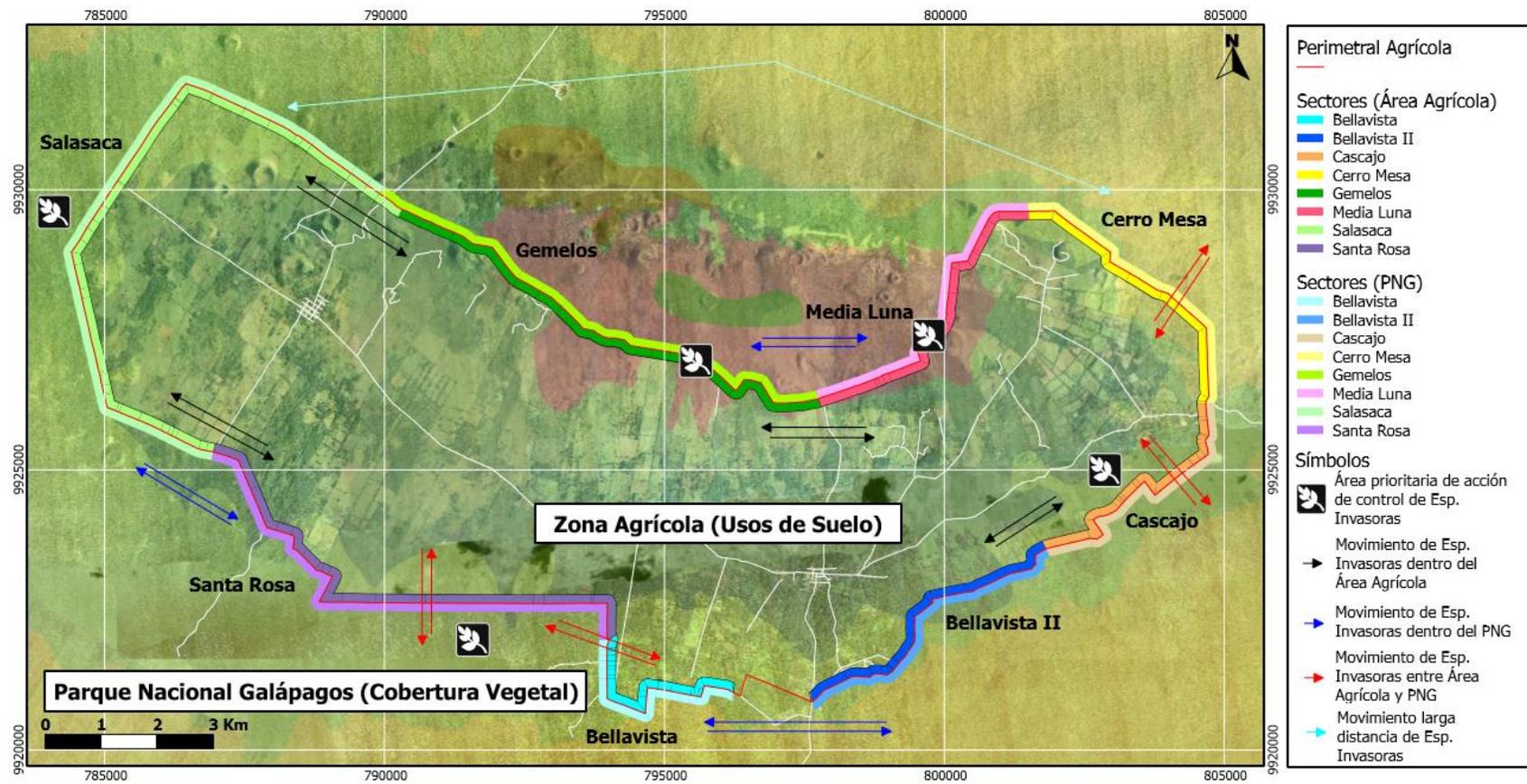


Figura 43. Mapa de dirección del movimiento de las especies invasoras entre los sectores estudiados y zonas más afectadas por las mismas.

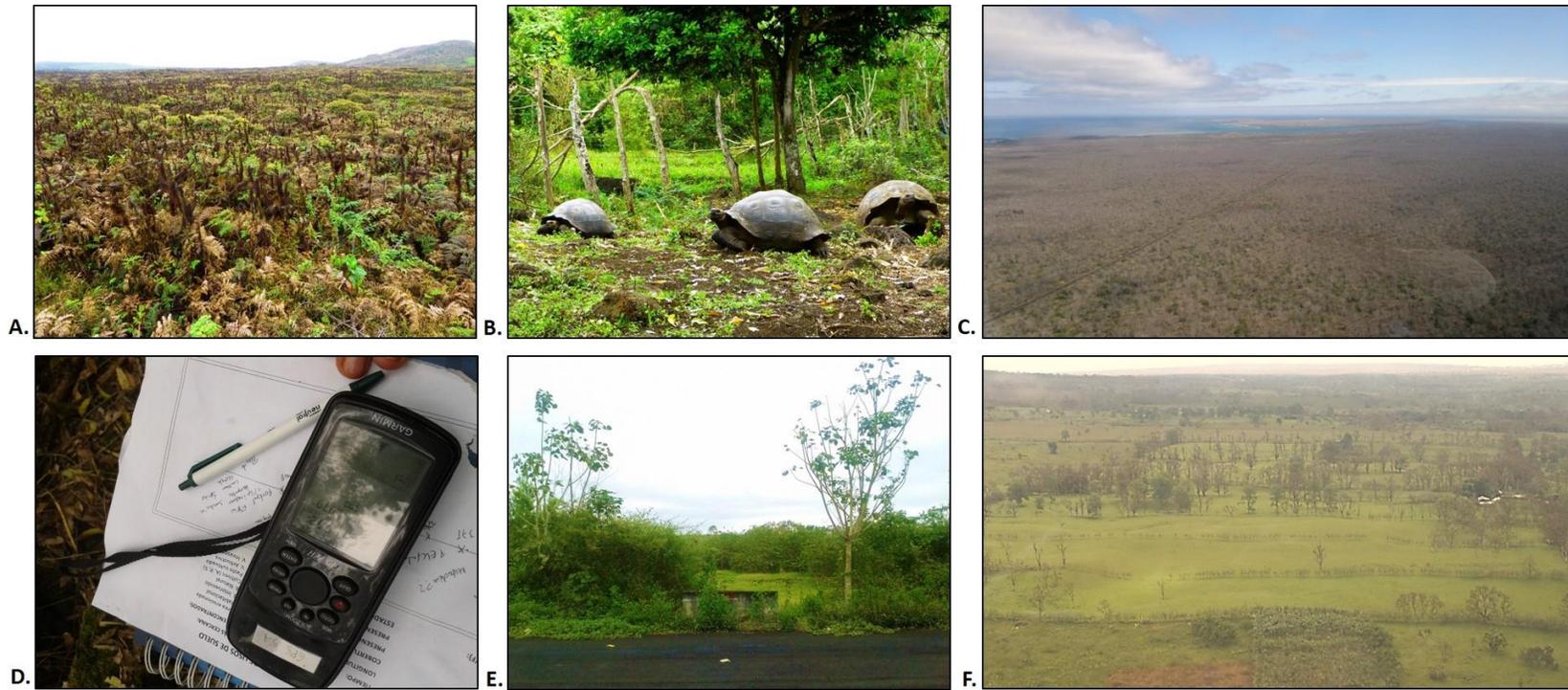


Figura 44. (A) Área infestada de *Cinchona pubescens*; (B) Perimetral agrícola; (C) Vía Baltra-Puerto Ayora; (D) Material de campo; (E) Vía al Garrapatero en entrada a Perimetral Agrícola en zona Cascajo; (F) Vista aérea de la zona agrícola.

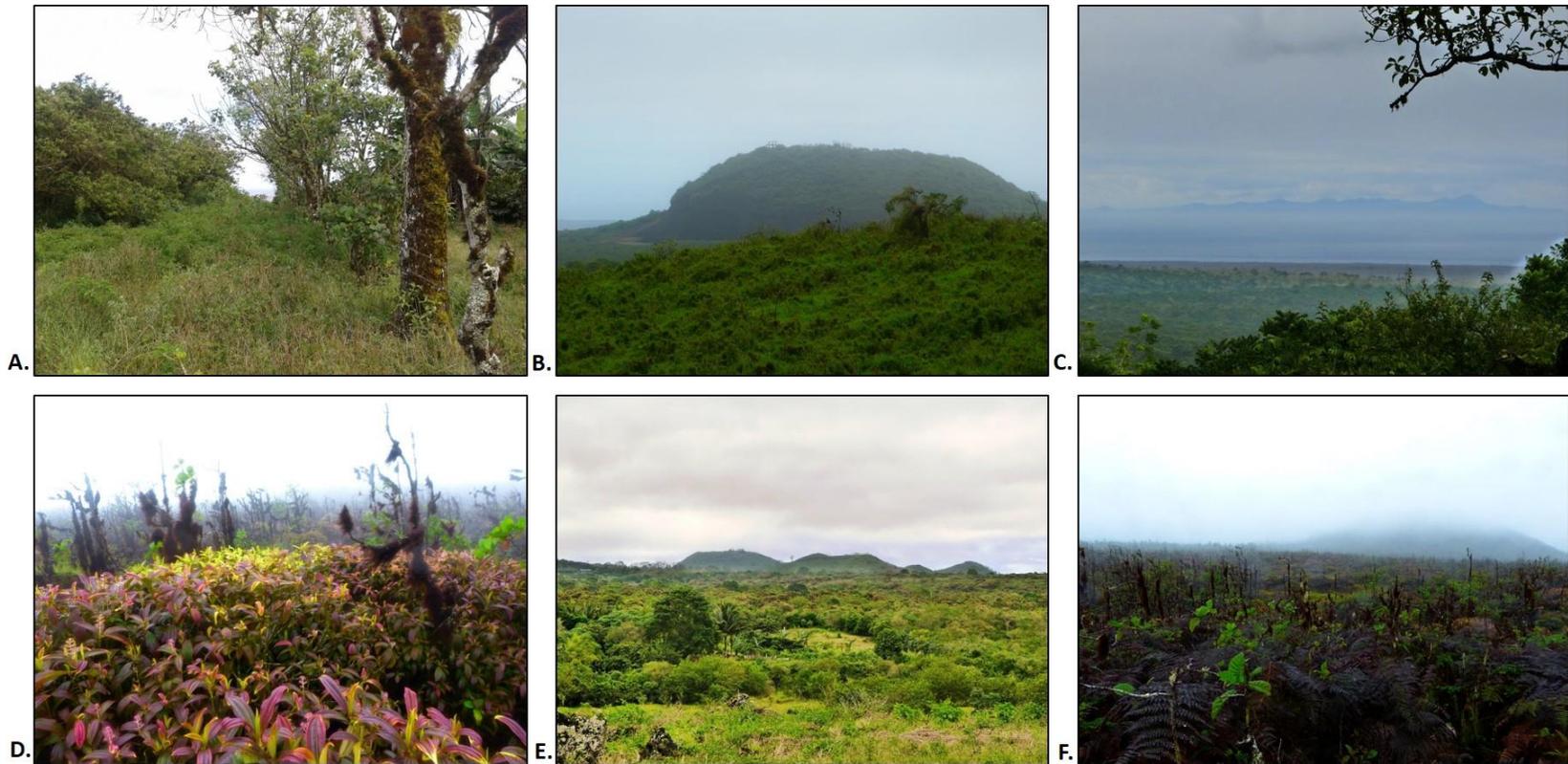


Figura 45. (A) Perimetral agrícola en la zona Los Picachos; (B) Vista de Cerro Mesa; (C) Bosque de *Cedrela odorata* en el sector Salasaca con Floreana al fondo; (D) Bosque de *Miconia robinsoniana* con troncos controlados de *Cinchona pubescens*; (E) Zona agrícola en el sector de Cascajo; (F) Zona café invadida por rebrotes de *Cinchona pubescens*.



Figura 46. Bosque de *Scalesia pedunculata* en sector Los Gemelos; (B) Pikaia Lodge en sector Cerro Mesa; (C) Bosque de transición en sector Bellavista II; (D) *Pennisetum purpureum* en sector El Chato; (E) Vista desde Media Luna con *Cinchona pubescens* controlada; (F) Cráter en la perimetral agrícola en el sector Cerro Mesa.

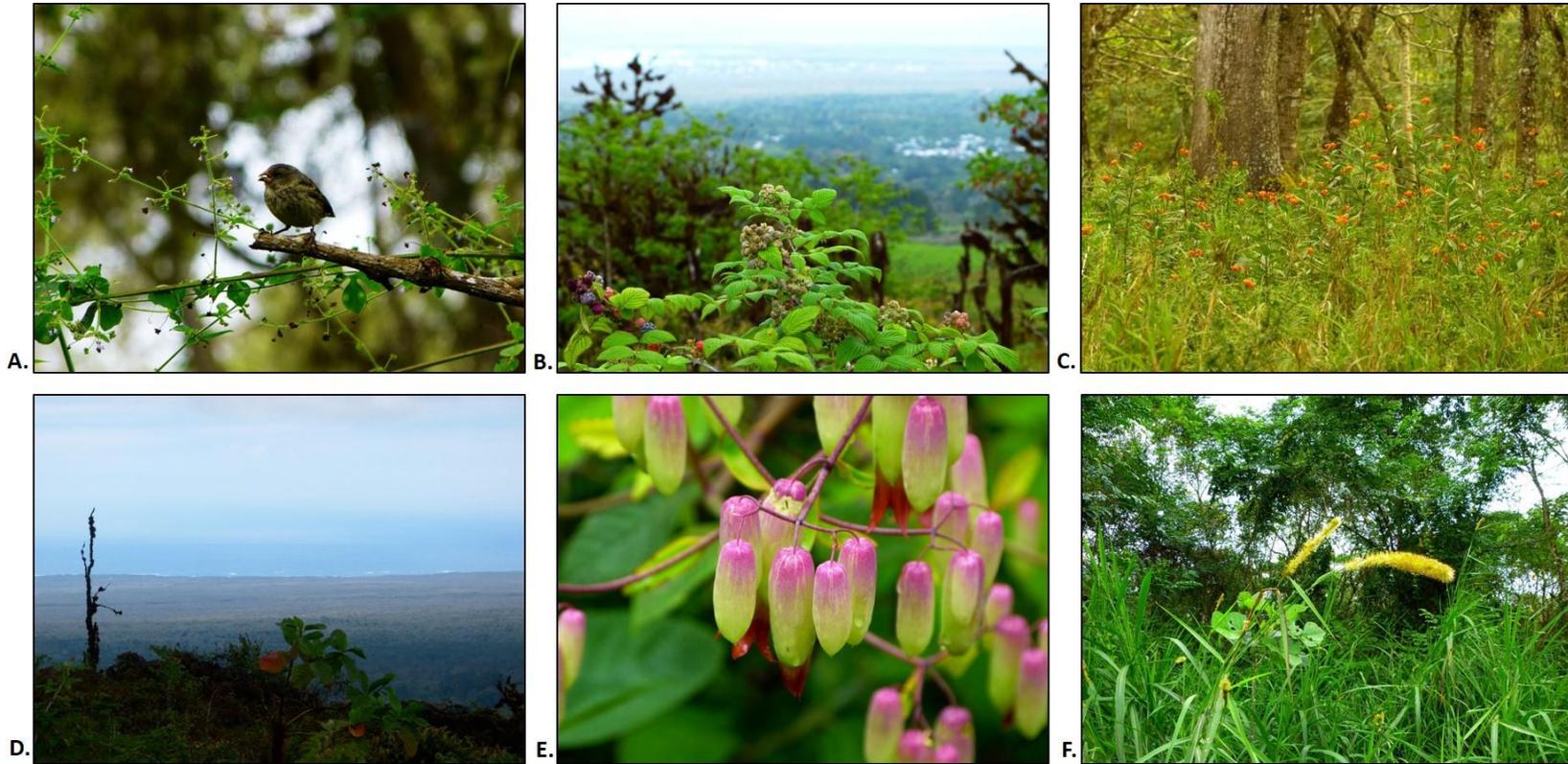


Figura 47. (A) *Hyptis pectinata* con pinzón de Darwin; (B) *Rubus niveus* con vista a Bellavista y Puerto Ayora; (C) *Lantana camara*; (D) Rebrote de *Cinchona pubescens* en Media Luna; (E) *Bryophyllum pinnatum*; (F) *Pennisetum purpureum*.



Figura 48. Sector de Media Luna invadido con *Cinchona Pubescens*; (B) Perimetral agrícola en sector Salasaca; (C) Lagunas en el sector Cerro Mesa; (D) Perimetral agrícola en sector Santa Rosa; (E) Ganado en la zona agrícola en sector Cerro Mesa; (F) Zona agrícola con vista a Cerro Crocker al fondo.



Figura 49. Vía Baltra-Puerto Ayora en sector Los Gemelos; (B) Ganado en sector Salasaca; (C) Perimetral agrícola en sector Salasaca; (D) Aserradero en sector Santa Rosa; (E) Sector El Chato con *Psidium guajava*; (F) Corotillo utilizado como cerca viva.

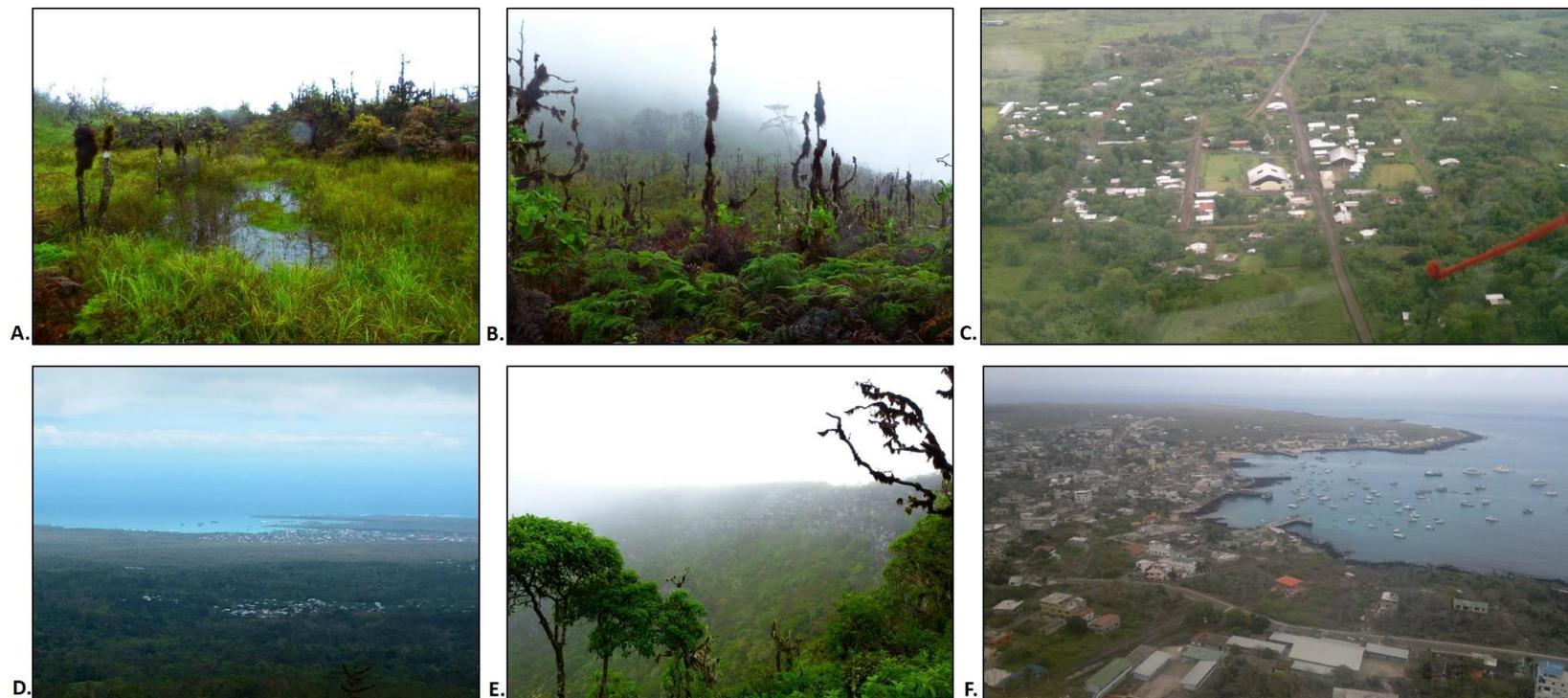


Figura 50. (A) Perimetral agrícola en sector Los Gemelos; (B) Sector Los Gemelos con *Cinchona pubescens*; (C) Vista aérea de Cascajo; (D) Vista aérea de Bellavista y Puerto Ayora; (E) Sector Cerro Mesa; (F) Vista aérea de Puerto Ayora.