

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Arquitectura

Escuela de Estudios de Postgrados de Arquitectura

**Propuesta de diseño del jardín botánico en el
Vivero Forestal Los Esclavos, aldea Los
Esclavos, municipio de Cuilapa, Santa Rosa**

Proyecto desarrollado por:

Ing.^a Agr. Angeles Bella-elizabeth Méndez Guzmán

Para optar al título de:

Maestra en Diseño y Planificación del Paisaje

Guatemala, octubre 2025

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Arquitectura

Escuela de Estudios de Postgrados de Arquitectura

**Propuesta de diseño del jardín botánico en el
Vivero Forestal Los Esclavos, aldea Los
Esclavos, municipio de Cuilapa, Santa Rosa**

Proyecto desarrollado por:

Ing.^a Agr. Angeles Bella-elizabeth Méndez Guzmán

Para optar al título de:

Maestra en Diseño y Planificación del Paisaje

Guatemala, octubre 2025

Me reservo los derechos de autor haciéndome responsable de las doctrinas sustentadas adjuntas, en la originalidad y contenido del tema, en el análisis y conclusión, eximiendo de cualquier responsabilidad a la Facultad de Arquitectura de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Arquitectura

Escuela de Estudios de Postgrado

M. A. Walter Ramiro Mazariegos Biolís

Rector

Junta Directiva

Decano: Arq. Sergio Francisco Castillo Bonini

Vocal II: Msc. Licda. Ilma Judith Prado Duque

Vocal III: Arq. Mayra Jeanett Díaz Barillas

Vocal IV: Br. Oscar Alejandro La Guardia Arriola

Vocal V: Br. Laura del Carmen Berganza Pérez

Secretario Académico: M. A. Arq. Juan Fernando Arriola Alegría

Tribunal Examinador

Decano: Arq. Sergio Francisco Castillo Bonini

Secretario Académico: M. A. Arq. Juan Fernando Arriola Alegría

Examinador: Msc. Dafné Adriana Acevedo Quintanilla

Examinador: Msc. Juan Carlos Fuentes M.

Examinador: PhD. Arq Miguel Angel Chacón



Nota: todas las fotografías incluidas en este documento son propiedad intelectual del fotógrafo Freddy Méndez y se utilizan con la debida autorización.

«Mira que te mando que te esfuerces y seas valiente; no temas ni desmayes, porque Jehová tu Dios estará contigo en donde quiera que vayas» Josué 1:9

Acto que dedico a

Mis padres, Alba Guzmán y Fredy Méndez por amarme en cada etapa e inspirar mis pasos con amor.

Mis hermanos, Rocio Méndez y Caleb Méndez por acompañarme siempre y madrugar conmigo para los muestreos en campo de esta investigación.

Mamá Telmi, Beki y Vale por verme siempre con amor, acompañarme y sostenerme en cada sueño.

Kenny, por acompañarme en cada madrugada de trabajo.

Tabla de contenido

I.	Capítulo introductorio	1
1.1	Planteamiento del problema	2
1.1.1	Delimitación	2
1.1.2	Justificación	6
1.1.3	Antecedentes.....	7
1.2	Objetivos.....	9
1.2.1.	Objetivo general	9
1.2.2.	Objetivos específicos.....	9
1.3	Metodología.....	10
1.3.1	Fase de investigación	10
1.3.2	Fase de caracterización florística.....	11
1.3.3	Fase de propuesta.....	12
II.	Marco teórico conceptual.....	15
2.1	Introducción de los jardines botánicos	15
2.1.1	Concepto de jardín botánico	15
2.1.2	Características.....	15
2.1.3	Relevancia del jardín botánico para la conservación de la biodiversidad y la educación ambiental.....	16
2.1.4	Planteamientos y retos de conservación relacionados con jardines botánicos	17
2.2	Planificación, establecimiento y plan de manejo de un jardín botánico	20
2.2.1	Planificación del proyecto	20
2.3	La colección vegetal de un jardín botánico	23
2.3.1	La adquisición del material vegetal	23
2.3.2	Criterios de selección de especies para la colección botánica.....	24
2.3.3	Proceso de diseño de los espacios a intervenidos.....	26
2.4	Funciones y roles actuales de los jardines botánicos.....	28
2.4.1	Para la conservación de la biodiversidad.....	28
2.4.2	Investigación científica.....	28

2.4.3	Turismo sostenible en los jardines botánicos	29
2.4.4	Impacto de los jardines botánicos en la conservación <i>ex situ</i>	30
2.4.5	Restauración ecológica y el cambio climático	31
2.5	Los jardines botánicos en América Latina	32
2.6	Los jardines botánicos en Guatemala	33
2.6.1	Jardín Botánico del Centro de Estudios Conservacionistas	33
2.6.2	Jardín Botánico de la Universidad del Valle	34
2.6.3	El Jardín Botánico de Oriente (USAC)	34
III.	Análisis del paisaje del sitio: vivero de la hidroeléctrica del río Los Esclavos	36
3.1	Análisis del entorno	36
3.1.1	Zona de Vida	36
3.1.2	Dinámica vegetal y uso del suelo	38
3.1.3	Fisiografía	38
3.1.4	Red hídrica	39
3.2	Análisis del sitio	42
3.2.1	Delimitación del área de estudio:	42
3.2.2	Infraestructura actual	43
3.2.3	Vegetación del área	43
3.2.4	Especies del sitio y dominancia vegetal	46
IV.	Propuesta de jardín botánico	49
4.1	Selección de especies para la colección viva	49
4.2	Paleta vegetal cualitativa	50
4.2.1	Módulo o sección de frutales	50
4.2.2	Módulo o sección de bosque tropical	50
4.2.3	Módulo o sección aromáticas y medicinales	50
4.3	Paleta vegetal cuantitativa	56
4.3.1	Módulo o sección de frutales	56
4.3.2	Módulo o sección de bosque tropical	56
4.3.3	Módulo o sección de aromáticas y medicinales	56
4.4	Manual de manejo	61
4.4.1	Planta conjunto del proyecto	62
4.4.1	Objetivo y misión	63

4.4.2	Bases de diseño	64
4.4.3	Plan de fertilización.....	75
4.4.4	Plan de manejo de plagas y enfermedades	81
4.4.5	Distribución vegetal por módulo.....	86
V.	Conclusiones y Recomendaciones	121
5.1	Conclusiones.....	121
5.2	Recomendaciones.....	122
5.3	Referencias Bibliográficas	124

Figuras

Figura 1.	Delimitación teórica.....	4
Figura 2.	Mapa de ubicación del jardín botánico	5
Figura 3.	Formula de índice de valor de importancia.....	12
Figura 4.	Esquema metodológico de componentes por resultado	14
Figura 5.	Conservación integral de especies.....	20
Figura 6.	Criterios para definir la estrategia según los visitantes del jardín botánico	30
Figura 7.	Climadiagrama de la zona de vida a la que pertenece el área de estudio	36
Figura 8.	Zona de vida del municipio Cuilapa, Santa Rosa	37
Figura 9.	Mapa fisiográfico-geomorfológico del jardín botánico, municipio Cuilapa, Santa Rosa	40
Figura 10.	Mapa subcuenca del río Los Esclavos, en el municipio Cuilapa, Santa Rosa	41
Figura 11.	Oficina administrativa y bodega, vivero río Los Esclavos INDE.....	43
Figura 12.	Planta conjunto de la propuesta	62
Figura 13.	Propuesta general de organización para la administración del jardín botánico	71
Figura 14.	Propuesta de perfiles de personas encargadas del funcionamiento diario del jardín.....	72
Figura 15.	Propuesta de materiales y texturas a utilizar	73
Figura 16.	Propuesta de estilo de mobiliario	74

Tablas

Tabla 1.	Boleta de campo	10
Tabla 2.	Especies del sitio	44
Tabla 3.	Valores de Importancia	45
Tabla 4.	Vegetación y distribución del sitio	48
Tabla 5.	Criterios de la selección de especies	49
Tabla 6.	Propuesta cualitativa módulo de frutales	52

Tabla 7. Propuesta cualitativa módulo de bosque tropical	53
Tabla 8. Propuesta cualitativa módulo aromáticas y medicinales.....	55
Tabla 9. Cobertura y frecuencia de cada especie para la sección de frutales	57
Tabla 10. Cobertura y frecuencia de cada especie para la sección de bosque tropical	58
Tabla 11: Cobertura y frecuencia de cada especie para la sección aromáticas y medicinales.....	60
Tabla 12. Ejemplos de elementos de integración	69
Tabla 13. Perfiles de visitantes y usuarios	70
Tabla 14: Plan de fertilización por especie para cada sección	80
Tabla 15: Plan de prevención y manejo de plagas y enfermedades en plantas introducidas al jardín.....	85

Propuesta de diseño del jardín botánico en el Vivero Forestal Los Esclavos, aldea Los Esclavos, municipio de Cuilapa, Santa Rosa

I. Capítulo introductorio

Introducción

El presente proyecto tiene como objetivo desarrollar una propuesta de diseño y planificación para el establecimiento y manejo de un jardín botánico en el vivero de la hidroeléctrica del río Los Esclavos, ubicado en la aldea Los Esclavos, municipio de Cuilapa, Santa Rosa. Este espacio se concibe como una estrategia para la conservación de la biodiversidad vegetal, al tiempo que genera una conexión armónica con los elementos del paisaje circundante. La propuesta del jardín se fundamenta en tres principios esenciales: la conservación de especies nativas bajo criterios de sostenibilidad ecológica, la educación ambiental de la comunidad y visitantes, y la investigación con vinculación interinstitucional, articulados a través de una colección viva que refleje el valor y potencial de la flora local.

La justificación de este proyecto radica en la necesidad urgente de promover la restauración y conservación de los ecosistemas frente al deterioro ocasionado por las actividades antropogénicas, como la urbanización descontrolada y el cambio de uso de la tierra. En este marco, el INDE plantea un interés según el artículo 4, de la Ley Orgánica el interés de establecer un espacio de conservación asociado a sus proyectos hidroeléctricos¹.

La metodología contempla la identificación de especies vegetales presentes en el sitio, el diseño de una zonificación que favorezca asociaciones ecológicas positivas y la elaboración de un manual de manejo sostenible, incorporando prácticas de manejo integrado de plagas y prácticas silviculturales. Como resultado, se propone la creación de tres módulos según las especies asociadas, el primero un módulo de frutales nativos, segundo un módulo de bosque tropical y un tercer módulo de plantas medicinales y aromáticas, estos tres módulos conformaran la colección viva del jardín. Este diseño se plantea como una base inicial sobre la cual, a mediano plazo, podrá ampliarse hacia la conformación de un herbario y un banco de semillas, consolidando así al jardín botánico como un espacio de conservación, investigación y educación ambiental en la región.

¹ INE, *Proyecto Jardín Botánico los Esclavos*, (2023), 30.

1.1 Planteamiento del problema

Sobre la base de la delimitación temporal, espacial y semántica, así como a la recopilación de información bibliográfica relacionada con el tema se hace evidente que el trabajo de los jardines botánicos es extenso, por lo que muchas veces las instituciones educativas y de conservación se ven limitados por fondos o material bibliográfico que sirvan como base para generar más espacios para que la población en general sea consciente de este trabajo.

Lo anterior ha producido «ceguera vegetal» un término utilizado desde el 2011, para hacer referencia a la pérdida de la habilidad que los humanos tenían por reconocer las especies y diversidad vegetal de su entorno, esto por consecuencia convierte a las sociedades incapaces de reconocer el papel fundamental que los espacios naturales y de biodiversidad nativa juegan en el desarrollo cotidiano de las poblaciones en todo el mundo. Es por esto por lo que es importante generar herramientas de planificación y diseño adecuados que permitan exponer y potencializar los espacios naturales, esto se debe acompañar de la promoción de la educación botánica y tutorial para que a través de una experiencia directa se evidencie el valor de las plantas.²

El sitio de estudio cuenta con un reconocimiento preliminar realizado por el INDE³ en el que se identifica la potencialidad que posee el área, la cual es propiedad de La Empresa de Generación de Energía Eléctrica (EGEE) y el Instituto Nacional de Electrificación, así mismo, propone una distribución general con base en la construcción y trabajo de producción de vivero que se tiene; sin embargo, no se cuenta con una ruta de identificación de los individuos vegetales presentes, tampoco se cuenta con especificaciones para distribuir estas especies de manera óptima, tanto para el adecuado desarrollo de estas así como para la generación de asociaciones ecológicamente positivas y sostenibles entre las especies.

1.1.1 Delimitación

A continuación, sobre la base de las premisas del autor Heinz Dieterich⁴ en su título *Nueva guía para la investigación científica*, se delimita la semántica, el espacio y temporalidad con el que se abordara la investigación, con el propósito de definir el alcance y límites de la presente.

1.1.1.1 Delimitación teórica

El documento presenta una planificación para el establecimiento de un jardín botánico, orientando desde la selección de especies hasta la distribución espacial de una colección viva. Se propone una colección *in situ* y *ex situ* con plantas que mantengan la biodiversidad natural del sitio, pero también especies que serán introducidas para su resguardo. Asimismo, se sugiere un pequeño manual de manejo para aplicar una vez

² Vovides et al., «Los Jardines Botánicos y la Crisis de la Biodiversidad», *Botanical Sciences* 91, n.º 3 (2013): 242-243.

³ INE, «Proyecto Jardín», 30.

⁴ Dieterich Heinz, *Nueva Guía para la Investigación Científica*, (Guatemala: Ariel, 1996), 62-66.

ejecutada la propuesta. En este contexto, se detalla a continuación la base conceptual sobre la cual se desarrollará el proceso de investigación.⁵

Se usará el concepto de «jardín botánico» para mencionar a aquel espacio destinado para la investigación, conservación y educación a través de colecciones vivas y herborizadas de especies de plantas. Este deberá cumplir con un modelo que repete los recursos naturales y socioculturales del sitio, siendo entonces una actividad sostenible desde el punto de vista medioambiental. Estos espacios pueden incluir diversos objetivos, la Agenda Internacional para la Conservación de Jardines Botánicos, contemplaba once tipos de jardines, sin embargo, se debe considerar que estos espacios pueden por su naturaleza cumplir con varias funciones según el objetivo de la entidad que la administre, en este caso el propósito será principalmente de conservación, investigación y ornamental⁶,

En la figura 1 en la página 3 se presenta la delimitación teórica utilizada para la construcción del planteamiento de la propuesta, la base teórica está compuesta por los siguientes términos:

- a. Conservación. Definido como todas aquellas acciones destinadas a resguardar el material biológico de especies vegetales originales de una región o país, incluyendo técnicas de conservación *ex situ* e *in situ*⁷.
- b. Restauración ecológica. Se define como las prácticas utilizadas con el objetivo de recuperar las características de un ecosistema⁸.
- c. Biodiversidad vegetal. Se refiere a la cantidad de especies que comprenden un área, región o país⁹.

⁵ Wyse Jackson y Sutherland, *Agenda Internacional para la Conservación en Jardines Botánicos*, (Reino Unido: BGCI, 2001), 27-28

⁶ Peter Wyse, *Jardines Botánicos, Conceptos y manejo* (México: Asociación Mexicana de Jardines Botánicos, A.C, 2006) 15-19

⁷ Joachim Gratzfeld, *De la idea a la realización - Manual de la BGCI en planificación, desarrollo y manejo de jardines botánicos*, (Reino Unido: BGCI, 2019), ix.

⁸ Orlando Vargas, *Guías técnicas para la restauración ecológica de los ecosistemas de Colombia* (Bogotá: Grupo de Restauración Ecológica GREUNAL, 2012), 41.

⁹ CONAP, *Guatemala y su biodiversidad: Un enfoque histórico, cultura, biológico y económico*. Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Oficina Técnica de Biodiversidad. Guatemala, (Guatemala: CONAP, 2008), 18.

d. Paisaje. Es utilizado en el presente documento como el sitio en donde convergen e interactúan todos los elementos de los ecosistemas¹⁰.

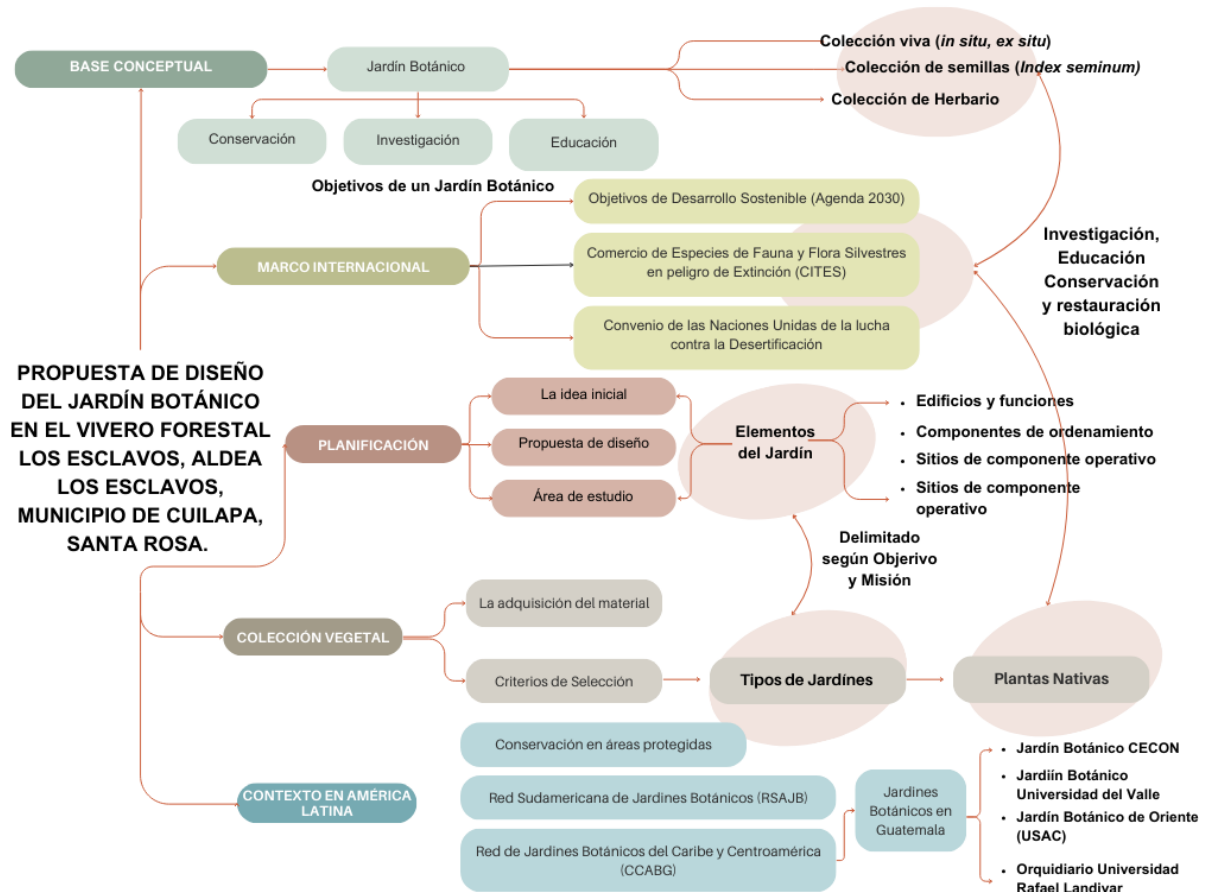


Figura 1. Delimitación teórica
Fuente: elaboración propia

1.1.1.2 Delimitación espacial

El sitio se encuentra dentro de la vertiente del Pacífico, al suroeste de Guatemala, lo que es relevante al considerar que el cauce del río Los Esclavos se encuentra en el borde sur del vivero siendo su única separación un muro perimetral.¹¹

En la página 5 se muestra la figura 2, la cual representa un mapa de ubicación propuesta para el jardín, ubicado en el departamento de Santa Rosa, municipio de Cuilapa Santa Rosa, cuyo poblado más cercano es Los Esclavos.

¹⁰ Vargas, *Guías técnicas para la restauración ecológica*, 41.

¹¹ Sergio Gil, *Estudio Hidrológico de la cuenca del río Los Esclavos* (Guatemala: ICC, 2012), 8-9.

1.1.1.3 Delimitación temporal

Los jardines botánicos han sido espacios de estudio, domesticación y aprovechamiento de especies vegetales desde hace miles de años. Debido a que Guatemala presenta condiciones geopolíticas y ambientales particulares propias de un país latinoamericano, la investigación se centrará en la recopilación y análisis de información adaptada a países con características similares.

Como referencia se utilizarán documentos generados a partir de la última década de los años 90, siendo una de ellas la publicación del *Manual Técnico Darwin para Jardines Botánicos*, documento fundamental que sentó las bases sobre el establecimiento, funciones y propósitos que estas instituciones deben cumplir¹².

La delimitación temporal elegida responde a que, en las últimas décadas, el trabajo con colecciones vivas y herborizadas ha adquirido mayor relevancia debido a la incorporación de políticas de conservación de la biodiversidad, lo cual ha influido directamente en los criterios y formas de planificación y manejo de los jardines botánicos.¹³

1.1.2 Justificación

La restauración y conservación ecológica es un tema de creciente interés en la actualidad, esto como resultado de la destrucción masiva de ecosistemas producto de las actividades antropogénicas que tomaron relevancia a finales del siglo XX, como el aumento de la urbanización masiva sin planificación o el cambio de uso de la tierra.

En el año 2011 la Sociedad para la Restauración Ecológica (SER), recomendó que, en torno a la crisis relacionada con la restauración ecológica, era importante que se centre en las funciones principales de los jardines botánicos, como espacios para facilitar la transferencia de conocimientos, herramientas y tecnologías.¹⁴ A lo anterior se suma que la BGCI en el año 2010 promovió la formación de una alianza de jardines botánicos que incluye en la actualidad 100 jardines a nivel mundial, todos estos esfuerzos encaminados a apoyar al Convenio de Diversidad Biológica (CDB), el cual en el año 2022 adoptaba un nuevo marco 2022-2030 con el objetivo adoptar medidas urgentes para frenar la pérdida y deterioro de la diversidad biológica y sus servicios.¹⁵

La implementación de un jardín botánico en el vivero de la hidroeléctrica del río Los Esclavos, se presenta como una propuesta en cumplimiento al Decreto No. 64-94, artículo 4, de la Ley Orgánica del INE, el cual establece que este debe «Colaborar en la

¹² Joachim Gratzfeld, *De la idea a la realización - Manual de la BGCI en planificación, desarrollo y manejo de jardines botánicos*, (Reino Unido: BGCI, 2019), VIII.

¹³ Gratzfeld, *De la idea a la realización*, VIII.

¹⁴ Vovides et al., «Los Jardines Botánicos y la Crisis de la Biodiversidad», *Botanical Sciences* 91, n.º 3 (2013): 241.

¹⁵ CONAP, «Medidas urgentes y transformadoras para frenar la pérdida y deterioro de la biodiversidad», 23 de marzo de 2022, <https://conap.gob.gt/medidas-urgentes-y-transformadoras-para-frenar-la-perdida-y-deterioro-de-la-biodiversidad/>.

conservación de los recursos hidráulicos y del ambiente del país que se relacionan con las áreas de sus plantas de generación eléctrica y sus proyectos, protegiendo sus cuencas, fuentes y cauces de los ríos y corrientes de agua, a través de la forestación y reforestación de la mismas»¹⁶

Sobre la base de lo anterior el jardín podrá servir como un espacio que promueva la conservación de los recursos fundamentales para la hidroeléctrica, ya que al albergar y mostrar especies vegetales nativas y endémicas de la región, lo que a su vez contribuye a mantener una zona de conectividad con los ecosistemas y recursos naturales en las áreas circundantes. Como segundo punto el sitio puede desempeñar un papel importante en la educación ambiental de la comunidad local, trabajadores de la hidroeléctrica y visitantes, que puede ser promovido con programas posteriores de educación y sensibilización de personas siguiendo la línea de recursos hidráulicos y ambientales, establecidos en la ley; la cercanía con el cauce del río es un punto importante a considerar, ya que este posee flora acuática que funciona como hábitat tanto de fauna acuícola como de aves acuáticas, lo que puede ser potencializado con la presencia de especies vegetales nativas.

La propuesta presenta las premisas de diseño vegetal para la organización y gestión de un jardín botánico, con el propósito de conservar la biodiversidad vegetal y promover la educación ambiental entre la comunidad local y los visitantes. Aunque se reconoce la importancia de otros elementos que a mediano plazo deberían considerarse, como la creación de una colección de semillas *index seminum* y el establecimiento de un herbario, la presente propuesta abarca únicamente la creación de los lineamientos básicos para la selección de plantas que conformarán la colección viva.

Para garantizar una implementación exitosa, se definirán estrategias específicas, actividades, recursos necesarios y un cronograma, con un enfoque en la colaboración con instituciones locales, expertos en botánica, educación ambiental y la participación de la comunidad para asegurar la sostenibilidad del proyecto.

1.1.3 Antecedentes

Los jardines botánicos en todo el mundo hoy en día tienen como propósito formar parte de una red de información, programas y avances para la conservación y educación, sin embargo, hay que afrontar que esta forma de protección medioambiental no se concibió con ese fin, los registros más antiguos de la figura de jardín botánico datan de la época romana para el cultivo de plantas medicinales y con otros propósitos según la cosmovisión de la región.¹⁷

En la actualidad a partir del siglo XX se hizo evidente que los modelos de producción habían destruido y minimizado la disponibilidad de los recursos, especialmente los recursos genéticos de selvas y bosques, es así como el trabajo de estos fue direccionado

¹⁶ Ley Orgánica 64/1994, del Instituto Nacional de Electrificación-INDE- Decreto No. 64.94 y sus reformas, Guatemala diciembre 2010.

¹⁷ Andrew Vovides et al., «Los Jardines Botánicos y la Crisis de la Biodiversidad», *Botanical Sciences* 91, n.º 3 (2013): 239-240.

como parte importante de políticas de conservación, tales como La Estrategia Global para la Conservación Vegetal planteada en 1999, en la que se plantearon dieciséis metas, de las cuales ocho podían cumplirse desde el trabajo de los jardines botánicos, los cuales que desde un año antes en 1989 contaban con La Estrategia para la Conservación en Jardines Botánicos dirigida por la Organización Internacional para la Conservación en Jardines Botánicos (BGCI).

A nivel internacional el trabajo de estos sitios ha sido apoyado por publicaciones no sólo de la BGCI, sino de planes de acción regional como la Convención Internacional de Comercio de Especies de Fauna y Flora Silvestres Amenazadas de Extinción (CITES) y el Convenio de las Naciones Unidas sobre Diversidad Biológica (CDB).¹⁸

En Guatemala el primer jardín botánico universitario surge a inicios de 1900, cuando se dona a la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, la antigua Escuela Práctica para Varones, es entonces que en 1922 inician los trabajos para adecuar un espacio cuya función fuese el estudio de la flora guatemalteca a través de la promoción académica y turística del país, hoy en día este espacio sigue siendo administrado por la Universidad de San Carlos de Guatemala, a través del Centro de Estudios Conservacionistas (CECON), este jardín es reconocido a nivel mundial, ya que cumple con las normativas y estrategias internacionales mencionadas.¹⁹

En Guatemala el trabajo principal que se realiza para la conservación de flora nativa es *in situ*, contribuyendo así al Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP); sin embargo, los jardines también cumplen un papel fundamental en el resguardo *ex situ* de la diversidad²⁰; en la ciudad de Guatemala también se encuentra el Jardín Botánico de la Universidad del Valle de Guatemala en el cual se realizan trabajos de intercambio de material genético, así como colecciones de plantas medicinales nativas.

A pesar de que Guatemala a utilizado los jardines botánicos como unidad de conservación durante un siglo, el aumento de urbanizaciones poco planificadas bajo el enfoque de sostenibilidad a sumado a la problemática de limitaciones de espacios que sean más reconocidos y utilizados con estos fines. Hoy en día no se cuenta con una base de datos oficial de los jardines botánicos o arboretos que se encuentran en el país y tampoco un manual o guía específica de planificación y diseño de estos espacios.

¹⁸ Jackson y Sutherland, *Agenda Internacional*, 3-4.

¹⁹ Carolina Rosales de Zea, «Las Colecciones del Jardín Botánico, Historia, Aportes y Retos a casi cien años de su función», *Ciencia y Conservación, Revista de Investigación y Extensión CECON*, 5 (2014): 3.

²⁰ Rosales de Zea, «Las Colecciones del Jardín Botánico», 4-5.

1.2 Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Generar una propuesta de diseño para el establecimiento y manejo de un jardín botánico que contribuya a la conservación de la biodiversidad vegetal y educación ambiental sobre los recursos naturales en el vivero de la hidroeléctrica del río Los Esclavos, en la Aldea Los Esclavos, municipio de Cuilapa, Santa Rosa.

1.2.2. Objetivos específicos

- Identificar las especies vegetales presentes en el sitio a través de su determinación, cálculo de variables florísticas y ecológicas para la selección de las especies que formaran la colección viva del jardín.
- Realizar un diseño adecuado para la distribución de especies vegetales, que responda a una zonificación adecuada que permita la asociación positiva entre las especies, así como con el entorno, programas, mobiliario e infraestructura necesaria para su establecimiento y operación.
- Establecer un manual de manejo sostenible a través de prácticas de uso sustentable de los recursos, manejo integrado de plagas y manejo silvicultural desde una administración adecuada.

1.3 Metodología

Se desglosa a continuación las fases de trabajo desarrolladas desde la investigación previa al levantamiento de datos en campo, una fase de campo y la elaboración de la propuesta para el establecimiento del jardín, figura 4 (página 14).

1.3.1 Fase de investigación

En esta fase previa a la elaboración de la propuesta, se planificó la obtención de toda la información relevante para reconocimiento del área y fuentes bibliográficas necesarias para el desarrollo del tema.

En esta etapa se investigó y recopiló toda la información relacionada con los criterios a tomar en cuenta para la implementación de un jardín botánico inicial en el área, así como los datos existentes en el país sobre el tema, desde la consulta en fuentes secundarias y primarias. A continuación, se enlista el trabajo realizado.

- Se delimitaron los temas y conceptos del marco teórico, sobre la base de la semántica identificada y los objetivos específicos establecidos.
- Se identificaron y recopilaron las fuentes bibliográficas secundarias, que incluyeran libros, manuales, artículos, paginas institucionales, tesis de licenciatura y postgrado.
- Recopilación de información institucional sobre el área a intervenir en las oficinas centrales del INDE.
- Se planificó desde la presentación del protocolo de la investigación las fechas de visita de campo en el Vivero del río los Esclavos durante los meses de octubre y noviembre del año 2023 y en abril del año 2024, para la identificación de flora en el sitio.
- Se elaboraron dos mapas de reconocimiento del sitio, uno de ubicación y un segundo de identificación de la zona de vida, según Holdridge, en el que se encuentra el sitio.
- Se elaboró una ficha de colecta de información en campo, la cual se presenta a continuación en la tabla 1.

Boleta n.º 1					
Fecha:07/09/2023					
Objetivo del levantamiento: identificación de especies					
Área identificada: Conacaste					
n.º	Nombre común	Nombre científico	Hábito	DAP (proyección de sombra m)	Altura
1					
2					
3					

Tabla 1. Boleta de campo
Fuente: elaboración propia

1.3.2 Fase de caracterización florística

1.3.2.1 Trabajo de campo

El trabajo de campo involucra desde el acercamiento con la administración del vivero en el río los Esclavos, para lo cual se acudió al Departamento de Gestión Ambiental de la Empresa Generadora de Energía Eléctrica (EGEE) como encargada de manejo del sitio y la Dirección de Comunicación Corporativa; así como la toma de datos en el área y la presentación de avances.

- Se identificaron los elementos a considerar para la toma de decisiones junto a la administración del INDE, partiendo de la búsqueda de manuales, tesis, libros y artículos para establecer la ruta a seguir en la toma de datos y los tiempos a considerar.
- La caracterización del sitio se realizó en dos visitas, la primera en el mes de octubre en el que se delimito el área específica dentro del vivero para el establecimiento del jardín botánico; y se estratifico el área en cuatro zonas delimitadas sobre la base en el uso ya establecido en el área. En esta primera visita se colecto material vegetal para su determinación con base en el Manual de Botánica FAUSAC
- En la segunda visita con la estratificación realizada previamente se utilizó la ficha de colecta (tabla 1) por zona, levantando cinco unidades muestrales de 225 m², cuyas características se presentan en los resultados. En esta segunda visita se volvió a coleccionar material para su determinación botánica.
- Dentro de las unidades muestrales se tomó la densidad de cada especie encontrada (número de individuos), alturas promedio por especie (m) y el diámetro de proyección promedio por especie (m).
- Se visito el Jardín Botánico del CECON para la investigación sobre los criterios y requisitos de administración, así como de capacidad instaladas necesarias para el establecimiento y posterior consolidación de un espacio dedicado al mantenimiento de una colección *in situ* y *ex situ*, así como el de un herbario.
- En cada visita se tomaron fotografías para su posterior análisis

1.3.2.2 Tabulación de información en gabinete

- Consiste en la tabulación de variables vegetales y ecológicas tomadas en campo desde las boletas a una base de datos.
- Se presenta el listado de 21 especies presentes en las cuatro zonas muestreadas, clasificando cada una por nombre científico y hábito (tabla 2, página 43).
- En la figura 3, página 12 se muestran la fórmula para obtener el índice Valor de Importancia de Cottam el cual identifica a las especies con mayor dominancia dentro del ecosistema del vivero (tabla 3, página 45). Con el propósito de establecer las principales asociaciones vegetales en el sitio y poder así tomar

decisiones para generar una propuesta vegetal que priorice la representación natural del paisaje.

$$VI = D \text{ relativa} + C \text{ relativa} + F \text{ relativa}$$

- $D_{\text{real}} = \frac{\text{densidad 1} + \text{densidad 2} + \dots + \text{densidad n}}{\text{No. de unidades muestrales}}$
- $C_{\text{real}} = \left(\frac{\text{cobertura 1} + \text{cobertura 2} + \dots + \text{cobertura n}}{\text{No. de unidades muestrales}} \right)$
- $F_{\text{real}} = \frac{\text{No. de unidades muestrales en que está presente cada especie} \times 100}{\text{No. de unidades muestrales}}$
- $D_{\text{relativa}} = \left(\frac{D_{\text{real}}}{\sum D_{\text{reales}}} \right) \times 100$
- $C_{\text{relativa}} = \left(\frac{C_{\text{real}}}{\sum C_{\text{reales}}} \right) \times 100$
- $F_{\text{relativa}} = \left(\frac{F_{\text{real}}}{\sum F_{\text{reales}}} \right) \times 100$

Figura 3. Formula de índice de valor de importancia

Fuente: Cottam, 1982

1.3.3 Fase de propuesta

1.3.3.1 Propuesta vegetal

- Se proponen tres módulos o zonas, en las cuales se pretende diversificar a las especies vegetales que se pretende formarán parte de la colección del jardín, como los usos del área y la percepción de usuarios. Para esta propuesta se utilizan nueve criterios ecológicos, biológicos, académicos e institucionales (tabla 6).
- Sobre la base de las condiciones naturales del paisaje, con respecto a los criterios establecidos se recopiló la información bibliográfica necesaria para la identificación de las especies adecuadas para tres módulos propuestos.
- Se construye la propuesta de especies por módulo, describiendo las características morfológicas, fenológicas y ecológicas, en una paleta vegetal cualitativa, que asegure una floración escalonada, es decir permanente en el año.
- Se construye una propuesta para la paleta vegetal cuantitativa, en la que se define un módulo de plantación de 2500 m² que debe proyectarse al área total de cada módulo propuesto.
- En la paleta vegetal cuantitativa se establece la frecuencia por especie, sobre la base del número de individuos por especie que pueden distribuirse físicamente en el módulo de plantación siguiendo las características morfológicas.

1.3.3.2 Premisas de diseño

- Se proponen las fichas técnicas de las especies a utilizar, en las que se presenta la ilustración vegetal de las especies, que se podrán utilizar en los planos y de referencia para las fichas de información de la colección viva.
- Se desarrolla una propuesta de estilo y criterios de diseño.
- Se presenta la propuesta de señalética general de los recorridos, programas e información importante para las colecciones *in situ* y *ex situ*.

1.3.3.3 Manual de mantenimiento

- Se desarrolla la descripción del estilo, filosofía y criterios de diseño propuestos.
- Se desarrolla un plan de fertilización en el que se especifiquen los productos a utilizar por etapa de las especies de la colección, el método de aplicación y las recomendaciones de uso que se requieran.
- El plan de manejo de plagas y enfermedades para las especies cuyo desarrollo se vea afectado directamente por las practicas propuestas.
- Se establecen las actividades mínimas requeridas para el manejo técnico, científico y administrativos de las colecciones del jardín
- Se definen los objetivos y misión del jardín botánico.
- Se definen los usuarios potenciales sobre la base del objetivo del jardín



Figura 4. Esquema metodológico de componentes por resultado

Fuente: elaboración propia

Metodología

II. Marco teórico conceptual

2.1 Introducción de los jardines botánicos

2.1.1 Concepto de jardín botánico

Estos serán aquellos sitios en los que el objetivo es mantener colecciones documentadas de individuos vegetales vivos, para que puedan contribuir a la investigación académica, aporte tecnologías, a la conservación de recursos y específicamente a la biodiversidad, por último, que contribuyan a la apropiación de las especies vegetales a través de la exhibición de estas.

El trabajo de los jardines no se limita a la parte académica, sino que debe estar comprometido con los pueblos y culturas propias de cada región, debe ensamblarse la administración pública con el desarrollo sostenible de la biodiversidad y la diversidad cultural. En este sentido debe considerarse que para un buen manejo es importante que el aprovechamiento de los recursos se haga desde un enfoque de respeto a los valores medioambientales.²¹

Es evidente entonces que, teniendo objetivos tan integrales, los jardines botánicos pueden presentar entonces muchas funciones y por lo tanto cada uno puede ser categorizado según su función o propósito principal.

Según la Asociación Iberoamericana de Jardines Botánicos, en el año 2004, presenta que no debe confundirse un jardín botánico con otros tipos de jardín, para ello establece que estos deben ser instituciones cuyo ámbito de acción se desarrolle en seis espacios:

1. Biodiversidad, conservación y sostenibilidad; 2. Conocimiento e innovación; 3. Cultura y patrimonio; 4. Educación, convivencia, calidad de vida; 5. Desarrollo económico y social; y 6. Integración, apertura y conectividad.²²

2.1.2 Características

Para que un sitio sea considerado jardín botánico y este no se confunda ni en manejo, ni en percepción con un parque público o jardín privado, deben considerarse de manera minuciosa el concepto de este. La Estrategia para la Conservación en jardines Botánicos (UICN-BGSC y WWF 1989)²³, establece una lista oficial de características que se deben seguir, a continuación, se mencionan las más relevantes:

- Colecciones documentadas y debidamente etiquetadas de plantas vivas.
- Una base científica para el manejo y conservación de las colecciones.
- Establecimiento de una red de comunicación de información con otros jardines, instituciones, organizaciones, así como con el público en general.
- Permanente intercambio de semillas y cualquier otro material genético, tanto con otros jardines, como con actores de importancia en la investigación.

²¹ Wyse, *Jardines Botánicos, Conceptos y manejo*, 15-16

²² Wyse, *Jardines Botánicos, Conceptos y manejo*, 17.

²³ Jackson y Sutherland, *Agenda Internacional*, 22-24.

- Manejo responsable a largo plazo para el mantenimiento adecuado de las colecciones de plantas.
- Crear programas de investigación en taxonomía de plantas.

A la lista anterior se debe considerar que las instituciones pueden iniciar un proceso de establecimiento de jardín botánico, que por razones de capacidad e inexperiencia no cumplan con la totalidad de los criterios estrictamente establecidos, pero estos sí deben ser parte de la misión y visión a través de una planificación consolidada y comprometida.

2.1.3 Relevancia del jardín botánico para la conservación de la biodiversidad y la educación ambiental

La pérdida de recursos genéticos, ecosistemas y por ende de la biodiversidad es en la actualidad una problemática de urgencia internacional, que involucra a todos los sectores económicos, sociedades y culturas.

El trabajo realizado por los jardines botánicos responde internacionalmente al Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 así como sus Metas Aichi, los cuales a su vez han sido aprobados por el Convenio de Diversidad Biológica (CDB) y su Estrategia Global para la Conservación de las Plantas (EGCP); estos compromisos siguen vigentes en la Agenda 2030, en el que se aclara que tanto los Objetivos de Desarrollo Sostenibles como el plan se encuentran relacionados de manera dependiente.²⁴

Los objetivos estratégicos relevantes en los que los jardines botánicos están relacionados de manera directa son:

- Objetivo 1. En el que se establece «Comprender, documentar y reconocer adecuadamente la diversidad de las especies vegetales», esto se logra al tener listas oficiales de las colecciones vivas, así como la herborización de estas de una manera ordenada y eficaz para su posterior revisión y consulta siempre que se requiera.
- Objetivo 2. «Conservar urgente y eficazmente la diversidad de las especies vegetales», este objetivo se vincula a través de la gestión de las especies nativas de las regiones, lo cual consolida la conservación *in situ*, no solo a corto plazo y sin manejo, sino de manera permanente dada la figura académica y de investigación que los jardines pueden adoptar. Así mismo una de las metas de este objetivo es la de utilizar las colecciones *ex situ* como material clave para la recuperación en programas de cada país.
- Objetivo 3. «Utilizar de manera sostenible y equitativa la diversidad de las especies vegetales», el trabajo de determinación, etiquetado y promoción de las especies

²⁴ CDB, «La Diversidad Biológica y la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible», (Nota Técnica, CDB, 2023).

de importancia nativa contribuyen a evidenciar la necesidad de normas de uso de las especies de las regiones.

- Objetivo 4. «Promover la educación y la conciencia sobre la diversidad de las especies vegetales», este objetivo se alcanza con la realización de programas educativos, promoción de investigación a través de los sitios y el intercambio académico y alcances o nuevas tecnologías.²⁵

Cada país miembro de la Convención internacional del Comercio de Especies de Fauna y Flora Silvestres en peligro de Extinción (CITES), debe cumplir con el control del comercio y sobreexplotación de aquellas especies que se enfrenten a la extinción, en este sentido los jardines botánicos pueden ser parte de la red científica que avale y proteja los taxos identificados como amenazados, pudiendo así ser espacios de rescate y conservación de dichas especies.²⁶

Otro papel importante a nivel internacional se relaciona al Convenio de las Naciones Unidas de la lucha contra la Desertificación, este tiene como objetivo frenar la degradación de la tierra en zonas áridas del planeta, esto en particular hace que los jardines botánicos tengan un compromiso en regiones secas del mundo, siendo algunas de estas zonas países en vías de desarrollo; en este sentido se llevan a cabo en estos jardines trabajos para la rehabilitación y recuperación de tierras degradadas así como la conservación de germoplasma de plantas mejor adaptadas a estas zonas.²⁷

En la misma línea se puede mencionar su relación en diversas convenciones, entre las que se pueden mencionar, el Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático; La Convención, para la Protección del Patrimonio Cultural y Natural del Mundo; Convención sobre Humedales.²⁸

2.1.4 Planteamientos y retos de conservación relacionados con jardines botánicos

2.1.4.1 Conservación *In situ*

La conservación *In situ* es una metodología que considera acciones que aseguran la supervivencia y evolución natural a largo plazo de las especies en su hábitat natural, que a su vez generan una red de protección a los ecosistemas de los cuales son parte. Estas acciones deben ser gestionadas desde un sitio designado como área protegida, esto puede ser desde una figura de Parque Nacional, reservas naturales, o centros de educación.²⁹

A pesar de que en el año 2010 el CDB, se había establecido como meta aumentar para el año 2020, las áreas protegidas de un 12 % a un 17 % de la superficie terrestre, en la

²⁵ Gratzfeld, *De la idea a la realización*, ix

²⁶ Gratzfeld, *De la idea a la realización*, 70-74.

²⁷ Gratzfeld, *De la idea a la realización*, 70

²⁸ Jackson y Sutherland, *Agenda Internacional*, 26-36

²⁹ Gratzfeld, *De la idea a la realización*, 152.

actualidad son muchos los factores que han limitado este incremento, ya sea por el aumento de una invasión urbanística sin planificación, o bien por la transformación de los hábitats; todo lo anterior sumado a una débil gestión de legislación ambiental que integre las necesidades de todos los sectores sociales.³⁰

Bajo este enfoque los jardines botánicos se relacionan desde el trabajo de establecimiento de espacios que surgen como consecuencia de la existencia natural de especies de importancia ecológica en sitios estratégicos, contribuyendo como corredor biológico en espacios que posiblemente ya hayan cambiado su estructura natural, así como con la conservación de hábitats representados dentro del jardín pero que rodean al mismo.

2.1.4.1 Restauración y rehabilitación ecológica

La restauración puede ser definida como una disciplina o bien como una estrategia práctica para gestionar los recursos ambientales, su objetivo puede ser claro al definirlo como un conjunto de procesos que llevan a la recuperación guiada de la dignidad de un ecosistema que ha perdido sus características tanto energéticas como de estructura como consecuencia de una destrucción o daño provocado. Sin embargo, este proceso no tiene una ruta específica de acción, ya que cada ecosistema y objetivo para el será diferentes, sumado al contexto tanto político como social de cada país en el que se ejecute.

Como segunda cara se tiene la rehabilitación ecológica la cual consiste ya no en recuperar un sitio para devolverlo a su estado anterior u original, sino más bien a mejorar el sistema ambiental, siguiendo una serie de procesos que establezcan especies y por ende servicios ecosistémicos que coincidan con las características ambientales y físicas del sitio. Desde este sentido los jardines botánicos pueden llevar a cabo establecimientos artificiales de especies de interés que quizás existan en áreas relicto de zonas aledañas o bien como plantaciones de enriquecimiento, en las cuales se hace uso de especies que no está en la zona, siempre y cuando cumplan con los requerimientos del sitio sin representar una invasión.³¹

2.1.4.2 Conservación *ex situ*

Esta se define como aquella estrategia que tiene como propósito la conservación de especies vegetales vivos, pero fuera de su hábitat natural complementando a la conservación *in situ*, esto puede hacerse plantando y manejando toda la planta o bien desde su material genético de reproducción, es decir la semilla, polen, propágulos vegetativos, así mismo puede ser material como el cultivo de tejidos o de células. Es en este trabajo en donde los jardines actúan como base informática de especies que están en creciente amenaza de extinción, las colecciones de materiales que se generan sirven

³⁰ Sara Oldfield y Adrian C. Newton, *Conservación Integral de especies arbóreas en jardines botánicos: un manual de referencia*, (Reino Unido: Botanic Gardens Conservation International, 2012) 10.

³¹ Oldfield y Newton, *Conservación*, 10-11

para fines educativos y de investigación al ser parte de una red de información dentro de cada país y a nivel internacional.³²

Para que las colecciones *ex situ* sean consideradas de valor en el trabajo de restauración y de rehabilitación deben cumplir con criterios de obtención de material, manejo de este y conservación de viabilidad, a continuación, se menciona el sentido general de estos tres criterios:

- El tipo de material vegetal recopilado. Esto se evalúa según el manejo adecuado que se dio al material vegetal de la especie, según sus adaptaciones biológicas, tanto para semillas, plantas vivas o material vegetal no completo. Incluye la adaptación y manejo de un banco de semillas adecuado para la necesidad de cada especie. Tanto para aquellas que mantienen una viabilidad por años, como para aquellas especies recalcitrantes, o que no mantienen su viabilidad después de un tiempo fenológico establecido.
- El protocolo de recolección. Se evalúa que las colecciones *ex situ* posean la mayor variedad de variantes genéticas por especie conservada. En los jardines botánicos se manejan plantas vivas por lo general dos especímenes por especie en el que se incluyen materiales silvestres y no silvestres o desconocidos, mientras mayor sea la colección de plantas vivas mayor valor tendrán para la conservación *in situ* y *ex situ* posterior.
- Mantenimiento de plasma de germen viable. Involucra un programa de manejo seguro del material genético, este debe ser diverso y estar disponible para conservación posteriormente y a largo plazo.

Se tiene claro entonces que el proceso de conservación es una acción no excluyente de ninguno de los métodos o herramientas mencionadas, esto es porque las amenazas y factores de vulnerabilidad o de éxito son variadas y complejas, no es realista pensar en vías únicas para la protección, es decir no solo puede haber legislación, o adquisición de áreas naturales, debe existir un trabajo integral y permanente para la consolidación a largo plazo de los resultados de conservación, en la figura 5 se muestra cómo es que solo a través del enfoque de integralidad se pueden alcanzar los objetivos que se plantean.³³

³² Oldfield y Newton, *Conservación*, 12-13.

³³ Oldfield y Newton, *Conservación*, 13-15.

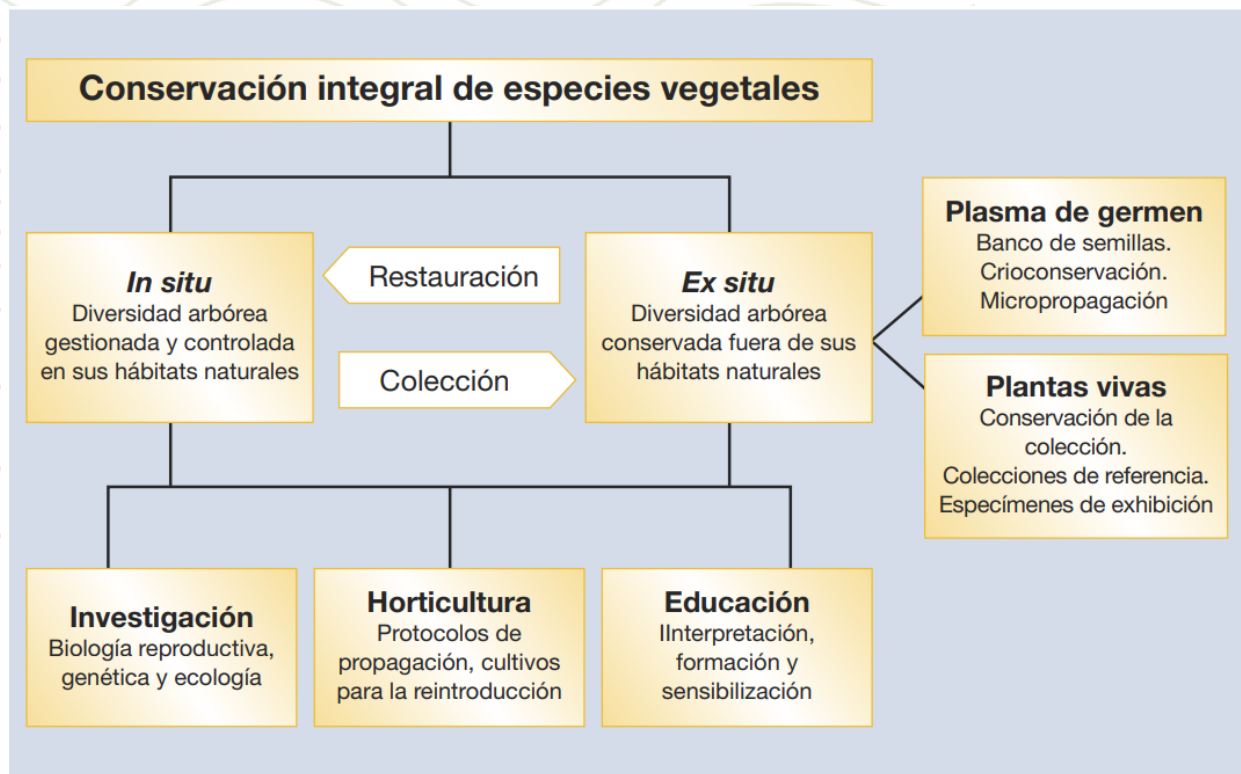


Figura 5. Conservación integral de especies

Fuente: Sara Oldfield y Adrian C. Newton, *Conservación Integral de especies arbóreas en jardines botánicos: un manual de referencia*, (Reino Unido: Botanic Gardens Conservation International, 2012) 15.

2.2 Planificación, establecimiento y plan de manejo de un jardín botánico

2.2.1 Planificación del proyecto

Para desarrollar un jardín botánico debe considerarse que estos proyectos solo pueden ser viables si se aceptan como procesos a largo plazo. La planificación responderá de manera particular al espacio en el cual se desea trabajar, por lo que no se puede desarrollar una guía definitiva que aplique de manera obligatoria a todos los jardines botánicos; en cambio se pueden identificar los pasos estratégicos que deben tomarse en cuenta para garantizar los beneficios consolidados del paisaje a desarrollar, la planificación puede entonces seguir el siguiente flujo de pasos:

2.2.1.1 La idea inicial

- En esta fase, la cual puede generarse tanto para la remodelación como para la implementación del proyecto, se deben plantear tres preguntas recomendadas por Joachim Gratzfeld en su título *De la idea a la realización*: ¿cuál es la misión institucional, ambiental, educativa, social, etc.?, ¿es realmente un proyecto posible?, ¿cuál será la metodología? ¿quién o quiénes se involucrarán en los procesos?³⁴

³⁴ Gratzfeld, *De la idea a la realización*, 5

- Es primordial que al inicio del planteamiento se establezca el grupo que dirigirá, no solo la planificación sino la administración del proyecto, la selección de las personas que aportaran debe resultar en un grupo multidisciplinario en el que se incluyan los encargados institucionales o dueño, un director del jardín botánico, equipo técnico científico y actores externos, los cuales pueden ir desde especialistas investigadores, conexiones con otros espacios de investigación y estudiantes que de manera permanente generen información constante y actualizada de las colecciones vegetales.
- Se requiere que el director o administrador del proyecto cumpla con funciones específicas de establecer presupuestos, cronogramas, el alcance del proyecto a corto y largo plazo, por último, liderar las reuniones y toma de decisiones con el grupo multidisciplinario a fin de cumplir con la misión y visión del jardín.
- La misión y visión van a coincidir con las etapas que involucren desde el diseño, construcción y las operaciones previas. El grupo seleccionado debe formular en conjunto ambas secciones y deben consultarse en el proceso a especialistas en el tema, para evitar un replanteamiento a corto plazo. Si bien el planteamiento de misión y visión no representan ninguna responsabilidad legal, la mala formulación de estos es clave en el fallo de rendición de cuentas y gobernanza del jardín.³⁵

2.2.1.2 Propuesta de diseño

En esta fase deben considerarse a todos los elementos que serán la base del diseño físico del jardín, se describe en esta propuesta de manera general según el contexto desde la idea general. Se pueden enlistar cuatro componentes o elementos básicos que pueden aplicar a cualquier caso:

- Los edificios y las funciones: área informativa, área para la colección *ex situ* o el *index seminum*, área de investigación.
- Componentes del jardín: señalética para la exhibición de la colección viva, mobiliarios para el área de recreación, área social, etc.
- Sitios del componente operativo: estos sitios serán todos aquellos en los que se realicen metodologías para el mantenimiento del jardín, tales como el vivero y almacenes de insumos.
- Por último, la circulación o recorrido de la colección, así como para el paso vehicular.

La propuesta debe acompañarse de un cronograma, en el que se proyectara el tiempo en el que se plantaran todas las actividades necesarias para el diseño y presentación del proyecto para su inauguración.³⁶

³⁵ Gratzfeld, *De la idea a la realización*,6

³⁶ Gratzfeld, *De la idea a la realización*,7

2.2.1.3 Área de estudio y factibilidad

Para este momento, se debe contar con las opciones para los sitios en donde se pretende establecer el jardín, el área tiene que cumplir con los criterios necesarios para lograr la visión y misión estructuradas para el proyecto en la fase inicial. Por lo tanto, no basta con la preferencia subjetiva del sitio, es necesaria la evaluación de la idoneidad que aseguren la operación y mantenimiento del proyecto. Se consideran entonces los siguientes pasos:

Debe contarse con la información del sitio, estado de propiedad, las restricciones legales, acceso, paisaje circundante, condiciones biofísicas, elementos clave dentro del área y elementos sensoriales. Todos estos criterios deben ser considerados y valorarse en conjunto para la decisión final por el grupo encargado del proyecto.³⁷

2.2.1.4 Elaboración del plan maestro

El documento que resulte será la guía integral de todas las fases del proyecto, el plan debe ir alineado a la misión y visión planteadas previamente. El contenido se centra en la ilustración de la propuesta de diseño que refleje las oportunidades del lugar; también debe incluir estimaciones de costos realizado por un asesor financiero para que se establezca si el desarrollo del jardín va acorde con los recursos financieros.

Todo el plan debe desarrollarse de manera paralela con consultas y divulgación con las instituciones o personas involucradas tanto en el proceso de la elaboración de la propuesta como en la ejecución y mantenimiento del sitio. Esto favorecerá que el diseño a implementar sea el adecuado y que el manejo se pueda cumplir; una vez desarrollado, revisado y aprobado este debe delimitar la periodicidad para la revisión y actualizaciones para la correcta operatividad del jardín.

Peter Wyse (2006), explica que el plan de contener dos secciones: un Plan Estratégico que contendrá un proyecto biológico, educativo, financiero, de *marketing*, de recursos humanos, alianzas definidas, un proyecto de servicio social y un marco legal; por otro lado, un proyecto ejecutivo arquitectónico paisajístico, en el que se incluya un análisis ambiental, urbano, social, visual paisajística, un diagnóstico potencial, un programa y zonificación y proyectos ejecutivos.³⁸

Por otro lado, Joachim Gratzfeld (2019), menciona que el plan puede iniciar con algunos componentes claves: la visión, misión y objetivos; antecedentes; delimitación y descripción de componentes y programas; análisis del sitio (oportunidades del lugar); premisas conceptuales; operaciones de mantenimiento de la colección vegetal; opciones de diseño y su análisis; planos y estimaciones de costos.³⁹

En resumen, tanto Peter Wyse (2006) como Joachim Gratzfeld (2019) enfatizan la importancia de incluir diversos componentes en un plan maestro para un jardín botánico, desde aspectos estratégicos y biológicos hasta consideraciones arquitectónicas y de

³⁷ Gratzfeld, *De la idea a la realización*, 8

³⁸ Wyse, *Jardines Botánicos, Conceptos*, 37.

³⁹ Gratzfeld, *De la idea a la realización*, 14

diseño. Sin embargo, es fundamental recordar que cada plan debe ser único y estar adaptado a las necesidades y objetivos específicos de la institución, persona u organización que lo promueve. Así, más allá de las directrices y componentes generales, la clave está en la personalización del plan para asegurar que realmente cumpla con la misión y visión establecidas, y que se alinee con los recursos y desafíos particulares del proyecto.

2.3 La colección vegetal de un jardín botánico

La colección de plantas debe cumplir propósitos más complejos que la mera ornamentación y exposición. Sus objetivos deben centrarse en la investigación, la conservación de ejemplares *ex situ* o *in situ*, y la divulgación de todo el trabajo ecológico-biológico realizado en el sitio.

Por lo tanto, la selección de los ejemplares debe alinearse con el tipo de colección definido por el objetivo del jardín. De esta manera, la ruta de manejo y los criterios técnicos de mantenimiento serán claros y permitirán alcanzar tanto la visión como la misión del jardín.

Es necesario, que una vez establecido el tipo de colección vegetal se redacte una política de la colección, esta involucra las especificaciones sobre la adquisición, los procesos de documentación, responsabilidad de la colección, el acceso y los derechos intelectuales de las investigaciones.⁴⁰

2.3.1 La adquisición del material vegetal

La colección de plantas vivas puede hacerse desde la colecta de material en campo, el intercambio entre instituciones interesadas y usuarios, o bien por la adquisición en el mercado. Cada ejemplar debe tener toda su información biológica, ecológica y etnobotánica para entender su manejo y conservarla de la mejor manera.⁴¹

Sumado a lo anterior y no menos importante esta, el tomar en cuenta que en la planificación se debe definir que la adquisición debe hacerse de manera legal según la normativa y leyes que rigen en el país sobre el tema; si el material fue comprado se debe asegurar que la colecta u obtención cumplió con la legalidad de manejo del material, principalmente cuando se trata de material endémico o bien con plantas introducidas.

Se deben garantizar que para la operación de la colección se cuente con personal técnico científico capacitado, es decir un botánico que sea el encargado de llevar el registro y la documentación de cada adquisición. Este manejo de plantas incluye todas las actividades de transferencia o intercambio, eliminación de plantas, evaluación de la colección viva, evaluación de la colección *ex situ* y la colección de semillas (*index seminum*); todas estas

⁴⁰ Gratzfeld, *De la idea a la realización*, 51.

⁴¹ Wyse, *Jardines Botánicos, Conceptos*, 113.

actividades deben estar contenidas en una sola política de la colección⁴² desde el plan maestro mencionado en el numeral 2.2.

2.3.2 Criterios de selección de especies para la colección botánica

2.3.2.1 Según el tipo de jardín botánico

Para garantizar que un jardín cumpla su función de ser un espacio de interacción interinstitucional, destinado al intercambio y divulgación de información botánica, ecológica y biológica, es fundamental realizar una selección cuidadosa de las plantas que formarán parte de la colección. Esta selección debe representar la riqueza biológica de la ecología regional del área en la que se pretende establecer el jardín. De esta manera, se asegura una educación pública eficaz y una conservación con propósito.

Peter Wyse (2006), propone una clasificación de doce tipos de colecciones según los objetivos planteados para el jardín y el diseño de recorridos que se desea establecer según las características físicas del sitio⁴³.

En esta recopilación se mencionarán solamente algunos de los tipos con los que el presente documento puede identificarse según el propósito de la propuesta de investigación, aclarando que un jardín botánico puede corresponder o tener las características de más de un tipo de colección, es eso lo que hace de su manejo un proceso complejo e integral para cumplir con los objetivos tan complejos de estos sitios:

- A. Fitogeográfica. En este tipo de colecciones se muestran las plantas naturalmente distribuidas en la región donde se establece el jardín, su función responde muy bien al objetivo de educación y concientización de la riqueza propia de un lugar y por ende a la promoción de la conservación.⁴⁴ Un ejemplo de este tipo de colecciones es el Jardín Botánico Regional Cassiano Conzatti incluido en la Agenda Internacional para la Conservación de Jardines Botánicos (BGCI) en 2007, el cual organiza su vegetación en cinco secciones: cactáceas, plantas del valle de Tehuacán-Cuicatlán, plantas útiles, acuáticas y plantas en protección mexicana.⁴⁵
- B. Etnobotánicas. Colecciones utilizadas para representar los usos que culturalmente están determinadas en la región para las plantas, pueden ser entonces plantas que se presenten como medicinales, alimenticias, ornamentales, aromáticas, etc. El compendio de jardines botánicos coordinado por Javier Caballeros (2012) menciona que una meta de estas colecciones es tomar el conocimiento tradicional de los pueblos originarios para manejar y conservar las especies vegetales.⁴⁶ Un ejemplo puede ser la colección del Jardín Botánico Jerzy Rzedowki Rotter, en la altiplanicie mexicana, en donde se exhiben las quince especies etnobotánicas más

⁴² Gratzfeld, *De la idea a la realización*, 65

⁴³ Wyse, *Jardines Botánicos, Concepto*, 40-50.

⁴⁴ Wyse, *Jardines Botánicos, Conceptos*, 72.

⁴⁵ Javier Caballero (Coord.), *Jardines Botánicos: contribuciones a la conservación vegetal de México* (México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2012), 129-130.

⁴⁶ Caballero, *Jardines Botánicos*, 155.

representativas, realizando explicaciones a los visitantes sobre las formas de aprovechamiento.⁴⁷

- C. Ecológicas. Este tipo de colecciones están destinadas para que sean una muestra de un ecosistema, especialmente de un ecosistema que se desea conservar dentro de la región, como la vegetación de bosque de montaña, es un tipo muy popular para estrategias de conservación, un ejemplo de este tipo de jardín es el Jardín Botánico Regional del CICY en Yucatán, donde uno de los enfoques de conservación es la formación pública de valores ecológicos a través de actividades de educación y concientización ambiental.⁴⁸
- D. Formas de vida. En este se incluyen a las prácticas de acuerdo con sus características de hábito, un ejemplo es la colección del Jardín Botánico de la Fundación Xochitla, que cuenta con 31 especies tomadas en cuenta para aportar a la Estrategia Mexicana para la Conservación Vegetal.⁴⁹
- E. Colecciones nativas. Estos sitios son estratégicos cuando se desea incorporar objetivos de restauración y conservación ecológica; si el jardín botánico desea cumplir con objetivos de conservación, las especies nativas toman un papel importante ya que estas promueven la permanencia de sus hábitats y todos los recursos ecosistémicos asociados. Como ejemplo de trabajos para la conservación de especies nativas, se encuentra el Centro de Investigación y transferencia Tecnología Forestal «El Tormento», este sitio tiene la intención de contribuir reserva de especies nativas con usos múltiples.⁵⁰

2.3.2.2 Plantas nativas para el proceso de conservación ecológica

La fragmentación de los ecosistemas naturales y la presión que se ejerce sobre estos cuando los espacios urbanos van aumentando, esto hace que las especies de flora y fauna interrumpan los biocorredores que permiten su dispersión natural. En este sentido las plantas nativas juegan un papel importante en estrategias que pretender ser sostenibles para la conservación de los ecosistemas a cualquier escala.

Una especie vegetal nativa o autóctona según Bárbara Gasparri (2021), son plantas propias de un ecosistema específico, encontrándose en el sin intervención humana; por lo que para seleccionarles para un proyecto de conservación esto debe hacerse respecto al área geográfica a trabajar. Según el objetivo de instituciones de conservación biológica internacional se propone que una estrategia importante es la creación de áreas con conservación de especies nativas, promoviendo la estabilidad de un paisaje característico de cada área.⁵¹

⁴⁷ Caballero, *Jardines Botánicos*, 25.

⁴⁸ Caballero, *Jardines Botánicos*, 145.

⁴⁹ Caballero, *Jardines Botánicos*, 53

⁵⁰ «Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias», Gobierno de México, acceso 06 de agosto de 2024, <https://www.gob.mx/inifap/es/articulos/jardines-botánicos-una-estrategia-para-salvaguardar-los-recursos-forestales>

⁵¹ Bárbara Gasparri, *Plantas nativas: renaturalizando las ciudades* (Buenos Aires: Fundación de Historia Natural Félix de Azara, 2021), 13-14.

La utilización y prácticas de revalorización de las especies nativas en los últimos años han dado como resultado la reaparición de las especies asociadas a ellas, como aves e insectos y ellas se logra recuperar las relaciones interespecíficas que se generan naturalmente entre las especies. El uso de estas plantas en jardines botánicos asegura promueve la conservación del patrimonio natural de cada región, a través de la educación ambiental y su importancia en la adaptación al cambio climático de las regiones.⁵²

2.3.3 Proceso de diseño de los espacios a intervenidos

2.3.3.1 Creación de los espacios para la vegetación

- Para el presente trabajo de graduación se propone un jardín con prioridad del uso de plantas nativas, por lo que los criterios de organización espacial se basan en las necesidades de estas.
- Se considera la creación de núcleos activos, a través de siembra o establecimiento de especies nativas atrayentes que funcionen de dispersores y polinizadores, con este punto se promueve como beneficio a la regeneración natural en las áreas circundantes del jardín botánico.
- Si los ambientes han sido transformados, se debe disminuir la presencia de especies invasoras, así se liberan recursos que permitan condiciones adecuadas para el establecimiento de especies nativas. Esto suma importancia si las especies introducidas no nativas son especies dominantes, a su vez esto podría estimular la germinación natural del banco de semillas latentes.
- En el proceso de remoción de vegetación que no es de interés en términos de conservación ecológica, debe tomarse en cuenta no solo la remoción de partes aéreas, sino también el proceso de remoción radicular, intentando no alterar las características deseables del suelo.⁵³

2.3.3.2 Consideraciones para la plantación de nativas

Al momento de planificar el cultivo, conservación o restauración con plantas nativas, es importante tener en cuenta de que es importante un diseño que cumpla con las necesidades de las especies a considerar, pero también con el espacio que se desea intervenir. Para desarrollar una plantación sostenible se deben considerar un par de elementos:

- Los objetivos de las plantas. Se debe establecer cuál será el objetivo o la función que cada planta tendrá en el espacio del jardín, por ejemplo, puede considerarse a la planta como especie arbórea puede tener como función ser emblemática, es decir que por sus características resulta característica de la región.

⁵² Gasparri, *Plantas nativas*, 15

⁵³ Vargas, *Guías técnicas para la restauración ecológica*, 29-32.

- Análisis ambiental. Previo a que se haga la plantación, se debe considerar el entorno y por lo tanto seleccionar aquellas con mayor rango de adaptabilidad al ambiente. Algunas de estas variables son: el clima local; la disponibilidad y horas de sol de las áreas dentro del jardín; por último, la flora y fauna que ya se encuentra en la ecorregión.⁵⁴

2.3.3.3 Elección de las especies nativas

Una vez se halla realizado el análisis de los objetivos de las plantas a utilizar y el ambiente en el que las especies serán establecidas, se hará la selección de especies, para lo cual se pueden considerar algunos criterios, por ejemplo:

- El hábito de la planta es fundamental para comprender la dimensión de crecimiento de cada especie. Con base en las alturas y diámetros que las plantas pueden alcanzar, se podrá proponer un diseño que considere combinaciones adecuadas para su establecimiento en canteros, por ejemplo.
- Sombra, es decir el porcentaje de sol directa necesaria para que la planta se desarrolle de manera adecuada, teniendo un porte sano en cada etapa fenológica.
- Riego, es importante determinar el requerimiento de agua, para esto es importante considerar si el recurso está disponible en el sitio o si será necesario un establecimiento de sistema de riego. Se recomienda utilizar plantas con requerimientos mínimos durante la etapa adulta ya establecida en el sitio.
- La velocidad del crecimiento. Es importante considerar que el crecimiento de cada especie se desarrollará a velocidades distintas, por lo tanto, se debe realizar un plan silvicultural y de podas para cada especie. Se recomienda entonces que la selección tome en cuenta especies cuyo manejo sea el más práctico en base a los recursos disponibles.
- Atractivo de la especie. En términos de diseño este criterio es importante porque depende del atractivo de la especie así es como se podrá jugar con la generación de sensaciones a través de aromas, colores, texturas, formas, etc.
- Atractivo estacional. Esto aplica cuando la región a trabajar presenta más de una estación en el año, en este caso la vegetación podría brindar un juego dinámico de sensaciones, por ejemplo, a través del color y presencia del follaje o bien coloración de floración. Este criterio permite hacer un juego de combinaciones de plantas con el propósito de mantener atractivos en cada sección del jardín.
- Asociaciones biológicas. Dependiendo de la información con la que se cuente de cada especie se puede analizar la asociación de las especies con la flora y fauna de la región y por lo tanto se puede asegurar que se trabajara para la generación

⁵⁴ Ministerio de Ambiente de la Provincia de Buenos Aires, *Plantemos nativas. Guía básica de diseño y plantación* (Argentina: Dirección Provincial de Ordenamiento Ambiental del Territorio y Bienes Comunes, 2023), 9.

de interacción como corredor biológico. Algunas de las asociaciones que se pueden buscar son las polinizaciones, refugio de animales, dispersión de semillas, sitios de nidificación de aves.⁵⁵

2.4 Funciones y roles actuales de los jardines botánicos

Los espacios destinados para los jardines botánicos no solo cumplen con funciones de conservación e intereses regionales sobre el estudio de la conservación, su importancia radica en responder a acuerdos multilaterales ambientales a nivel internacional, tales como con la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) y el Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB).⁵⁶

2.4.1 Para la conservación de la biodiversidad

En cuanto a las acciones enfocadas en la diversidad biológica, de los momentos más importantes fue en la conocida Cumbre de la Tierra de Río en el año 1992, en donde se lanzó el Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB), los principales objetivos del convenio se relacionan directamente con el trabajo de los jardines botánicos.

Algunas de las acciones directamente relacionadas con el alcance del CDB es el trabajo taxonómico de plantas para su estudio florístico, así como para el monitoreo de su desarrollo dentro del jardín o en áreas de proyectos establecidos. La conservación *in situ* desde la restauración o el establecimiento de sitios de investigación, para recuperación o manejo de poblaciones de plantas nativas; por otro lado, la conservación *ex situ* se trabaja desde las colecciones de germoplasma y bancos de semillas que pueden ser utilizados en programas de recuperación de especies.⁵⁷

Otras actividades que van en la misma línea es la investigación e identificación de especies con valor económico y tradicional importantes promoviendo su uso sostenible desde la educación en varios sectores; por último, lo que mantiene dinámico y vivo el que hacer del jardín botánico es la investigación y esta puede ser en diferentes campos generando información ecológica, química, etnobotánica, biogeográfica, etc. para su intercambio, esto a su vez abre espacios de cooperación científica.⁵⁸

2.4.2 Investigación científica

En el año 1989 se publica la Estrategia para la Conservación y Jardines Botánicos, la cual pasa a ser responsabilidad de la Organización Internacional para la Conservación en Jardines Botánicos (BGCI) la cual ha desarrollado una base de datos única para todos los jardines botánicos del mundo y para el año 2001 se lanza la Agenda Internacional para la Conservación de Jardines Botánicos, en esta se plantea que una de las metas de un jardín botánico es el desarrollo de investigación científica en la que se relacionen las

⁵⁵ Ministerio de Ambiente, *Plantemos nativas*, 10-11.

⁵⁶ Gratzfeld, *De la idea a la realización*, 69.

⁵⁷ Jackson, *Agenda Internacional*, 27-28.

⁵⁸ Jackson, *Agenda Internacional*, 29.

comunidades locales, el enfoque de las investigaciones será acorde a las prioridades del área, en relación al tamaño del jardín y sus recursos.

Dependiendo del tamaño y alcance del jardín este puede, colaborar con otros jardines o instituciones, esto es importante para la conservación cuando los recursos de las regiones son muy limitados.⁵⁹

A nivel internacional los jardines más grandes incluyen laboratorios, herbarios, invernaderos, cámaras de control de crecimiento y equipos de estudios a nivel molecular y genético. Independientemente del alcance y los recursos, parte importante de las metas de los jardines es la preparación de información y su publicación. La generación de información comprende entonces el compromiso de generar capacitaciones tanto de futuros taxónomos y apoyo a colecciones botánicas que no estén tan desarrolladas.⁶⁰

Si bien, no todos los jardines cuentan con recursos para generar demasiada información, todos deben ser accesibles para el conocimiento de las colecciones y compartir información sobre el manejo y sus funciones. Por lo tanto, entonces los resultados de cualquier jardín es desarrollar o apoyar métodos de conservación y uso sostenible de la biodiversidad desde la investigación científica permanente.⁶¹

2.4.3 Turismo sostenible en los jardines botánicos

El turismo implica el movimiento de personas a lugares que les representen un entorno que posea atractivos personales, comerciales o profesionales, en este sentido los jardines botánicos pueden convertirse en un ambiente con crecimiento potencial para las actividades turísticas sostenibles.

Según la base de datos de la Botanic Gardens Conservation International (BGCI) más de 500 millones de personas visitan los jardines botánicos anualmente, aunque muchas veces estos lugares no son identificados ni apreciados como lugares turísticos, vale la pena que se tomen en cuenta como parte de las rutas turísticas de cada país.

Para que los jardines puedan ser exitosos estos deben definir un propósito válido para los visitantes, esto se logra con el desarrollo de programas de interés como los de naturaleza hortícola que ofrecen tanto placer personal como entretenimiento. Los programas no tienen que ser solamente científicos y técnicos, pueden enlazarse con programas de arte, exhibiciones e intercambios con museos, para esto se debe hacer un estudio de los visitantes potenciales y el contexto sociocultural del área. Para que los jardines botánicos puedan entender a sus visitantes actuales y promover nuevos atractivos para potenciales visitantes, se debe establecer una estrategia que este en coherencia con la misión y visión ya establecidos del jardín. En la figura 6, página 30, se resumen los criterios más importantes a considerar para una estrategia efectiva.

⁵⁹ Jackson, *Agenda Internacional*, 37.

⁶⁰ Jackson, *Agenda Internacional*, 48.

⁶¹ Jackson, *Agenda Internacional*, 50.

Acciones para conocer a su visitante

Crear el perfil de los visitantes más comunes del jardín

- Membresía
- Personas que tienen conocimientos sobre el jardín
- Hábitos de los medios (lectura, observación y uso de tecnología de los medios)
- El motivo de la visita
- Nivel de satisfacción de las estructuras y servicios
- Edad de los visitantes
- Nivel educativo
- Origen del visitante

Métodos de evaluación demográfica turística

Documentación de información para crear el perfil del visitante

- Encuesta a la salida o entrada del jardín
- Grupos focales
- Grupo de expertos para evaluar el potencial del jardín
- Estudios de impacto económico del jardín para la región
- Estudios de motivación del visitante

Definición de Mercados (ejemplos)

Clasificación del visitante

- Grupos demográficos de edad avanzada o *baby boomers*
- Dominante femenino
- Predominante de ingresos y educativos más altos
- Cualquier edad con interés en jardinería y jardines
- Dueños de casas
- Estudiantes y científicos universitarios

Figura 6. Criterios para definir la estrategia según los visitantes del jardín botánico

Fuente: sobre la base de Joachim Gratzfeld, *De la idea a la realización - Manual de la BGCI en planificación, desarrollo y manejo de jardines botánicos*, (Reino Unido: BGCI, 2019), 231-233.

2.4.4 Impacto de los jardines botánicos en la conservación *ex situ*

La conservación de la diversidad biológica es un tema de gran importancia desde cualquier índole, no solamente incluye todas las metodologías y proyectos enfocados en flora y fauna, si no que juega un papel importante para lograr la sostenibilidad de las poblaciones jugando un papel fundamental en la seguridad alimentaria, así como parte de la protección de los servicios ecosistémicos y las actividades económicas que sustentan a las poblaciones, en las que intervienen la agricultura, silvicultura, la pesca y cómo mencionamos en el inciso anterior el turismo sostenible.⁶²

En este tema los jardines botánicos juegan contribuyen a la conservación biológica de muchas formas a partir de sus objetivos, una de las estrategias obligatorias es la conservación *ex situ*.

⁶² CDB, *La Diversidad Biológica*, 3-4.

La estrategia, plan o programa de conservación *ex situ* de cada región es distinta, y los jardines botánicos aplicaran según su metodología, experiencia y recursos una ruta para lograr este tipo de conservación, sin embargo, es necesario que todo se haga desde la colaboración e intercambio de germoplasma, que establezcan redes de información.

Es el germoplasma el que enriquecerá la colección de cada jardín y su estrategia de recolección, manejo, conservación e intercambio el que dará valor al espacio como parte de las instituciones que colaboren o contribuyen a la conservación de cada país o región, este concepto lo define Witt (1985) «cualquier material capaz de transmitir los caracteres hereditarios de una generación a otra». ⁶³

2.4.5 Restauración ecológica y el cambio climático

Los jardines botánicos pueden ser de suma importancia en los procesos de restauración ecológica y reintroducción de especies, especialmente con plantas arbóreas. El papel de estos sitios en asociación con organizaciones destinadas a la conservación y restauración deben promover, no solo el estudio y el manejo del material vegetal sino la incorporación de las especies en los ecosistemas degradados, para el año 2008 globalmente se tenía la cifra de que más de 7800 especies arbóreas se encontraban bajo amenaza de extinción. ⁶⁴

Es en el tema de la actualización de cifras por región y país en donde los jardines juegan un papel fundamental, ya que en ellos puede llevarse de manera coordinada la identificación de las especies más vulnerables en los ecosistemas más relevantes, posteriormente se necesita la recolección del material, su caracterización y por un plan de reproducción para su reincorporación en los ecosistemas. Estos trabajos pueden realizarse bajo el fundamento de medidas y políticas aceptadas por algunos países comprometidos con la conservación. ⁶⁵

Algunas de las políticas de fundamento son la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, el cual en 1992 menciona a la restauración forestal como una iniciativa valiosa para la captura y retención de carbono. Por otro lado, la Convención de las Naciones Unidas para Combatir la Desertificación y la Sequía que en 1994 promueve la lucha contra la pérdida de zonas naturales a través de la biodiversidad y por último una de las convenciones que hasta ahora tiene gran relevancia es la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES), este convenio se vuelve el marco legal internacional que regula el movimiento de especies vegetales, es decir marca la clasificación e importancia del estudio y conservación del material vegetal. ⁶⁶

⁶³ Bacchetta et al., *Conservación ex situ de plantas silvestres* (España: Principado de Asturias/La Caixa, 2008), <http://www.gruposincom.es/publicaciones-de-salvador-gutierrezordonez>, 24.

⁶⁴ Oldfield y Newton, *Conservación*, 4.

⁶⁵ Oldfield y Newton, *Conservación*, 6.

⁶⁶ Oldfield y Newton, *Conservación*, 7-8.

2.5 Los jardines botánicos en América Latina

Cuando se habla de diversidad biológica tanto América Latina como el Caribe son consideradas como una región de superpotencia, conteniendo un gran capital natural a nivel mundial, lo que hace que el trabajo para su conservación tome gran relevancia. Una característica importante para la consideración de todos los proyectos y convenios es la íntima relación de estos recursos con las culturas de cada país.

En la región se cuenta con varias estrategias y proyectos para la protección de la gran diversidad, sin embargo, uno de los factores limitantes es el compromiso de los países parte de los convenios, para la inversión de dinero. Es esta inversión lo que permite no solo la ejecución de las estrategias si no que es la que mantiene el proceso de trabajo, monitoreo, reestructuración y por último la consolidación del manejo desde la población de cada país o área en donde se desarrolle cada proyecto.⁶⁷

Las estrategias de conservación en América Latina por lo general han utilizado la figura de Áreas Naturales Protegidas, que según el Convenio de la Diversidad Biológica (CDB) en 1992 se define como cualquier área designada para alcanzar objetivos específicos para la conservación y son consideradas hasta ahora como las primeras figuras para la conservación de las especies y los servicios ecosistémicos.⁶⁸

En el año 2019 se constituye la Red Sudamericana de Jardines Botánicos (RSAJB), con el objetivo de cubrir la necesidad de crear una red que comprometiera todos los esfuerzos de los jardines partes a consolidar acciones para cumplir con las actividades establecidas por la BGCI, en esta red participan 13 países incluido México, sus principales metas fueron el establecimiento de estándares para generar escenarios de intercambio de técnicas, así como guiar a todos los jardines participantes a las actividades que cumplieran con las metas del Convenio sobre la Diversidad Biológica.⁶⁹

Las regiones de Latinoamérica y del Caribe actualmente tienen como referentes del trabajo de conservación de la diversidad vegetal no solamente a la RSAJB sino a la Red de Jardines Botánicos del Caribe y Centroamérica (CCABG), en la que actualmente se encuentran activos más de 450 jardines botánicos, el propósito de estas dos redes es fomentar principalmente la colaboración del trabajo de investigación y experiencias técnicas que aseguren una cultura de conservación, esto basado tanto en las Estrategias de Conservación Vegetal para la región del Caribe, como para el Marco Mundial de Biodiversidad Kunming-Montreal 2022-2023.⁷⁰

⁶⁷ PNUD, «América Latina y el Caribe: Una superpotencia de biodiversidad», (Informe, Comisión para la Biodiversidad, Ecosistemas, Finanzas y Desarrollo, 2010), 20, https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/publications/Latin-America-and-the-Caribbean---A-Biodiversity-Superpower--Policy_Brief_SPANISH.pdf.

⁶⁸ Pablo Caballero et al., «Conservación basada en comunidad: importancia y perspectivas para Latinoamérica», *Estudios Sociales: Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional* 48 (2016): 339, ISSN: 2395 9169.

⁶⁹ Red Sudamericana de Jardines Botánicos, «Red Sudamericana de Jardines Botánicos», (Términos de referencia, 2019), 1-7, https://www.bgci.org/wp/wp-content/uploads/2023/05/Final_-Terminos-de-Referencia_Red-Sudamericana-Jardines-Botanicos_RSAJB.pdf

⁷⁰ RSAJB-CCABJ-The Plantlife conservation society, «Simposio Jardines Botánicos de Latinoamérica» (Xiii Congreso Latinoamericano de Botánica, BGCI, 2025).

2.6 Los jardines botánicos en Guatemala

Guatemala no cuenta con una red nacional interna institucionalizada relacionada a los jardines botánicos que posee, los trabajos realizados en este contexto han sido principalmente realizados por tres universidades del país, cuyo objetivo principal es la investigación y educación ambiental.

El país cuenta con siete herbarios inscritos en el *Index Herbariorum*, una guía de herbarios del mundo en el que se registran los objetivos de las colecciones, esta guía es coordinada por el Jardín Botánico de Nueva York.

A continuación, se mencionan las características de manejo de los trabajos realizados tanto en los jardines con perfil científico como aquellos proyectos que han podido desarrollarse en el tema de colecciones vegetales.

2.6.1 Jardín Botánico del Centro de Estudios Conservacionistas

En Guatemala como en los otros países de la región los proyectos de conservación son *in situ*, a través de la protección de áreas protegidas, el jardín más antiguo del país es el de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC), siendo esta la única unidad que integra el estudio de flora desde su taxonomía, ecología, biología, cultivo y mantenimiento de plantas nativas y silvestres.

El jardín abrió sus puertas al público en 1922 y actualmente es parte de la unidad técnica al Centro de Estudios Conservacionistas (CECON), su importancia es tan grande que es parte del Museo de Historia Natural de la Escuela de Biología y desde 1997 se declaró monumento histórico de la USAC, el sitio recibe entre 100 y 500 visitantes en un día recibiendo un recorrido y material didáctico que puede proporcionarse en conferencias o actividades para niños y familias. El jardín ha jugado por décadas un papel importante en la generación de información de estudiantes universitarios a nivel licenciatura y en la concientización de estudiantes de nivel primaria en el país.⁷¹

Lamentablemente hasta el año 2011 casi noventa años después de su inauguración no se contaba con los planos arquitectónicos del edificio ni de la distribución de jardinerías; otra problemática fue la falta de actualización del catálogo de especies ni fechas de cultivos, por lo que se inició con un proceso de reconstrucción de la colección del jardín. Es entonces que se identifican cuatro acciones iniciales y urgentes para el sitio, la primera un programa de revisión taxonómica periódica y permanente de las jardinerías, un estudio de estimación de edades de los árboles del sitio y análisis de mantenimiento de

⁷¹ Rosales de Zea, «Las Colecciones del Jardín Botánico, 3-5.

ejemplares saludables, otro punto fue la necesidad de la mejora de la roturación y por último la generación de material de divulgación.⁷²

2.6.2 Jardín Botánico de la Universidad del Valle

Este jardín se dedica tanto a la atención de visitantes como al desarrollo de investigación de estudiantes interesados en el área de botánicos, sus principales trabajos son enfocados a la reforestación y al mantenimiento de los ecosistemas para evitar el desplazamiento de fauna.

El jardín botánico se encuentra en un bosque nativo manejado desde hace 50 años por los hermanos Margaret y Michael Dix. Cuentan con un programa de recreación enfocado a la relajación de estudiantes en alianza con la Unidad de Bienestar Estudiantil de la universidad.

Dentro de la colección del jardín se encuentra una sección de jardín medicinal con más de 50 plantas nativas medicinales y un invernadero de orquídeas. El propósito de los espacios es representar las cuatro regiones del país. Poseen un registro de fauna local y de mariposas de migración.⁷³

La colección de este jardín también trabaja con la identificación y distribución de especies de bromelias en el país, contribuyendo a la conservación de estas especies las cuales son endémicas y se encuentran amenazadas, en este sentido cuentan con una colección de germoplasma y semillas para la reproducción de estas especies. Esta colección destaca, ya que se reconoce como la única de *Bromeliaceae* con fines no comerciales en el país.⁷⁴

2.6.3 El Jardín Botánico de Oriente (USAC)

En Guatemala, uno de los jardines más recientes destinados a la investigación científica desde las universidades es el Jardín Botánico de Oriente ubicado en el departamento de Zacapa, los bosques de esta región son catalogados como bosques tropicales estacionales secos, con una gran cantidad de especies vulneradas por la destrucción de los ecosistemas. Este sitio tiene como propósito la iniciativa de conservación *ex situ* de especies de cactus, especializado en reproducción *in vivo* e *in vitro*.

El trabajo del establecimiento de la colección se dio con ensayos de germinación y pegue de 10 especies nativas en el municipio de Zacapa. Este proyecto tiene la peculiaridad de haber trabajado con especies catalogadas como amenazadas con poblaciones muy

⁷² Rosales, «Las Colecciones del Jardín Botánico», 5-9.

⁷³ «Conoces el Jardín Botánico de UVG?», Universidad Del Valle de Guatemala, acceso el 20 de junio de 2024, <https://noticias.uvg.edu.gt/conoces-el-jardin-botanico-de-uvg-10-datos-sobre-este-espacio-unico/>

⁷⁴ José Monzón, Edgar Mó y William Cetzal, «Orquídeas de la Colección», 20-21.

reducidas, que poseen una gran intención de comercialización (Categoría II, CITES), por lo que su manipulación fue controlada para evitar daños a las especies.⁷⁵

Este es un ejercicio reciente y aunque aún no cuenta con toda la infraestructura ideal, el proyecto es un claro ejemplo de cómo una propuesta pequeña puede iniciar la generación de una colección vegetal, cuya consolidación se verá sujeta al intercambio de conocimientos y a la creación de programas de aprendizaje abiertos al público de la región para promover la conservación de los ecosistemas nativos y endémicos de la zona.

⁷⁵ Christian Domínguez Morales «El jardín botánico de oriente: Vinculando ciencia con sociedad» (Informe final, DIGI, 2021), 40, <https://digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/puiah/INF-2020-54.pdf>

III. Análisis del paisaje del sitio: vivero de la hidroeléctrica del río Los Esclavos

3.1 Análisis del entorno

3.1.1 Zona de Vida

El sitio para intervenir se encuentra dentro de la vertiente del Pacífico, al suroeste de Guatemala, lo que es relevante al considerar que el cauce del río Los Esclavos se encuentra en el borde sur del vivero siendo su única separación un muro perimetral.⁷⁶

Se encuentra en el kilómetro 66 de la carretera a El Salvador, en el departamento de Santa Rosa, dentro de una aldea urbanizada del mismo nombre. El departamento presenta cinco zonas de vida; siendo el bosque muy húmedo tropical cálido (bmh-T), la zona de mayor porcentaje de área en el municipio de Cuilapa con 1498 km² (47.50 %). Esta zona de vida presenta temperaturas medias entre los 24 y 26.7 °C, característico de un relieve plano accidentado ideal para cultivos con medidas de protección de bosque; En promedio por cada milímetro de precipitación se evapotranspira poco más del 40 %, lo que provoca que el ecosistema mantenga una humedad significativa (figura 8 en la página 37).⁷⁷

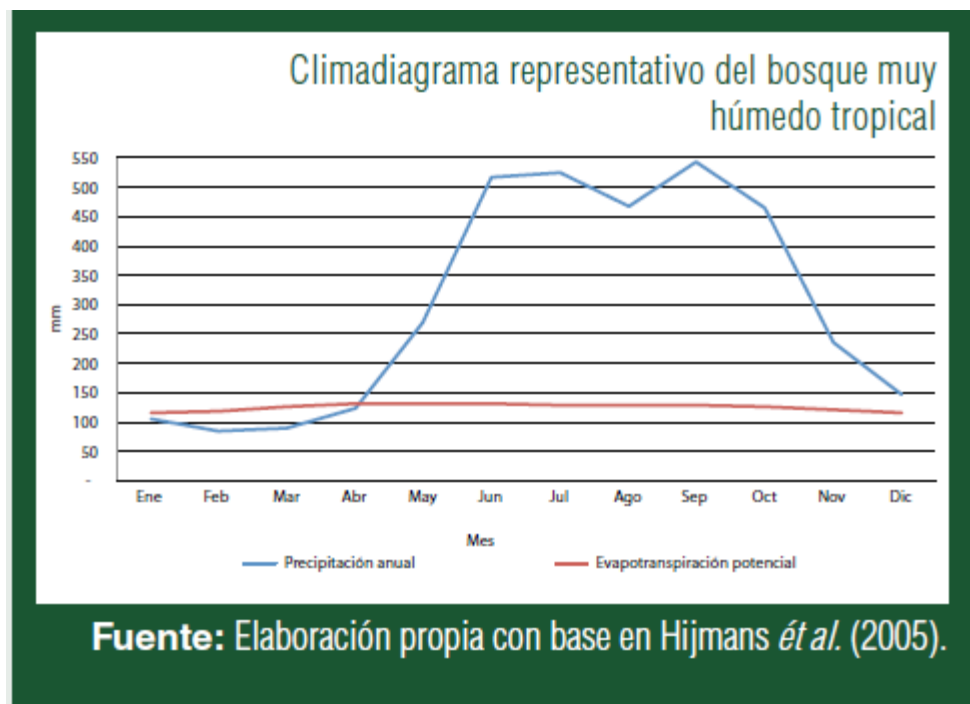


Figura 7. Climadiagrama de la zona de vida a la que pertenece el área de estudio
Fuente: IARNA, 2018

⁷⁶ Sergio Gil, *Estudio Hidrológico de la cuenca del río Los Esclavos* (Guatemala: ICC, 2012), 8-9.

⁷⁷ IARNA-URL, *Ecosistemas de Guatemala basado en el sistema de clasificación de zonas de vida*, (Guatemala: IARNA, 2018), 54-55.

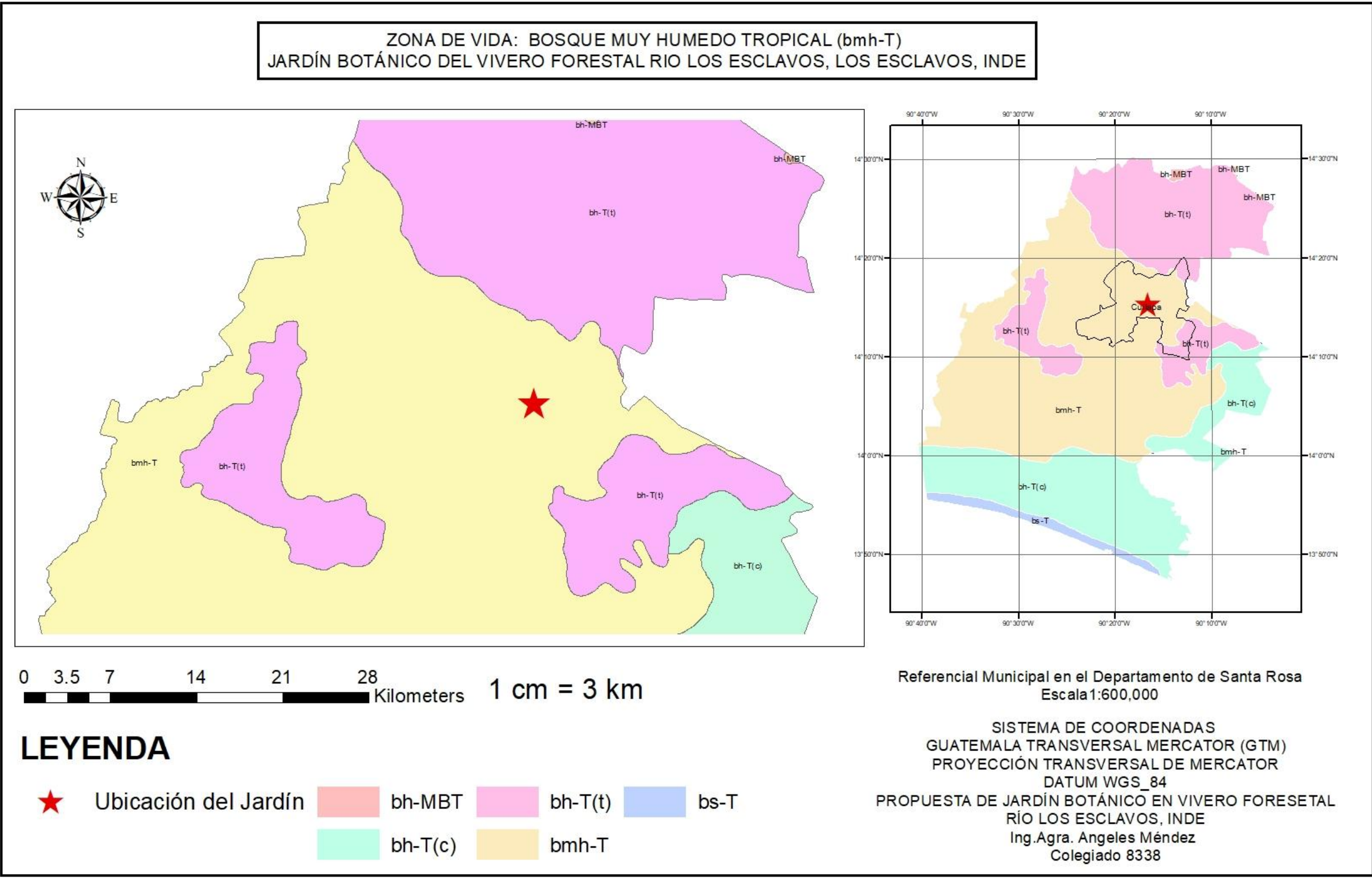


Figura 8. Zona de vida del municipio Cuilapa, Santa Rosa
Fuente: elaboración propia con base a IARNA, 2018

En Guatemala los bosques tropicales presentan una vegetación en donde predominan especies de hoja ancha, debido a las condiciones climáticas que se forman en la región, estos bosques resguardan una gran cantidad de especies tanto de flora como de fauna y pueden proveer a la zona servicios forestales para satisfacer muchas de las necesidades básicas, como energía y alimento.⁷⁸

3.1.2 Dinámica vegetal y uso del suelo

El vivero se encuentra en la Aldea Los Esclavos, la cual pertenece al municipio de Cuilapa, este municipio corresponde a la parte alta de la cuenca del río Los Esclavos, esta área ha tenido una dinámica de deforestación entre los años 1991 y 2016 de 22, 339 hectáreas, que no solo abarca el municipio, sino que es una tendencia a nivel departamental especialmente en los municipios de Nueva Santa Rosa, Casillas y Santa Cruz Naranjo. La cantidad de área perdida se relaciona con el dato de que es en el área de Cuilapa donde se encuentra la mayor área de cobertura forestal.

Esta sección de la cuenca del río Los Esclavos, está dominado por sistemas agrícolas, dominando el café con más de 42 000 hectáreas (43 %), seguido de la agricultura anual con menos del 10 % del territorio de la parte alta de la cuenca. Los bosques ocupaban para una proyección hecha para el 2016 el 17 %, por último, los arbustos y espacios dispersos de árboles llegan al 15 %, el resto se consideran espacios de pastizales.⁷⁹

3.1.3 Fisiografía

El Municipio presenta 7 unidades de paisaje las cuales se pueden observar en la figura 9; sin embargo, el vivero del río Los Esclavos se encuentra dentro del gran paisaje denominado Conos Piroclásticos de Barberena Santa Rosa, la cual es una unidad que se caracteriza por tener alrededor de 40 conos piroclásticos, con elevaciones que van desde 800 m s. n. m hasta los 1400 m s. n. m.

Esta unidad se caracteriza por la existencia de una gran diversidad de rocas de origen volcánico como basaltos, lahares, flujos de roca pómez y ceniza. Los conos volcánicos se encuentran en la falla de Jalpatagua.⁸⁰

⁷⁸ «Día Internacional de los Bosques Tropicales», CONAP, acceso el 05 de agosto, <https://conap.gob.gt/importancia-de-los-bosques-tropicales/>

⁷⁹ Francisco Castañeda et al. *Propuesta de modelo para la gestión integrada del recurso hídrico de la cuenca del río Los Esclavos*, (Guatemala: DIGI, 2021), 46-47.

⁸⁰ MAGA, 2001. *Mapa Fisiográfico-Geomorfológico de la República de Guatemala a escala 1:250,000-Memoria Técnica*. Guatemala: MAGA (Edición PDF)

3.1.4 Red hídrica

El departamento de Santa Rosa se encuentra dentro de seis cuencas hidrológicas, siendo la más grande la del río Los Esclavos. Mientras que el municipio se encuentra dentro de tres subcuencas: la del río Las Margaritas, una pequeña fracción del río Aguacapa y en su mayoría en el área de captación del río Los Esclavos, en donde se encuentra el vivero forestal del INDE y el área propuesta para el jardín botánico (figura 9 en la página 40).

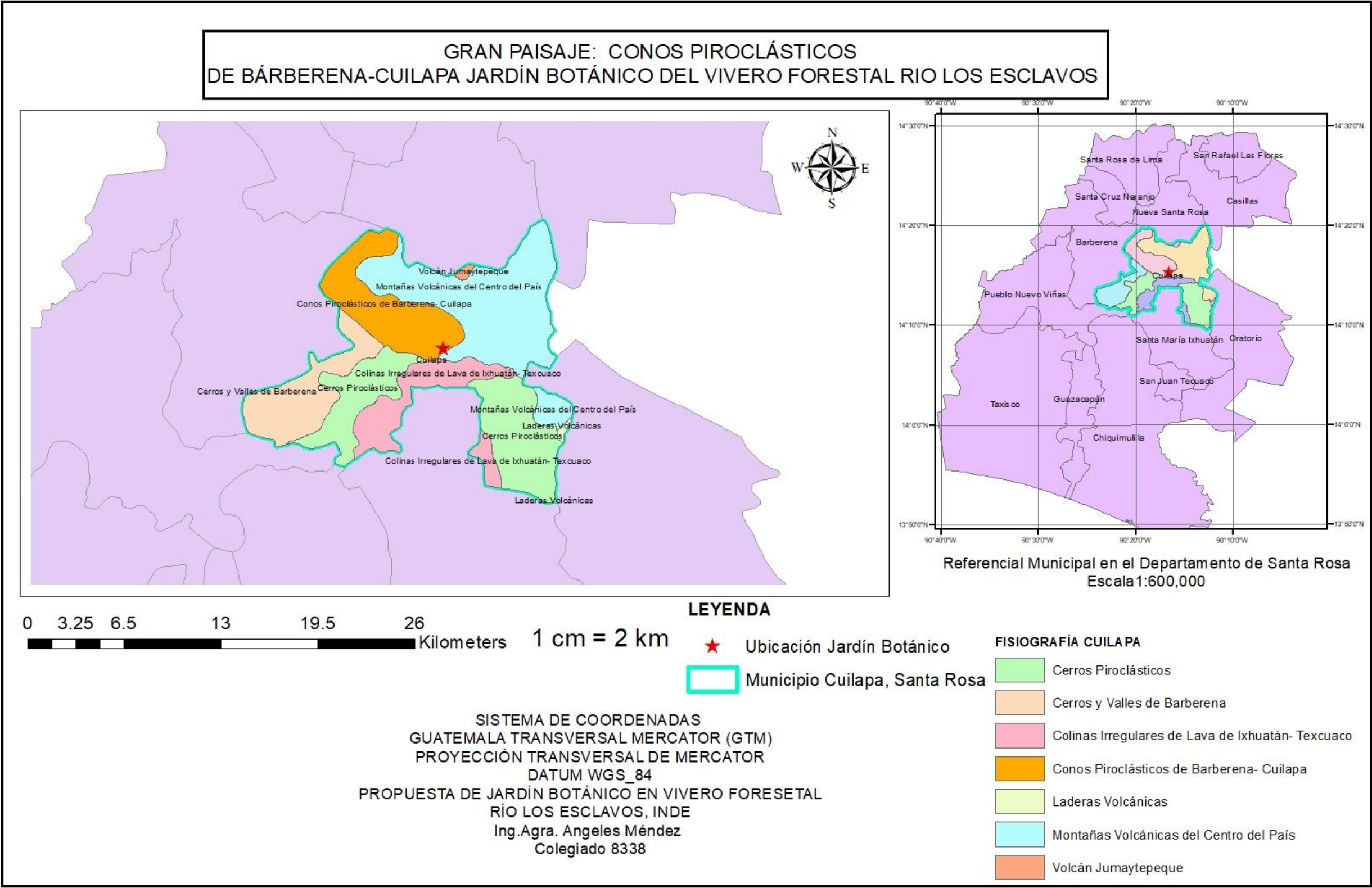


Figura 9. Mapa fisiográfico-geomorfológico del jardín botánico, municipio Cuilapa, Santa Rosa
Fuente: elaboración propia con base a Clasificación Unidades de Paisaje MARN, 2001

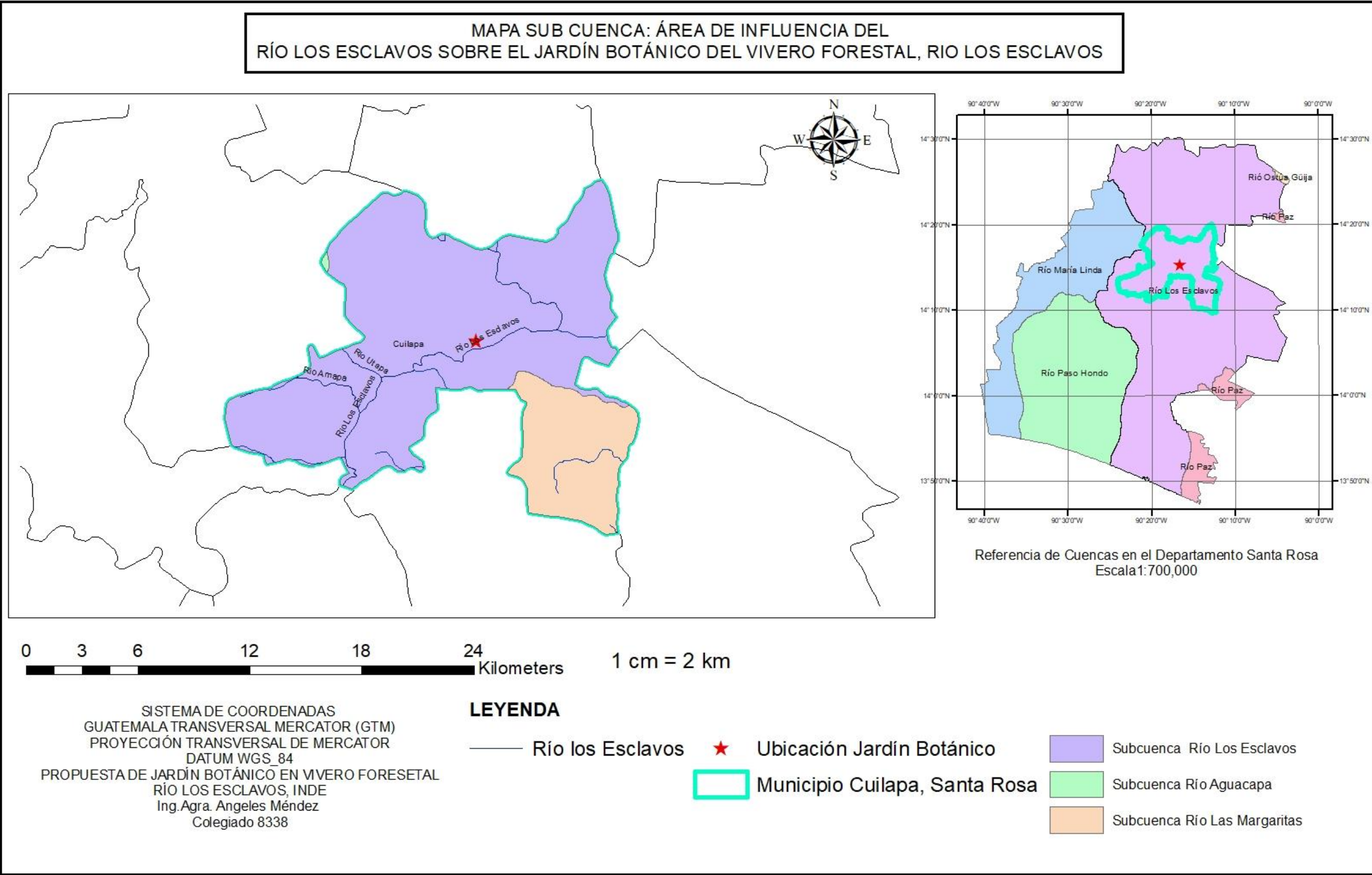


Figura 10. Mapa subcuenca del río Los Esclavos, en el municipio Cuilapa, Santa Rosa
Fuente: elaboración propia con base a la Base de datos MARN, 2023

3.2 Análisis del sitio

El sitio de estudio se encuentra en el vivero de la hidroeléctrica del río Los Esclavos, gestionado por el Instituto Nacional de Electricidad (INDE). La iniciativa surge a partir del interés del INDE en aprovechar parte de este espacio para el establecimiento de un centro de educación ambiental. El propósito es crear un entorno dedicado a la colaboración entre profesionales relacionados con la gestión de los recursos naturales y la conservación de los ecosistemas del país. Adicionalmente, el espacio estará abierto al público general, ofreciendo un centro de reunión para el aprendizaje y el reconocimiento de la diversidad ecológica de Guatemala.

La estructura organizacional del INDE establece que la Empresa de Generación de Energía Eléctrica (EGEE), a través de la División de Programación y Medio Ambiente es la Unidad encargada de la planificación y control de las actividades de producción en los viveros, se propone que esta sea la unidad responsable de ejecutar la propuesta a través de una distribución de funciones específicas, las cuales se desarrollan en la sección IV de este documento.⁸¹

El área designada para este proyecto se caracteriza por su ubicación estratégica dentro de un ecosistema de importancia ecológica, con mucha cercanía de bosque ripario. El jardín botánico pretende servir como un espacio abierto para la investigación científica, la formación académica y la sensibilización sobre la importancia de la preservación de especies vegetales en peligro.

La propuesta de jardín botánico representa una oportunidad para que a mediano plazo, se convierta en un lugar clave en la propagación de especies nativas y restauración de ecosistemas de la zona de vida, al tiempo de brindar un espacio de recreación y aprendizaje para los visitantes.

3.2.1 Delimitación del área de estudio:

El área para intervenir es de 20 000 m², los cuales no interfieren con el espacio definido para producción de plantas en el vivero.

⁸¹ Normativo para la entrega de plantas forestales y otras especies, producidas en viveros del INDE, aprobado 01 de febrero 2017, Instituto Nacional de Electrificación (INDE enero de 2017).

3.2.2 Infraestructura actual

El sitio tiene un único ingreso oficial con una garita principal, desde la que el personal de seguridad vigila los espacios que pertenecen a la administración del INDE, al ingreso no hay ningún letrero de identificación del sitio, ni de la administración del área.

El recorrido desde un camino principal dirige a tres bungalos destinados para reuniones administrativas con el personal de vivero, cuentan con una oficina administrativa para el jefe de viveros y encargado. Por último, una bodega para el resguardo de herramientas y material utilizado para el manejo de material dentro del vivero (figura 11).

No cuentan con un salón que pueda ser destinado para el inicio de herbario o colección de plantas secas, así como para la colección de semillas o banco de germoplasma para resguardo de diversidad genética. Las especies vivas no cuentan con un letrero de identificación, pero el encargado de vivero reconoce el nombre común de la mayoría.



Figura 11. Oficina administrativa y bodega, vivero río Los Esclavos INDE

Fuente: elaboración propia

3.2.3 Vegetación del área

3.2.1.1 Listado de especies

El sitio para el establecimiento del jardín fue utilizado por al menos veinte años para distintos propósitos según el historial obtenido por los trabajadores encargados del vivero, sin embargo, como resultado de las primeras visitas de reconocimiento se lograron identificar cuatro zonas o áreas basándose en la vegetación existente y los usos percibidos.

Se realizó el levantamiento de cinco unidades muestrales (UM), una por cada zona identificada, sin embargo una de las zonas era de mayor tamaño por lo que en esta se levantó dos unidades muestrales, el tamaño de cada UM fue de 225 m², en cada unidad se obtuvo información de las especies vegetales colectando una muestra de cada una, en la tabla 2 se presenta un listado de las 21 especies encontradas en el área, cada especie fue nombrada y clasificada según el hábito como arbórea (A), arbustiva (Ar) o herbáceas (h).

n.º	Familia	Nombre científico	Código/Especie (nombre común)	Hábito
1	Bignoniaceae	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) Bertero ex A.DC.	Matilisguate	A
2	Pinaceae	<i>Pinus</i> sp.	Pino	A
3	Rutaceae	<i>Citrus</i> sp.	Limón	A

4	Fabaceae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jaq.) Griseb.	Conacaste	A
5	Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro	A
6	Arecaceae	<i>Chamaedorea ernesti-augusti</i> H. Wendl.	Palma Xate	A
7	Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica</i> Mill.	Ciprés	A
8	Myrtaceae	<i>Corymbia torelliana</i> (F. Muell.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson	Torreliana	A
9	Fabaceae	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	Falsa Acacia	A
10	Myrtaceae	<i>Eucalyptus deglupta</i> Blume	Arcoiris	A
11	Sin determinación	Palo de punta (sin determinación)	Palo Punta	A
12	Bignoniaceae	<i>Spathodea campanulata</i> Buch. -Ham. ex DC.	Llama del Bosque	A
13	Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Ceiba	A
14	Combretaceae	<i>Terminalia oblonga</i> Steud.	Palo Volador	A
15	Anacardiaceae	<i>Mangifera</i> sp.	Mango	A
16	Arecaceae	<i>Sabal palmetto</i> (Walter) Lodd. ex Schult.f.	Palma abanico	A
17	Solanaceae	<i>Capsicum annuum</i> L.	Chile Chiltepe	Ar
18	Arecaceae	<i>Chamaedorea elegans</i> Mart.	Camaedorea	Ar
19	Araceae	<i>Xanthosoma undipes</i> K. Koch	Malanga	Ar
20	Araceae	<i>Syngonium podophyllum</i> Schott	Singonio	h
21	Poaceae	<i>Oplismenus hirtellus</i> (L.) Beauv.	Pasto sombra	h

Tabla 2. Especies del sitio
Fuente: elaboración propia

3.2.1.2 Especies dominantes y distribución

Las especies enlistadas fueron determinadas basándose en las muestras vegetales herborizadas y analizadas en gabinete utilizando el Manual de Botánica Sistemática de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala y la base de datos de *Plants of the World Online*⁸², el nombre común fue proporcionado por el encargado de vivero, quedando una muestra sin determinar debido a falta de material floral para llegar al género de la especie.

Para comprender la dinámica ecológica y vegetal, es necesario identificar tres variables, cobertura, densidad y frecuencia de la cada especie en las cinco unidades muestreadas, con los datos obtenidos se obtuvo el valor de importancia de cada especie a través del Índice de Cottam, el cual permite identificar el rol de cada especie, interpretando que aquella de mayor valor es la que más influye en la interacción del resto de las especies y por ende de la estructura completa del ecosistema.

La comprensión de la vegetación a través de su valor de importancia permitió realizar un análisis que facilita la planificación para la conservación de especies clave, tanto por su función dentro del ecosistema como por su relación con la fauna local. Asimismo,

⁸² «Plants of the World Online», Royan Botanic Gardens Kew, acceso en noviembre del 2024, <https://powo.science.kew.org/>

permitió identificar especies cuyo impacto ecológico podría representar una limitación para los objetivos del jardín botánico, posibilitando su control o eliminación.

En la tabla 3 se encuentran ordenadas por su valor de importancia, dentro de las seis primeras especies se encuentran dos especies de Eucalipto, en primer lugar, dominante Torrelliana (*Corymbia torrelliana* [F. Muell.] K.D. Hill & L.A.S. Johnson) y en el sexto Eucalipto Arcoiris (*Eucalyptus deglupta* Blume), ambas especies son introducidas en Sudamérica; en segundo lugar, el Matilisguate (*Tabebuia rosea* (Bertol.) Bertero ex A.DC.) una especie nativa en Guatemala; seguido de una especie arbórea no determinada y una especie del género Citrus, la cual por sus características morfológicas se relaciona con una variedad de limón agrío silvestre.

Familia	Nombre Común	Nombre común	IVI
Myrtaceae	<i>Corymbia torrelliana</i> (F. Muell.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson	Torrelliana	43.8
Bignoniaceae	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) Bertero ex A.DC.	Matilisguate	36.8
determinación	Palo punta	Palo Punta	29.6
Rutaceae	<i>Citrus</i> sp.	Limón	23.9
Combretaceae	<i>Terminalia oblonga</i> Steud.	Palo Volador	23.9
Myrtaceae	<i>Eucalyptus deglupta</i> Blume	Arcoiris	18.3
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro	16.9
Solanaceae	<i>Capsicum annuum</i> L.	Chile Chiltepe	16.9
Araceae	<i>Xanthosoma undipes</i> K. Koch	Malanga	16.0
Pinaceae	<i>Pinus</i> sp.	Pino	12.9
Arecaceae	<i>Chamaedorea elegans</i> mart.	Camaedorea	10.4
Fabaceae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jaq.) Griseb.	Conacaste	9.6
Arecaceae	<i>Chamaedorea ernesti-augusti</i> H. Wendl.	Palma Xate	8.0
Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica</i> Mill.	Ciprés	7.8
Arecaceae	<i>Sabal palmetto</i> (Walter) Lodd. ex Schult.f.	Palma abanico	6.3
Anacardiaceae	<i>Mangifera</i> sp.	Mango	5.6
Bignoniaceae	<i>Spathodea campanulata</i> Buch. -Ham. ex DC.	Llama del Bosque	4.9
Fabaceae	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	Falsa Acacia	4.3
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Ceiba	4.1

Tabla 3. Valores de Importancia

Fuente: elaboración propia

Tanto el eucalipto torrelliana como el eucalipto arcoíris son especies introducidas que, debido a su rápido crecimiento, se convierten en dominantes en poco tiempo, desplazando a otras especies nativas o endémicas. Según los registros, estas especies han estado presentes en el sitio por más de 15 años, lo que ha resultado en una densidad considerable en las áreas donde fueron encontradas durante el muestreo. Esta densidad

limita, por competencia de recursos, el desarrollo de especies del mismo estrato arbóreo.⁸³

Además, por sus características alelopáticas, estas especies inhiben la germinación y el crecimiento de otras plantas, lo que reduce la presencia de especies arbustivas y herbáceas. Aunque estas propiedades podrían ser útiles si se desea controlar el crecimiento de determinadas especies en áreas específicas del jardín botánico, para cumplir con los objetivos de este como un espacio dedicado al estudio y manejo de especies nativas para su restauración y conservación, es recomendable reducir la densidad de ambas especies. Esta medida permitirá mejorar la representatividad de las especies nativas e indicadoras del ecosistema y zona de vida local.⁸⁴

Otra especie que considerar para su eliminación completa en el sitio a intervenir es la llamada lama del bosque (*Spathodea campanulata* Buch-Ham. Ex DC.), esta no representativa ni en densidad ni en frecuencia de presencia en las áreas muestreadas, sin embargo, es importante eliminarla por completo, ya que además de ser introducida, es una especie exótica invasora, el estudio de esta especie ha tomado importancia en los últimos años debido a la disminución asociada de entomofauna en América Latina.⁸⁵

La llama del bosque está ampliamente distribuida en los trópicos y es utilizada muchas veces en proyectos de urbanización por el color de su floración, sin embargo, esta secreta sustancias tóxicas no solo en el néctar, sino en el mucilago de las flores y el polen directamente, causando la muerte en los insectos atraídos por ellas; En el departamento de Santa Rosa se reporta que hay al menos 9 especies de meliponios⁸⁶, un dato relevante que se debe considerar al momento de planear la introducción o en este caso la eliminación de una especie en el paisaje.

3.2.1.3 Zonas identificadas por agrupación de especies vegetales

Para iniciar con el proceso de planificación de la propuesta se nombraron a las zonas identificadas dentro de sitio, por la vegetación dominante que existe dentro de cada una, estas áreas estaban bien delimitadas, no solo por la distribución vegetal sino por el uso registrado según los trabajadores del área.

3.2.4 Especies del sitio y dominancia vegetal

Se identificaron cuatro áreas con características similares en términos de vegetación y uso del suelo, lo cual resultó fundamental para el posterior proceso de planificación. A continuación, en la tabla 4, se presentan las características más relevantes de cada una

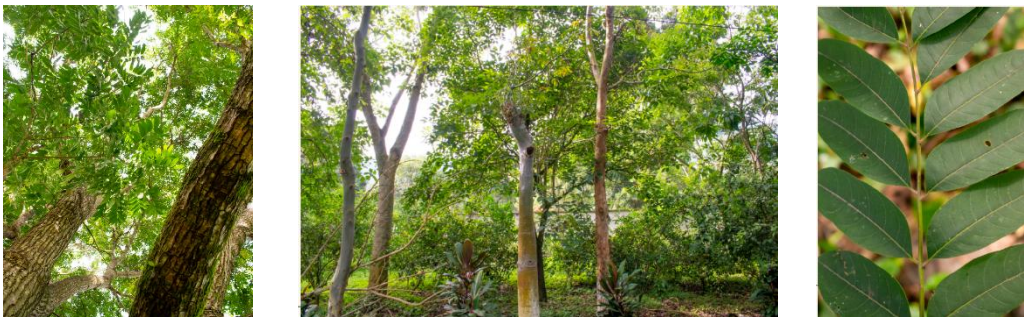
⁸³ Martínez Hector, «Eucalipto (*Eucalyptus* spp.): condiciones para su cultivo "Fomento de la reforestación comercial para la mejora y conservación de las reservas de carbono"», 2015, 4-5.

⁸⁴ CONAHCYT, «Eucalipto». Infografía, 2024, núm 11. <https://secihti.mx/eucalipto/>

⁸⁵ Florencia E. Ayala, Adan A. Avalos, y Rodrigo Cajade, «El tulipánero africano *Spathodea campanulata* (Bignoniaceae) en la Argentina: Impacto de una planta exótica sobre la mortalidad de entomofauna nativa», *Ecología Austral*, 5 de julio de 2024, 323-323, <https://doi.org/10.25260/EA.24.34.2.0.2352>.

⁸⁶ Natalia Escobedo Kenefic, «Distribución Potencial de las Abejas Nativas sin Agujón (Apidae: Meliponini) de Guatemala ante Posibles Escenarios de Cambio Climático», (Guatemala: DIGI, 2017), 10-12.

de estas áreas con un nombre característico según la vegetación o especie dominante, como parte del diagnóstico y caracterización del sitio.

n.º	Identificación de áreas en el sitio
1.	Nombre del área: conacaste Consideraciones de planificación: distribución sin distanciamientos adecuados y especies no representativas de la zona en un área que no cumple los requerimientos de las especies introducidas. Descripción: área que se caracteriza por tener una gran presencia de cipreses (<i>Cupressus sp.</i>) y pinos (<i>Pinus sp.</i>) introducidos, los cuales no se encuentran bien desarrollados ya que se encuentran en una zona de vida poco favorable para ellos. Como individuo vegetal predominante se encuentra un conacaste (<i>Enterolobium cyclocarpum</i> [Jaq.] Griseb.) de 18 m. de altura.
	
2.	Nombre del área: cedro Consideraciones: reducir la densidad de individuos de torreliana (<i>Corymbia torelliana</i> [F. Muell.] K.D. Hill & L.A.S. Johnson), ya que provoca un crecimiento limitado del sotobosque, no solo por el distanciamiento si no por la alelopatía que la especie presenta. Descripción: área con una gran densidad de eucaliptos torreliana introducidos y presencia de Camaedorea en los bordes de la misma, donde la densidad de eucaliptos es menor. Como especie dominante se encuentra un solo cedro (<i>Cedrela odorata</i> L.) de más de 20 m de altura, el cual actúa como un hito de la vegetación.
	
3.	Nombre del área: bosque trópico Consideraciones: reducir la densidad de eucaliptos arcoiris (<i>Eucalyptus deglupta</i> Blume) y eliminar por completo a los individuos de llama del bosque (<i>Spathodea campanulata</i> Buch.-Ham. ex DC). Descripción: área de mayor representación del bosque tropical de la zona de vida de la región, presenta estratos bien definidos, reflejando una estructura dominada en el sotobosque por especies del <i>Arecaceae</i>, especies indicadoras de la humedad y temperatura de la región, con alturas de más de 1.80 m en el estrato arbustivo y más de 8 m ya en el estrato arboreo.

		
4.	Nombre del área: cítricos Consideraciones: los árboles no se encuentran con un distanciamiento adecuado ni en terminos de apreciación ni de producción, sin manejo silvicultural con presencia de enfermedades. Descripción: área destinada a consumo local por los trabajadores del vivero y vecinos, presentan al menos tres variedades del genero Cítrus, con asociación de sombra con matiliguete (<i>Tabebuia rosea</i> [Bertol.] Bertero ex A.DC.) y eucalipto torreliana.	
		

Tabla 4. Vegetación y distribución del sitio
Fuente: elaboración propia

IV. Propuesta de jardín botánico

4.1 Selección de especies para la colección viva

Sobre la base de la caracterización de las plantas que había en el sitio, se presenta una propuesta de zonificación cuyo objetivo es diversificar tanto las especies vegetales como los usos y percepciones de los usuarios (tabla 5). Esta zonificación busca fomentar la integración de una mayor variedad de flora nativa y representativa de la región, al tiempo que promueve un uso más eficiente y sostenible del espacio, alineado con las necesidades, expectativas de los visitantes y los objetivos del jardín. A continuación, en la tabla se detallan los criterios utilizados para llevar a cabo dicha zonificación, considerando aspectos ecológicos, estéticos y funcionales del área evaluada.

Categoría de criterio	Criterio	Descripción
Ecológico	Zona de vida	La clasificación de zonas de vida identifica a una unidad territorial que responde a la asociación que la planta tendrá con el clima del sitio (temperatura, precipitación y humedad relativa)
	Estrato o hábito	Un jardín botánico debe cumplir con una armonía que dará como resultado un ecosistema con fisonomía y estructura ideales para generar ambientes con conectividad ecológica.
	Fauna	El área es un sitio de ribera, lo que lo convierte al jardín botánico en un sitio con gran potencial de fauna, por lo que la selección de paleta vegetal debe centrarse en cumplir una función como corredor.
	Origen	La procedencia o estado de las plantas será principalmente de especies nativas o indicadoras de los factores ambientales de la zona de vida.
Biológico	Requerimientos de nutricionales en el sustrato	Las plantas son elegidas en base a su adaptabilidad con el tipo de suelo del área.
	Fenología	El desarrollo y estacionalidad de floración y fructificación son clave para asegurar tanto las características visuales del jardín, como la diversidad de asociación positiva de fauna.
	Reproducción	Las plantas deben ser de fácil reproducción, tanto en manejo de vivero como en la obtención de material vegetal sexual o asexual.
Académicos	Representatividad biológica	Las especies deben poder ser objeto de estudio <i>in situ</i> o <i>ex situ</i>
Institucionales	Objetivos del Instituto Nacional de Electrificación.	Según las metas del INDE, las plantas podrán contribuir enriquecimiento de un ecosistema en el que se tome como ejes principales la protección del agua, bosque y montañas desde su servicio de conectividad como un corredor biológico.

Tabla 5. Criterios de la selección de especies

Fuente: elaboración propia

4.2 Paleta vegetal cualitativa

4.2.1 Módulo o sección de frutales

En la tabla 6 (página 49), se presenta una selección de especies de uso comestibles nativas de la región, con el objetivo de aumentar fauna asociada y educar sobre la importancia de estas especies tanto de uso comestible con valor económico como su servicio ecosistémico. En la paleta se identifican características fenológicas, en las que se describe estacionalidad de floración y fructificación, con la intención de asegurar un desarrollo escalonado para ofrecer una permanencia de las características visuales y aromáticas.

4.2.2 Módulo o sección de bosque tropical

En la tabla 7 (página 51), se plantea una paleta con dominancia arbórea en la cual se reduce la densidad de eucalipto arcoíris, al ser una especie no nativa introducida; se pretende mantener la vegetación natural generando un equilibrio, permitiendo un aumento en el desarrollo de especies nativas o indicadoras y por ende su apreciación. El objetivo de este módulo es representar una diversidad vegetal típica de un bosque cuya humedad provocada por la densidad de dosel da lugar al desarrollo de un sotobosque denso con presencia de especies de la familia *Arecaceae* y *Araceae*.

4.2.3 Módulo o sección aromáticas y medicinales

En la tabla 8 (página 52), se muestra la propuesta del tercer módulo, el objetivo es generar un espacio educativo que promueva el conocimiento sobre la diversidad de especies con propiedades medicinales y/o aromáticos comestibles, priorizando aquellas nativas de Guatemala, específicamente de la región. Mediante una distribución estratégica, se busca resaltar dos hitos vegetales clave: el conacaste y el cedro, ambas especies indicadoras de longevidad en el área de intervención. Estas especies no solo aportan valor ecológico, sino que también sirven como elementos de referencia para la interpretación y la enseñanza sobre la riqueza natural local.

De color amarillo se marcan especies que ya se encuentran en cada sitio



Área propuesta 2500 m ²											
A. Paleta vegetal cualitativa sección frutales											
n.º	Nombre		Taxonomía		Dimensión		Floración		Fructificación	Características ambientales	
	Científico	Común	Familia	Estrato	Alto max(m)	Diámetro (DAP) (cm)	Coloración de la flor	Estacionalidad		Luz	Suelo
1	<i>Annona macrophyllata</i> Donn. Sm.	Anona blanca	Annonaceae	A	7.5	30	Amarilla	marzo-mayo	mayo-agosto	Luz directa idealmente	Francos arenosos y arcillosos
2	<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd. ex R.Keith	Coyol	Arecaceae	Palmeras	15	<50	Amarilla	marzo-octubre	marzo-octubre	Luz directa idealmente	Francos bien drenados
3	<i>Mammea americana</i> L.	Mamey	Clusiaceae	A	20	50	Amarilla	abril-septiembre	noviembre-junio	Luz directa	Francos arcillosos
4	<i>Passiflora ligularis</i> Juss.	Granadilla	Passifloraceae	L	Liana vigorosa con crecimiento indefinido	10 a 15	Lilas-moradas	abril-octubre	noviembre-marzo	Luz directa	Tolerancia de suelos desde arenosos hasta arcillosos, con buen drenaje y fertilidad media
5	<i>Inga jinicuil</i> Schltdl. & Cham. ex G.Don	Paterna	Fabaceae	A	15	30	verduscas	marzo-junio	junio-agosto	Luz directa	Soporta suelos ácidos
6	<i>Psidium friedrichsthalianum</i> (O. Berg) Nied.	Guayaba ácida	Myrtaceae	Ar	8	30	blanco	marzo-mayo/septiembre-octubre	junio-agosto/diciembre-febrero	Luz directa	Tolerancia a variedad de suelos, con buen drenaje.

7	<i>Melicoccus oliviformis</i> Kunth	Talpajocote	<i>Sapindaceae</i>	A	18	40 a 100	blanca	febrero-mayo	mayo-agosto	Luz directa idealmente	Tolerancia a variedad de suelos, bien drenados. Se adapta a diversos tipos de suelos, pero prefiere los ligeros suelto, siempre húmedo, húmico y nutrido.
8	<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.	Flamboyán	<i>Fabaceae</i>	Ar	15	60>	rojo	mayo-junio	octubre a noviembre	media	
9	<i>Dracaena fragrans</i> (L.) Ker Gawl.	Dracaena	<i>Asparagaceae</i>	Ar	6	50	crema	marzo a mayo	agosto a septiembre	sombra	
10	<i>Mangifera</i> sp.	 Mango	<i>Anacardiaceae</i>	A	25 o más	60-200	verde pálido, rosa o rojo	enero-marzo	abril-junio	Luz directa idealmente	Tolerancia a una gran variedad de suelos pobres o poco profundos.
11	<i>Citrus</i> sp.	 Limón	<i>Rutaceae</i>	A	6	10 a 18	blanca	mayo-junio	julio-noviembre	Sombra parcial a luz directa	Suelos bien drenados y profundos; de pH ácido y ricos en materia orgánica

Tabla 6. Propuesta cualitativa módulo de frutales
Fuente: elaboración propia

Área propuesta 9500 m ²												
B. Paleta vegetal cualitativa sección bosque tropical												
n.º	Nombre		Taxonomía		Estrato	Dimensión		Floración		Fructificación	Características ambientales	
	Científico	Común	Familia			Alto max(m)	Diámetro (árboles y palmeras DAP, arbusto y hierbas sombra) (cm)	Coloración de la flor	Estacionalidad		Luz	Suelo
1	<i>Chamaedorea ernesti-augusti</i> H. Wendl	 Palma Xate	<i>Arecaceae</i>		Palmeras	2	60-100	naranja	octubre-noviembre	julio-octubre	sombra completa o parcial	suelos de poca profundidad, arcillosos con ph neutro.
2	<i>Corymbia torelliana</i> (F. Muell.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson	 Torelliana	<i>Myrtaceae</i>		A	30	60-80	blanca	mayo-julio	agosto a diciembre	Sombra parcial a luz directa	Tolerancia a suelos pobres, bien drenados
3	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	 Falsa Acacia	<i>Fabaceae</i>		A	25	100	blanca	marzo a agosto	septiembre a diciembre	sombra completa o parcial	Tolerancia a suelos pobres, bien drenados
4	<i>Eucalyptus deglupta</i> Blume	 Arcoíris	<i>Myrtaceae</i>		A	75	240	blanca	Todos los meses del año con buena intensidad de luz	Todos los meses del año	Luz directa	Tolerancia a variedad de suelos, pero bien drenados
5	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	 Ceiba	<i>Malvaceae</i>		A	70	300	blancas o rosadas	diciembre a marzo	abril a junio	Luz directa	Suelos inundados o neutros
6	<i>Terminalia</i> sp.	 Palo Volador	<i>Combretaceae</i>		A	20	50-100	blancas	marzo a junio	septiembre a diciembre	sombra parcial	Arenosos, profundos con buen drenaje
7	<i>Sabal palmetto</i> (Walter) Lodd. ex Schult.f.	 Palma abanico	<i>Arecaceae</i>		Palmeras	20	50	blanco verdosas	abril a agosto	septiembre a diciembre	Luz directa	Tolerancia a variedad de suelos, bien drenados.
8	<i>Chamaedorea elegans</i> Mart.	 Camaedorea	<i>Arecaceae</i>		Palmeras	1.5	5	amarillas	mayo a octubre	julio a agosto	Sombra parcial	Bien drenados
9	<i>Xanthosoma undipes</i> (K.Koch & C.D.Bouché) K.Koch	 Malanga	<i>Araceae</i>		H	3	200	crema	abril a junio	septiembre a noviembre	Sombra parcial	Tolerancia a variedad de suelos, bien drenados.
10	<i>Syngonium podophyllum</i> var. <i>peleocladum</i> (Schott) Croat	 Singonio	<i>Araceae</i>		H	0.10-0.15	30	amarillo a verde	abril a junio	septiembre a noviembre	sombra completa o parcial	Suelos francos, buen drenaje

Tabla 7. Propuesta cualitativa módulo de bosque tropical

Fuente: elaboración propia

Área propuesta 3600 m ²												
C. Paleta vegetal cualitativa sección aromáticas y medicinales												
n.º	Nombre		Taxonomía		Dimensión		Floración		Fructificación	Características ambientales		
	Científico	Común	Familia	Estrato	Alto max(m)	Diámetro (árboles DAP) (cm)	Coloración de la flor	Estacionalidad		Luz	Suelo	
1	<i>Cedrelo odorata</i> L.	 Cedro	<i>Meliaceae</i>	A	35	170	crema verdosa	mayo a agosto	abril y mayo del año siguiente	Luz directa	Franco con buen drenaje	
2	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jaq.) Griseb.	 Conacaste	<i>Fabaceae</i>	A	45	250	verde claro	febrero a junio	abril y julio	Luz directa	Suelos alcalinos, arenosos y arcillosos	
3	<i>Tabebuia donnell-smithii</i> Rose	Palo blanco	<i>Bignoniaceae</i>	A	35	60-100	amarillenta	marzo a abril	mayo a agosto	Muy exigente	pH 5.5-7.5, arenoso a franco arcilloso	
4	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC.	 Matilisguate	<i>Bignoniaceae</i>	A	30	100 o más	rosado- lila	marzo a abril	mayo a agosto	Muy exigente	pH 5.5-7.5, arenoso a franco arcilloso	
5	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Steud.	Madre Cacao	<i>Fabaceae</i>	A	10	30	Blanca o rosada	febrero a abril	mayo a octubre	Media	suelos arcillosos a franco arcillosos con alta pedregosidad	
6	<i>Delonix regia</i> (Bojer) Raf.	Flamboyán	<i>Fabaceae</i>	A	15	60 o más	rojo	febrero a abril	mayo a octubre	Media	Se adapta a diversos tipos de suelos, pero prefiere los ligeros	
7	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	Falsa Acacia	<i>Fabaceae</i>	A	25	100	Blanca	marzo a agosto	septiembre a diciembre	sombra completa o parcial	Tolerancia a suelos pobres, bien drenados	
8	<i>Bixa orellana</i> L.	Achiote	<i>Bixaceae</i>	Ar-A	5	30	rosado, rojizo o blanco	septiembre a diciembre	octubre a diciembre	Luz directa o sombra parcial	Tolerancia a diversos tipos de suelos.	
9	<i>Neurolaena lobata</i> L. Cass.	Tres Puntas	<i>Asteraceae</i>	H	2	60	amarillo a verde	abril	mayo a agosto	sombra parcial	Suelos francos, buen drenaje	
10	<i>Cecropia obtusifolia</i> Bertol.	Bertol	<i>Moraceae</i>	A	35	50	amarillo a verde	Todo el año	Todo el año	Luz directa	Tolerancia a diversos tipos de suelos.	
11	<i>Ocimum basilicum</i> L.	Albahaca	<i>Lamiaceae</i>	H	1.1	30	blancas o moradas	Todo el año	Todo el año	Luz directa	Franco a arenosos	

12	<i>Euphorbia lancifolia</i> Schelecht	Ixbut	<i>Euphorbiaceae</i>	H	2	30	blancas	Todo el año	Todo el año	Luz directa	Tolerancia a diversos tipos de suelos.
13	<i>Lippia graveolens</i> HBK	Oregano mexicano	<i>Verbenaceae</i>	H	2	45	blancas	Enero, agosto y septiembre	un mes posterior a la floración	Luz directa o sombra parcial	Suelos francos o zarcillos, con buen drenaje
14	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Romero	<i>Lamiaceae</i>	Ar	2	100	morados	Todo el año	Todo el año	Luz directa	Tolera a diversos tipos de suelos.
15	<i>Ruta chalepensis</i> L.	Ruda	<i>Rutaceae</i>	H	0.6	20	amarilla	marzo a junio	agosto a octubre	Luz directa	Tolera a diversos tipos de suelos.
16	<i>Catharanthus roseus</i> (L.) G. Don- <i>Apocynaceae</i>	Chatia	<i>Apocynaceae</i>	H	0.3	25	blanco, rosado, rojo	Todo el año	Todo el año	Luz directa o sombra parcial	Suelos arenosos.
17	<i>Canavalia rosea</i> (Sw.) DC. / <i>Canavalia maritima</i> (Aubl.)	Chilca	<i>Fabaceae</i>	R	10	10	rosa o morado con blanco	noviembre a abril	mayo a julio	Luz directa o sombra parcial	Suelos francos, bien drenados
18	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	Clavel	<i>Malvaceae</i>	Ar	4	60	Rojas, blancas, purpúrea o naranja	marzo a junio	julio a agosto	Luz directa	Suelos francos, bien drenados
19	<i>Ruellia nudiflora</i> (Engel. & Gray) Urban	Hierba del susto	<i>Acanthaceae</i>	H	1	30	moradas	Todo el año	Todo el año	Luz directa a sombra parcial	Suelos francos, bien drenados
20	<i>Scoparia dulcis</i> L.	Verbena	<i>Plantaginaceae</i>	H	0.8	40	blancas	Todo el año	Todo el año	Luz directa	Suelos francos, bien drenados
21	<i>Chenopodium ambrosioides</i> L. / <i>Dysphania ambrosioides</i> (L.) Mosyakin & Clemants	Apazote	<i>Amaranthaceae</i>	H	1	20	verdes	abril a mayo	agosto a octubre	Luz directa	Suelos francos, bien drenados

Tabla 8. Propuesta cualitativa módulo aromáticas y medicinales

Fuente: elaboración propia

4.3 Paleta vegetal cuantitativa

En esta sección se presenta una propuesta de distribución de las especies seleccionadas para la colección del jardín botánico, se toman en cuenta el desarrollo de cada especie y la cobertura promedio que pueda llegar a ocupar según sus dimensiones (altura y diámetro), también se establece el porcentaje de importancia de cada especie según el espacio que va a ocupar en cada módulo.

Para calcular el número de plantas por módulo, se establece una superficie estándar de 2500 m² (50 x 50 m), que servirá como base, es decir que para ejecutar el proyecto en campo se debe proyectar la frecuencia de esta superficie estándar a el área total que abarca cada módulo.

4.3.1 Módulo o sección de frutales

Esta sección tiene un área total de 2500 m², se proponen once especies entre árboles y arbustos, proyectando una cobertura vegetal del 70 %, es decir que se propone que del área total 1746 m² sean cubiertos por plantas. En la tabla 9 (página 57), se muestran las especies seleccionadas según el estrato al que pertenece, también se presentan los datos estructurales que muestran los porcentajes de área que ocupara cada estrato.

4.3.2 Módulo o sección de bosque tropical

Esta sección esta planificada para mantener aquellas especies indicadoras de la zona tropical en la que se encuentra el sitio, siendo el espacio ideal para que pueda utilizarse como una muestra de la vegetación de los bosques de la región, por lo que no se incorporaran especies, solamente se regulara la presencia de algunas que no son endémicas o nativas de la región. Al igual que para la primera sección, para el bosque Tropical se establece una superficie estándar de 2500 m² (50 x 50 m) la cual debe ser proyecta al momento de ejecutar el proyecto a los 9500 m² totales que ocupa esta sección. En la tabla 10 (página 58), se presenta la propuesta de frecuencia por especie para el estrato arbóreo, solamente el 52 % será ocupado por las especies, es decir que se propone que por cada 2500 m², 1299 m² tendrán plantas.

4.3.3 Módulo o sección de aromáticas y medicinales

Esta sección tiene un área total de 3600 m², se utilizará como hitos vegetales al cedro (*Cedrela odorata* L.) y al conacaste (*Enterolobium cyclocarpum* [Jaq.] Griseb.), se propone una frecuencia para las especies por estrato, para esta sección se propone que por cada 2500 m², el 88 % es decir 2200 m² sean ocupados por plantas. La tabla 11 (página 59), muestra la propuesta de cobertura y frecuencia.

Área propuesta 2500 m²								
A. Sección frutales								
Paleta vegetal cuantitativa								
n.º	Nombre		Dimensión		Cobertura	Importancia (%)	Área (m2)	Frecuencia
	Cientifico	Común	Alto max(m)	Diámetro promedio de copa (m)				
Arborea (A)						89%≈ 1500 m2		
1	<i>Annona macrophyllata</i> Donn. Sm.	Anona blanca	7.5	6	28.2744	7	113.0976	4
2	<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd. ex R. Keith	Coyol	15	4	12.5664	3	50.2656	4
3	<i>Mammea americana</i> L.	Mamey	20	10	78.54	10	157.08	2
5	<i>Inga jinicuil</i> Schltdl. & Cham. ex G. Don	Paterna	15	15	176.715	11	176.715	1
7	<i>Melicoccus oliviformis</i> Kunth	Talpajocote	18	8	50.2656	7	100.5312	2
8	<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.	Flamboyán	15	8	50.2656	109	150.7968	3
10	<i>Mangifera sp.</i>	Mango	25 o más	10 a 30	314.16	41	628.32	2
11	<i>Citrus sp.</i>	Limón	6	6	28.2744	11	169.6464	6
Arbustiva (Ar)						11%≈ 140m2		
6	<i>Psidium friedrichsthalianum</i> (O. Berg) Nied.	Guayaba ácida	8	8	50.2656	73	100.5312	2
9	<i>Dracaena fragrans</i> (L.) Ker Gawl.	Dracaena	6	1	0.7854	27	37.6992	48
Datos Estructurales: Superficie del módulo de plantación 50 x 50 m = 2500 m2 Cobertura Vegetal Total del Ecosistema: 1746 m2 ≈ 70% del módulo Cobertura del Estrato Arbóreo = 1500 m2 ≈ 89% Cobertura del Estrato Arbustivo = 140 m2 ≈ 11% Cobertura Vegetal Total 1746 m2 ≈ 70%								

Tabla 9. Cobertura y frecuencia de cada especie para la sección de frutales
Fuente: elaboración propia

Área propuesta 9500 m ²

B. Sección bosque tropical

Paleta vegetal cuantitativa

n.º	Nombre		Dimensión		Cobertura	Importancia (%)	Área (m2)	Frecuencia
	Cientifico	Común	Alto max(m)	Diámetro promedio de copa (m)				
Arborea (A)					100% ≈1299m2			
1	<i>Chamaedorea ernesti-augusti</i> H.Wendl.	Palma Xate	2	0.8	0.502656	2	26.64	53
2	<i>Corymbia torelliana</i> (F. Muell.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson	Torelliana	30	12	113.0976	17	226.20	2
3	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	Falsa Acacia	25	6	28.2744	7	84.82	3
4	<i>Eucalyptus deglupta</i> Blume	Arcoíris	75	10	78.54	6	78.54	1
5	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Ceiba	20	10	78.54	6	78.54	1
6	<i>Terminalia</i> sp.	Palo Volador	20	8	50.2656	35	452.39	9
7	<i>Sabal palmetto</i> (Walter) Lodd. ex Schult.f.	Palma abanico	20	6	28.2744	15	197.92	7
8	<i>Chamaedorea elegans</i> Mart.	Chamaedorea	1.5	2	3.1416	12	153.94	49

Datos Estructurales:

Superficie del módulo de plantación 50 x 50 m = 2500 m2

Cobertura Vegetal Total del Ecosistema: 1299 m2 ≈52 % del módulo

Cobertura del Estrato Arbóreo = 1299 m2 ≈ 100%

NO SE TOMO EN CUENTA EL ESTRATO HERBACEO (CUBRESUELOS) EN LA PROYECCIÓN YA QUE ESTOS COLONIZARÁN DE MANERA NATURAL O SERÁN INDUCIDOS EN LAS ÁREAS QUE SE LIMITEN PARA LOS RECORRIDOS, INCLUYENDO LOS CAMINAMIENTOS PARA INTERACCIÓN Y APRECIACIÓN. SOLO SE CONSIDERA EN LA SECCIÓN CUALITATIVA.

Tabla 10. Cobertura y frecuencia de cada especie para la sección de bosque tropical

Fuente: elaboración propia

Área propuesta 3600 m²

C. Sección aromáticas y medicinales

Paleta vegetal cuantitativa

20	<i>Scoparia dulcis</i> L.	Verbena	0.8	0.22	0.03801336	0	0.34212024	9
21	<i>Chenopodium ambrosioides</i> L./ Dysphania ambrosioides (L.) Mosyakin & Clemants	Apazote	0.5	0.3	0.070686	0	0.636174	9

Datos Estructurales:

Superficie del módulo de plantación 50 x 50 m = 2500 m²
 Cobertura Vegetal Total del Ecosistema: 2200 m² ≈ 88% del módulo
 Cobertura del Estrato Arbóreo = 1542 m² ≈ 70%
 Cobertura del Estrato Arbustivo = 78 m² ≈ 4%
 Cobertura del Estrato Herbáceo = 582 m² ≈ 27%
 Cobertura Vegetal Total 2500 m² ≈ 88%

Tabla 11: Cobertura y frecuencia de cada especie para la sección aromáticas y medicinales
 Fuente: elaboración propia



4.4 Manual de manejo



4.4.1 Planta conjunto del proyecto



Figura 12. Planta conjunto de la propuesta

Fuente: elaboración propia

4.4.1 Objetivo y misión



Establecer un espacio que promueva la conservación de la biodiversidad vegetal mayormente nativa y endémica, que sirva como referente de investigación en la educación de la región, desde la educación ambiental, el intercambio de conocimientos técnico-científicos y la sensibilización de la población, fomentando la protección de los recursos naturales y el entorno ecológico de la región desde la conectividad de los elementos sociales y naturales del paisaje del que es parte y al que rodea.



El Jardín Botánico “Corredor Tropical”, busca consolidarse como un espacio dedicado a la conservación y exposición de la biodiversidad regional. Su eje de acción se centra en la integración de especies vegetales representativas de la zona tropical con la fauna ribereña y diversos recursos sensoriales. En conjunto, estos elementos deben promoverse a través de programas de educación que fomenten en la comunidad un sentido de apropiación y pertenencia hacia el lugar, asegurando su conservación por parte de los habitantes de la aldea Los Esclavos.

El jardín utiliza principalmente especies nativas y endémicas, como referente de información para procesos de restauración del paisaje a través de su preservación *ex situ*. Contribuye a la investigación científica desde el intercambio de experiencias, material vegetal y profesionales capacitados con otras instituciones académicas, gubernamentales y no gubernamentales; de esta forma busca promover el conocimiento y la valorización de los recursos ecológicos, ayudando a proteger a riqueza natural.

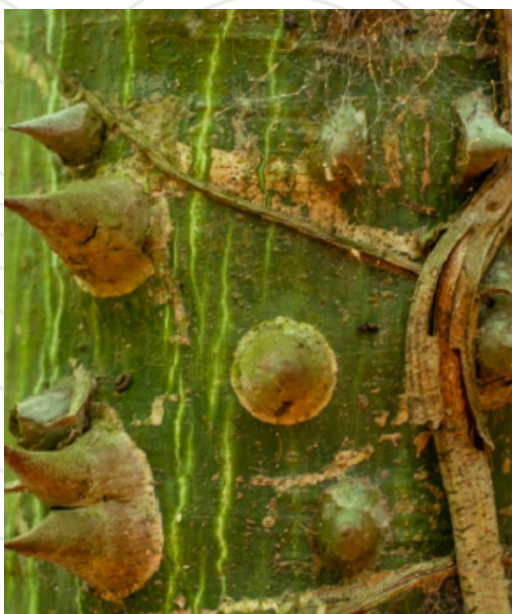
4.4.2 Bases de diseño



A continuación, se presenta una sección en la que se describen los criterios de diseño seleccionados desde los elementos claves del sitio, que servirán para presentar un sitio que mantenga la armonía entre los elementos vegetales, los factores del ecosistema y su integración con el paisaje alrededor, representado principalmente por la comunidad de la aldea y el río Los Esclavos.



Premisas funcionales



Verde oliva oscuro: RGB (98, 91, 19)



Verde claro: RGB (205, 222, 174)



Verde musgo: RGB (124, 127, 48)



Verde amarillento: RGB (161, 175, 68)



Terracota: RGB (204, 94, 59)



Café madera: RGB (139, 69, 19)



Gris piedra: RGB (128, 128, 128)

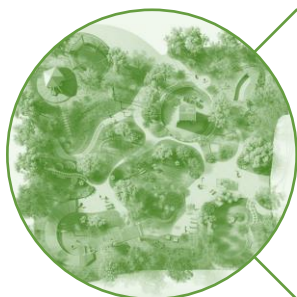
Colores en elementos arquitectónicos



Generar rutas y senderos que guíen desde la entrada a cada uno de los módulos de la colección viva del jardín, el salón de administración, el salón del herbario y del *Index Seminum*.



Cada módulo de la colección viva debe estar rotulado, con información principal de la temática (Bosque Tropical, Frutales, Aromáticas y Medicinales). Dentro de cada módulo se deben incluir fichas con la información más importante sobre la taxonomía e importancia ecológica de cada especie.



Incluir espacios de descanso y mirador, con fines educativos y de ocio en puntos estratégicos en donde se resalten los elementos más importantes

Zonificación de usos

A. Zona administrativa

Objetivo: organización interna

Esta zona puede ubicarse al finalizar el área del jardín, debe estar identificada desde el ingreso al mismo. Debe ser de fácil acceso para visitantes e investigadores, sin embargo, no debe irrumpir con la armonía natural que se pretende establecer en el recorrido de la colección viva.

No será un área abierta al público, ya que será destinada para la organización de trabajadores encargados de la operatividad y manejo del sitio.

- Oficinas administrativas: destinado a todo el equipo de gestión, dispuesta en módulos para la colaboración y generación de ideas en base a las funciones designadas.
- Sala de reuniones y conferencias: puede ser utilizada para la revisión de metas y resultados; exposición de investigaciones; capacitaciones, encuentros con administraciones de otros jardines botánicos.
- Almacén y logística: será un espacio utilizado específicamente para el almacenamiento de herramientas y equipo destinado para el mantenimiento de la colección viva.

B. Colección viva

Objetivos: investigación, educación, ocio

Es integrada por los tres módulos, abiertos totalmente al público sin zonas cerradas. Cada módulo debe estar delimitado con caminamientos y bordes, seccionando a las especies para que exista fluidez de movimiento, pero generando límites de manipulación para evitar que el visitante pueda dañar la morfología de cada especie.

Los elementos a integrar son:

- Rótulos de ingreso a cada módulo.
- Rótulos de información sobre la temática de cada módulo.
- Fichas técnicas de cada especie.
- Rótulos del recorrido para generar claridad al visitante.
- Rótulos de fauna asociada.
- Reglamento de uso.
- Mobiliario de descanso despejado.

- Área de reunión techada para eventos educativos, talleres, visitantes.
- Invernadero destinado únicamente al manejo de material de la colección, ingreso, egreso y generación de abono desinfectado.

Tabla 12. Ejemplos de elementos de integración



Ejemplo visual mobiliario de descanso



Ejemplo visual de área de ocio



Ejemplo visual rótulos de recorrido



Ejemplo visual área de descanso techado



Ejemplo visual rotulación de fauna asociada



Ejemplo visual ficha técnica colección viva

C. Herbario e *index seminum*

Objetivos: investigación, educación y servicios

Área abierta al público, pero restringida según lineamientos de administración para la programación de visitas.

Destinada específicamente para la curación de especies herborizadas y manejo de la colección de semillas (*Index Seminum*) entre las funciones que pueden realizarse a mediano y largo plazo desde la implementación del jardín:

- Recolección de especímenes
- Servicios de determinación de especímenes
- Registro y catálogo de especies (incluidas las especies de la colección viva en el jardín)
- Generación de información en convenio con investigadores interinstitucionales
- Intercambio de material con otros jardines botánicos

Perfil de usuario y visitantes

Se presenta a continuación una descripción de programas en función de los objetivos del jardín, los cuales están relacionados con perfiles de potenciales visitantes y usuarios del jardín.

Tabla 13. Perfiles de visitantes y usuarios

Visitantes y Usuarios	Descripción	Programas para considerar	Espacios destinados
Estudiantes y centros educativos	Estos visitantes incluyen estudiantes que pueden abarcar a cualquier estudiante desde los 10 años en adelante (primaria, básicos, diversificado y universidad), que tenga como objetivo utilizar el sitio como gira educativa desde sus instituciones.	1. Recorridos guiados. 2. Talleres de biodiversidad, flora, fauna, ecosistemas, manejo de plantas, reconocimiento de recursos y elementos abióticos.	1. Los caminamientos y recorridos rotulados. 2. Áreas de interpretación de la colección viva y reconocimiento de fauna asociada a la zona. 3. Aula al aire libre para clases y charlas educativas.
Investigadores y profesionales en temática botánica y ecología	Estos usuarios pueden ser cualquier investigador científico con interés en temática de paisaje, biología, botánica, restauración y conservación de especies nativas de la zona.	1. Programas de investigación y actividades relacionadas con las tres zonas descritas: área administrativa, herbario y colección viva. 2. Deben ser programas que promuevan la investigación interinstitucional, sector público, privado, universidades, ONG, convenios internacionales.	1. Herbario. 2. Áreas de reunión techado en la zona de la colección. 3. Sala de conferencias y reuniones.
Turistas y Visitantes Generales	Personas nacionales e internaciones, incluyen familias y adultos que desean conocer la flora de la zona y compartir en la naturaleza. Generalmente personas que desean experimentar conexión con la naturaleza, disfrutar de paisajes y realizar caminatas tranquilas	1. Rutas guiadas 2. Festivales relacionados con el conocimiento de la diversidad de plantas. 3. Ferias artesanales locales. 4. Exhibiciones temporales de flora. 5. Clases de Yoga. 6. Talleres de plantas medicinales. 7. Exhibiciones de fotografía o ilustración de flora tropical.	1. Miradores. 2. Recorridos rotulados 3. Los tres módulos señalados. 4. Áreas de descanso libres y techadas.

Fuente: elaboración propia

Propuesta de organización administrativa

Sobre la base del organigrama general del INDE se presenta en la figura 13, una guía para la identificación de las unidades que podrían ser responsables tanto de la planificación, ejecución, mantenimiento y administración del jardín botánico a través de la gerencia de la Empresa de Generación de Energía Eléctrica (EGEE). En la figura 14 (página 73), se desglosa la descripción de los perfiles de las personas que se encargaran del funcionamiento diario del jardín.

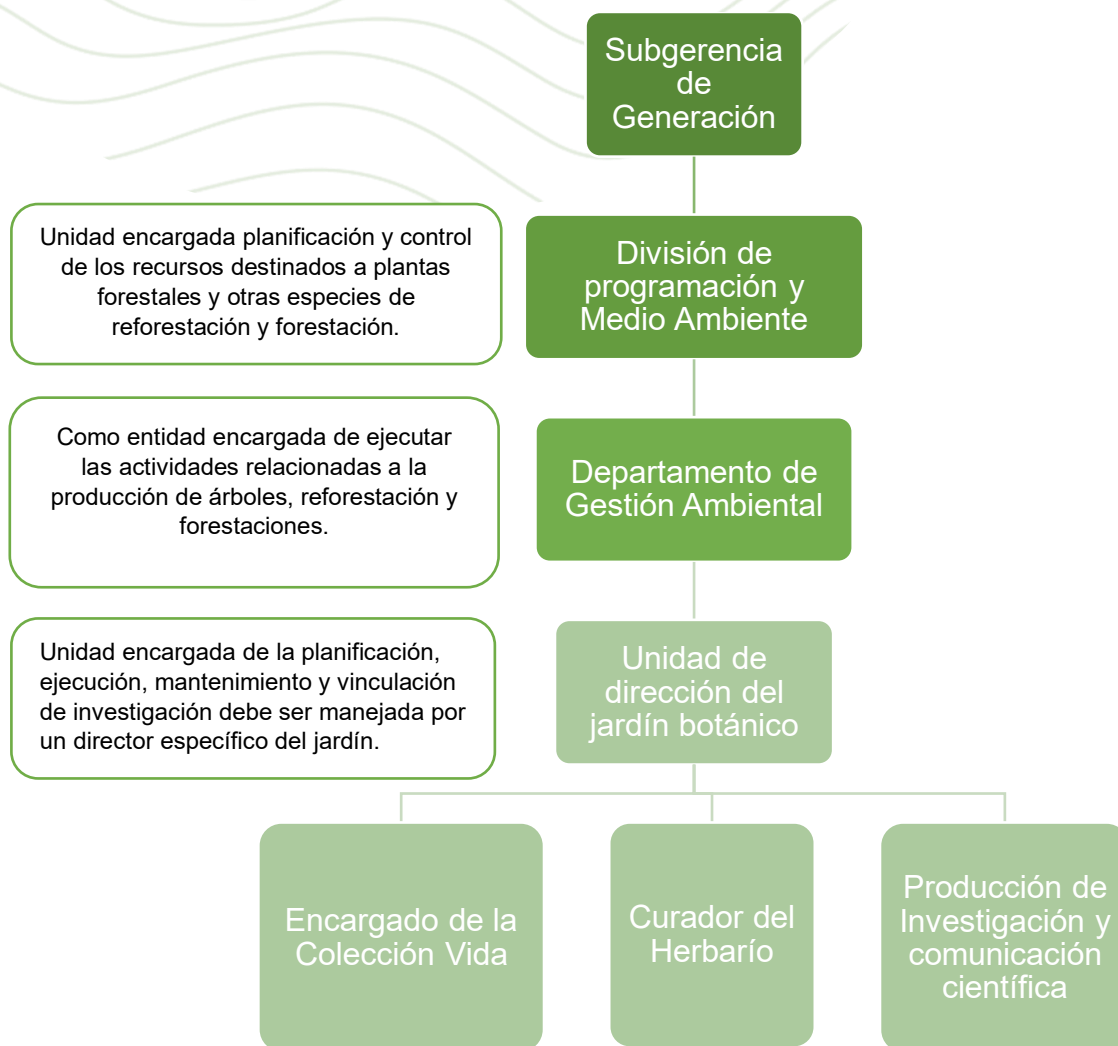


Figura 13. Propuesta general de organización para la administración del jardín botánico

Fuente: elaboración propia sobre la base del Manual de Organización y Funciones del INDE⁸⁷

⁸⁷ INDE, *Manual de Organización y Funciones del Instituto Nacional de Electrificación -INDE-* (Guatemala: INDE, 2023), 28.



Figura 14. Propuesta de perfiles de personas encargadas del funcionamiento diario del jardín.

Fuente: elaboración propia según recomendaciones de la coordinación de Jardín Botánico USAC.⁸⁸

⁸⁸ Carolina Rosales (coordinadora del Jardín Botánico USAC), en conversación con el autor, noviembre de 2024.

Propuesta de materiales y texturas



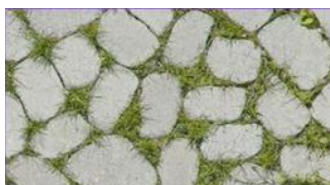
Madera tratada para utilizar en mobiliario de descanso expuesto y con techo, mesas de reunión, rótulos de fichas técnicas de las especies, rótulos de módulos, etc.



Piedrín para el caminamiento en la colección viva y entre módulos.



Mulch para utilizar entre las especies de la colección viva.



Pavimento expuesto para el recorrido principal desde la entrada hacia el área administrativa y rodeando los módulos



Plástico ecológico tratado para basureros, rótulos y mobiliario.



Figura 15. Propuesta de materiales y texturas a utilizar

Fuente: elaboración propia

Propuesta mobiliario general



Basureros y áreas de reciclaje con plástico reciclado o madera con colores y formas poco invasivas.



Elección de elementos de iluminación que puedan mimetizarse a diferentes alturas



Bancos con formas organizadas generando fluidez y movimiento en las áreas de descanso, haciendo alusión a las copas de los árboles.



Rótulos de recorridos y de información en madera y colores naturales que mimeticen con los troncos de los árboles.

Figura 16. Propuesta de estilo de mobiliario
Fuente: elaboración propia.

4.4.3 Plan de fertilización

Es importante mencionar que el manejo de las plantas no es el mismo que se utiliza para plantas de uso comercial, por lo que la fertilización debe estar destinada únicamente para cumplir los requerimientos mínimos que la colección viva requiera especialmente en la manipulación de vivero y si fuese necesario en los primeros años de establecimiento de las plantas que se incorporaran en cada sección.

Se considera entonces que como idea principal que, para el establecimiento en campo, se utilice abonos orgánicos cuyo origen sea conocido y certificado; un abono orgánico es el material que resulta de la descomposición natural de residuos orgánicos conocidos, utilizando microorganismos, esto aporta al suelo los macro y micronutrientes necesarios para mantener un desarrollo adecuado desde las primeras etapas de crecimiento.

Por lo tanto, el siguiente plan de fertilización será una guía de información para los de los requerimientos nutricionales que se deben monitorear y la etapa en la que las plantas podrían necesitarlo, la decisión de aplicación debe ser discutida y considerada no solo por los encargados de jardinería, sino por la encargada de la colección utilizando criterios técnicos a fin de cumplir con los objetivos del jardín.

El plan está diseñado para proporcionar información sobre los nutrientes necesarios en cada etapa fenológica de las plantas, para asegurar un monitoreo eficiente y sostenible de los recursos. Considera productos y dosis ajustados a las necesidades particulares de cada especie, sobre la base de las recomendaciones técnicas precisas, lo que permitirá optimizar el crecimiento y desarrollo de las plantas para que, si fuera necesario sea un recurso para garantizar el éxito de la colección a largo plazo. Este plan aplica para la sección de frutales y la sección de aromáticas-medicinales, se excluye del plan la sección de bosque tropical ya que al ser la que mantendrá las mayores características naturales. En la tabla 14 (página 76) se describe el plan por especie.

Módulo bosque tropical: dado que las plantas presentes en el sitio han colonizado de forma natural e inducida, no se prevé la aplicación de fertilizantes. Por el contrario, se busca preservar la estructura alcanzada por la sucesión ecológica, la cual ha dado lugar a al menos tres estratos vegetales, influenciados por el microclima y las características físicas y químicas del suelo. Por ello, las recomendaciones para esta área se enfocan en el manejo silvicultural y en la implementación de un manejo integrado de plagas (MIP), para garantizar la estabilidad del ecosistema y su biodiversidad.

Programa de fertilización especies vegetales propuestas «Jardín Botánico Corredor tropical»

A. Módulo de frutales

n.º	Nombre científico	Nombre común	Productos	Etapas	Método de aplicación	Recomendaciones
1	<i>Annona macrophyllata</i> Donn. Sm.	Anona blanca	Formula 18-5-15-6-2 (alta concentración de nitrógeno y potasio)	Anual, desde el primer año	4 onzas/ planta, aumentando al menos dos onzas anuales	Tres aplicaciones en mayo, julio y octubre. Considerará que, durante semillero, vivero y los primeros años en campo definitivo el riego requiere riegos constantes, especialmente en época de floración.
2	<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd. ex R.Keith	Coyol	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Asegurar suelo adecuado para establecimiento
3	<i>Mammea americana</i> L.	Mamey	10 g P ₂ O ₅ , 10 g N, 10 g K ₂ O	Al momento de trasplante en campo definitivo, duplicando dosis hasta el séptimo año	Aplicado con riego o por aspersión con mochila de bomba	Se recomienda a partir del año siete una aplicación anual de 15-15-15 comercial
4	<i>Passiflora ligularis</i> Juss.	Granadilla	130g N, 200 G P ₂ O ₅ , 130 K ₂ O	Anual, desde el primer año	Aplicado con riego o por aspersión con mochila de bomba	Se recomienda aumentar la dosis un 10% por año, estabilizando al cuarto año
5	<i>Inga jinicuil</i> Schltdl. & Cham. ex G.Don	Paterna	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Asegurar suelo adecuado para establecimiento

6	<i>Psidium friedrichsthalianum</i> (O. Berg) Nied.	Guayaba ácida	151 g/árbol de Nitrógeno (N), 172 g de fosforo (P), 144 g de Potasio (K) en promedio por aplicación y elementos menores según análisis de suelos Abono orgánico a base de estiércol de ganado, caballo, composta o gallinaza para nutrir el suelo Picomódulos de liberación prolongada 30-12-10	Ideal para la etapa de producción, 4-5 años	Aplicado con riego o por aspersión con mochila de bomba	Asegurar suelo adecuado para establecimiento
7	<i>Melicoccus oliviformis</i> Kunth	Talpajocote		Al momento del trasplante	Incorporación en el sustrato en campo definitivo	Se recomienda la aplicación tres veces al año durante los primeros años de alguna fórmula fosforada comercial
8	<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.	Flamboyán		Durante el desarrollo vegetativo	Sólidos en forma de pastillas	Se recomiendan dos aplicaciones por año
9	<i>Dracaena fragrans</i> (L.) Ker Gawl.	Dracaena	Urea (46%)	Época de desarrollo, durante los meses de lluvia de abril a septiembre Durante la fase de vivero y durante los primeros dos años de desarrollo; Es importante aplicar Boro, Azufre y Aminoácidos postcosecha para asegurar el rendimiento el siguiente año	Ninguna	Asegurar suelo adecuado para establecimiento
10	<i>Mangifera sp.</i>	Mango	Nitrato de Amonio (33.5% N), Urea (46% N), Sulfato de Amonio (21% N).		Ninguna	Es importante recordar que la aplicación de fertilizantes deberá realizarse en base a las recomendaciones del laboratorio según los resultados del análisis de suelo y foliar.

11	<i>Citrus sp.</i>	Limón	Abono líquido para cítricos NPK 8-6-6	Desde la fase vegetativa hasta la fase de reposo posterior a la primera cosecha	Aplicación en riego directo 1 tapón por cada tres litros	Se recomienda, posterior a cada cosecha anual
----	-------------------	-------	---------------------------------------	---	--	---

C. Módulo de aromáticas y medicinales

n.º	Nombre científico	Nombre común	Productos	Etapas	Método de aplicación	Recomendaciones
1	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro				
2	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jaq.) Griseb.	Conacaste				
3	<i>Tabebuia donnell-smithii</i> Rose	Palo blanco				
4	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC.	Matilisguate	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Manejo silvicultural y MIP
5	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Steud.	Madre Cacao				
6	<i>Delonix regia</i> (Bojer) Raf.	Flamboyán				
7	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	Falsa Acacia				
8	<i>Bixa orellana</i> L.	Achiote	Fertilizante foliar en concentración 20-30-10 por hectárea	Previo al establecimiento en campo definitivo, 40 días antes y 15 días antes	Aplicación en riego directo.	De no tener certeza de la fertilización del material desde vivero, se recomienda dar aplicaciones durante los primeros meses de plantación en campo definitivo.
9	<i>Neuroleana lobata</i> L.	Tres Puntas				
10	<i>Cecropia obtusifolia</i> Bertol.	Bertol	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Manejo silvicultural y MIP
11	<i>Ocimum basilicum</i> L.	Albahaca	Solución Nitrogenada con un mínimo de 32%	A la cuarta semana del trasplante.	Aplicación en riego directo.	Se aplica hasta la primera aparición de flores después del trasplante, aproximadamente cuatro meses.

12	<i>Euphorbia lancifolia</i> Schelecht	Ixbut	De escaso requerimiento nutricional	Ninguna	Ninguna	Se recomienda la aplicación de abonos orgánicos, que provengan de composteras propias. Aplicarse superficialmente y con rastrillado para su incorporación completa al suelo.
13	<i>Lippia graveolens</i> HBK	Oregano mexicano	Triple quince (15-15-15)	En campo definitivo al inicio de época de lluvia y al finalizar agosto.	2 onzas por planta	Evitar la base de la planta por lo que se recomienda un plateo de al menos 10 cm por cada una.
14	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Romero	Triple quince (15-15-15)	En campo definitivo al inicio de época de lluvia y al finalizar agosto.	2 onzas por planta	Evitar la base de la planta por lo que se recomienda un plateo de al menos 10 cm por cada una.
15	<i>Ruta chalepensis</i> L.	Ruda	De escaso requerimiento nutricional	Ninguna	Ninguna	Sin requerimientos específicos, por lo que se recomienda la aplicación de abonos orgánicos, aplicándose con rastrillado para superficialmente y con rastrillo para su incorporación con el sustrato.
16	<i>Catharanthus roseus</i> (L.) G. Don- Apocynaceae	Chatia	15-0-15, 17-5-17 o cualquier fertilizante bajo en fósforo	Desde el desarrollo de sus cotiledones, aplicándose mensualmente	Aplicación en riego directo o granular.	Evitar contacto foliar, por lo que se recomienda un plateo a 10 cm
17	<i>Canavalia rosea</i> (Sw.) DC. / <i>Canavalia maritima</i> (Aubl.)	Chilca	De escaso requerimiento nutricional	Ninguna	Ninguna	Sin requerimientos específicos, por lo que se recomienda la aplicación de abonos orgánicos, aplicándose con rastrillado para superficialmente y con rastrillo para su incorporación con el sustrato.
18	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	Clavel	10-10-8, o bajo en potasio	En campo definitivo hasta la primera floración una vez por semana, espaciar cada mes después de la floración	Aplicación en riego directo o granular.	Evitar contacto foliar, por lo que se recomienda un plateo a 10 cm
19	<i>Ruellia nudiflora</i> (Engel. & Gray) Urban	Hierba del susto	Triple quince (15-15-15), o cualquier solución con alto contenido de N.	Cada mes y medio previo a los meses de lluvia	Aplicación en riego directo o granular.	Aplicación en riego directo o granular.

20	<i>Scoparia dulcis</i> L.	Verbena	Triple quince (15-15-15), o cualquier solución con alto contenido de N.	Cada mes y medio previo a los meses de lluvia	Aplicación en riego directo o granular.	Aplicación en riego directo o granular.
21	<i>Chenopodium ambrosioides</i> L./ <i>Dysphania ambrosioides</i> (L.) Mosyakin & Clemants	Apazote	De escaso requerimiento nutricional	Ninguna	Ninguna	Sin requerimientos específicos, por lo que se recomienda la aplicación de abonos orgánicos, aplicándose con rastrillado para superficialmente y con rastrillo para su incorporación con el sustrato.

Tabla 14: Plan de fertilización por especie para cada sección
Fuente: elaboración propia

4.4.4 Plan de manejo de plagas y enfermedades

A continuación, en la tabla 15 (página 83) se presenta un pequeño plan de actividades culturales de prevención, así como sugerencias de manejo de plagas y enfermedades más comunes en especies susceptibles. Se debe tomar en cuenta que al ser un espacio destinado a la interacción constante no sólo del personal del jardín sino de visitantes de toda índole, el manejo debe considerar muchos aspectos. Antes de abordar el manejo se debe tener claro lo siguiente:

- La planificación de manejo de agentes externos en el jardín botánico es diferente al manejo de plantas destinadas a producción, esto considerando que uno de los objetivos más importantes del jardín es la preservación de la biodiversidad, por lo que las medidas de bioseguridad deben enfocarse en la prevención de la introducción y propagación de organismos dañinos, como ventaja se tiene que en el lugar se producen plantas para reforestación, por lo que el personal tiene conocimiento del manejo y selección de material que se puede introducir en el sitio.
- Es importante recordar que la prevención es más eficiente y menos costosa al tratar de eliminar plagas y enfermedades, cuando estas ya se encuentran establecidas, el monitoreo no solo es importante para evitar daños en la colección viva, sino también para proteger al futuro herbario y archivos que se almacenen para el manejo de este. Como primera medida se debe considerar el asegurar que el material a introducir debe tener un origen conocido desde semillero y vivero, asegurando especies y variedades tolerantes, la segunda medida es la correcta coordinación y responsabilidad al controlar la salida e ingreso de material que se comparta entre instituciones.
- El personal encargado del manejo y medidas de bioseguridad del jardín debe estar capacitados en términos de procedimientos de ingreso, recepción e inspección; así como en el tratamiento o destrucción de material vegetal, el sistema debe tomar en cuenta al menos el cumplimiento de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) y el Convenio sobre la Diversidad Biológica.

Por lo anterior se sugieren marcas comerciales para control biológico de las plagas y enfermedades más comunes, un plaguicida o fungicida biológico debe tener como características: su descomposición es segura sin afectar ni a la entofauna beneficiosa ni a los seres humanos, debe contener un sello que certifique la no contaminación del medio ambiente, pueden utilizarse preventivamente.⁸⁹

⁸⁹ «Control Orgánico de Plagas», Bioexport S.A., acceso el 28 de octubre, <https://www.bioexport.com.gt/biopesticidas.html>

Plan de prevención de plagas y enfermedades «Jardín Botánico Corredor tropical»

A. Módulo de frutales

n.º	Nombre científico	Agente patógeno	Descripción	Control
1	Annona macrophyllata Donn. Sm.	<i>Bephratelloides cubensis</i> Ashmead (barrenador del fruto):	Avista barrenadora de la semilla del fruto	1. Se recomienda la poda de árboles post cosecha y cuando los árboles hayan defoliado esto reduce la generación de hongos por exceso de humedad. 2. Los plaguicidas pueden combinarse con trampas. 3. Los frutos dañados deben recolectarse. 4. Se recomienda que al momento de que aparezca el daño por plaga pueda cubrirse a los frutos pequeños con bolsas de papel kraft impregnada con plaguicidas.
		<i>Cerconota anonella</i> Sepp.	Lepidóptera que causa perforación en el fruto	
		<i>Cercospora annonae</i>	Mancha blanca del follaje	
		<i>Colletotrichum gloesporioides</i>	Antracnosis en hojas, flores y frutos,	
3	Mammea americana L.	<i>Trigona rufricus</i>	Himenóptero rápido que actúa como plaga de importancia considerable, atacando flores y hojas nuevas	1. Su control se basa en la destrucción de los nidos en las partes altas de los árboles, aplicando posteriormente un insecticida. 2. El árbol en sí es un buen individuo repelente de plagas, se reporta en el país casos en los que han favorecido a cultivos de café, debido a sus propiedades tóxicas.
4	Passiflora ligularis Juss.	<i>Leptoglossus zonatus</i>	Chinche llamada comúnmente "Pata de hoja", pica y deforma el fruto	1. El control cultural para la prevención de plagas se recomienda la eliminación del cáliz, cuando el fruto se desarrolle. También se recomienda proteger la base del fruto en formación con bolsas. 2. Si la plaga o agente fúngico
		<i>Dione juno juno</i>	Gusano defoliador	

	<i>Fusarium sp.</i>	Hongo que afecta el sistema radical, teniendo un gran potencial de destrucción en los días de lluvia.	ocasiona daños importantes para mantener saludable la especie de la colección, se recomienda el uso de bioplaguicidas y biofungicidas.
	<i>Alternaria spp.</i>	Mancha alternaria, ataca directamente al fruto causando manchas circulares, necrosis que penetra el fruto generando su pudrición.	3. Algunos bioplaguicidas marca comercial pueden ser: HUMA GRO, Supralid 4. Algunos fungicidas biológicos marca comercial pueden ser: SUBSOL 0.08 SC, Fungisei, Folicur 25 WG
	<i>Ceratitis capitata</i>	Mosca de la fruta, la plaga de mayor importancia, la mosca oviposita dentro del fruto provocando que emerjan larvas de él.	
	<i>Parasaissetia nigra T.</i>	Cochinillas o escamas, plaga cuyo aparato chupador provocando la producción de mielecilla atrayente de otras plagas como hormigas, mosca de la fruta y hongos.	1. El control de la aparición de hongos puede controlarse desde las podas para evitar exceso de humedad, eliminación de los frutos afectados y limpieza de frutos maduros.
6	<i>Psidium friedrichsthalianum</i> (O. Berg) Nied. <i>Myzus persicae</i>	Pulgón, que se desarrolla en los brotes y racimos florales, puede como daño secundario provocar la proliferación de hongos	2. Para el control de la mosca de la fruta y la cochinilla puede utilizarse como marca comercial un bioplaguicida como Citrole.
	<i>Colletotrichum gloeosporoides</i>	Antracnosis, hongo cuyas hifas intercelulares haciendo que las células afectadas colapsen, con una masa de esporas de color rosado	3. Algunos fungicidas biológicos marca comercial pueden ser: SUBSOL 0.08 SC, Fungisei, Folicur 25 WG
	<i>Botryosphaeria ribis</i>	Hongo que produce una mancha negra cuando el fruto madura, desde la cascara hacia el interior.	
10	<i>Mangifera sp.</i> <i>Colletotrichum gloeosporoides</i>	La antracnosis es la enfermedad de mayor importancia en la producción de mango. Causa lesiones desde las hojas, ramas y la flor en forma de manchas de color café, en el fruto joven causa caída prematura y en los maduros manchas irregulares aun en postcosecha.	1. Cómo actividades culturales preventivas se pueden realizar podas de zonas enfermas, aclareo de copas para evitar alto porcentaje de humedad interna en el follaje. 2. Algunos fungicidas biológicos marca comercial pueden ser: SUBSOL 0.08 SC, Fungisei, Folicur 25 WG

11	Citrus sp.	<i>Phyllocnistis citrella</i> Stainton	Minador de los cítricos, las larvas producen daños en hojas jóvenes, brotes en crecimiento y frutos jóvenes. Al ocasionar daño en el sistema foliar todo el árbol pierde vigor.	1. Como medidas culturales se debe evitar la densidad de ramas por lo que las podas de forma y de eliminación posterior a las cosechas debe mantener. 2. Evitar exceso de riegos que puedan provocar aparición de hongos que puedan debilitar las plantas. 3. Algunos bioplaguicidas marca comercial pueden ser: HUMA GRO, Supralid
		<i>Aleurothrixus floccosus</i> Mask.	El daño principal de la mosca blanca en cítricos es la generación de secreción y melaza que cubre el envés de la hoja; debilita la brotación y atrae plagas secundarias por la presencia de la melaza.	
		<i>Aonidiella aurantii</i> Maskwell	Llamado el piojo rojo, causa daños principales en frutos produciendo manchas cloróticas, hojas amarillentas y defoliación.	
		<i>Trioza erytreae</i>	Provoca abultamiento en hojas y frutos, hojas retorcidas.	

C. Módulo de aromáticas y medicinales

n.º	Nombre científico	Plaga o enfermedad limitantes	Descripción	Control
8	Bixia orellana L.	Oidium pulverulento	Este es una enfermedad fúngica dañando con manchas polvosas en hojas, retoños y tallos.	1. Es importante que haya un deshierbe muy recurrente cuando el árbol es joven hasta los 4 años. 2. Evitar altas densidades de vegetación, es decir un distanciamiento mínimo de 4 a 5 m entre individuos de la misma especie y otros árboles. 3. Realizar podas antes de la época de floración. 4. No aplicar exceso de nitrógeno. 5. Puede aplicarse un fungicida biológico preventivo
12	Euphorbia lancifolia Schelecht	Hongos del género Colletotrichum	Estos hongos producen manchas de tipo antracnosis, provoca aparición de manchas oscuras o hundimientos en hojas.	1. Se recomienda evitar el riego directo en las hojas, sino desde el suelo. 2. Pueden aplicarse fungicidas biológicos para prevención.

		<i>Pseudococcus viburni</i>	Las cochinillas harinosas, produce amarillamiento hojas y crecimiento retardado.	
14	Rosmarinus officinalis L.	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	La mosca blanca, forma colonias en el envés de las hojas succionándolas y provocando y amarillamiento y la defoliación de la planta. Además, produce puntea duras clorótica y las hojas terminan enrollándose.	1. Las plantas de romero en realidad por sus características aromáticas tienden a ser repelentes por naturaleza. 2. Se recomienda monitorear a aparición de manchas en suelo, cerca de raíces y hojas. 3. Se recomienda prevenir exceso de humedad en con el distanciamiento de plantas. 4. Prevenir el encharcamiento controlando la frecuencia de riego.
		<i>Rhizoctonia sp.</i>	Este es un hongo que afecta a las raíces y al cuello de la planta, esto provoca pudrición	
16	Catharanthus roseus (L.) G. Don- Apocynaceae	<i>Thielaviopsis basicola</i>	Es un hongo oportunista que ataca plantas estresadas por riego, muestra una planta con clorosis intervenal, raíces negras debido a las esporas.	Para el manejo de este patógeno es necesario un riego adecuado sin encharcamiento y monitoreo adecuado del pH.

Tabla 15: Plan de prevención y manejo de plagas y enfermedades en plantas introducidas al jardín
Fuente: elaboración propia



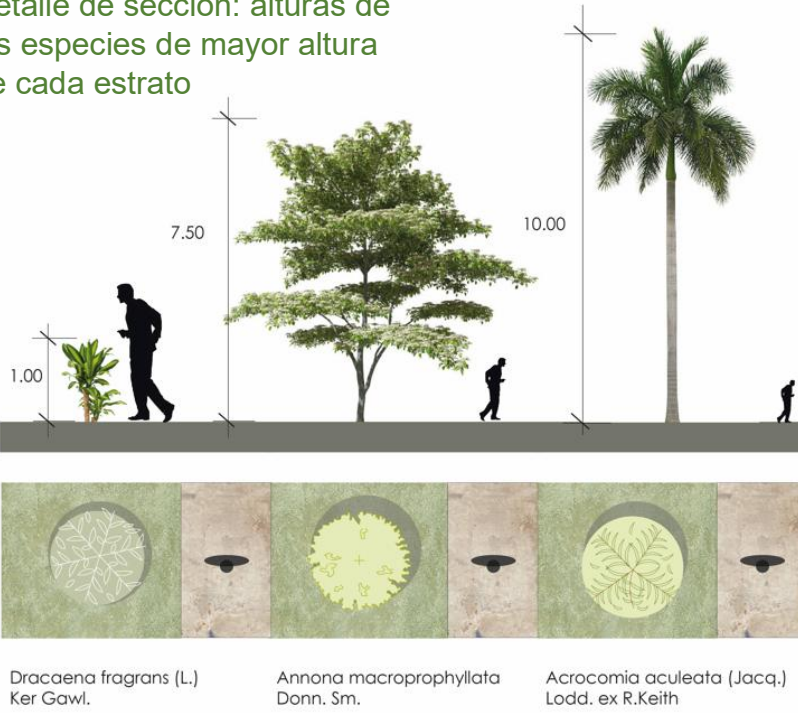
Módulo de frutales







Detalle de sección: alturas de las especies de mayor altura de cada estrato



Módulo de frutales

Área total de plantación: 2500 M2
Superficie de módulo proyectado: 2500 m² (50x50 m)
Especies propuestas: 11
Escala métrica 1 cm: 1 m
Código del módulo: F
Códigos por estrato: A(Arbóreo), Ar (Arbustivo), H (Herbáceo)
*Distanciamiento entre árboles y arbustos mínimos de 2.5 m a partir de la copa

Simbología de plantas y frecuencia de especies por estrato

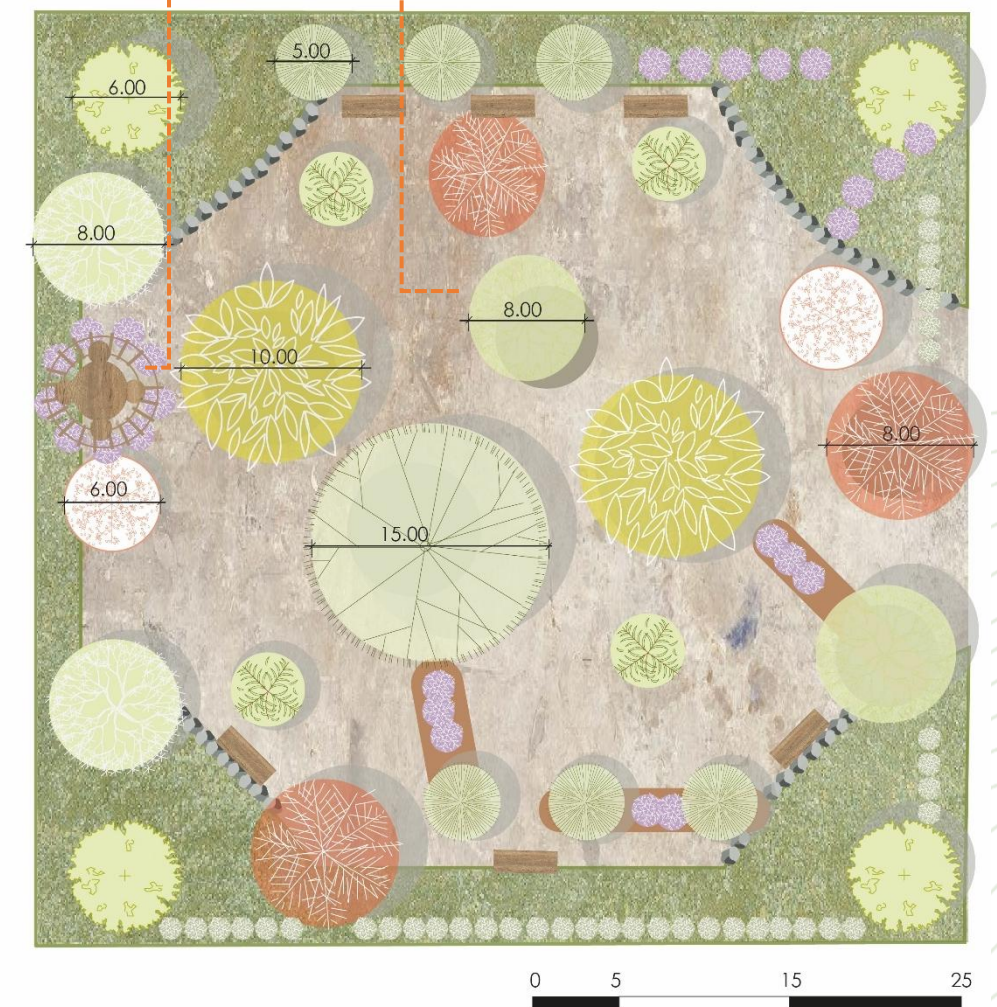
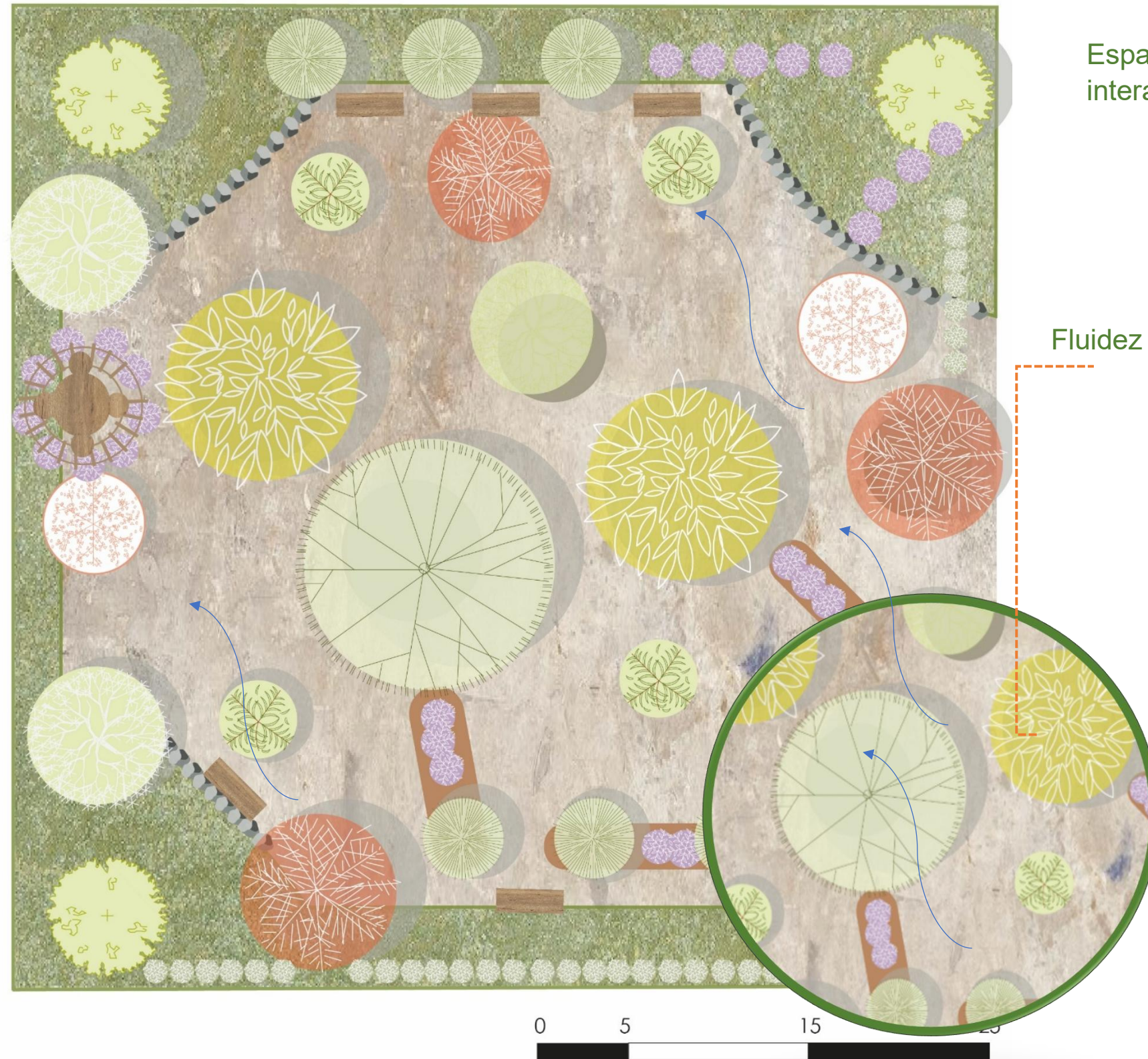
Estrato Arbóreo (A)				Estrato Arbustivo (Ar)			
4		FA1	Annona macrophyllata Donn. Sm.	43		FAR2	Dracaena fragrans (L.) Ker Gawl.
4		FA2	Acrocomia aculeata (Jacq.) Lodd. ex R. Keith			FB1	Passiflora ligularis Juss. (Se distribuyen sobre pérgolas y arbor)
2		FA3	Mammea americana L.				
1		FA4	Inga jinicuil Schltdl. & Cham. ex G. Don				
2		FA5	Melicoccus oliviformis Kunth				
2		FA6	Mangifera sp.				
6		FA7	Citrus sp.				
3		FA8	Delonix regia (Bojer ex Hook.) Raf.				
2		FAR1	Psidium friedrichsthalianum_(O. Berg) Nied.				

Características del Módulo de frutales

Espacios de descanso e interacción entre usuarios

Distribuciones y espaciamientos adecuados entre especies, respetando las dimensiones naturales

Fluidez de recorrido



Fichas técnicas por estrato para la colección viva

Módulo de frutales

Annona macrophyllata Donn. Sm.

ARBÓREA

FA1



ÍCONO



FOTOGRAFÍA

TAXONOMÍA DE LA PLANTA	Familia		Batulaceae
	Familia		Annonaceae
FENOLOGÍA DE LA PLANTA	Nombre Científico		<u>Annona macrophyllata</u> Donn. Sm.
	Nombre Común		Anona blanca
	Dimensiones	Altura	7.5 m
		Diámetro copa	6 m
	Floración		Amarilla
	Follaje		Perennifolio
ECOLOGÍA DE LA PLANTA	Hábito		Arbóreo
	Luz		Luz directa

Acrocomia aculeata (Jacq.) Lodd. ex R.Keith

ARBÓREA

FA2



ÍCONO



FOTOGRAFÍA

TAXONOMÍA DE LA PLANTA	Familia		Arecaceae
	Nombre Científico		<u>Acrocomia aculeata</u> (Jacq.) Lodd. ex R.Keith
	Nombre Común		Coyol
FENOLOGÍA DE LA PLANTA	Dimensiones	Altura	15 m
		Diámetro copa	4 m
	Floración		Amarilla
	Follaje		Perennifolio
	Hábito		Palmera
ECOLOGÍA DE LA PLANTA	Luz		Luz directa
	Suelo		Francos bien drenados

Mammea americana L.

ARBÓREA

FA3



ÍCONO

FOTOGRAFÍA

TAXONOMÍA DE LA PLANTA	Familia		Clusiaceae
	Nombre Científico		<u>Mammea americana L.</u>
	Nombre Común		Mamey
FENOLOGÍA DE LA PLANTA	Dimensiones	Altura	20 m
		Diámetro copa	10 m
	Floración		Amarilla
	Follaje		Perennifolio
	Hábito		Arbóreo
ECOLOGÍA DE LA PLANTA	Luz		Luz directa
	Suelo		Francos arcillosos

Inga jinicuil Schltdl. & Cham. ex G.Don

ARBÓREA

FA4



ÍCONO

FOTOGRAFÍA

TAXONOMÍA DE LA PLANTA	Familia		Fabaceae
	Nombre Científico		<u>Inga jinicuil Schltdl. & Cham. ex G.Don</u>
	Nombre Común		Paterna
FENOLOGÍA DE LA PLANTA	Dimensiones	Altura	15 m
		Diámetro copa	15 m
	Floración		Verduzcas
	Follaje		Perennifolio
	Hábito		Arborea
ECOLOGÍA DE LA PLANTA	Luz		Luz directa
	Suelo		Gran adaptación a todo tipo de suelo, especialmente a suelos ácidos.

Melicoccus oliviformis
Kunth

ARBÓREA

FA5



ÍCONO



FOTOGRAFÍA

TAXONOMÍA DE LA PLANTA	Familia		Sapindaceae
	Nombre Científico		<u>Melicoccus oliviformis</u> Kunth
	Nombre Común		Talpajocote
FENOLOGÍA DE LA PLANTA	Dimensiones	Altura	18 m
		Diámetro copa	8 m
	Floración		Blanco
	Follaje		Perennifolio
	Hábito		Arborea
ECOLOGÍA DE LA PLANTA	Luz		Idealmente Luz directa
	Suelo		Tolerancia a variedad de suelos, bien drenados.

Mangifera sp.

ARBÓREA

FA6



ÍCONO



FOTOGRAFÍA

TAXONOMÍA DE LA PLANTA	Familia		Anacardiaceae
	Nombre Científico		<u>Mangifera sp.</u>
	Nombre Común		Mango
FENOLOGÍA DE LA PLANTA	Dimensiones	Altura	25 m
		Diámetro copa	10 m
	Floración		Verde pálido, rosa o rojo
	Follaje		Perennifolio
	Hábito		Arborea
ECOLOGÍA DE LA PLANTA	Luz		Idealmente luz directa
	Suelo		Tolerancia a una gran variedad de suelos pobres o poco profundos.

Citrus sp.



ARBÓREA

FA7



ÍCONO



FOTOGRAFÍA

TAXONOMÍA DE LA PLANTA	Familia		Rutaceae
	Nombre Científico		<u>Citrus sp.</u>
	Nombre Común		Limón
FENOLOGÍA DE LA PLANTA	Dimensiones	Altura	6 m
		Diámetro copa	6 m
	Floración		Blanco
	Follaje		Perennifolio
ECOLOGÍA DE LA PLANTA	Hábito		Arbórea
	Luz		Sombra parcial a luz directa
	Suelo		Suelos bien drenados y profundos; de pH ácido y ricos en materia orgánica

Delonix regia (Bojer ex Hook.) Raf.



ARBÓREA

FA8



ÍCONO



FOTOGRAFÍA

TAXONOMÍA DE LA PLANTA	Familia		Fabaceae
	Nombre Científico		<u>Delonix regia</u> (Bojer ex Hook.) Raf.
	Nombre Común		Flamboyán
FENOLOGÍA DE LA PLANTA	Dimensiones	Altura	15 m
		Diámetro copa	8 m
	Floración		Rojo
	Follaje		Caducifolio
ECOLOGÍA DE LA PLANTA	Hábito		Arbustiva
	Luz		Media
	Suelo		Se adapta a diversos tipos de suelos, pero prefiere los ligeros

Psidium friedrichsthalianum
(O. Berg) Nied.

ARBUSTIVA

FAR1



ÍCONO



FOTOGRAFÍA

TAXONOMÍA DE LA PLANTA	Familia		Myrtaceae
	Nombre Científico		<u>Psidium friedrichsthalianum</u> (O. Berg) Nied.
	Nombre Común		Guayaba Ácida
FENOLOGÍA DE LA PLANTA	Dimensiones	Altura	8 m
		Diámetro copa	10 m
	Floración		Blanco
	Follaje		Perennifolio
	Hábito		Arbusto
ECOLOGÍA DE LA PLANTA	Luz		Luz directa
	Suelo		Tolerancia a variedad de suelos, con buen drenaje.

Dracaena fragrans (L.) Ker Gawl.

ARBUSTIVA

FAR2



ÍCONO



FOTOGRAFÍA

TAXONOMÍA DE LA PLANTA	Familia		Asparagaceae
	Nombre Científico		<u>Dracaena fragrans</u> (L.) Ker Gawl.
	Nombre Común		Dracaena
FENOLOGÍA DE LA PLANTA	Dimensiones	Altura	6 m
		Diámetro copa	1 m
	Floración		Crema
	Follaje		Perennifolio
	Hábito		Arbustiva
ECOLOGÍA DE LA PLANTA	Luz		Sombra
	Suelo		Suelto, siempre húmedo, húmico y nutrido.

Passiflora ligularis Juss.



BEJUCO/LIANA

FB1



ÍCONO



FOTOGRAFÍA

TAXONOMÍA DE LA PLANTA	Familia		Passifloraceae
	Nombre Científico		<u>Passiflora ligularis</u> Juss.
	Nombre Común		Granadilla
FENOLOGÍA DE LA PLANTA	Dimensiones	Altura	2 m
		Diámetro de proyección	no aplica
	Floración		Lila y Morada
	Follaje		Perennifolio
	Hábito		Bejucó / Liana
ECOLOGÍA DE LA PLANTA	Luz		Luz directa
	Suelo		Tolerancia de suelos desde arenosos hasta arcillosos, con buen drenaje y fertilidad media



Módulo bosque tropical

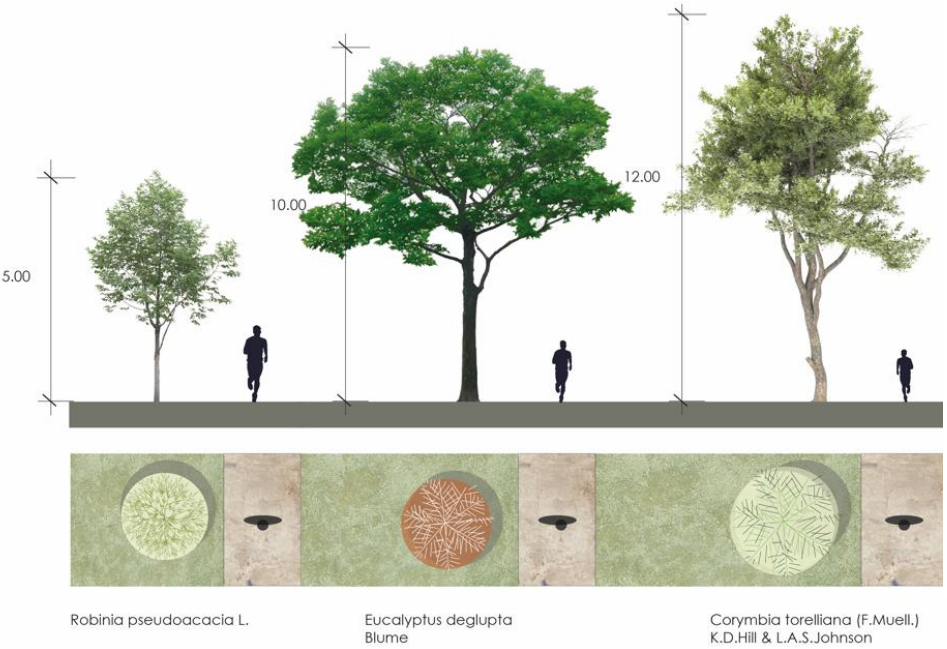




Módulo bosque tropical

Área total de plantación: 9500 M2
Superficie de módulo proyectado:
2500 m² (50x50 m)
Especies propuestas: 10
Escala métrica 1 cm: 1 m
Código del módulo: B
Códigos por estrato: A(Arbóreo),
Ar (Arbustivo), H (Herbáceo)
*En este módulo todas las
especies ya se encuentran en el
sitio, por lo que la propuesta sólo
hace referencia a una mejor
distribución de especies por área,
lo ideal es respetar la estructura
natural existente.

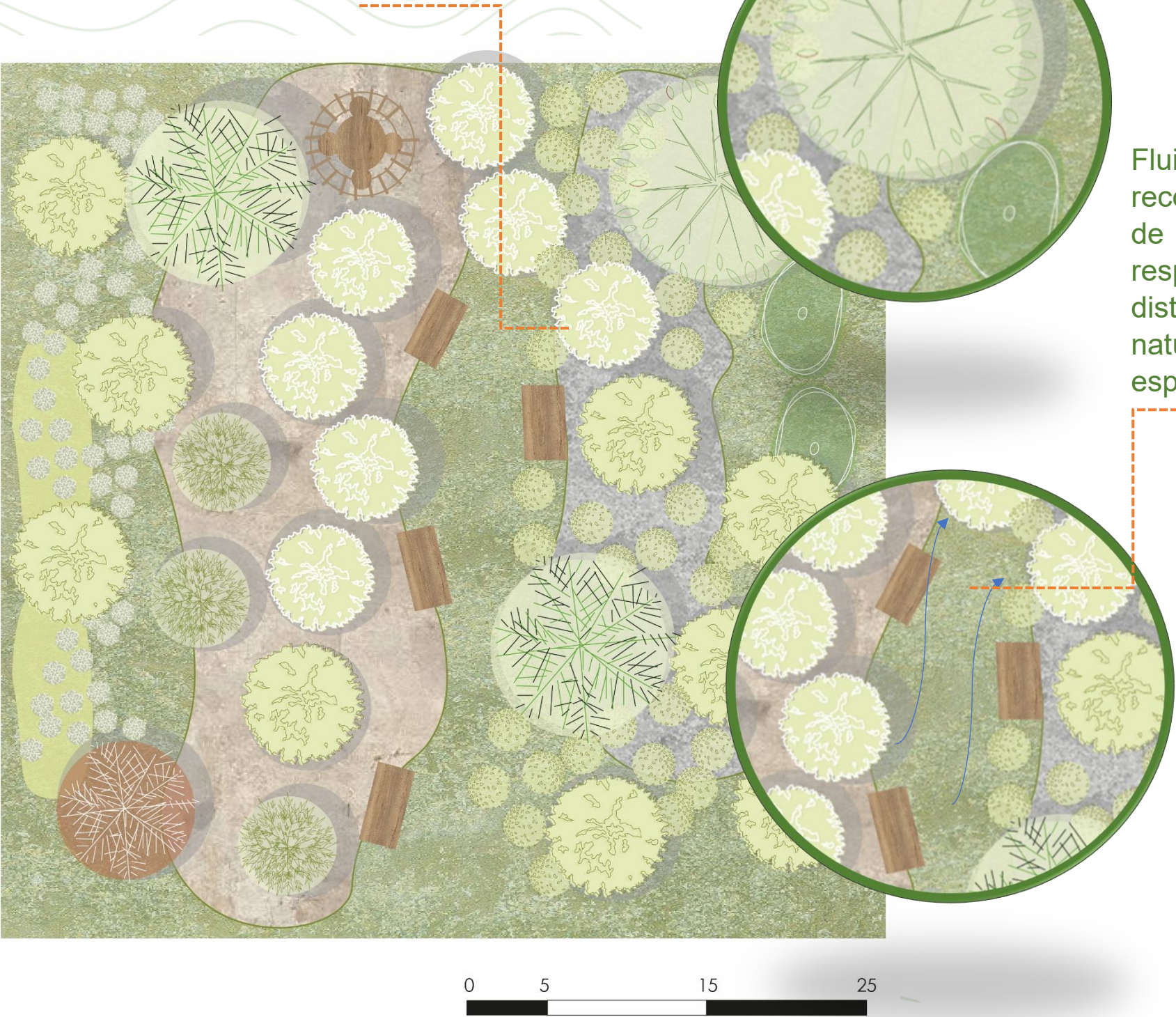
Detalle de sección: alturas de
las especies de mayor altura
de cada estrato



Simbología de plantas y frecuencia de especies por estrato



Dar prioridad a la distribución espacial natural y al asocio de alturas entre estratos para resaltar la fluidez de elementos vegetales.



Características del Módulo de bosque tropical

Espacios de descanso y reunión mimetizados entre las especies, utilizando colores, materiales y formas que mantengan la sensación de naturalidad.



Fichas técnicas por estrato para la colección viva

Módulo de bosque tropical

Chamaedorea ernesti-augusti H.Wendl.

ARBÓREA

BA1



ÍCONO



FOTOGRAFÍA

TAXONOMÍA DE LA PLANTA	Familia	Arecaceae	
	Nombre Científico	<u>Chamaedorea ernesti-augusti</u> H.Wendl.	
	Nombre Común	Palma Xate	
FENOLOGÍA DE LA PLANTA	Dimensiones	Altura	2 m
		Diámetro copa	0.8 m
	Floración	Naranja	
	Follaje	Perennifolio	
ECOLOGÍA DE LA PLANTA	Hábito	Palmera	
	Luz	sombra completa o parcial	
	Suelo	suelos de poca profundidad, arcillosos con pH neutro.	

Corymbia torelliana (F.Muell.) K.D.Hill & L.A.S.Johnson

ARBÓREA

BA2



ÍCONO



FOTOGRAFÍA

Robinia pseudoacacia L.



ARBÓREA

BA3



ÍCONO



FOTOGRAFÍA

TAXONOMÍA DE LA PLANTA	Familia	Fabaceae	
	Nombre Científico	<u>Robinia pseudoacacia L.</u>	
	Nombre Común	Falsa Acacia	
FENOLOGÍA DE LA PLANTA	Dimensiones	Altura	25 m
		Diámetro copa	6 m
	Floración		Blanca
	Follaje		Caducifolio
	Hábito		Arbóreo
ECOLOGÍA DE LA PLANTA	Luz		sombra completa o parcial
	Suelo		Tolerancia a suelos pobres, bien drenados

Eucalyptus deglupta **Blume**



ARBÓREA

BA4



ÍCONO



FOTOGRAFÍA

TAXONOMÍA DE LA PLANTA	Familia	Myrtaceae	
	Nombre Científico	<u>Eucalyptus deglupta</u> Blume	
	Nombre Común	Arcoiris	
FENOLOGÍA DE LA PLANTA	Dimensiones	Altura	75 m
		Diámetro copa	10 m
	Floración		Blanca
	Follaje		Perennifolio
	Hábito		Arbóreo
ECOLOGÍA DE LA PLANTA	Luz		Luz directa
	Suelo		Tolerancia a variedad de suelos, pero bien drenados

Ceiba pentandra (L.)



ARBÓREA

BA5



ÍCONO



FOTOGRAFÍA

TAXONOMÍA DE LA PLANTA	Familia	Malvaceae	
	Nombre Científico	<u><i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.</u>	
	Nombre Común	Ceiba	
FENOLOGÍA DE LA PLANTA	Dimensiones	Altura	70 m
		Diámetro copa	10m
	Floración	Blancas y rosadas	
	Follaje	Perennifolio	
	Hábito	Arbóreo	
ECOLOGÍA DE LA PLANTA	Luz	Luz directa	
	Suelo	Suelos inundados o neutros	

Terminalia januarensis DC.



ARBÓREA

BAG



ÍCONO



FOTOGRAFÍA

TAXONOMÍA DE LA PLANTA	Familia	Combretaceae	
	Nombre Científico	<u><i>Terminalia januarensis</i> DC.</u>	
	Nombre Común	Palo Volador	
FENOLOGÍA DE LA PLANTA	Dimensiones	Altura	20 m
		Diámetro copa	8 m
	Floración	Blancas	
	Follaje	Perennifolio	
	Hábito	Arbóreo	
ECOLOGÍA DE LA PLANTA	Luz	sombra parcial	
	Suelo	Arenosos, profundos con buen drenaje	

**Sabal palmetto (Walter)
Lodd. ex Schult.f.**



ARBÓREA

BA7



ÍCONO



FOTOGRAFÍA

TAXONOMÍA DE LA PLANTA	Familia		Arecaceae
	Nombre Científico		<u>Sabal palmetto</u> (Walter) Lodd. ex Schult.f.
	Nombre Común		Palma abanico
FENOLOGÍA DE LA PLANTA	Dimensiones	Altura	20 m
		Diámetro copa	6 m
	Floración		Blanco verdoso
	Follaje		Perennifolio
	Hábito		Palmera
ECOLOGÍA DE LA PLANTA	Luz		Luz directa
	Suelo		Tolerancia a variedad de suelos, bien drenados.

**Chamaedorea elegans
Mart.**



ARBÓREA

BA8



ÍCONO



FOTOGRAFÍA

TAXONOMÍA DE LA PLANTA	Familia		Arecaceae
	Nombre Científico		<u>Chamaedorea elegans</u> Mart.
	Nombre Común		Chamaedorea
FENOLOGÍA DE LA PLANTA	Dimensiones	Altura	1.5 m
		Diámetro copa	2 m
	Floración		Amarillas
	Follaje		Perennifolio
	Hábito		Palmera
ECOLOGÍA DE LA PLANTA	Luz		Sombra parcial
	Suelo		Bien drenados

Xanthosoma undipes (K.Koch & C.D.Bouché) K.Koch

HERBÁCEA

BH1



ÍCONO

FOTOGRAFÍA

TAXONOMÍA DE LA PLANTA	Familia		Araceae
	Nombre Científico		<u>Xanthosoma undipes</u> (K.Koch & C.D.Bouché) K.Koch
	Nombre Común		Malanga
FENOLOGÍA DE LA PLANTA	Dimensiones	Altura	3 m
		Diámetro de proyección	1 m
	Floración		Crema
	Follaje		Perenne
	Hábito		Herbáceo
ECOLOGÍA DE LA PLANTA	Luz		Sombra parcial
	Suelo		Tolerancia a variedad de suelos, bien drenados.

Syngonium podophyllum var. peliocladum (Schott) Croat

HERBÁCEA

BH2



ÍCONO

FOTOGRAFÍA

TAXONOMÍA DE LA PLANTA	Familia		Araceae
	Nombre Científico		<u>Syngonium podophyllum</u> var. peliocladum (Schott) Croat
	Nombre Común		Singonio
FENOLOGÍA DE LA PLANTA	Dimensiones	Altura	0.10 a 0.15 m
		Diámetro de proyección	0.15 m
	Floración		Amarillo a verde
	Follaje		Perenne
	Hábito		Herbáceo
ECOLOGÍA DE LA PLANTA	Luz		sombra completa o parcial
	Suelo		Suelos francos, buen drenaje



Módulo de aromáticas y medicinales







Detalle de sección: alturas de las especies de mayor altura de cada estrato



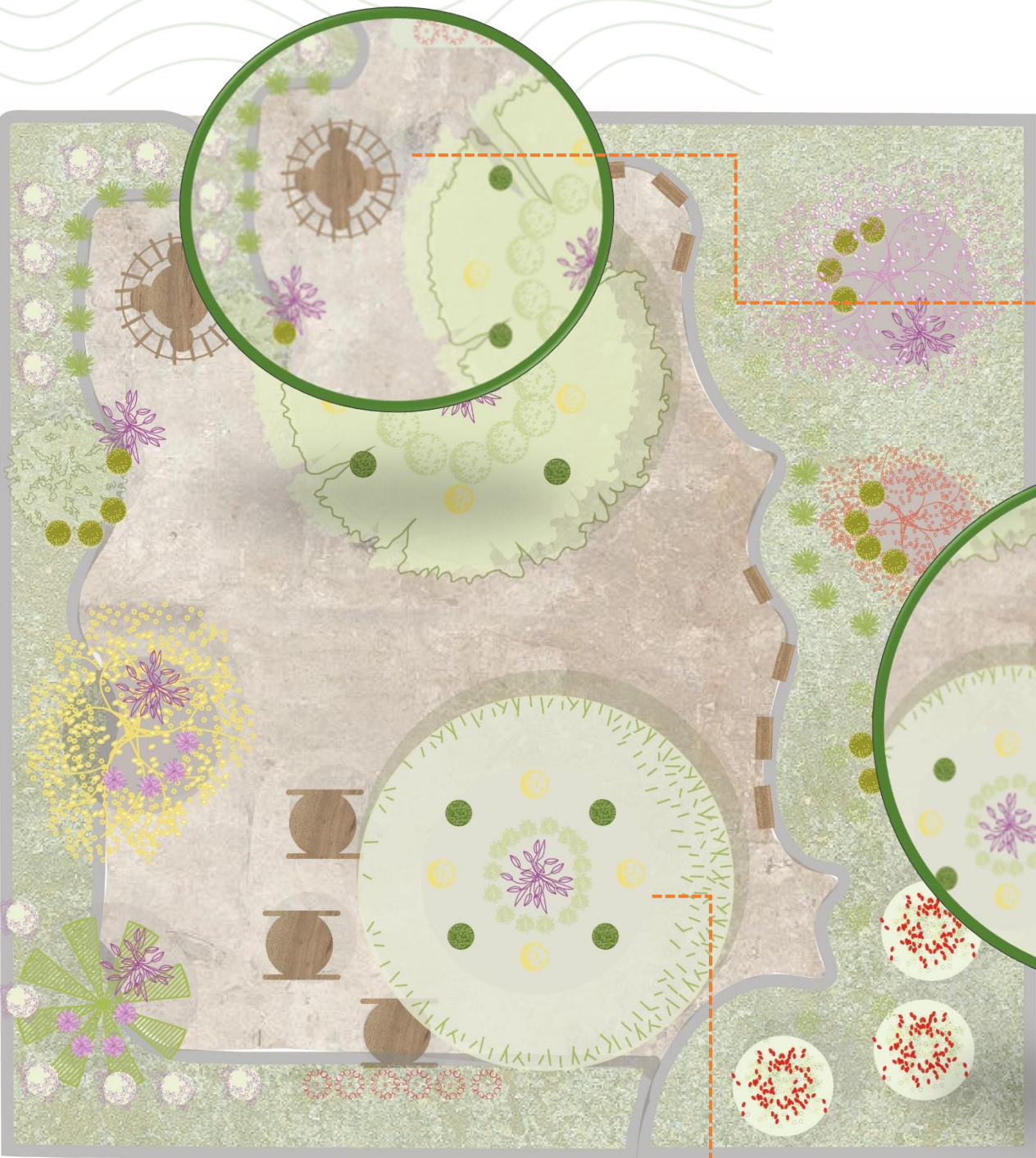
Módulo aromáticas y medicinales

Área total de plantación: 3600 M2
Superficie de módulo proyectado: 2500 m² (50x50 m)
Especies propuestas: 21
Escala métrica 1 cm: 1 m
Código del módulo: B
Códigos Por Estrato: A(Arbóreo), Ar (Arbustivo), H (Herbáceo)

Simbología de plantas y frecuencia de especies por estrato

Estrato Arbórea (A)				Estrato Arbustivo (Ar)				Estrato Herbáceo (H)			
1	AA1	Cedrela odorata L.		3	AAR1	Bixa orellana L.		8	AH10	Neuroleana lobata L.	
1	AA2	Enterolobium cyclocarpum (Jaq.) Griseb.		12	AAR2	Rosmarinus officinalis L.		12	AH2	Ocimum basilicum L.	
1	AA3	Tabebuia donnell-smithii Rose		12	AAR3	Hibiscus rosa-sinensis L.		15	AH3	Euphorbia lancifolia Schelecht	
1	AA4	Tabebuia rosea (Bertol.) DC.						8	AH4	Lippia graveolens HBK	
1	AA5	Gliricidia sepium (jacq.) Steud.						16	AH5	Ruta chalepensis L.	
1	AA6	Delonix regia (Bojer) Raf.		12				9	AH6	Catharanthus roseus (L.) G. Don-Apocynaceae	
1	AA7	Robinia pseudoacacia L.		7					AH7	Canavalia rosea (Sw.) DC. / Canavalia maritima (Aubl.)	
1	AA8	Cecropia abtusifolia Bertol.		12				12	AH8	Ruellia nudiflora (Engel. & Gray) Urban	
								9	AH9	Scoparia dulcis L.	
								9	AH10	Chenopodium ambrosioides L./ Dysphania ambrosioides (L.) Mosyakin & Clemants	

Características del Módulo de aromáticas y medicinales



Espacios para talles y de descanso.

Fluidez de movimiento en el recorrido

Asocio de plantas aromáticas y medicinales aprovechando las alturas de los estratos arbustivos y arbóreos



Distribución de plantas medicinales utilizando el asocio de copas con el estrato arbóreo.



Fichas técnicas por estrato para la colección viva

Módulo de aromáticas y medicinales

Cedrela odorata L.

ARBÓREA

AA1



ÍCONO



FOTOGRAFÍA

TAXONOMÍA DE LA PLANTA	Familia	Meliaceae	
	Nombre Científico	<u>Cedrela odorata</u> L.	
	Nombre Común	Cedro	
FENOLOGÍA DE LA PLANTA	Dimensiones	Altura	35 m
		Diámetro copa	20 m
	Floración		Crema verdosa
	Follaje		Caducifolia
	Hábito		Arbóreo
ECOLOGÍA DE LA PLANTA	Luz		Luz directa
	Suelo		Franco con buen drenaje

Enterolobium cyclocarpum (Jaq.) Griseb.

ARBÓREA

AA2



ÍCONO



FOTOGRAFÍA

TAXONOMÍA DE LA PLANTA	Familia	Fabaceae	
	Nombre Científico	<u>Enterolobium cyclocarpum</u> (Jaq.) Griseb.	
	Nombre Común	Conacaste	
FENOLOGÍA DE LA PLANTA	Dimensiones	Altura	45 m
		Diámetro copa	30 m
	Floración		Verde claro
	Follaje		Caducifolio
	Hábito		Arbóreo
ECOLOGÍA DE LA PLANTA	Luz		Luz directa
	Suelo		Suelos alcalinos, arenosos y arcillosos

Tabebuia donnell-smithii

Rose



ARBÓREA

AA3



ÍCONO



FOTOGRAFÍA

TAXONOMÍA DE LA PLANTA	Familia		Bignoniaceae
	Nombre Científico		<u>Tabebuia donnell-smithii</u>
	Nombre Común		Rose
FENOLOGÍA DE LA PLANTA	Dimensiones	Altura	35 m
		Diámetro copa	15 m
	Floración		Amarillenta
	Follaje		Caducifolio
	Hábito		Arbóreo
ECOLOGÍA DE LA PLANTA	Luz		Muy exigente
	Suelo		pH 5.5-7.5, arenoso a franco arcilloso

Tabebuia rosea (Bertol.)

DC.



ARBÓREA

AA4



ÍCONO



FOTOGRAFÍA

TAXONOMÍA DE LA PLANTA	Familia		Bignoniaceae
	Nombre Científico		<u>Tabebuia rosea (Bertol.)</u>
	Nombre Común		DC.
FENOLOGÍA DE LA PLANTA	Dimensiones	Altura	30 m
		Diámetro copa	15 m
	Floración		Rosado o lila
	Follaje		Caducifolio
	Hábito		Arbóreo
ECOLOGÍA DE LA PLANTA	Luz		Muy exigente
	Suelo		pH 5.5-7.5, arenoso a franco arcilloso

Gliricidia sepium (jacq.)
Steud.



ARBÓREA

AA5



ÍCONO

FOTOGRAFÍA

TAXONOMÍA DE LA PLANTA	Familia		Fabaceae
	Nombre Científico		<u>Gliricidia sepium (jacq.)</u> Steud.
	Nombre Común		Madre cacao
FENOLOGÍA DE LA PLANTA	Dimensiones	Altura	10 m
		Diámetro copa	8 m
	Floración		Blanca o rosada
	Follaje		Caducifolio
	Hábito		Arbóreo
ECOLOGÍA DE LA PLANTA	Luz		Media
	Suelo		suelos arcillosos a franco arcillosos con alta pedregosidad

Delonix regia (Bojer) Raf.



ARBÓREA

AA6



ÍCONO

FOTOGRAFÍA

TAXONOMÍA DE LA PLANTA	Familia		Fabaceae
	Nombre Científico		<u>Delonix regia (Bojer) Raf.</u>
	Nombre Común		Flamboyán
FENOLOGÍA DE LA PLANTA	Dimensiones	Altura	15 m
		Diámetro copa	8 m
	Floración		Rojo
	Follaje		Caducifolia
	Hábito		Arbóreo
ECOLOGÍA DE LA PLANTA	Luz		Media
	Suelo		Se adapta a diversos tipos de suelos, pero prefiere los ligeros

Robinia pseudoacacia L.



ARBÓREA

AA7



ÍCONO



FOTOGRAFÍA

TAXONOMÍA DE LA PLANTA	Familia		Fabaceae
	Nombre Científico		<u>Robinia pseudoacacia L.</u>
	Nombre Común		Falsa Acacia
FENOLOGÍA DE LA PLANTA	Dimensiones	Altura	25 m
		Diámetro copa	6 m
	Floración		Blanca
	Follaje		Caducifolio
	Hábito		Arbóreo
ECOLOGÍA DE LA PLANTA	Luz		sombra completa o parcial
	Suelo		Tolerancia a suelos pobres, bien drenados

Cecropia abtusifolia Bertol



ARBÓREA

AA9



ÍCONO



FOTOGRAFÍA

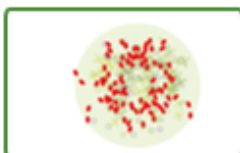
TAXONOMÍA DE LA PLANTA	Familia		Moraceae
	Nombre Científico		<u>Cecropia abtusifolia</u> Bertol.
	Nombre Común		Bertol
FENOLOGÍA DE LA PLANTA	Dimensiones	Altura	35 m
		Diámetro copa	7 m
	Floración		Amarillo a verde
	Follaje		Perennifolio
	Hábito		Arbóreo
ECOLOGÍA DE LA PLANTA	Luz		Luz directa
	Suelo		Tolerancia a diversos tipos de suelos.

Bixia orellana L.



ARBÓREA

AA8



ÍCONO

FOTOGRAFÍA

TAXONOMÍA DE LA PLANTA	Familia		Bixaceae
	Nombre Científico		<u>Bixa orellana L.</u>
	Nombre Común		Achiote
FENOLOGÍA DE LA PLANTA	Dimensiones	Altura	5 m
		Diámetro copa	5 m
	Floración		Rosado, rojizo o blanco
	Follaje		Perennifolio
ECOLOGÍA DE LA PLANTA	Hábito		Arbóreo-Arbustivo
	Luz		Luz directa o sombra parcial
	Suelo		Tolerancia a diversos tipos de suelos.

Rosmarinus officinalis L.



ARBUSTIVA

AAR1



ÍCONO

FOTOGRAFÍA

TAXONOMÍA DE LA PLANTA	Familia		Lamiaceae
	Nombre Científico		<u>Rosmarinus officinalis L.</u>
	Nombre Común		Romero
FENOLOGÍA DE LA PLANTA	Dimensiones	Altura	2 m
		Diámetro copa	1 m
	Floración		Moradas
	Follaje		perenne
ECOLOGÍA DE LA PLANTA	Hábito		Arbustivo
	Luz		Luz directa
	Suelo		Tolera a diversos tipos de suelos.

Hibiscus rosa-sinensis L.

ARBUSTIVA

AAR2



ÍCONO



FOTOGRAFÍA

TAXONOMÍA DE LA PLANTA	Familia		Malvaceae
	Nombre Científico		<u>Hibiscus rosa-sinensis L.</u>
	Nombre Común		Clavel
FENOLOGÍA DE LA PLANTA	Dimensiones	Altura	4 m
		Diámetro copa	1 m
	Floración		Rojas, blancas, purpuras y naranjas
	Follaje		perenne
ECOLOGÍA DE LA PLANTA	Hábito		Arbustiva
	Luz		Luz directa
	Suelo		Suelos francos, bien drenados.

Neuroleana lobata L.

HERBÁCEA

AH1

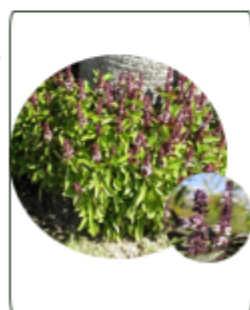


ÍCONO / TEXTURA



FOTOGRAFÍA

TAXONOMÍA DE LA PLANTA	Familia		Asteraceae
	Nombre Científico		<u>Neuroleana lobata L.</u>
	Nombre Común		Tres puntas
FENOLOGÍA DE LA PLANTA	Dimensiones	Altura	2 m
		Diámetro de proyección	0.6 m
	Floración		Amarillo a verde
	Follaje		perenne
ECOLOGÍA DE LA PLANTA	Hábito		Herbáceo
	Luz		Sombra parcial
	Suelo		Suelos francos, buen drenaje



ÍCONO / TEXTURA

FOTOGRAFÍA

***Ocimum basilicum* L.**



HERBÁCEA

AH2

TAXONOMÍA DE LA PLANTA	Familia		Lamiaceae
	Nombre Científico		<i>Ocimum basilicum</i> L.
	Nombre Común		Albahaca
FENOLOGÍA DE LA PLANTA	Dimensiones	Altura	1.1 m
		Diámetro de proyección	1.2 m
	Floración		Blanca o morados
	Follaje		perenne
	Hábito		Herbáceo
ECOLOGÍA DE LA PLANTA	Luz		Luz directa
	Suelo		Francas a arenosas



ÍCONO / TEXTURA

FOTOGRAFÍA

***Euphorbia lancifolia* Schelecht**



HERBÁCEA

AH3

TAXONOMÍA DE LA PLANTA	Familia		Euphorbiaceae
	Nombre Científico		<i>Euphorbia lancifolia</i> Schelecht
	Nombre Común		Ixbut
FENOLOGÍA DE LA PLANTA	Dimensiones	Altura	2 m
		Diámetro de proyección	0.4 m
	Floración		Blancas
	Follaje		perenne
	Hábito		Herbáceo
ECOLOGÍA DE LA PLANTA	Luz		Luz directa
	Suelo		Tolerancia a diversos tipos de suelos

Lippia graveolens HBK

HERBÁCEA

AH4



ÍCONO / TEXTURA



FOTOGRAFÍA

TAXONOMÍA DE LA PLANTA	Familia		Verbenaceae
	Nombre Científico		<u>Lippia graveolens</u> HBK
	Nombre Común		Oregano Mexicano
FENOLOGÍA DE LA PLANTA	Dimensiones	Altura	2 m
		Diámetro de proyección	1 m
	Floración		Blancas
	Follaje		perenne
ECOLOGÍA DE LA PLANTA	Hábito		Herbáceo
	Luz		Luz directa o sombra parcial
	Suelo		Suelos arenosos.

Ruta chalepensis L.

HERBÁCEA

AH5



ÍCONO / TEXTURA



FOTOGRAFÍA

TAXONOMÍA DE LA PLANTA	Familia		Rutaceae
	Nombre Científico		<u>Ruta chalepensis</u> L.
	Nombre Común		Ruda
FENOLOGÍA DE LA PLANTA	Dimensiones	Altura	0.6 m
		Diámetro de proyección	0.4 m
	Floración		Amarillas
	Follaje		perenne
ECOLOGÍA DE LA PLANTA	Hábito		Herbáceas
	Luz		Luz directa
	Suelo		Tolera a diversos tipos de suelos.

***Catharanthus roseus* (L.)**
G. Don-Apocynaceae



HERBÁCEA

AH6



ÍCONO / TEXTURA



FOTOGRAFÍA

TAXONOMÍA DE LA PLANTA	Familia		Apocunaceae
	Nombre Científico		<i>Catharanthus roseus</i> (L.) G. Don-Apocynaceae
	Nombre Común		Chatia
FENOLOGÍA DE LA PLANTA	Dimensiones	Altura	0.3 m
		Diámetro de proyección	0.4 m
	Floración		Blancas, rosadas, rojas
	Follaje		perenne
	Hábito		Herbáceas
ECOLOGÍA DE LA PLANTA	Luz		Luz directa o sombra parcial
	Suelo		Suelos arenosos.

***Canavalia rosea* (Sw.) DC. /**
***Canavalia maritima* (Aubl.)**



BEJUCO/LIANA

AB1



ÍCONO



FOTOGRAFÍA

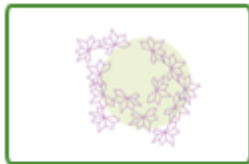
TAXONOMÍA DE LA PLANTA	Familia		Fabaceae
	Nombre Científico		<i>Canavalia rosea</i> (Sw.) DC. / <i>Canavalia maritima</i> (Aubl.)
	Nombre Común		Chilca
FENOLOGÍA DE LA PLANTA	Dimensiones	Altura	0.15 m
		Diámetro de proyección	No aplica
	Floración		Rosa o morado con blanco
	Follaje		perenne
	Hábito		Bejucos / Liana
ECOLOGÍA DE LA PLANTA	Luz		Luz directa o sombra parcial
	Suelo		Suelos francos, bien drenados.

Ruellia nudiflora (Engel. & Gray) Urban



HERBÁCEA

AH7



ÍCONO / TEXTURA



FOTOGRAFÍA

TAXONOMÍA DE LA PLANTA	Familia		Acanthaceae
	Nombre Científico		<i>Ruellia nudiflora</i> (Engel. & Gray) Urban
	Nombre Común		Hierba del susto
FENOLOGÍA DE LA PLANTA	Dimensiones	Altura	1 m
		Diámetro de proyección	0.4 m
	Floración		Morados
	Follaje		perenne
ECOLOGÍA DE LA PLANTA	Hábito		Herbáceo
	Luz		Luz directa a sombra parcial
	Suelo		Suelos francos, bien drenados

Scoparia dulcis L.



HERBÁCEA

AH8



ÍCONO / TEXTURA



FOTOGRAFÍA

TAXONOMÍA DE LA PLANTA	Familia		Plantaginaceae
	Nombre Científico		<i>Scoparia dulcis</i> L.
	Nombre Común		Verbena
FENOLOGÍA DE LA PLANTA	Dimensiones	Altura	0.8 m
		Diámetro de proyección	0.20 m
	Floración		Blancas
	Follaje		perenne
ECOLOGÍA DE LA PLANTA	Hábito		Herbáceo
	Luz		Luz directa
	Suelo		Suelos francos, bien drenados

**Chenopodium
ambrosioides L./
Dysphania ambrosioides
(L.) Mosyakin & Clemants**



HERBÁCEA

AH9



ÍCONO / TEXTURA



FOTOGRAFÍA

TAXONOMÍA DE LA PLANTA	Familia		Amaranthaceae
	Nombre Científico		<u>Chenopodium</u> <u>ambrosioides</u> L./ Dysphania ambrosioides (L.) Mosyakin & Clemants
	Nombre Común		Apazote
FENOLOGÍA DE LA PLANTA	Dimensiones	Altura	1 m
		Diámetro de proyección	0.3 m
	Floración		Verdes
	Follaje		perenne
	Hábito		Herbáceo
ECOLOGÍA DE LA PLANTA	Luz		Luz directa
	Suelo		Suelos francos, bien drenados

Cronograma general de implementación

Fase	Actividad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
1. Planificación administrativa	Búsqueda de personal capacitado					
	Capacitación en herbario y manejo de colecciones vivas					
	Capacitación en jardinería					
2. Infraestructura y equipamiento	Planos arquitectónicos					
	Construcción oficina de administración					
	Construcción salón para herbario					
	Construcción salón de reuniones					
	Construcción vivero e invernadero					
	Área para colección de semillas					
	Área de atención a visitantes					
	Caminamientos y áreas de descanso					
3. Sistema de riego	Plano de riego					
	Instalación de sistema					
4. Colección viva	Adquisición de especies (mín. 2 individuos)					
	Establecimiento en campo definitivo					
	Ajustes de densidad/distribución del bosque tropical					
	Rotulación y fichas técnicas					
5. Herbario	Recolección de 2 muestras por especie					
	Elaboración de fichas de herbario					
	Gestión de sello oficial de herbario					
6. Apertura al público	Programas de incorporación de estudiantes					
	Programas de atención al público general					
7. Investigación y vinculación	Intercambio con otros jardines botánicos					
	Plan de generación de investigaciones					

V. Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

1. A partir del proceso de muestreo realizado en el sitio, se identificaron cinco unidades muestrales. Mediante la recolección de material vegetal y el uso de claves botánicas se determinaron 21 especies, de las cuales 16 correspondieron al estrato arbóreo, 3 al estrato arbustivo (Ar) y 2 al estrato herbáceo (H).

Entre las especies encontradas, las de mayor valor de importancia según su distribución y tamaño (Índice de Cottam) fueron *Corymbia torelliana* (F. Muell.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson (Eucalipto torreliana) y *Eucalyptus deglupta* Blume (eucalipto arco iris). Debido a su dominancia, se recomienda implementar un manejo orientado a disminuir su densidad dentro del área, favoreciendo así la diversidad vegetal local.

2. Se diseñó una paleta vegetal de carácter cualitativo, adaptada a las condiciones ecosistémicas del departamento de Santa Rosa y priorizando especies nativas de la zona de vida. Basándose en las características naturales y en el manejo histórico del sitio, se propuso una zonificación armoniosa, que busca consolidar el área como un punto de conectividad biológica.

Esta propuesta contempla tres módulos principales

- Módulo frutal nativo: orientado a resaltar especies frutales autóctonas, complementado con individuos de *Citrus* spp., ya presentes en el lugar.
- Módulo de bosque tropical: destinado a fortalecer el reconocimiento de especies propias de los bosques tropicales de la región, muchas de las cuales ya forman parte del sitio.
- Módulo de plantas medicinales y aromáticas: enfocado en la conservación y uso de especies con valor etnobotánico, empleando como hitos vegetales dos árboles de gran tamaño y antigüedad.

3. Se elaboró un manual de manejo sostenible, que establece los objetivos y misión del jardín botánico como espacio de investigación, conservación y restauración ecológica. Este documento incluye:

- Una base de diseño sustentada en premisas ecológicas sostenibles.
- Un plan de fertilización con criterios de bajo impacto ambiental.
- Un plan de manejo integrado de plagas y enfermedades, con especial atención a la reducción del uso de productos químicos de alto riesgo, dado que el sitio pretende estar abierto al público.
- Asimismo, se presenta una distribución gráfica de las especies para cada módulo, junto con paletas cuantitativas que describen su morfología y dimensiones de manejo, lo que servirá como guía para el proceso de establecimiento y mantenimiento del jardín.

Asimismo, se presenta una distribución gráfica de las especies para cada módulo, junto con paletas cuantitativas que describen su morfología y dimensiones de manejo, lo que servirá como guía para el proceso de establecimiento y mantenimiento del jardín.

5.2 Recomendaciones

1. Se debe tomar en consideración que este documento representa solamente una base para las consideraciones necesarias en el establecimiento de un jardín botánico que cumpla con los objetivos académicos que este debe tener. Por lo tanto, se debe incluir la participación multidisciplinaria de profesionales que promuevan un diseño integral y funcional.
2. Aunque en el manual elaborado se presentan fichas técnicas correspondientes a la colección viva inicial, se recomienda gestionar la validación taxonómica de dichas especies en un herbario autorizado, con el fin de garantizar la certeza científica de la información. Esta certificación permitirá que cada ficha técnica y su respectiva señalética cuenten con el respaldo oficial del herbario, incluyendo su sello institucional.

Entre las instituciones que pueden brindar este aval se encuentran el Herbario de la Facultad de Agronomía de USAC (AGUAT Profesor José Ernesto Carrillo), el Herbario de la Escuela de Biología (BIGU), el Herbario del Centro de Estudios Conservacionistas (CECON/USAC) y el Herbario de la Universidad del Valle de Guatemala (UVAL).

3. Se recomienda tanto en la introducción de individuos vegetales, como en la preservación *in situ* de las especies ya existentes, se puedan garantizar más de dos especímenes para evitar la pérdida del material genético en el jardín.
4. En el proceso de manejo del jardín ya establecido se recomienda priorizar especies nativas a través de programas de identificación y reconocimiento de fauna asociada.
5. Para realizar la propuesta específica de materiales y mobiliarios esta debe considerar los principios ecológicos ya establecidos en el presente documento, priorizando materiales sostenibles pero funcionales, que hagan de la visita al jardín una experiencia integral académica científica pero también de integración social.
6. Se recomienda para el establecimiento del jardín poner en práctica y establecer un procedimiento adecuado con el personal, una ruta para la recolección, propagación de semillas y manejo de la colección *index seminum*.
7. Se recomienda previo al establecimiento de los módulos propuestos en el presente trabajo, que se realice un diseño de uso eficiente del recurso hídrico, desde la

captación de agua de lluvia, como un sistema de riego eficiente que abarque todos los módulos del jardín y que garanticen la sostenibilidad de este.

8. Se recomienda generar alianzas de investigación que permitan crear un banco de germoplasma para el uso del material genético de la colección como fuente de restauración ecológica de la región.
9. Es importante que este jardín fomente desde su establecimiento y previo al mismo, actividades que fomenten la colaboración entre instituciones académicas y asociaciones sin fines de lucro que permitan un permanente intercambio de experiencias y material vegetal.
10. Es recomendable que se promueva la integración del jardín botánico con otros jardines nacionales y de la región, esto puede sumar al establecimiento de una red nacional que permita el enriquecimiento de estrategias de conservación en el país. Pudiendo así aumentar el reconocimiento de las acciones a nivel internacional.

5.3 Referencias Bibliográficas

- Asociación Mexicana de Jardines Botánicos (AMJB). *Plan de Manejo Tipo para Jardines Botánicos*. México: Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2015.
- Ayala, Florencia, Adan Avalos, y Rodrigo Cajade. «El tulipanero agriacno *Spathodea campanulata* (Bignoniaceae) en la Argentina, Impacto de una planta exótica sobre la mortalidad de entomofauna nativa.» *Ecología Austral*, 2024: 322-329. https://ojs.ecologiaaustral.com.ar/index.php/Ecologia_Austral/article/view/2352.
- Bacchetta, Gianluigi, Daniel Ballesteros, Piero Belletti, Salvatore Brullo, Álvaro Bueno, Luisa Cagelli, Miriam Cano, y Valentina Carasso. *Conservación ex situ de plantas silvestres*. Editado por Gianluigi Bacchetta , Álvaro Bueno y Giuseppe Fenu. España, Asturias: Principado de Asturias, 2008.
- Becerra, Antonio, Lara Bustamante, y Florencia Luna. 2024. *Plantemos nativas. Guía básica de diseño y*. Guía, Buenos Aires, Argentina: Ministerio de Ambiente. https://www.ambiente.gba.gob.ar/pdfs/007_NATIVAS_GU%C3%8DA%20PR%C3%81CTICA_4ABR24.pdf.
- Caballero, Javier. *Jardines Botánicos, contribución a la conservación vegetal de México*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2012. https://www.biodiversidad.gob.mx/media/1/pais/JardinesBotanicos_baja.pdf.
- Caballero, Pablo, Gonzalo Herrera, Christian Barriozabal, y María Pulido. «Conservación basada en comunidad: importancia y perspectivas para Latinoamérica.» *Estudios Sociales: Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*. 2016. (Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo) 26: 335-353. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-45572016000200335.
- Castañeda, Francisco, Carmen Sierra, Guadalupe García, y Guadalupe Gordillo. *Informe final: Propuesta de modelo para a gestión integrada del recurso hídrico de la cuenca del río los Esclavos*. Informe final de Proyecto, Guatemala: DIGI, 2021. <https://digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/puicb/INF-2021-48.pdf>.
- CONAHCYT. «Eucalipto». Infografía Vol. 11, 2024. <https://secihti.mx/eucalipto/>.
- Consejo Departamental de Desarrollo del Departamento de Santa Rosa. *Plan de Desarrollo Departamental PDD del departamento de Santa Rosa, Guatemala*. Guatemala: SEGEPLAN, 2021. https://portal.segeplan.gob.gt/segeplan/wp-content/uploads/2024/02/06_PDD_SANTA_ROSA.pdf.
- Convenio sobre la Diversidad Biológica. *Nota Técnica: La diversidad Biológica y la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2023. <https://www.cbd.int/development/doc/biodiversity-2030-agenda-technical-note-es.pdf>.

- Dix, Michael, Gabriela Palomo, y Margaret Dix. *Bromelias del Jardín Botánico del Departamento de Biología de la Universidad del Valle de Guatemala*. Ensayo, Guatemala: UVG, 2017. https://www.researchgate.net/publication/320435027_Bromelias_del_Jardin_Botanico_del_Departamento_de_Biologia_de_la_Universidad_del_Valle_de_Guatemala.
- Forero, Enrique. «Los Jardines Botánicos y la Conservación de la Naturaleza.» *Missouri Botanical Garden*, 1989: 315-322. <https://www.scielo.br/j/abb/a/wxY5tyy4ZGR3sDKHrgRCCqJ/>.
- Gasparri, Bárbara, Gastón Rodríguez, y Luciana Cristaldo. *Plantas Nativas Renaturalizando las ciudades*. Argentina: Fundación de Historia Natural Félix de Azara, 2021. <https://www.researchgate.net/publication/357781385>.
- Gil Villalba, Sergio. *Estudio hidrológico de la cuenca del río Los Esclavos*. Informe, Guatemala: ICC, 2012.
- Gratzfeld, J. *De la idea a la realización - Manual de la BGCI en planificación, desarrollo y manejo de jardines botánicos*. Reino Unido: Botanic Gardens Conservation International, 2019. https://www.bgci.org/wp/wp-content/uploads/2019/05/BGCI-Botanic-Garden-Manual_ES.pdf
- IARNA-URL. *Ecosistemas de Guatemala basado en el sistema de clasificación de Zonas de vida*. Guatemala: Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad de la Universidad Rafael Landívar, 2018.
- INAB. *Guía Técnica de especies forestales nativas para la restauración del paisaje forestal de Guatemala*. Guía Técnica, Guatemala: Instituto Nacional de Bosques, 2023. <https://restauracionforestal.inab.gob.gt/images/biblioteca/guias-de-restauracion-forestal/Gu%C3%ADa%20T%C3%A9cnica%20de%20especies%20forestales%20nativas%20para%20restauraci%C3%B3n%20del%20paisaje%20forestal%20de%20Guatemala.pdf>.
- INDE. «Manual de Organización y Funciones del Instituto Nacional de Electrificación.» Guatemala, marzo 2023.
- Jackson, Peter Wyse. *Jardines Botánicos, conceptos, operación y manejo*. México: Asociación Mexicana de Jardines Botánicos, D.C, 2006. https://www.concyteq.edu.mx/amjb/repositorio/documentos/publ_esp/1_Jardines_Botánicos_Conceptos_Operación_y_Manejo_2006.pdf.
- Jackson, Wyse, y P. Satherland. *Agenda Internacional para la Conservación en Jardines Botánicos*. Organización Internacional para la Conservación en Jardines Botánicos (BGCI), 2000.

- Kenefic, Natalia Escobedo. *Distribución Potencial de las Abejas Nativas sin Aguijón (Apidae: Meliponini) de Guatemala ante Posibles Escenarios de Cambio Climático*. Informe Final, Guatemala: Dirección General de Investigación, USAC, 2017. <https://digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/puirna/INF-2017-23.pdf>.
- Martínez, Héctor. *Eucalipto (Eucalyptus spp.): condiciones para su cultivo “Fomento de la reforestación comercial para la mejora y conservación de las reservas de carbono”*. Informe, Costa Rica: Forest Monitoring System for REDD+ Costa Rica, 2015. <https://www.onfcr.org/wp-content/uploads/media/uploads/documents/genero-eucalipto.pdf>.
- Monzón, José, Edgar Mó, y William Cetzal. «Orquídeas de la colección del departamento de biología de la Universidad del Valle de Guatemala.» *Revista de la Universidad del Valle de Guatemala*, 2016: 29-44. <https://repositorio.uvg.edu.gt/xmlui/handle/123456789/5394>.
- Morales, Christian Domingo. *El Jardín botánico de oriente: Vinculando ciencia con sociedad*. Guía de Informe Final, Guatemala: Dirección General de Investigación, 2021.
- Normativo para entrega de plantas forestales y otras especies, producidas en el vivero del INDE*, INDE (enero 2017).
- Oldfield, Sara, y Adrian Newton. *Conservación Integral de especies arbóreas en jardines botánicos: un manual de referencia*. Reino Unido: Botanic Gardens Conservation International, 2012. https://www.bgci.org/wp/wp-content/uploads/2019/04/IntegratedConservationOfTreeSpeciesByBotanicGardens_ES.pdf.
- Peña, Teva. «Jardín Botánico para el Instituto de Ciencias de la Tierra, USAC». Tesis de Licenciatura. USAC, 2018. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/11937/1/TEVA%20PE%C3%91A.pdf>
- PNUD. *América Latina y el Caribe: Una superpotencia de biodiversidad*. Comisión para la Biodiversidad, Ecosistemas, Finanzas y Desarrollo, 2020. https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/publications/Latin-America-and-the-Caribbean---A-Biodiversity-Superpower--Policy_Brief_SPANISH.pdf
- Polanco, Alvaro Dionel Orellana. *Catálogo de frutales nativos de Guatemala*. Guatemala: ICTA, 2014.
- R. Sosof, Jorge, Francisco José Fajardo, y Mynor R. Otzy. «*Estudio de la variabilidad y preservación de cultivos de Mamey (Mammea americana Jacq), en la región Sur Occidental de Guatemala*». Informe Final de Proyecto, Guatemala: INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE SUR OCCIDENTE, USAC, 2005. <https://digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/puirna/INF-2005-020.pdf>.

- Red Sudamericana de Jardines Botánicos. *Red Sudamericana de Jardines Botánicos, Terminos de Referencia*. Colombia: Red Sudamerica de Jardines Botánicos, 2019: 14. https://www.bgci.org/wp/wp-content/uploads/2023/05/Final_-Terminos-de-Referencia_Red-Sudamericana-Jardines-Botánicos_RSAJB.pdf.
- Rosales de Zea, Carolina. «Las colecciones del jardín botánico: historia, aportes y retos a casi cien años de su fundación.» *Ciencia y Conservación, Revista de Investigación y extensión del Centro de Estudios Conservacionistas*. 2014: 8-32. <https://jardinbotanico.usac.edu.gt/wp-content/uploads/2021/04/Ciencia-y-Conservacion-2014.pdf>.
- RSAJB-CCABJ-The Plantlife conservation society. «Simposio Jardines Botánicos de Latinoamérica.» *XIII Congreso Latinoamericano de Botánica*. Cuba, 2025.
- Unidad de Políticas e Información Estratégica (UPIE-MAGA), Programa de Emergencia por Desastres Naturales (MAGA-BID). *Mapa Fisiográfico-Geomorfológico de la República de Guatemala, a escala 1:250,000*. Memoria Técnica, Guatemala: Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación, 2001.
- Vargas Ríos, Orlando, Jualian Díaz, Sanddra Paola Reyes, y Pilar Gómez. *Guías Técnicas Para La Restauración Ecológica De Los Ecosistemas de Colombia*. Guía, Bogotá, D.C.: Universidad Nacional de Colombia, 2012. https://archivo.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemas/pdf/plan_nacional_restauracion/Anexo_8_Guias_Tecnicas_Restauracion_Ecologica_2.pdf.
- Vovides, Andrew, Carlos Iglesias, Víctor Luna, y Teodolinda Balcázar. «Los Jardines Botánicos y la Crisis de la Biodiversidad.» Editado por A.C. Instituto de Ecología. *Botanicas Sciences*, 2013: 239-250. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-42982013000300001.

Guatemala, octubre 8 de 2025

MSc. Arquitecto
Arq. Sergio Francisco Castillo Bonini
Decano
Facultad de Arquitectura
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Decano:

Atentamente, hago de su conocimiento he realizado la revisión de estilo del proyecto de graduación *Propuesta de diseño del jardín botánico en el Vivero Forestal Los Esclavos, aldea Los Esclavos, municipio de Cuilapa, Santa Rosa*, de la estudiante *Angeles Bella-elizabeth Méndez Guzmán* de la Facultad de Arquitectura, carné universitario número: **201310589**, previamente a conferírsele el título de **Maestría en Diseño y Planificación del Paisaje** en el grado académico de **Maestra**.

Luego de las adecuaciones y correcciones que se consideraron pertinentes en el campo lingüístico, considero que el proyecto de graduación que se presenta, cumple con la calidad técnica y científica requerida.

Al agradecer la atención que se sirva brindar a la presente, me suscribo respetuosamente,

Keila Ivonne Lepe
LICENCIADA EN LETRAS
COLEGIADO 29550



Keila Ivonne Lepe
Licenciada en Letras
Colegiado núm. 29 550

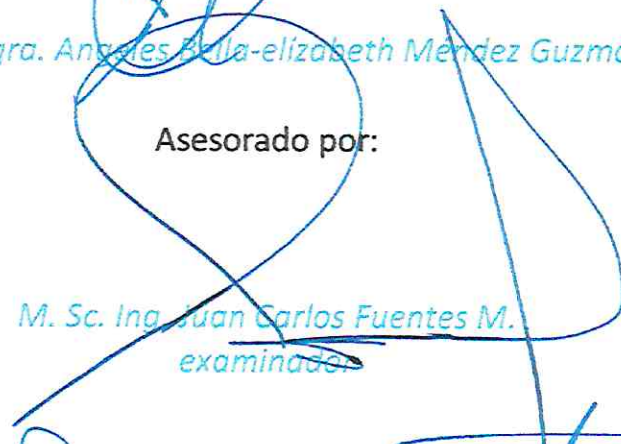
*"Propuesta de diseño del jardín botánico en el Vivero Forestal Los Esclavos, aldea
Los Esclavos, municipio de Cuilapa, Santa Rosa"*

Proyecto de Graduación desarrollado por:



Inga. Agr. Angeles Bella-elizabeth Méndez Guzmán

Asesorado por:



M. Sc. Ing. Juan Carlos Fuentes M.
examinador



M. Sc. Dafne Adriana Acevedo Q.
examinador



PhD. Arq. Miguel Ángel Chacón V.
examinador

Imprímase:

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



Arq. Sergio Francisco Castillo Bonini
Decano