

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS



Pasantía Profesional:

“Levantamiento de cobertura arbórea y determinación de servicios ecosistémicos a través del software i-Tree Eco® en el Ecoparque El Talapo”

Por:

Br. Emerson Rafael Melara Mineros

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE



Pasantía Profesional:

“Levantamiento de cobertura arbórea y determinación de servicios ecosistémicos a través del software i-Tree Eco® en el Ecoparque El Talapo”

Por:

Br. Emerson Rafael Melara Mineros

Requisito para optar al título de:

Ingeniero agrónomo

Ciudad Universitaria, San Salvador, El Salvador, Centro América. 2024

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

Rector:

Ing. Agr. Juan Rosa Quintanilla

Secretario general:

Lic. Pedro Rosalio Escobar Castaneda

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

Decano:

MAECE. Nelson Bernabé Granados

Secretario:

Ing. MSc. Edgar Geovany Reyes

Departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente

Jefe

Ing. Agr. MSc. José Mauricio Tejada Asencio

Docente Asesor

Ing. Agr. Rigoberto Antonio Urías Fernández

Asesor Externo

Ing. Civ. Ingrid Altagracia Alfaro

Tribunal evaluador

Ing. Agr. Rigoberto Antonio Urías Fernández

Ing. Agr. Juan Gerardo Marroquín Reina

Lic. Yeris Geovany Quintanilla

Coordinador de procesos de graduación del departamento

Ing. Agr. Juan Gerardo Marroquín Reina

Índice

1.	Resumen.....	vi
2.	Introducción	1
3.	Información de unidades productivas.....	2
3.1	Datos generales.....	2
3.1.1	Localización	2
3.1.2	Antecedentes	2
3.2	Recursos	3
3.2.1	Naturales	3
3.2.2	Instalaciones y equipo.....	3
3.2.3	Humano.....	3
3.3	Actividades actuales.....	3
3.3.1	Producción principal.....	3
3.3.2	Situación técnica	4
3.3.3	Situación administrativa.....	4
4.	Análisis de la problemática en sector.....	5
5.	Metodología	6
5.1	Descripción general del área de estudio.....	6
5.2	Fase preliminar.....	6
5.3	Fase de campo.....	7
5.3.1	Instrumentos y equipo utilizado	7
5.3.2	Recopilación de datos en campo	7
5.4	Fase de procesamiento de la información	9
5.5	Fase de análisis de los datos y elaboración de informe	9
6.	Resultados y Discusión	10

6.1	Composición florística	10
6.1.1	Comportamiento de especies arbustivas, palmeras y arbóreas	12
6.2	Estructura del bosque urbano	13
6.3	Conflicto con aceras y tendido eléctrico	14
6.4	Eliminación de contaminantes	17
6.4.1	Eliminación de contaminantes por especie	18
6.5	Secuestro y almacenamiento de carbono	20
6.6	Producción de oxígeno	23
6.7	Escurrimiento evitado	24
6.7.1	Escurrimiento evitado por especie y valor monetario asociado	26
6.8	Valores estructurales de sustitución y funcionales	26
6.9	Fauna de Ecoparque El Talapo	29
7.	Conclusiones	32
8.	Recomendaciones	34
9.	Bibliografía	35
10.	Anexos	36

Índice de Figuras

Figura 1.	Ubicación del Ecoparque El Talapo (área de estudio)	6
Figura 2.	Equipo usado para la toma de datos de campo (Celular, GPS, Cinta diamétrica, hipsómetro laser y cinta métrica).	7
Figura 3.	Composición de las especies de árboles en Ecoparque El Talapo en porcentaje.	14
Figura 4.	Clases diamétricas en centímetros de Ecoparque El Talapo	14
Figura 5.	Porcentaje y número de árboles que presentan conflicto con tendido eléctrico.	16
Figura 6.	Árboles que presentan conflicto con el tendido eléctrico.	16
Figura 7.	Contaminación eliminada anual y su valor monetario en dólares	17

Figura 8.	Eliminación de contaminantes en kg/año por especie.	19
Figura 9.	Eliminación de contaminantes por año y su valor monetario por especie.....	19
Figura 10.	Secuestro de carbono en toneladas métricas y su valor monetario asociado en dólares USD.	21
Figura 11.	Almacenamiento de carbono en toneladas métricas y su valor monetario asociado en dólares USD	22
Figura 12.	Correlación entre producción de oxígeno por especie y numero de árboles.....	24
Figura 13.	Relación entre escurrimiento evitado por especie y su valor monetario asociado..	26
Figura 14.	Valores de sustitución (estructurales) de los árboles del Ecoparque El Talapo.....	27
Figura 15.	Valores funcionales y su valor monetario de los árboles en el Ecoparque El Talapo.	28
Figura 16.	Especies con los valores de sustitución más altos del Ecoparque El Talapo.....	28

Índice de cuadros

Cuadro 1.	Composición florística del ecoparque El Talapo.	10
Cuadro 2.	Especies animales vistas en el Ecoparque El Talapo	29

1. Resumen

La pasantía profesional se desarrolló en el Consejo de Alcaldes del Área Metropolitana de San Salvador/Oficina de Planificación del Área Metropolitana de San Salvador (COAMSS/OPAMSS) desde el mes de junio de 2023 hasta mayo de 2024. El área designada para la pasantía profesional fue el Ecoparque El Talapo ubicada en el municipio de San Salvador en el departamento de San Salvador, con coordenadas geográficas de 13°40'51''N y -89°13'10''W, que contaba con un área total de 2.97 hectáreas.

Con el trabajo de pasantía se elaboró un inventario del total de especies arbóreas y los servicios ecosistémicos y valor económico que generan los árboles del Ecoparque El Talapo, para el que se hicieron visitas de campo a lo largo del año para tomar datos de diferentes variables indispensables para su estimación, como la alturas de los árboles, anchos de copa, muerte regresiva, etc. También se identificaron aquellos árboles que tenían problemas con servicios como el alumbrado eléctrico y fauna animal encontrada en el área de estudio.

Para determinar los servicios ecosistémicos y darles un valor monetario se utilizó un software desarrollado por el Servicio Forestal de los Estados Unidos (USFS), el cual nos permite la composición y estructura del arbolado urbano presente en el área del proyecto de pasantía.

En el área de estudio se hizo registro de 667 individuos, comprendidos en 31 familias, 64 géneros y 69 especies; el 45.28% de las especies son introducidas y el 54.72% son especies nativas; el 89.20% del total de individuos son árboles, el 5.55% son arbustos y el 5.25% son palmeras. La especie más abundante es *Corymbia torelliana* con 85 individuos y el 86.4% de las especies en el parque no presenta ningún tipo de conflicto con alumbrado eléctrico, sin embargo, la especie que más presenta conflicto con alumbrado eléctrico es *Albizia adinocephala*. El arbolado del parque elimina anualmente 181.46 kg de contaminantes con un valor asociado de \$6863.22 dólares USD; secuestra 13.78 toneladas métricas anuales de Carbono con un valor de \$2971.53 dólares; almacena 264.15 toneladas métricas de Carbono con un valor de \$56964.37 dólares; produce 36.74 toneladas métricas de oxígeno; reduce en 608 metros cúbicos de agua de escorrentía por año y el arbolado tiene un valor de sustitución de \$1154387.25 dólares USD.

2. Introducción

El arbolado urbano abarca el papel esencial que desempeñan los árboles en los ecosistemas urbanos, contribuyendo a la sostenibilidad y calidad de vida en las ciudades. Los árboles en áreas urbanas proporcionan diversos beneficios ambientales como la regulación del microclima, la captura de contaminantes del aire, reducción del ruido, regulación del ciclo del agua y fomento de la biodiversidad. La presencia en árboles en el área urbana no solo mejora la estética de las áreas urbanas, proporciona espacios recreativo para las comunidades, ofreciendo ventajas sociales al mejorar la calidad de vida, la salud, el bienestar junto con los beneficios económicos como el ahorro de costos en servicios como la reducción de temperatura de las estructuras.

El arbolado urbano nos brinda beneficios conocidos como servicios ecosistémicos, los cuales son los beneficios que los humanos obtenemos de los ecosistemas naturales. Estos servicios son fundamentales para la supervivencia y bienestar. Estos servicios pueden clasificarse en cuatro categorías principales, como el servicio de provisionamiento (alimentación, medicina, madera), de regulación (purificación del aire, intercepción de escorrentía, regulación del clima), culturales que son los que las personas obtienen de los ecosistemas (recreativas, estéticas, educativas) y soporte que son los necesarios para la producción de todos los demás servicios ecosistémicos (formación de suelo, fotosíntesis, ciclo de nutrientes y creación de hábitats)

Por todo esto, es importante realizar un inventario de la composición y estructura del arbolado del Ecoparque El Talapo, así como también, determinar los servicios ecosistémicos que ofrecen junto con su valor económico por medio del software iTree Eco, esto para crear planes de manejo y estrategia que servirá para la toma de decisiones del arbolado del parque; de igual forma busca fortalecer el catálogo de especies arbóreas de OPAMSS y Database de iTree para futuros proyectos e investigaciones y generar nuevos conocimientos que puedan ser puestos a disposición de las instituciones gubernamentales y académicas.

3. Información de unidades productivas

3.1 Datos generales

OPAMSS es una institución que contribuye a un desarrollo urbano planificado y sostenible en el Área Metropolitana de San Salvador, a través de la planificación y ejecución de proyectos de desarrollo social y económico, fomentando la participación activa de la sociedad en la toma de decisiones relacionadas con el desarrollo humano, promoviendo la inclusión y la democracia participativa. De igual manera, a través de la planificación y control del desarrollo urbano, OPAMSS trabaja en la construcción de una ciudad más resiliente ante desastres naturales y situaciones de emergencia, garantizando la seguridad y bienestar de sus habitantes.

3.1.1 Localización

La Oficina de Planificación del Área Metropolitana de San Salvador (OPAMSS) inicio sus funciones en 1990 en las instalaciones de la Alcaldía de San Salvador, para luego ser trasladada a su ubicación actual en la Colonia Layco, diagonal San Carlos, 25 calle poniente y, 15 avenida norte, San Salvador.

3.1.2 Antecedentes

El Área Metropolitana de San Salvador (AMSS) nació a través de la creación del Consejo de alcaldes del Área Metropolitana de San Salvador (COAMSS), establecido por los consejos municipales del AMSS y municipios aledaños. Este organismo está integrado por los alcaldes de la región y tiene como objetivo principal coordinar y gestionar el desarrollo y ordenamiento territorial del AMSS.

La Oficina de Planificación del Área Metropolitana de San Salvador (OPAMSS), fue creada por el Consejo de Alcaldes del Área Metropolitana de San Salvador (COAMSS) por medio del acuerdo municipal en octubre de 1988, como una entidad eminentemente técnica, descentralizada y autónoma. Se publicó su creación el 3 de febrero de 1990, y desde esta fecha OPAMSS se convierte en la secretaria técnica del COAMSS y su principal brazo técnico, el cual se encarga en la investigación y el análisis de los problemas del desarrollo urbano, la planificación, control del territorio y promoción del desarrollo económico, con una visión estratégica y unificada de la metrópoli.

En la actualidad el Área Metropolitana de San Salvador (AMSS) está conformado por 14 municipios, 11 del departamento de San Salvador los que son: San Salvador, Mejicanos,

Soyapango, Apopa, Ayutuxtepeque, Cuscatancingo, Ciudad Delgado, San Marcos, San Martín, Ilopango y Nejapa; del departamento de La Libertad se encuentran Antiguo Cuscatlán, Santa Tecla y Nuevo Cuscatlán.

3.2 Recursos

3.2.1 Naturales

OPAMSS trabaja para abordar el tema del arbolado urbano y la renaturalización de las áreas urbanas del AMSS, así como también la identificación de servicios ecosistémicos que los árboles ofrecen, los que representan su principal recurso natural en la promoción de proyectos y mecanismos que mejoren estos componentes en la ciudad.

3.2.2 Instalaciones y equipo

Las instalaciones de OPAMSS incluyen una oficina central y dos anexas, los encargados del tema ambiental, están designados en las instalaciones centrales y cuentan con equipos tecnológicos de computadoras de escritorio y portátiles; también cuentan con equipo para la medición de la calidad del aire, fotogrametría, cámara térmica, medición de permeabilidad, medición de humedad, cinta diamétrica, hipsómetro laser, brújula, cinta métrica, pistola haga y clinómetro, equipo relacionado con el trabajo realizado.

3.2.3 Humano

OPAMSS tiene un recurso humano de 120 personas, entre ellas, 5 ocupan cargos relacionados a temas de interés ambiental que se encuentran en la unidad ambiental y unidad de innovación al desarrollo metropolitano.

3.3 Actividades actuales

3.3.1 Producción principal

En la actualidad, OPAMSS impulsa un proyecto de Política Metropolitana de Espacios Públicos y Plan Inicial de Adaptación al Cambio Climático, el cual se centra en abordar los desafíos del cambio climático a través de estrategias e inversión. Esto con la finalidad de mejorar la resiliencia urbana, reducir la vulnerabilidad e integrar consideraciones climáticas en diversos sectores como la planificación urbana, la infraestructura, la movilidad, la salud y la educación. Además, destacan la importancia de adaptar la infraestructura, el medio ambiente y la sociedad para resistir los impactos de las amenazas climáticas. De la misma forma se tiene la necesidad de alinear regulaciones de diseño urbano, planificación del uso del suelo, infraestructura sostenible,

reducción de riesgos de desastres y colaboración interinstitucional para lograr una adaptación al clima efectiva y una gestión del riesgo de desastres.

3.3.2 Situación técnica

La secretaria técnica del COAMSS se encarga de la investigación, análisis de problemas de desarrollo urbano, planificación y control del territorio, así como la promoción del desarrollo económico en el Área Metropolitana de San Salvador. La OPAMSS cuenta con una amplia diversidad que ayudan y colaboran en la gestión de toma de decisiones considerando todos los puntos de vista de cada una de las ramas, entre estas la unidad ambiental, la cual cuenta con el mayor equipo técnico especializado y la experiencia en temas de recursos naturales.

3.3.3 Situación administrativa

La OPAMSS se rige por un marco normativo y organizativo específico. Según el Manual de Organización y Funciones de la OPAMSS, esta entidad tiene la facultad de aprobar su organización administrativa, nombrar funcionarios y aprobar su presupuesto de operación. En cuanto a la aprobación de planes y esquemas, la OPAMSS sigue un proceso detallado que implica la elaboración de documentos, presentación de instancias como el COPLAMSS y COAMSS, emisión de informes, revisión de observaciones y aprobación final de planes, esto demuestra que se opera dentro de un marco normativo y técnico que garantiza la planificación y ordenamiento territorial en el Área Metropolitana de San Salvador.

4. Análisis de la problemática en sector

La OPAMSS desempeña un papel fundamental en la revitalización del Centro Histórico de San Salvador, participando en la gestión y transformación integral de este importante espacio urbano. A través del Programa Temporal para la Revitalización del Centro Histórico, la OPAMSS ha contribuido en posicionar a la ciudad capital como un atractivo urbano-arquitectónico, turístico y económico.

La OPAMSS ha llevado a cabo intervenciones significativas en el marco de la Fase 1 del proyecto de Revitalización del Centro Histórico de San Salvador, específicamente en el Parque Cuscatlán, para lo que logro recientemente capacitar técnicos en la metodología iTree Eco. Aunque el empleo de la aplicación y la información adquirida tienen mucha importancia para la planificación urbanística, se tiene poco personal para destinarse a un trabajo de censo en general, al mismo tiempo encontrándose con problemas de no contar con el equipo técnico necesario para realizar estimaciones más a detalle del censo del arbolado urbano.

En base a lo anterior, OPAMSS ve adecuado y estratégico la alianza entre la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, con la finalidad de hacer la aplicación de la metodología iTree Eco para el levantamiento de información de árboles en el área urbana, en sectores destinados para aplicar los resultados obtenidos en la planificación misma del territorio.

5. Metodología

5.1 Descripción general del área de estudio

El proyecto se desarrolló en el Ecoparque El Talapo con coordenadas geográficas $13^{\circ}40'51''N$ y $-89^{\circ}13'10''W$, ubicado en el departamento de San Salvador, del municipio de San Salvador, el cual tiene una elevación de 788 msnm, con una temperatura promedio de $29^{\circ}C$, precipitación anual de 1,800 mm, humedad relativa de 82% y la velocidad del viento es de 10.6 km/h. El Ecoparque El Talapo tiene un área de aproximadamente 2.97 ha (Figura 1).



Figura 1. Ubicación del Ecoparque El Talapo (área de estudio).

5.2 Fase preliminar

Se hizo el contacto con la unidad ambiental por medio del docente tutor interno para posteriormente realizar una reunión inicial en el que se definió a la tutora externa, los objetivos y el área de estudio, así como los parámetros a evaluar y los compromisos para dar un desarrollo óptimo a los objetivos de la investigación.

Seguidamente se programó una visita de campo al área de estudio para dar un recorrido de reconocimiento junto con autoridades de la unidad ambiental de OPAMSS y la administración del parque para definir claramente los límites del parque.

Se conversó con la administración del parque para gestionar los horarios, entradas y salidas, seguridad, permisos respectivos para la toma de datos y proporcionar el equipo y recurso humano necesario para el proyecto de pasantía.

5.3 Fase de campo

5.3.1 Instrumentos y equipo utilizado

Para el levantamiento de información en campo se utilizaron diversos instrumentos y equipos los cuales se presentan a continuación en la figura 2:



Figura 2. Equipo usado para la toma de datos de campo (Celular, GPS, Cinta diamétrica, hipsómetro láser y cinta métrica).

Para el préstamo del equipo fue necesario solicitarlo al Departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente de la Facultad de Ciencias Agronómicas.

5.3.2 Recopilación de datos en campo

Para la toma de datos en campo se utilizó la metodología iTree Eco, la que requiere una serie de información para determinar los servicios ecosistémicos y la estructura que el arbolado ofrece, esto siguiendo un protocolo establecido para cada una de las variables a medir, las cuales se detallaran a continuación:

Se establecieron ciertos parámetros para aceptar el registro de los árboles en el censo arbóreo de árboles, arbustos y palmeras del Ecoparque El Talapo, los cuales fueron que la medida del

diámetro a la altura de pecho (DAP) sería a 1.30 m y para poder tomar los datos de los árboles debían cumplir una DAP mayor o igual a 5.0 cm, esto con la finalidad de asegurar que con las especies censadas tendrán una supervivencia mayor que especies con DAP más bajos.

En campo se utilizó un formato que se diseñó de registro de variables previamente para el registro de los datos en base a los parámetros que requiere junto con las variables de interés para iTree Eco (Figura A-1), variables que se definen a continuación:

- Código del árbol (ID): Definido por el técnico encargado numerando desde el número 1 hasta n número de árboles para su fácil identificación, con la numeración se busca no repetir los datos del árbol que ya fue censado.(Figura A-2)
- Estatus: Se refiere al origen del árbol, puede ser por dispersión natural, sembrado o desconocido.
- Nombre común: Es el nombre por el que es conocido comúnmente por las personas.
- Datos de árboles: Diámetro a la altura del pecho (medido desde la base hasta 1.30 metros con cinta diamétrica)(Figura A-3), altura total (AT), altura de la copa verde (ACV) y altura de la rama más baja (ARMB) se miden con hipsómetro laser las tres alturas(Figura A-3); ancho de copa (se mide en base a los puntos cardinales, de norte a sur y de este a oeste, con la cinta métrica)(Figura A-4); porcentaje de muerte regresiva (se hace una visualización total del árbol para identificar ramas secas y muertas, y su valor es en porcentaje con valores de 5 en 5 hasta llegar a 100%); porcentaje de copa ausente (se determina haciendo una observación general del árbol teniendo conocimiento de la forma de la copa para identificar espacios que tenga en la copa, se mide en porcentaje con valores de 5 en 5 hasta llegar a 100%); copa expuesta a luz (se divide el árbol en cinco partes y se determina cuanta luz solar recibe el árbol durante el transcurso el día, va con valores desde 0 hasta 5 los cuales definen cuantos puntos del árbol reciben luz, y valor de -1 para arboles muertos)(Figura A-5); coordenadas geográficas (para georreferenciar cada uno de los árboles del parque, estas fueron tomadas con un GPS)(Figura A-6); interferencia o conflicto con aceras (se identificaban los árboles que tenían problemas con los pasos peatonales y se anotaba su incidencia entre baja, media y alta); conflicto con alumbrado (se identificaban aquellas especies que con sus ramas invadían y dañaban cables de telefonía, internet y alumbrado eléctrico)(Figura A-7); mantenimiento recomendado (sugerencia de mantenimiento en base al estado del árbol); Tarea de

mantenimiento (es la sugerencia que se proporciona para tratar el árbol, puede ir desde una poda hasta la eliminación del árbol); árbol de calle (se define si el árbol está situado en la calle o no); público o privado (se define si el árbol está situado en una zona pública o privada).

- Registro fotográfico: con la utilización de cámara de un celular se toma una foto del árbol para su fácil identificación en caso de que se tenga algún tipo de duda. (Figura A-8)

5.4 Fase de procesamiento de la información

- Elaboración del proyecto en el software iTree Eco, donde se configuró cada una de las variables que se recopiló en la fase de campo según los requerimientos definidos por el modelo. (Figura A-9)
- Creación de base de datos en Excel (2021) con la información de los árboles que se obtuvieron en campo para luego ser vaciado al software iTree Eco.
- Incorporación de los datos de los árboles de Excel al software iTree Eco, por medio del importe, se verificó que cada uno de los datos estén escritos correctamente, específicamente los nombres científicos y su código de cada una de las especies encontradas en la zona de estudio. (Figura A-10)
- Luego de vaciado de datos y la verificación de los nombres en el software iTree Eco, se procedió a enviar la base al Servicio Forestal de los Estados Unidos para luego esperar los informes escritos.
- Recepción de los reportes de los datos analizados por el Servicio Forestal de los Estados Unidos. (Figura A-11)

5.5 Fase de análisis de los datos y elaboración de informe

Se procedió a hacer el ordenamiento y clasificación de toda la información obtenida por el Servicio Forestal de los Estados Unidos para la elaboración de los análisis e interpretaciones que fueron generados por el software iTree Eco. Con la información obtenida se hizo el informe final en el cual se incluye la composición florística y estructura del arbolado del Ecoparque El Talapo, los principales servicios ecosistémicos brindados por el arbolado y sus valores económicos en dólares, así como también conclusiones y recomendaciones.

6. Resultados y Discusión

6.1 Composición florística

La identificación de las especies se hizo mediante la visita de un licenciado, docente de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas junto con el docente tutor y ayuda de personal administrativo del parque. (Figura A-12)

La composición florística del área de estudio presenta un total de 667 especies (Figura A-13) que cumplían con los parámetros para ser medidos dentro del área de estudio (2.84 ha), se detallan en el Cuadro 1. De las especies encontradas se tiene que el 89.20% son árboles, 5.55% son arbustos y 5.25% son palmeras. Están distribuidos en 31 familias, 64 géneros y 69 especies. Así mismo el parque cuenta con un 45.28% de especies introducidas y 54.72% de especies nativas.

La riqueza en diversidad de especies es muy alta, tomando en cuenta el área de estudio, el cual contaba con 69 especies, y 64 géneros los cuales se distribuyeron en 31 familias botánicas. Estos datos pueden considerarse muy altos respecto al área de estudio ya que, si se comparan con los resultados obtenidos por Gómez Sánchez, 2023, realizó un estudio en diferentes partes de San Salvador, en el que se evaluaron las especies arbóreas y arbustivas, donde se encontraron 34 familias, 56 géneros y 63 especies en 35.6 ha, un área mucho mayor que en la de esta investigación, teniendo solamente un área de 2.84 ha.

Cuadro 1. Composición florística del ecoparque El Talapo.

Familia	Especie	Nombre común	Individuos en Ecoparque	Origen
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i>	Marañón	1	I
	<i>Astronium graveolens</i>	Ron	2	N
	<i>Mangifera indica</i>	Mango	17	I
	<i>Spondias purpurea</i>	Jocote	4	N
	<i>Tapirira guianensis</i>	Majo Prieto	1	N
Annonaceae	<i>Annona muricata</i>	Anona	1	N
	<i>Polyalthia longifolia</i>	Polyalta	18	I
Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	Flor de mayo	1	N
Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i>	Mano de león	1	N
Arecaceae	<i>Adonidia merrilli</i>	Palmera miami	35	I
Asparagaceae	<i>Dracaena fragrans</i>	Izote extranjero	1	I
	<i>Yucca aloifolia</i>	Izote	2	I
Asteraceae	<i>Critoniopsis leiocarpa</i>	Oreja de gato	17	N

Familia	Especie	Nombre común	Individuos en Ecoparque	Origen
Bignoniaceae	<i>Tabebuia chysantha</i>	Cortés blanco	13	N
	<i>Spathodea campanulata</i>	Llama de bosque	2	I
	<i>Tabebuia rosea</i>	Maquilishuat	48	N
	<i>Tecoma stans</i>	San Andrés	44	N
Boraginaceae	<i>Cordia dentata</i>	Tigüilote	2	N
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Jiote	11	N
Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i>	Almendro de playa	1	I
	<i>Terminalia oblonga</i>	Volador	9	N
Ebenaceae	<i>Diospyros salicifolia</i>	Árbol tresillo	2	N
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia leucocephala</i>	Caraño	1	I
Fabaceae	<i>Acacia polyphylla</i>	Zarzo	1	N
	<i>Albizia adinocephala</i>	Polvo de queso	23	N
	<i>Andira inermis</i>	Almendro de río	8	N
	<i>Cassia fistula</i>	Lluvia de oro	1	I
	<i>Delonix regia</i>	Árbol de fuego	6	I
	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Conacaste	6	N
	<i>Inga paterno</i>	Paterna	1	N
	<i>Inga punctata</i>	Pepeto de río	5	N
	<i>Lonchocarpus salvadorensis</i>	Chaperno	16	N
	<i>Pithecellobium dulce</i>	Mangollano	19	N
	<i>Schizolobium parahyba</i>	Vaporub	2	N
	<i>Senegalia polyphylla</i>	Acacia	1	N
	<i>Senna siamea</i>	Flor amarilla	1	I
	<i>Tamarindus indica</i>	Tamarindo	2	I
Lamiaceae	<i>Gmelina arborea</i>	Gemelina	9	I
	<i>Tectona grandis</i>	Teca	40	I
Lauraceae	<i>Laurus nobilis</i>	Laurel nacional	22	I
	<i>Persea americana</i>	Aguacate	2	N
Lythraceae	<i>Lagerstroemia speciosa</i>	Júpiter de java	1	I
Magnoliaceae	<i>Magnolia grandiflora</i>	Magnolia	57	I
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nance	1	N
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	1	N
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Tapaculo	1	N
Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i>	Neem	2	I
	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	9	N
	<i>Guarea glabra</i>	Huevo de mico	2	N
	<i>Swietenia humilis</i>	Caoba	24	I
	<i>Trichilia hirta</i>	Cedro macho	2	N

Familia	Especie	Nombre común	Individuos en Ecoparque	Origen
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i>	Ojushte	12	N
	<i>Castilla elastica</i>	Palo de hule	3	N
	<i>Ficus benjamina</i>	Laurel de la india	1	I
	<i>Ficus crocata</i>	Amate negro	1	I
	<i>Ficus obtusifolia</i>	Amate blanco	3	I
Myrtaceae	<i>Corymbia torelliana</i>	Eucalipto torelliana	85	I
	<i>Eucalyptus deglupta</i>	Eucalipto arcoíris	2	I
	<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	3	N
	<i>Syzygium cumini</i>	Cerezo de belice	8	I
Piperaceae	<i>Piper tuberculatum</i>	Cordoncio	1	N
Polygonaceae	<i>Triplaris melaenodendron</i>	Mulato	4	N
Rhamnaceae	<i>Colubrina arborescens</i>	Chaquiro	9	N
Rubiaceae	<i>Hamelia patens</i>	Chichipince	1	N
	<i>Morinda citrifolia</i>	Noni	7	I
Sapindaceae	<i>Melicoccus bijugatus</i>	Mamón	15	I
Sapotaceae	<i>Sideroxylon capiri</i>	Tempisque	2	N
Simaroubaceae	<i>Simarouba glauca</i>	Aceituno	8	N
Urticaceae	<i>Cecropia peltata</i>	Guarumo	3	N

Los bosques urbanos son parte de la infraestructura verde en las ciudades, ya que no necesariamente deben estar en áreas protegidas, porque pueden establecerse en colegios, clubes, residenciales, parques, entre otros, y esto puede tomarse en cuenta para hacer siembra de especies nuevas o bien, conservar especies nativas que ayuden a los suelos y el ecosistema.

Los beneficios que aporta a los ciudadanos son muy diversos y de gran valor, ya que mejoran la calidad del aire, influyendo de manera positiva en la salud y bienestar de ciudadanos y visitantes. Los bosques urbanos aportan muchos beneficios, entre los cuales pueden mencionarse el almacenamiento y captura de carbono, eliminación de partículas contaminantes, mejora la filtración y retención de agua a mandos acuíferos, mejoran el microclima del lugar y reduce el consumo de energía eléctrica de la ciudad; todos estos beneficios ayudan en la lucha contra la contaminación y el cambio climático.

6.1.1 Comportamiento de especies arbustivas, palmeras y arbóreas

La familia que presenta un mayor número de individuos fue la Bignoniaceae con un total de 107 individuos, dentro de esta *Tabebuia rosea* (Maquilishuat) con 48 individuos y *Tecoma stans* (San

Andrés) con 44 individuos son las especies predominantes, siendo ambas especies nativas. La especie *Tabebuia rosea* es un árbol nativo en El Salvador utilizado para la obtención de madera, árbol ornamental, recuperación de suelos y mejora de la calidad del aire. Por sus características mencionadas son idóneas para el uso del paisajismo de zonas urbanas y embellecimiento del mismo. La especie *Tecoma stans* (arbusto) puede ser clasificado como arbusto o árbol y tiene un uso normalmente ornamental.

La familia Myrtaceae es la segunda más numerosa con mayor número de individuos contando con 98 árboles, se encuentra altamente dominado por la especie *Corymbia torelliana* (Eucalipto torelliana), una especie introducida que por sus características puede ser usado ornamentalmente, sin embargo, estos árboles tienen un potente desarrollo del sistema radicular, lo cual puede ayudar a drenar suelos mejorando la filtración del recurso hídrico. En el área urbana puede llegar a representar un peligro potencial para las personas, estructuras y alumbrado eléctrico debido a su gran tamaño y altura, lo que podría ocasionar daños en caso de caída o vientos fuertes, además, su sistema radicular puede llegar a afectar la estabilidad e integridad de estructuras cercanas y su crecimiento puede interferir con el alumbrado eléctrico.

El tercer grupo de familias con mayor número de individuos son la Fabaceae, Magnoliaceae y Lamiaceae con 92, 57 y 49 individuos. De las cuales pueden destacarse las especies *Albizia adinocephala* (Polvo de queso) es una especie nativa, *Magnolia grandiflora* (Magnolia) otra especie que también es nativa y *Tectona grandis* (Teca) que es una especie introducida.

Respecto a palmeras, se encuentra dominante una única especie *Adonidia merrilli* (Palmera miami) con 35 individuos.

6.2 Estructura del bosque urbano

El bosque urbano en el Ecoparque El Talapo cuenta con un total de 667 especies de las cuales tenemos tres especies que están en mayor número de individuos los cuales son *Corymbia torelliana* (12.7%), *Magnolia grandiflora* (8.5%) y *Tabebuia rosea* (7.2%), entre otras especies en mayor abundancia que se muestran en la figura 3.

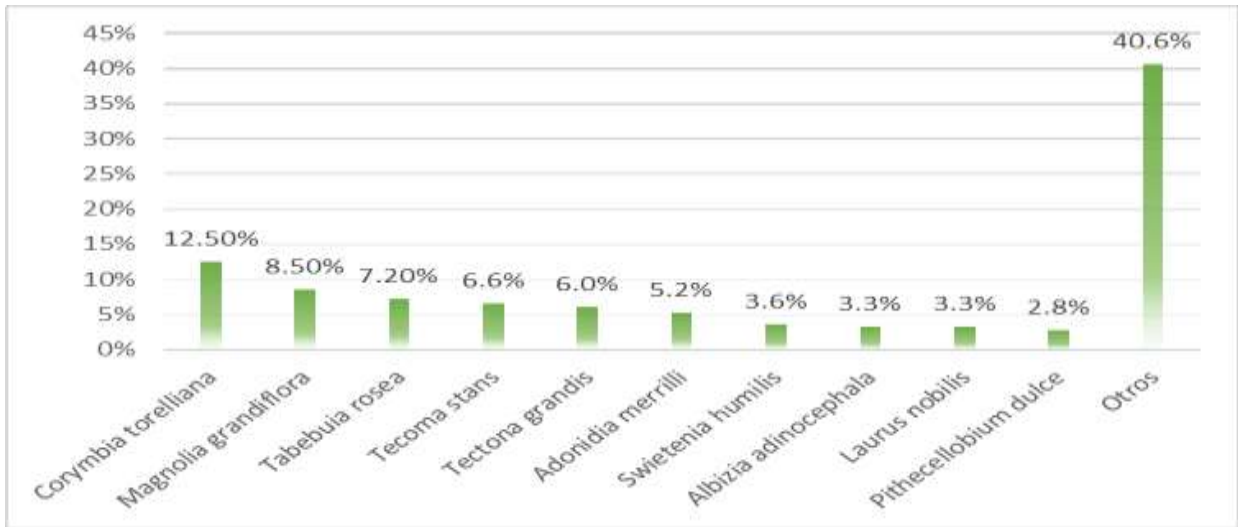


Figura 3. Composición de las especies de árboles en Ecoparque El Talapo en porcentaje.

También puede hacer visualización de la estructura del Ecoparque El Talapo por medio de sus clases diamétricas en la figura 4. Puede observarse que la mayoría de individuos están entre las clases diamétricas de 0 a 45.7 cm, indicando que la mayoría de sus individuos están en desarrollo y crecimiento, así mismo, es importante para la supervivencia forestal, ya que permite la sustitución de árboles maduros y longevos por individuos más jóvenes sin dificultad.

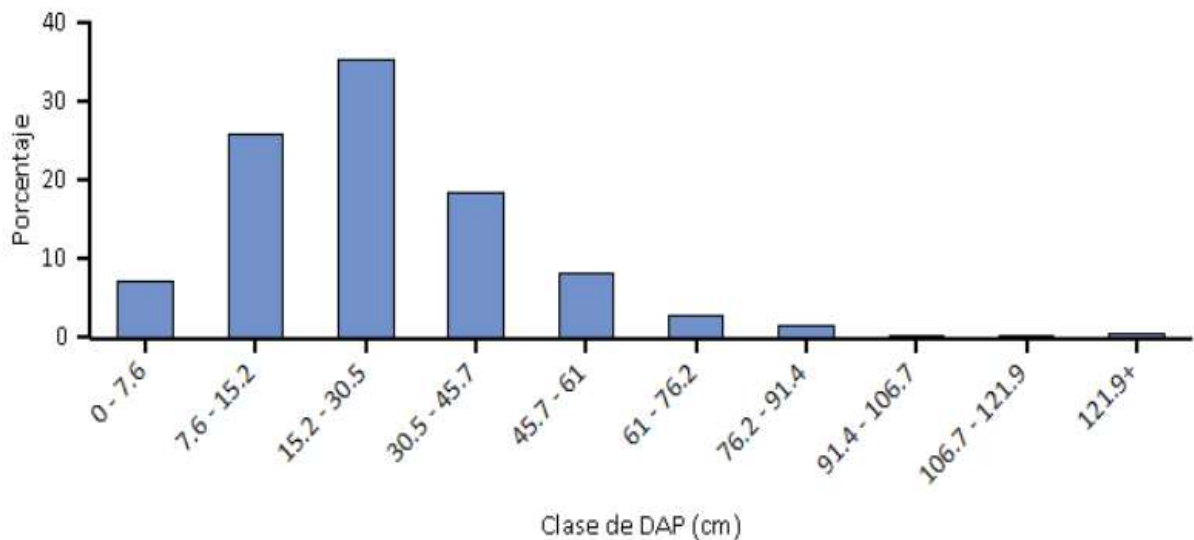


Figura 4. Clases diamétricas en centímetros de Ecoparque El Talapo.

6.3 Conflicto con aceras y tendido eléctrico

En el área urbana, el conflicto entre los árboles y el alumbrado eléctrico es un tema que debe ser tomado en cuenta ya que es relevante a la hora de hacer la planificación y gestión de los espacios

verdes en los entornos urbanos. El conflicto que surge entre el árbol del área urbana con el alumbrado eléctrico se da gracias a varios factores, como la interferencia de las copas de los árboles con la iluminación de las calles, afectando la eficacia en la iluminación y visibilidad en áreas públicas.

En estos términos, el manejo del arbolado o de espacios verdes que aún existen al interior de las áreas urbanas se debe de regir por criterios técnicos y de planeación que permitan su adecuado manejo, disposición y conservación en la búsqueda del mejoramiento ambiental de las ciudades. Para lograrlo es preciso comenzar por realizar un inventario y diagnóstico de la masa Arborea de la ciudad destacando no solo las especies existentes además, es importante identificar donde se encontraron daños en vías, aceras, fachadas, techos; interferencias causadas por la arborización en los cableados de electricidad, televisión y teléfono; arboles desestabilizados por podas severas con daños en las raíces y arboles grandes y antiguos entre otros deterioros causantes al ambiente por la mano del hombre (Reyes, A y Gutiérrez, J. 2010).

El Ecoparque El Talapo, hay una gran variedad de especies que pueden llegar a provocar un conflicto con aceras, pero en el caso del parque, a pesar de tener un gran volumen de árboles, el 100% del arbolado urbano no presenta ningún tipo de conflicto con aceras, esto se debe a que el parque cuenta con un área en su mayoría de suelo en el que los árboles se desarrollan y crecen sin problema de afectar este tipo de servicio.

En el Ecoparque El Talapo se reportan 26 árboles que presentan conflicto, 65 que tienen líneas de alumbrado presentes pero que no presentan conflicto y 576 que no tienen líneas presentes, así como el porcentaje que estas representan dentro del área de estudio. La razón de que la mayor parte del arbolado no presente conflicto se debe a que el parque cuenta con instalación de sistema de cableado eléctrico subterráneo, sin embargo, debe tenerse un monitoreo del arbolado ya que sus raíces pueden invadir o dañar este sistema de cableado subterráneo.



Figura 5. Porcentaje y número de árboles que presentan conflicto con tendido eléctrico.

En la gráfica puede observarse que 86.4% de los árboles del Ecoparque El Talapo no tiene ningún tipo de conflicto con alumbrado ya que no habían líneas presentes, el 3.9% presentaban conflicto con líneas ya que sus ramas afectaban o topaban postes de alumbrado eléctrico y el 9.7% a pesar de tener cableado de alumbrado eléctrico, telefonía o internet, no presentaba ningún tipo de conflicto con estos servicios, debido a que son árboles que se desarrollaron a una distancia prudente donde no ocasionan ningún tipo de molestia.



Figura 6. Árboles que presentan conflicto con el tendido eléctrico.

En el gráfico pueden observarse los árboles que tienen conflicto con el tendido eléctrico, entre los cuales destaca la especie *Albizia adinocephala* con 10 árboles, *Tabebuia rosea* con 4 árboles, *Mangifera indica* y *Delonix regia* con 2 árboles cada uno; estas especies están situadas en los límites del parque y son las que con su copa y ramas invaden y afectan las líneas de alumbrado

eléctrico, ya que gracias a que son especies que pueden alcanzar alturas arriba de los 15 metros afectan estos servicios durante su etapa de desarrollo, razón por la cual, debe tenerse un plan de manejo bien estructurado para tener un mejor control en el desarrollo de estas especies, o en caso de que lleguen a representar un peligro, recurrir a no utilizarla o eliminarlas.

6.4 Eliminación de contaminantes

La contaminación atmosférica es aquella introducción de sustancias que tienen una acción nociva por la actividad humana de forma directa o indirectamente a la atmosfera como el Monóxido de Carbono (CO), el Ozono a nivel de troposfera (O₃), Dióxido de Azufre (SO₂), Dióxido de Nitrógeno (NO₂) y Material Particulado de 2.5 y 10 micras, contaminantes que ponen en peligro la vida del ser humano, lo que causa daños a los ecosistemas, deterioro de bienes materiales, estructuras y equipos de uso cotidiano. La contaminación del aire en las ciudades y zonas rurales crea partículas que causan enfermedades cerebrovasculares, cardiopatías, cáncer de pulmón y enfermedades respiratorias agudas y crónicas. Según la OMS, 2024. Las fuentes de contaminación del aire son múltiples como el consumo de energía para cocinar, los vehículos de combustión, la generación de energía, la incineración de residuos, desechos agrícolas y la industria.

A continuación, se observa la cantidad contaminación anual realizada por el arbolado del Ecoparque El Talapo, se presenta en la figura 7.



Figura 7. Contaminación eliminada anual y su valor monetario en dólares.

En el grafico puede apreciarse que el contaminante con mayor eliminación fue el Ozono (O₃), el cual tuvo una eliminación anual de 131.62 kilogramos al año que a valores monetarios equivalen a \$2314.00 dólares USD, seguido por el dióxido de azufre (SO₂) que tuvo una eliminación anual de

29.64 kilogramos y un valor asociado de \$28.35 dólares y como tercer contaminante el monóxido de carbono (CO) con una eliminación anual de 12.83 kilogramos y un valor de \$24.16 dólares.

El material particulado de 2.5 micras (P.M 2.5 μ) que a pesar de ser el que menos eliminación se tuvo, no se debe subestimar los efectos que puede causar en la salud humana, y el valor monetario que implica eliminar este tipo de micropartículas, que en el gráfico puede verse que tuvo una eliminación anual de 7.37 kilogramos, pero el valor monetario asociado a esta eliminación es de \$4496.71 dólares.

Entre especies nativas e introducidas también existen diferencias en la eliminación de contaminantes. Las especies nativas tienen una eliminación de contaminantes de 73.99 kg/año con un valor de \$2798.85 mientras que las especies introducidas generan una eliminación de contaminación de 107.46 kg/año con un valor de \$4064.60 dólares. Cabe destacar que, aunque hay un porcentaje menor de especies introducidas, la cantidad numérica que posee (365 árboles de origen introducidas) le beneficia en la eliminación de contaminantes y el valor asociado a este respecto a las especies nativas (302 arboles de origen nativo).

Se estima que los árboles registrados en el Ecoparque El Talapo eliminaron 181.5 kg/año de la contaminación del aire (Monóxido de carbono, Dióxido de azufre, Ozono y material particulado de 2.5 μ) con un valor asociado de \$6842.11 dólares USD.

6.4.1 Eliminación de contaminantes por especie

El arbolado urbano desempeña un papel muy significativo al momento de reducir la contaminación del aire en las áreas urbanas. Los árboles en las áreas urbanas son de vital importancia ya que embellecen el paisajismo de las áreas y absorben contaminantes como el Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Azufre (SO₂), Ozono (O₃) y material particulado 2.5 μ , todo esto a través de sus hojas, reduciendo así la concentración de estos contaminantes en el aire.

A continuación, se presenta la eliminación de contaminantes y su valor monetario de eliminación de las principales especies del arbolado del Ecoparque El Talapo en las figuras 8 y 9.

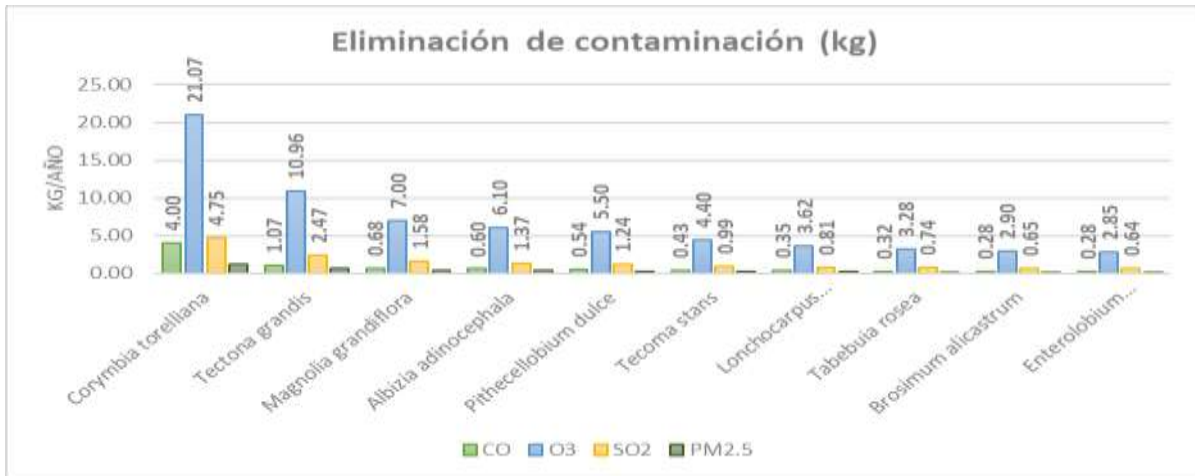


Figura 8. Eliminación de contaminantes en kg/año por especie.

En la figura 8 puede apreciarse las especies que más contribuyen a la eliminación de contaminantes ambientales, en las que se destaca la especie *Corymbia torelliana* que elimina 21.07 kg/año de Ozono, 4.75 kg/año de Dióxido de azufre y 4.0 kg/año Monóxido de carbono; *Tectona grandis* con una eliminación de 10.96 kg/año de ozono, 2.47 kg/año de dióxido de azufre y 1.07 kg/año de monóxido de carbono y *Magnolia grandiflora* con una eliminación de 7.0 kg/año de ozono, 1.58 kg/año de dióxido de azufre y 0.68 kg/año de monóxido de carbono.

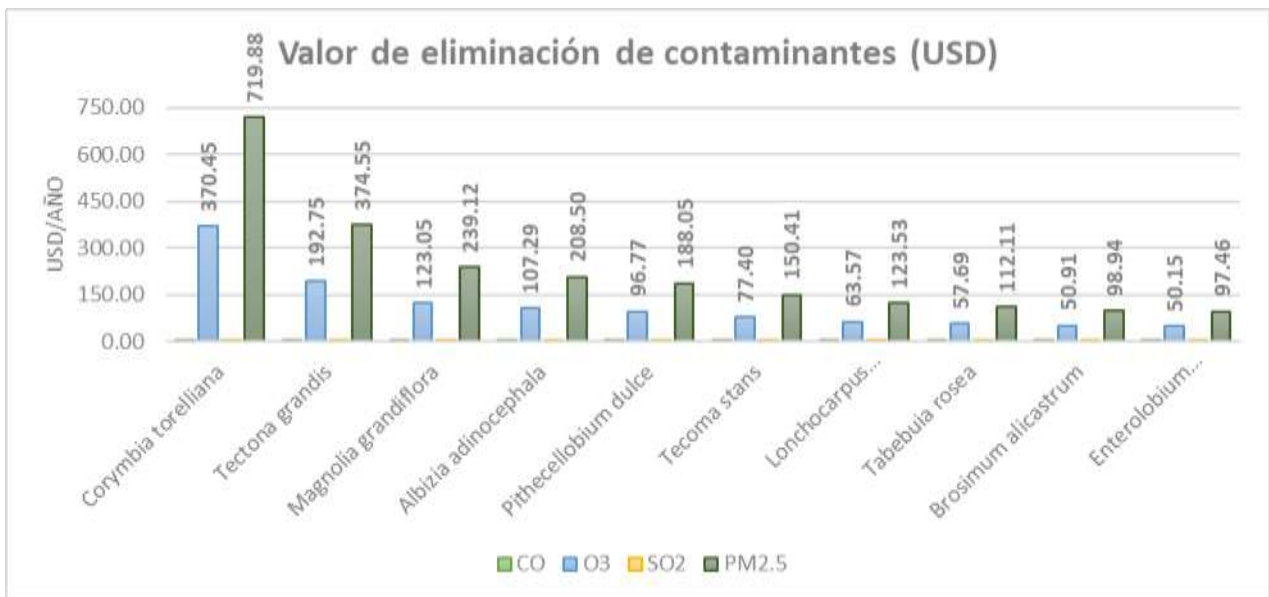


Figura 9. Eliminación de contaminantes por año y su valor monetario por especie.

En la figura 9 se observan los valores monetarios en dólares asociado a la eliminación de contaminantes de las especies antes mencionadas, donde puede verse que los que tienen una

mejor eficiencia de eliminación son principalmente el ozono y P.M2.5 μ , donde puede distinguirse que las especies que tienen un valor monetario mayor de eliminación son *Corymbia torelliana*, *Tectona grandis* y *Magnolia grandiflora* que tienen valores monetarios asociados a la eliminación de \$1090.33, \$567.3 y \$362.17 dólares por año si tomamos ambos valores de cada especie y los sumamos respectivamente para cada uno.

6.5 Secuestro y almacenamiento de carbono

El cambio climático ya tiene un impacto muy notable para El Salvador y crecerá mucho más en las próximas décadas. Según la ONU, s.f. El cambio climático se refiere a los cambios a largo plazo de las temperaturas y los patrones climáticos. Las emisiones principales de gases de efecto invernadero que provocan el cambio climático son el dióxido de carbono y el metano. Las concentraciones de CO y CO₂ en la atmósfera son generadas por la emisión de combustibles fósiles, carbón, petróleo y gas. Según la NASA, 2024. El dióxido de carbono en la atmósfera calienta el planeta, provocando el cambio climático y las actividades humanas han elevado el contenido de dióxido de carbono de la atmósfera en un 50% en menos de 200 años.

Los árboles ayudan a reducir la cantidad de carbono atmosférico al secuestrar carbono del ambiente durante su crecimiento, este secuestro aumenta con el tamaño y salud de los árboles. Los parques urbanos como áreas verdes más allá de formar parte de un paisaje y promover espacios de esparcimiento y de cercanía con la naturaleza por medio de sus colores, formas y aromas; son capaces de brindar infinitos servicios ambientales, los cuales son entendidos como los beneficios en muchos casos intangibles que aportan al bienestar de las personas (Reyes, A; Gutiérrez, J. 2010).

En la figura 10 se presentan las especies principales del Ecoparque El Talapo que tienen los valores más altos de secuestro de carbono y valor monetario en dólares.

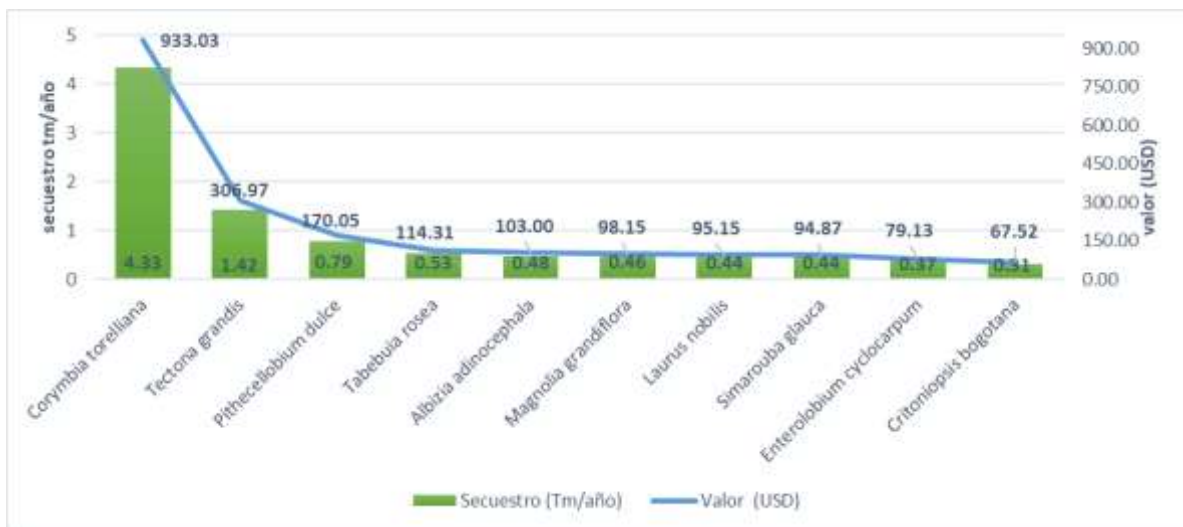


Figura 10. Secuestro de carbono en toneladas métricas y su valor monetario asociado en dólares USD.

Puede observarse que el mayor secuestro de carbono lo genera *Corymbia torelliana*, especie que ha captura 4.33 toneladas métricas por año de carbono atmosférico, que tiene asociado un valor monetario de \$933.03 dólares, que en comparación de las otras especies es muy superior. Sin embargo las especies *Tectona grandis*, *Pithecellobium dulce*, *Tabebuia rosea* y *Albizia adinocephala* secuestran una cantidad de carbono que se acerca a la que genera *Corymbia torelliana*, sin embargo, no son tan eficientes ya que el número de árboles sumados superan las de *Corymbia torelliana*, ya que esta especie cuenta con 85 árboles mientras que la suma de las cuatro especies mencionadas son de 130 árboles, y la captura de carbono que generaron respectivamente es de 1.42 Tm/año, 0.79 Tm/año, 0.53 Tm/año y 0.48 Tm/año que sumados nos dan un total de 3.22 Tm/año de carbono capturado, con lo cual, se esperaría que al ser una cantidad mayor de árboles se tuviera una superioridad en captura de estos, pero esto no es así ya que hay árboles que suelen perder su copa y la captura de carbono disminuye y esto baja la capacidad fotosintética de las especies que pierden su copa en ciertas épocas del año.

Las especies nativas e introducidas también tienen diversos valores de secuestro de carbono y su valor asociado, teniendo las especies nativas con un secuestro anual de 5.41 Tm/año con un valor asociado de \$1171.29, mientras que las especies introducidas tienen un secuestro total de 8.35 Tm/año con un valor asociado de \$1800.24 dólares.

El arbolado del Ecoparque El Talapo tiene un secuestro de Carbono de 13.76 Tm/año con un valor asociado de \$2971.53 USD/año; el carbono secuestrado por el arbolado ayuda en la mitigación del

cambio climático, mejorar la calidad del aire y reducir la temperatura de las estructuras dentro de las instalaciones del parque.

Como parte de sus procesos biofísicos, los árboles capturan y liberan CO₂ a la atmósfera. Durante la fotosíntesis, las hojas absorben CO a través de los estomas y, utilizando la energía del sol, lo convierten en oxígeno, carbohidratos y agua que luego se utilizan en la producción de estructuras maderables, así como vitaminas, resinas y hormonas necesarias para el crecimiento y la salud de los árboles. Los árboles obtienen energía para crecer a partir de los carbohidratos sintetizados durante la fotosíntesis y respiran liberando CO₂, agua y energía térmica. El efecto combinado de la fotosíntesis y la respiración da como resultado el almacenamiento neto de CO o parte del árbol (Rattan L; Augustin, B. 2012).

La cantidad de carbono almacenado por los árboles del Ecoparque El Talapo es de 264.15 toneladas de carbono que equivalen a \$56,964.37 dólares USD. En la figura 11 se muestran las especies principales que tuvieron un mayor almacenamiento de carbono.

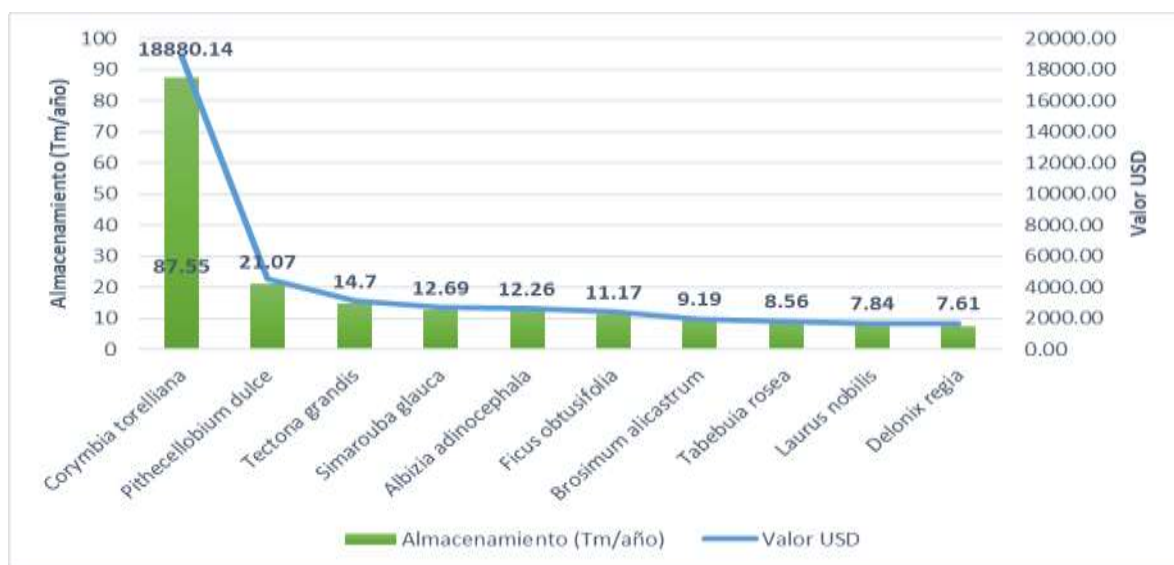


Figura 11. Almacenamiento de carbono en toneladas métricas y su valor monetario asociado en dólares USD

De las especies principales puede observarse que *Corymbia torelliana* almacena 87.55 toneladas métricas de carbono lo que representa aproximadamente un 33.1% del carbono almacenado por el arbolado del parque, con un valor monetario de \$18880.14 dólares, ya que el total de árboles en campo de esta especie eran árboles maduro, bien desarrollados y de gran tamaño. Las especies que le siguen son *Pithecellobium dulce*, *Tectona grandis* y *Simarouba glauca* con 21.07, 14.7 y

12.69 toneladas métricas de carbono capturado que sumados estos tres nos dan un total de 48.46 toneladas métricas de carbono almacenado y un valor monetario asociado de \$10,451.27 dólares.

Las especies nativas e introducidas presentan diversos valores de almacenamiento de carbono. Las especies nativas almacenan un total de 110.54 Tm/año de carbono con un valor asociado de \$23,839.77 mientras que las especies introducidas almacenan 153.61 Tm/año de Carbono con un valor asociado de \$33,124.60 dólares, debe recordarse que la cantidad de arboles introducidos es mayor (365 árboles) y la cantidad de especies nativas es menor (302 árboles).

6.6 Producción de oxígeno

La producción de oxígeno es uno de los beneficios de los servicios ecosistémicos que nos brinda el arbolado urbano. La producción anual de oxígeno de un árbol está directamente relacionada a la cantidad de carbono secuestrado por el árbol, la cual está vinculada con la acumulación de biomasa del árbol.

El oxígeno producido por los árboles no solo para la vida es importante el oxígeno, sino que también gracias a la presencia de este elemento, son posibles procesos químicos y físicos como la combustión, la oxidación y la conformación de una capa de ozono, que atenúa la intensidad con la cual inciden los rayos del sol sobre la superficie del planeta, siendo todos procesos que de una u otra forma, repercuten a su vez en las propias condiciones necesarias para la vida (Cuoghi, S. 2013).

Se estima que el arbolado del Ecoparque El Talapo produce 36.74 toneladas métricas de oxígeno al año, en la figura 12 se detalla la producción de oxígeno por especie del arbolado del Ecoparque El Talapo.



Figura 12. Correlación entre producción de oxígeno por especie y numero de árboles.

Puede observarse en el gráfico que la especie que genera la mayor cantidad de oxígeno producido es por la especie *Corymbia torelliana*, con un valor de 11537.8 kilogramos que fueron producidos por 85 árboles de la especie mencionada, seguido de *Tectona grandis* con una producción de 3795.8 kilogramos (40 árboles) y *Pithecellobium dulce* con una producción anual de 2102.7 kilogramos de oxígeno (19 árboles). *Tabebuia rosea* a pesar de tener más individuos (48 árboles) produce menos oxígeno que *Pithecellobium dulce* y *Tectona grandis*.

La cantidad de oxígeno que producen las especies nativas dentro del Ecoparque El Talapo es de 14483.2 kg/año, oxígeno generado por una cantidad de 302 árboles, y las especies introducidas producen 22261.4 kg/año, oxígeno producido por 365 árboles en el parque; a pesar de que tienen casi la misma cantidad de árboles tanto las especies nativas como las introducidas, se nota la diferencia en la producción de oxígeno ya que las especies introducidas habían árboles de gran tamaño como *Corymbia torelliana* y *Tectona grandis*.

El Ecoparque El Talapo genera 36,744.6 kg/año de oxígeno, una producción muy alta ya que se estima que un árbol puede generar entre 100 a 200 litros de oxígeno por año, aunque esto depende de varios factores como la especie, la edad, salud y el medio ambiente donde se desarrolla.

6.7 Esguerrimiento evitado

El esguerrimiento superficial es el que se mueve por la superficie del terreno hacia los lugares de mayor a menor altura hacia los cauces de drenaje durante y después de ocurrida la lluvia. Este

escurrimiento marca el exceso de la capacidad de infiltración del suelo. Cuando llueve, una parte es interceptada por las plantas, otra se almacena superficialmente, otra porción se filtra incrementando las corrientes subterráneas luego de saturar el suelo, y la parte restante escurre superficialmente hacia los cauces naturales de drenaje (Murillo, I. 2010).

Según Montico (2005), las inundaciones generan alteraciones ambientales de difícil reversión, localidades anegadas con alta tasa de evacuados y grandes extensiones rurales inutilizadas, producen entre otros, daños en la infraestructura, interrupción de las vías de comunicación, canalizaciones anárquicas y problemas sanitarios.

La escorrentía superficial puede ser una preocupación en muchas áreas urbanas porque puede causar contaminación de arroyos, humedales, ríos, lagos y océanos. Durante la precipitación, una cierta cantidad de la precipitación es interceptada por la vegetación (árboles y arbustos), mientras que otra parte llega al suelo. Árboles y arbustos interceptan la precipitación, mientras que sus sistemas radiculares promueven la filtración, almacenamiento y drenaje. Sin embargo, los árboles y arbustos urbanos son beneficiosos para reducir la escorrentía superficial.

Las diferencias en escorrentía evitada entre las especies nativas e introducidas también es importante conocerlas, porque las especies nativas tienen la capacidad de manejar el estrés hídrico de una manera más eficiente, lo que mejora la regulación del flujo hídrico bajo condiciones extremas. Las especies nativas dentro del Ecoparque El Talapo tienen un escurrimiento evitado de 280.45 m³/año con un valor asociado de \$736.47 dólares y las especies introducidas tienen un escurrimiento evitado de 327.89 m³/año con un valor asociado de \$861.20 dólares. Es importante señalar que incluir especies nativas pueden llegar a ser más beneficiosos ya que están adaptados a las condiciones locales y pueden responder de una manera mas efectiva ante los cambios climáticos.

Los árboles y arbustos del Ecoparque El Talapo ayudan a reducir la escorrentía por casi 608.34 metros cúbicos al año con un valor asociado de \$1597.67 dólares anuales. Este valor de escorrentía es calculado por el software iTree Eco tomando en cuenta diversos componentes como la cobertura de la copa de los árboles (fundamental para el cálculo del escurrimiento ya que iTree Eco estima la cantidad de agua que los árboles pueden interceptar y retener, lo que reduce el volumen de la escorrentía), textura de los suelos, inventarios totales, modelos hidrológicos que simulan el impacto de la vegetación y las superficies impermeables sobre el escurrimiento y los datos meteorológicos de la zona donde se aplica el estudio.

6.7.1 Ecurrimiento evitado por especie y valor monetario asociado

En la figura 13 se aprecian las 10 especies principales que mayor escurrimiento evitaron en el Ecoparque El Talapo y su valor asociado en dólares.



Figura 13. Relación entre escurrimiento evitado por especie y su valor monetario asociado.

La especie que tiene una mayor eficiencia en la intercepción de lluvia es el *Corymbia torelliana* esto por la gran cantidad de árboles que presenta dentro del parque, con un total de 85 árboles; el área foliar del total de árboles le permite interceptar una cantidad de 192.91 m³ por año con un valor asociado de \$506.63. Le siguen las especies *Tectona grandis*, *Magnolia grandiflora*, *Albizia adinocephala* y *Pithecellobium dulce* que si tomamos los valores de estas cuatro especies nos da un resultado de 136.05 m³ por año, generando un valor monetario de escurrimiento evitado de \$358.55.

6.8 Valores estructurales de sustitución y funcionales

La sustitución de árboles maduros y bien desarrollados resulta en la pérdida de valor patrimonial, paisajístico, social, económico y emocional, esto por una reducción de la calidad ambiental debido a la reducción de servicios que aportaban.

Los árboles de las áreas urbanas tienen un valor de sustitución significativo debido a los múltiples beneficios ambientales, sociales y económicos que aportan a las ciudades y sus habitantes, esto porque de sustitución de sustitución es el valor de un árbol con base a las mismas características y servicios que ofrece al reemplazarlo por uno de servicios similares.

En la siguiente figura se visualizan los valores de sustitución del arbolado del Ecoparque El Talapo. El valor total el sustitución del arbolado del área de estudio es de \$1,211,351.64 dólares, lo que refleja el costo por reemplazar el total de las especies arbóreas por otras con características similares.



Figura 14. Valores de sustitución (estructurales) de los árboles del Ecoparque El Talapo.

También es importante resaltar cual sería el costo de sustituir las especies nativas e introducidas dentro del Ecoparque El Talapo, para lo cual tenemos que el costo por sustituir las especies nativas por otras especies de iguales características es de \$536,811.02 dólares y el costo por sustituir las especies introducidas por otras de características similares es de \$617,576.23 dólares. La sustitución del arbolado en espacios urbanos no solo contribuye a la salud y sostenibilidad del ecosistema urbano, ya que también promueve ciudades mas resilientes frente a las adversidades ambientales.

En la figura 15 se observan los valores funcionales que produce anualmente el arbolado del Ecoparque El Talapo, los que se encuentran el secuestro de carbono con un valor de \$2,971.52 anuales, el escurrimiento evitado con un valor de \$1,597.66 anuales y la eliminación de contaminantes con un valor de \$6,863.45 anuales. Estos valores demuestran la importancia que cumple el arbolado urbano ya que cumplen con múltiples servicios ecosistémicos como el carbono secuestrado, eliminación de contaminantes producto de las actividades humanas y la escorrentía evitada en los días de alta precipitación.



Figura 15. Valores funcionales y su valor monetario de los árboles en el Ecoparque El Talapo.

En la figura 16 se muestran las 10 especies más importantes que tienen los valores monetarios de sustitución más altos en el Ecoparque El Talapo

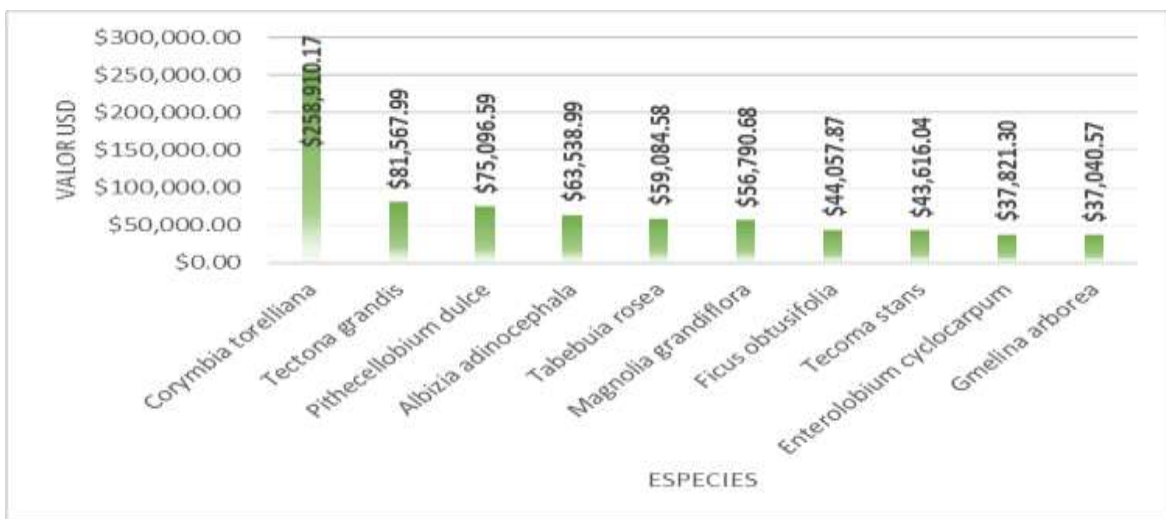


Figura 16. Especies con los valores de sustitución más altos del Ecoparque El Talapo.



Como puede verse, la especie que tiene el valor de sustitución más alto es *Corymbia torelliana* con un valor de sustitución de \$258,910.17, valor que representa reemplazar todos los árboles de esta especie por otros que tengan características y servicios similares. En segundo lugar, tenemos la especie *Tectona grandis* con un valor de sustitución de \$81,567.99 seguido por las especies *Pithecellobium dulce*, *Albizia adinocephala* y *Tabebuia rosea* con valores de sustitución de \$75,096.59, \$63,538.99 y \$59,084.58 respectivamente. Cabe mencionar que las primeras dos




especies son introducidas y las tres siguientes son nativas, aun así, cumplen una función elemental en los servicios ecosistémicos que estos ofrecen cada especie.

6.9 Fauna de Ecoparque El Talapo

En el cuadro 2 se observan las especies identificadas que forman parte de la fauna del Ecoparque El Talapo. Estas especies fueron identificadas por avistamientos durante el desarrollo de la pasantía.

Cuadro 2. Especies animales vistas en el Ecoparque El Talapo

Nombre científico	Nombre común	Fotografía
<p><i>Rhinoclemmys pulcherrima</i></p>	<p>Tortuga dragón</p>	
<p><i>Dasypus novemcinctus</i></p>	<p>Cusuco</p>	

<p><i>Dasyprocta punctata</i></p>	<p>Cotuza</p>	
<p><i>Eumomota superciliosa</i></p>	<p>Torogoz</p>	
<p><i>Melanerpes aurifrons</i></p>	<p>Pájaro carpintero</p>	

<p><i>Sciurus variegatoides</i></p>	<p>Ardilla común</p>	
-------------------------------------	----------------------	--

7. Conclusiones

- La composición florística del Ecoparque El Talapo está conformada por 31 familias, 64 géneros y 69 especies.
- De la totalidad de especies encontradas 54.72% son nativas y 45.28% son introducidas; el 89.20% son árboles, 5.55% son arbustos y 5.25% son palmeras.
- Las familias que presentan la mayor densidad de individuos son Bignonaceae (107 individuos), Myrtaceae (98 individuos), Fabaceae (92 individuos), Magnoliaceae (57 individuos) y Lamiaceae (49 individuos).
- Las especies más abundantes son *Corymbia torelliana* (85 individuos, 12.7%), *Magnolia grandiflora* (57 individuos, 8.5%), *Tabebuia rosea* (48 individuos, 7.2%) y *Tecoma stans* (44 individuos, 6.6%)
- Aproximadamente el 78.1% de los individuos se encuentra entre la segunda y cuarta clases diamétricas, es decir, de 7.6 a 45.7 cm de diámetro a la altura de pecho.
- La cantidad de individuos que tienen conflicto con alumbrado es poca, ya que el Ecoparque El Talapo cuenta con instalación de cableado subterráneo, y los que afectan cableado son los que se encuentran en los límites del parque.
- Especies nativas como *Albizia adinocephala* y *Tabebuia rosea* junto con especies introducidas como *Mangifera indica* y *Delonix regia* son los individuos que más tuvieron interferencia con alumbrado eléctrico, mientras que el conflicto con aceras fue inexistente debido al área que era casi en su 100% de suelo.
- Las especies que más contribuyen a la eliminación de contaminantes, principalmente ozono, dióxido de azufre y PM2.5, son *Corymbia torelliana*, *Tectona grandis*, *Magnolia grandiflora* y *Albizia adinocephala*.
- *Corymbia torelliana* es la especie con mayor cantidad de carbono secuestrado y almacenado (30.7% del carbono secuestrado y 33.14% del carbono almacenado del total de carbono secuestrado y almacenado en el Ecoparque El Talapo)
- Los árboles que presentaron mayores producciones de oxígeno fueron las especies *Corymbia torelliana*, *Tectona grandis* y *Pithecellobium dulce*.
- Las especies *Corymbia torelliana*, *Tectona grandis* y *Magnolia grandiflora* son las que mejor contribuyen a la evitar el escurrimiento superficial del Ecoparque El Talapo.
- La sustitución total del arbolado del Ecoparque El Talapo por especies de similares características es de \$1,154,387.25.

- Los resultados de la investigación pueden servir para ampliar las especies propuestas por el catálogo elaborado por COAMSS/OPAMSS, el cual puede servir como una guía para futuros proyectos para instituciones, comunidades y personal que maneje aspectos de árboles forestales.
- El software iTree Eco tiene la limitante de no poseer datos de contaminación y climatológicos propios de El Salvador, lo que provoca que los resultados obtenidos no sean precisos sino solo aproximaciones a los datos reales del país.

8. Recomendaciones

- Impulsar proyectos con instituciones gubernamentales y académicas que permitan el enriquecimiento de datos climáticos y de contaminación del software iTree para mejores estimaciones de servicios ecosistémicos con valores nacionales.
- Nutrir la base de datos de iTree Eco con las especies arbóreas nativas de El Salvador para continuar desarrollando proyectos e investigaciones que mejoren elementos técnicos y ampliar la diversidad arbórea nacional.
- Incrementar la cantidad de programas de educación ambiental en el parque, para que los usuarios y visitantes conozcan los beneficios e importancia del arbolado urbano y los servicios ecosistémicos que nos brindan.
- En base a los datos obtenidos del proyecto de pasantía es recomendable actualizar o mejorar el plan de manejo existente, en caso de no haber uno, tomar la investigación como base para impulsar la creación de uno.
- Realizar investigaciones en zonas aledañas al Ecoparque El Talapo para tener una perspectiva más clara de la condición del arbolado urbano en la zona y los servicios ecosistémicos que estos brindan.
- Ejecutar obras de mantenimiento a árboles que tienen problemas con el cableado eléctricos, para reducir peligros a los visitantes y personal del parque.
- Para futuros proyectos de investigación con iTree se recomienda usar como zona de estudio México, estado de Yucatán, municipio de Mérida, lugar Mérida, ya que las estaciones meteorológicas que contienen datos climáticos y de contaminación serán más precisos, aproximándose mejor a los valores nacionales de nuestro país.

9. Bibliografía

- Cuoghi, S. 2013. Importancia del oxígeno, Brasil. Sao Paulo. Consultado el 25 de abr. 2024. Disponible en: <https://significado.com/im-oxigeno/>
- Montico, S. 2005. El manejo del agua en el sector rural de la región pampeana (En línea). Rosario. Argentina . Revista AGROMENSAJES de la facultad de Ciencias Agrarias, UNR. 11 p. Consultado 2 de may. 2024. Disponible en <https://rephip.unr.edu.ar/server/api/core/bitstreams/e4eba88-87e7-490d-97a5-9e4063a09268/content>
- Murillo, I. 2010. El escurrimiento superficial (En línea). Métodos para su estimación en conservación de suelos. La Paz. Bolivia. 1 p. Consultado 2 de may. 2024. Disponible en <http://190.181.16.82/pdfs/fdta/Escurrecimiento%20Superficial.pdf>
- National Aeronautics and Space Administration (NASA). 2024. Dióxido de carbono. Estados Unidos. Texas. Consultado 24 de abr. 2024. Disponible en: [https://climate.nasa.gov/en-espanol/signos-vitales/dioxido-de-carbono/?intent=111#:~:text=El%20di%C3%B3xido%20de%20carbono%20\(CO,procesos%20naturales%20como%20erupciones%20volc%C3%A1nicas.](https://climate.nasa.gov/en-espanol/signos-vitales/dioxido-de-carbono/?intent=111#:~:text=El%20di%C3%B3xido%20de%20carbono%20(CO,procesos%20naturales%20como%20erupciones%20volc%C3%A1nicas.)
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). S.f. ¿Qué es el cambio climático? Estados Unidos. New York. Consultado 24 de abr. 2024. Disponible en: <https://www.un.org/es/climatechange/what-is-climate-change>
- Organización Mundial de la Salud (OMS). 2024. Contaminación atmosférica. Consultado 23 de abr. 2024. Disponible en: https://www.who.int/es/health-topics/air-pollution#tab=tab_1
- Rattan L; Augustin, B. 2012. Carbon Sequestration in Urban Ecosystem. Estados Unidos. New York. Consultado 24 de abr. 2024. Disponible en: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=RY3u7aGWePwC&oi=fnd&pg=PR5&dq=Carbon+Sequestration+in+Urban+Forests&ots=nEYuukazsQ&sig=q0cf-a-cZsdxPYSv7PTwiSR3BOK#v=onepage&q&f=true>
- Reyes, A; Gutiérrez, J.J. 2010. Los servicios ambientales de la arborización urbana: retos y aportes para la sustentabilidad de la ciudad de Quivera. Revista de Estudios Territoriales: 12(1), pág. 96-102

10. Anexos

ID	Brigada	Fecha de muestra	Condición	Especie	Uso de la tierra	DAP 1 (cm)	DAP 1: Altura (m)	DAP 2 (cm)	DAP 2: Altura (m)	DAP 3 (cm)	DAP 3: Altura (m)	DAP 4 (cm)	DAP 4: Altura (m)	Altura total (m)	Altura de la copa	Altura a la base	Ancho de copa	Ancho de copa	Z Muerto	Z Cope faltante	Exposición a la luz	¿Árbol de la calle?	Manejo recomendado	Tasa de mantenimiento	Conflicto con	Conflicto con zorrocin	¿P611 icn?	Latitud	Longitud
1	1	21/3/2023	Plantada	Carymbiatrelliana	Parque	42	1.3							18.5	18.3	8	14.2	12.2	5%:10%	5%:10%	2Lodar	No	Ninguna	Ninguna	No	Na/linear	SI	13.67012	-89.2
2	1	21/3/2023	Plantada	Mangifera indica	Parque	8.2	1.3							5.1	5.1	2	4.2	3.35	1%:5%	25%:30%	0Lodar	No	Ninguna	Ninguna	No	Na/linear	SI	13.67995	-89.22
3	1	21/3/2023	Plantada	Carymbiatrelliana	Parque	45.3	1.3							18.8	18.8	14.4	14.6	13.6	5%:10%	15%:20%	2Lodar	No	Ninguna	Ninguna	No	Na/linear	SI	13.67917	-89.22
4	1	21/3/2023	Plantada	Mangifera indica	Parque	8.7	1.3							7.9	7.9	1.48	7.8	6.5	10%:15%	50%:55%	0Lodar	No	Ninguna	Ninguna	No	Na/linear	SI	13.67916	-89.22
5	1	21/3/2023	Plantada	Lauranabilis	Parque	25.5	1.3							13.5	13.5	5.1	4	3.5	5%:10%	40%:65%	2Lodar	No	Ninguna	Ninguna	No	Na/linear	SI	13.67922	-89.22
6	1	21/3/2023	Plantada	Tocomastrum	Parque	19.5	1.3							6.8	6.8	2.4	4.2	3.1	10%:15%	15%:20%	2Lodar	No	Ninguna	Ninguna	No	Na/linear	SI	13.67934	-89.22
7	1	21/3/2023	Plantada	Artranium graveolens	Parque	57.4	1.3							21.2	21.2	9.1	12.5	13.5	1%:5%	1%:5%	3Lodar	No	Ninguna	Ninguna	No	Na/linear	SI	13.67924	-89.22
8	1	21/3/2023	Plantada	Lauranabilis	Parque	27.5	1.3							12					100%	100%	-1	No	Ninguna	Ninguna	No	Na/linear	SI	13.67922	-89.22
9	1	21/3/2023	Plantada	Anacardium occidentale	Parque	24.3	1.3							10.1	10.1	4.3	8.2	9.1	10%:15%	25%:30%	1Lodar	No	Ninguna	Ninguna	No	Na/linear	SI	13.67927	-89.22
10	1	21/3/2023	Plantada	Lauranabilis	Parque	18.8	1.3							8.3	8.3	2.7	5.3	4.1	5%:10%	30%:35%	2Lodar	No	Ninguna	Ninguna	No	Na/linear	SI	13.67932	-89.22
11	1	21/3/2023	Plantada	Tocomastrum	Parque	33.1	1.3							17.5	17.5	6.5	8.2	7.4	25%:30%	35%:40%	1Lodar	No	Ninguna	Ninguna	No	Na/linear	SI	13.67931	-89.22
12	1	21/3/2023	Plantada	Andira inermis	Parque	47.2	1.3							20.1	20.1	1.4	17	19.2	1%:5%	5%:10%	2Lodar	No	Ninguna	Ninguna	No	Na/linear	SI	13.67941	-89.22
13	1	21/3/2023	Plantada	Terminalia oblonga	Parque	6.2	1.3							8	8	3.2	4.3	3.1	5%:10%	0%	0Lodar	No	Ninguna	Ninguna	No	Na/linear	SI	13.67929	-89.22
14	1	21/3/2023	Plantada	Tocomastrum	Parque	13.3	1.3	16	1.3					16.3	16.3	1.5	5.65	6.1	1%:5%	55%:60%	0Lodar	No	Ninguna	Ninguna	No	Na/linear	SI	13.67927	-89.22
15	1	21/3/2023	Plantada	Artranium graveolens	Parque	9.2	1.3							8.1	8.1	2.3	5.27	6.1	1%:5%	10%:15%	0Lodar	No	Ninguna	Ninguna	No	Na/linear	SI	13.67936	-89.22
16	1	*****	Plantada	Bursera simaruba	Parque	21.1	1.3							10.1	10.1	4.6	6.25	6.1	5%:10%	70%:75%	0Lodar	No	Ninguna	Ninguna	No	Na/linear	SI	13.6793	-89.22
17	1	*****	Plantada	Ficus abutilifolia	Parque	71.8	1.56	53.8	1.56					24.1	24.1	4.1	20.2	22.4	1%:5%	25%:30%	2Lodar	No	Ninguna	Ninguna	No	Na/linear	SI	13.67936	-89.22
18	1	*****	Plantada	Andira inermis	Parque	19.9	1.3							16	16	4.2	10.5	9.4	10%:15%	35%:40%	1Lodar	No	Ninguna	Ninguna	No	Na/linear	SI	13.67927	-89.22
19	1	*****	Plantada	Tocomastrum	Parque	34	1.3							14	13.5	1.7	7.15	11	5%:10%	10%:15%	0Lodar	No	Ninguna	Ninguna	No	Na/linear	SI	13.67943	-89.22
20	1	*****	Plantada	Andira inermis	Parque	15	1.3	21.5	1.3	22.6	1.3			10	10	2	11.8	9.34	1%:5%	15%:20%	1Lodar	No	Ninguna	Ninguna	No	Na/linear	SI	13.67948	-89.22
21	1	*****	Plantada	Ficus abutilifolia	Parque	109.3	1.3	178	1.3					28.5	28.5	6.5	28.5	10	1%:5%	5%:10%	3Lodar	No	Ninguna	Ninguna	No	Na/linear	SI	13.67951	-89.22
22	1	*****	Plantada	Lanchacarpus illiai	Parque	52.3	1.3							24.9	24.9	5.8	17	15.3	5%:10%	10%:15%	2Lodar	No	Ninguna	Ninguna	No	Na/linear	SI	13.67946	-89.22
23	1	*****	Plantada	Maquilia grandiflora	Parque	14.3	1.3							8.3	8.3	1.4	6.65	5.2	5%:10%	55%:60%	1Lodar	No	Ninguna	Ninguna	No	Na/linear	SI	13.67954	-89.22
24	1	*****	Plantada	Terminalia oblonga	Parque	15	1.3							8.3	8.3	1.7	7	5.96	10%:15%	15%:20%	1Lodar	No	Ninguna	Ninguna	No	Na/linear	SI	13.67954	-89.22
25	1	*****	Plantada	Tocomastrum	Parque	20.1	1.3	46	1.3					10.7	10.7	2.2	14.8	7.15	15%:20%	15%:20%	2Lodar	No	Ninguna	Ninguna	No	Na/linear	SI	13.67951	-89.22
26	1	*****	Plantada	Tocomastrum	Parque	17	1.3							10.8	10.8	2	6.5	7	1%:5%	20%:25%	0Lodar	No	Ninguna	Ninguna	No	Na/linear	SI	13.67955	-89.22
27	1	*****	Plantada	Carymbiatrelliana	Parque	39.1	1.3							24.5	24.5	8.4	15.18	12.2	1%:5%	1%:5%	2Lodar	No	Ninguna	Ninguna	No	Na/linear	SI	13.67965	-89.22
28	1	*****	Plantada	Mangifera indica	Parque	25.4	1.8	32.5	1.8	41.3	1.8			15.7	15.7	1.75	11.5	12.8	1%:5%	5%:10%	2Lodar	No	Ninguna	Ninguna	No	Na/linear	SI	13.67956	-89.22
29	1	*****	Plantada	Maquilia grandiflora	Parque	10.4	1.3							8.7	8.7	3.2	5.5	4	5%:10%	1%:5%	2Lodar	No	Ninguna	Ninguna	No	Na/linear	SI	13.6796	-89.22
30	1	*****	Plantada	Maquilia grandiflora	Parque	17.2	1.3	14.3	1.3					9.7	9.7	2.8	4.3	3.2	35%:40%	55%:60%	1Lodar	No	Ninguna	Ninguna	No	Na/linear	SI	13.67962	-89.22
31	1	*****	Plantada	Maquilia grandiflora	Parque	12.4	1.3							9.4	9.4	2.1	4.46	5.2	5%:10%	25%:30%	0Lodar	No	Ninguna	Ninguna	No	Na/linear	SI	13.6796	-89.22
32	1	*****	Plantada	Maquilia grandiflora	Parque	24.6	1.3							13.7	13.7	3.4	7.6	5	5%:10%	30%:35%	3Lodar	No	Ninguna	Ninguna	No	Na/linear	SI	13.6796	-89.22
33	1	*****	Plantada	Lanchacarpus illiai	Parque	5.4	1.3							2.3	2.3	0.95	1.5	1.3	1%:5%	1%:5%	0Lodar	No	Ninguna	Ninguna	No	Na/linear	SI	13.67964	-89.22
34	1	*****	Plantada	Pithecolobium dulce	Parque	7.1	1.3	5	1.3					6.5	6.5	0.7	5.6	4	5%:10%	5%:10%	0Lodar	No	Ninguna	Ninguna	No	Na/linear	SI	13.67963	-89.22
35	1	*****	Plantada	Maquilia grandiflora	Parque	21.4	1.3	18.6	1.3					12.8	12.8	2.7	9.45	8.66	1%:5%	10%:15%	3Lodar	No	Ninguna	Ninguna	No	Na/linear	SI	13.67973	-89.22
36	1	*****	Plantada	Maquilia grandiflora	Parque	19	1.3	15.4	1.3					11.9	11.9	2.5	6.42	7.3	5%:10%	1%:5%	2Lodar	No	Ninguna	Ninguna	No	Na/linear	SI	13.67975	-89.22
37	1	*****	Plantada	Calubrina arborea con	Parque	39	1.3	14.7	1.3					27.1	27.1	4.9	11.22	9.43	25%:30%	15%:20%	5Lodar	No	Ninguna	Ninguna	No	Na/linear	SI	13.67973	-89.22
38	1	*****	Plantada	Tocomastrum	Parque	28.4	1.3							11.3	11.3	1	9.48	12	20%:25%	35%:40%	2Lodar	No	Ninguna	Ninguna	No	Na/linear	SI	13.67976	-89.22
39	1	*****	Plantada	Maquilia grandiflora	Parque	27.2	1.3							13.1	13.1	4	7.16	6.32	5%:10%	25%:30%	1Lodar	No	Ninguna	Ninguna	No	Na/linear	SI	13.67989	-89.22
40	1	*****	Plantada	Lanchacarpus illiai	Parque	6.5	1.3							3.9	3.9	3	2.3	3.2	1%:5%	15%:20%	5Lodar	No	Ninguna	Ninguna	No	Na/linear	SI	13.67985	-89.22
41	1	*****	Plantada	Ficus abutilifolia	Parque	27.6	1.3	10.9	1.3					21.9	21.9	1.9	10.6	11.42	10%:15%	30%:35%	2Lodar	No	Ninguna	Ninguna	No	Na/linear	SI	13.67997	-89.22
42	1	*****	Plantada	Azadirachta indica	Parque	25	1.3							8	8	1.69	9.8	8.73	1%:5%	1%:5%	2Lodar	No	Ninguna	Ninguna	No	Na/linear	SI	13.67994	-89.22
43	1	*****	Plantada	Guarea glabra	Parque	6.5	1.3							5.1	5.1	1.1	3.7	2.7	1%:5%	5%:10%	5Lodar	No	Ninguna	Ninguna	No	Na/linear	SI	13.67993	-89.22
44	1	*****	Plantada	Tabebuia rosea	Parque	47	1.3							15.1	15.5	2.6	15.2	13.1	5%:10%	10%:15%	5Lodar	No	Ninguna	Ninguna	No	Na/linear	SI	13.68	-89.22
45	1	*****	Plantada	Syzygium cumini	Parque	19.6	1.3							15.2	15.2	2.3	5.8	4.4	5%:10%	5%:10%	3Lodar	No	Ninguna	Ninguna	No	Na/linear	SI	13.68003	-89.22
46	1	*****	Plantada	Calubrina arborea con	Parque	7.7	1.3	23	1.3	22.2	1.3			18.2	18.2	2.9	24.6	19.14	25%:30%	55%:60%	5Lodar	No	Ninguna	Ninguna	No	Na/linear	SI	13.68001	-89.22
47	1	*****	Plantada	Tabebuia rosea	Parque	24.2	1.3							15.1	15.1	3	32	9	1%:5%	75%:80%	5Lodar	No	Ninguna	Ninguna	No	Na/linear	SI	13.67999	-89.22
48	1	*****	Plantada	Carymbiatrelliana	Parque	41.6	1.3							19.5	19.5	5	34.11	27.3	10%:15%	5%:10%	2Lodar	No	Ninguna	Ninguna	No	Na/linear	SI	13.68	-89.22

Figura A-1. Formulario de iTree Eco para la toma de datos en campo



Figura A-2. Colocación de numero ID para árboles del parque.



Figura A-3. Medición de alturas (altura total, altura de la copa verde y altura de la rama más baja)



Figura A-4. Medición de ancho de copa con cinta métrica.



Figura A-5. Toma de datos copa expuesta, muerte regresiva y copa faltante.



Figura A-6. Toma de coordenadas GPS.

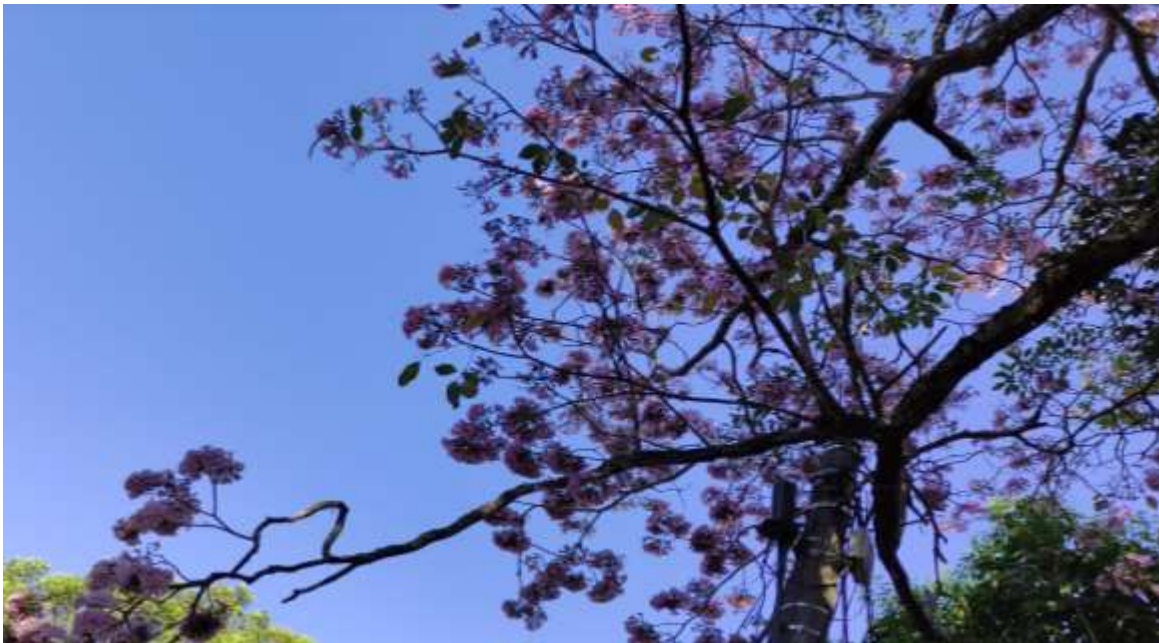


Figura A-7. Conflicto con alumbrado



Figura A-8. Toma de fotografías de árboles del parque.

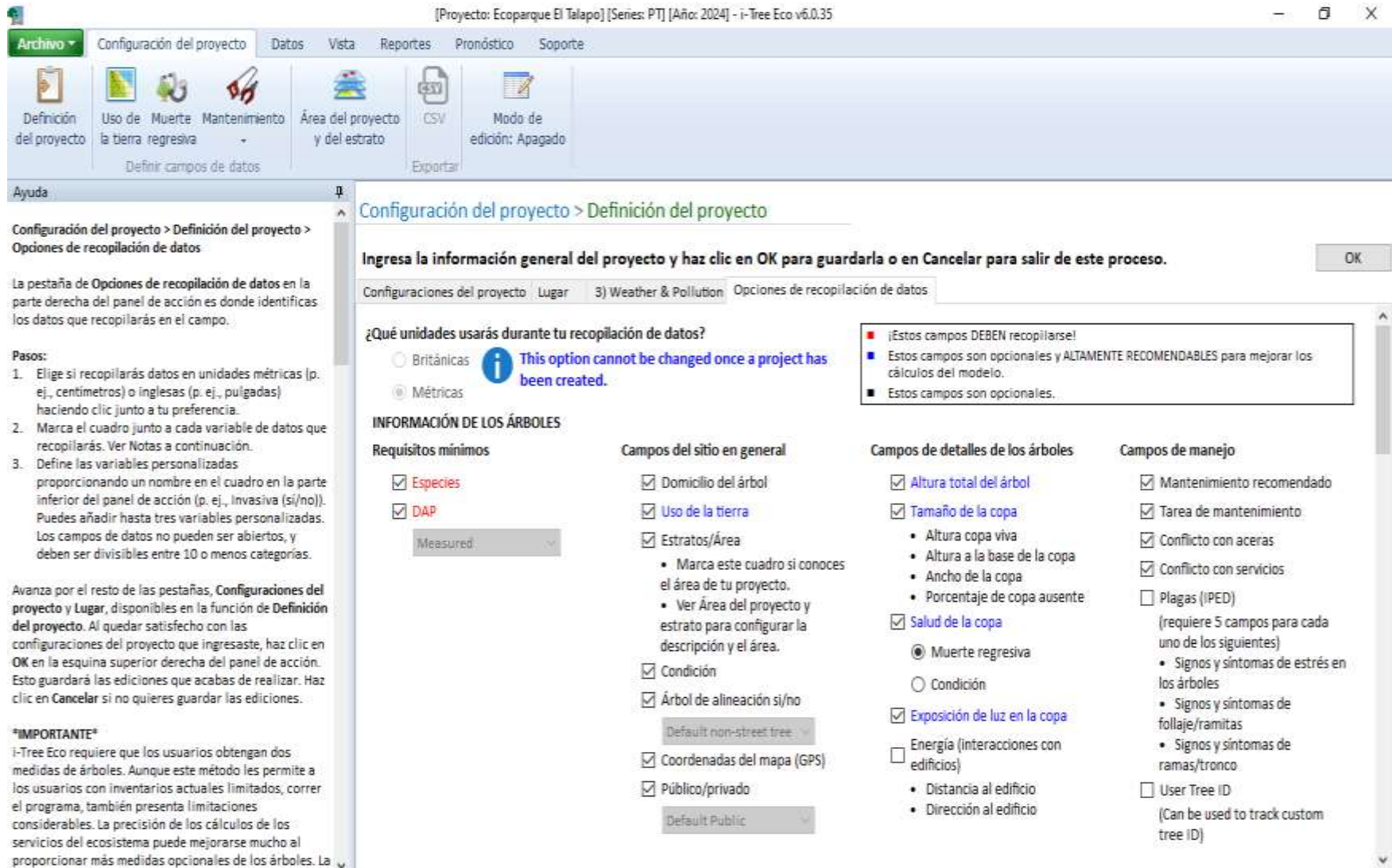


Figura A-9. Configuración del proyecto en iTree Eco para Ecoparque El Talapo.

[Proyecto: Ecoparque El Talapo] [Series: PT] [Año: 2024] - i-Tree Eco v6.0.35

Archivo Configuración del proyecto Datos Vista Reportes Pronóstico Soporte

Enviar a móvil Recuperar del móvil Formulario impreso Importar Árboles Revisar datos Precios de los beneficios anuales Gastos anuales DBH Crown Health CSV KML Modo de edición: Apagado

Ayuda

Datos > Datos de inventario > Árboles

La tabla de **Árboles** en la parte derecha del panel de acción muestra los datos de los árboles recopilados en el campo (ver Notas a continuación). Aquí es donde ingresas los datos de los árboles de forma manual o editas los datos previamente añadidos o importados. Al trabajar con esta tabla, puedes usar las herramientas en el grupo de **Acciones** como ayuda en la captura manual de datos nuevos o en la edición de datos ya añadidos.

¿Tienes un inventario actual? La función de **Importar** te permite importar tus datos del inventario de árboles actual. Ver los pasos a continuación para importar tu inventario actual.

Pasos para añadir/editar datos manualmente:

1. Clic en el cuadro donde deseas ingresar los datos y empezar a teclear.
2. Usa la tecla de tabulador en tu teclado o las flechas a la izquierda y a la derecha para moverte de un lado a otro en un registro.
3. Usa las flechas hacia arriba y hacia abajo de tu teclado para moverte de arriba a abajo entre los registros.
4. Para los cuadros que contienen listas desplegables, puedes elegir tus datos de la lista o empezar a teclear y la etiqueta correspondiente aparecerá automáticamente.
5. Para los cuadros donde se ingresan fechas, aparecerá un calendario desplegable si haces clic en el ícono de calendario del lado derecho de la celda. Selecciona la fecha del calendario. Haz clic en el encabezado en la parte superior del calendario desplegable para ver otros meses disponibles. Haz clic en el encabezado para ver años adicionales.

ID	Estratos	Brigada	Fecha de monitoreo	Condición	Especies	Domicilio	Uso de la tierra	Foto ID	DAP 1 (cm)
1	Urban	1	21/3/2023 00:00:00	Plantado	Cadaghi (<i>Corymbia torelliana</i>)		Parque		42.0
2	Urban	1	21/3/2023 00:00:00	Plantado	Mango (<i>Mangifera indica</i>)		Parque		8.2
3	Urban	1	21/3/2023 00:00:00	Plantado	Cadaghi (<i>Corymbia torelliana</i>)		Parque		45.3
4	Urban	1	21/3/2023 00:00:00	Plantado	Mango (<i>Mangifera indica</i>)		Parque		8.7
5	Urban	1	21/3/2023 00:00:00	Plantado	Bay laurel (<i>Laurus nobilis</i>)		Parque		25.5
6	Urban	1	21/3/2023 00:00:00	Plantado	Retama (<i>Tecoma stans</i>)		Parque		19.5
7	Urban	1	21/3/2023 00:00:00	Plantado	Diomate (<i>Astronium graveolens</i>)		Parque		57.4
8	Urban	1	21/3/2023 00:00:00	Plantado	Bay laurel (<i>Laurus nobilis</i>)		Parque		27.5
9	Urban	1	21/3/2023 00:00:00	Plantado	Maranon (<i>Anacardium occidentale</i>)		Parque		24.3
10	Urban	1	21/3/2023 00:00:00	Plantado	Bay laurel (<i>Laurus nobilis</i>)		Parque		18.8
11	Urban	1	21/3/2023 00:00:00	Plantado	Retama (<i>Tecoma stans</i>)		Parque		33.1
12	Urban	1	21/3/2023 00:00:00	Plantado	Cabbagebark tree (<i>Andira inermis</i>)		Parque		47.2
13	Urban	1	21/3/2023 00:00:00	Plantado	Peruvian almond (<i>Terminalia oblonga</i>)		Parque		6.2
14	Urban	1	21/3/2023 00:00:00	Plantado	Retama (<i>Tecoma stans</i>)		Parque		13.3
15	Urban	1	21/3/2023 00:00:00	Plantado	Diomate (<i>Astronium graveolens</i>)		Parque		9.2
16	Urban	1	22/3/2023 00:00:00	Plantado	Palo mulato (<i>Bursera simaruba</i>)		Parque		21.1
17	Urban	1	22/3/2023 00:00:00	Plantado	Amate (<i>Ficus obtusifolia</i>)		Parque		71.8
18	Urban	1	22/3/2023 00:00:00	Plantado	Cabbagebark tree (<i>Andira inermis</i>)		Parque		19.9
19	Urban	1	22/3/2023 00:00:00	Plantado	Retama (<i>Tecoma stans</i>)		Parque		34.0
20	Urban	1	22/3/2023 00:00:00	Plantado	Cabbagebark tree (<i>Andira inermis</i>)		Parque		15.0
21	Urban	1	22/3/2023 00:00:00	Plantado	Amate (<i>Ficus obtusifolia</i>)		Parque		109.3

Figura A-10. Vaciado de datos al software iTree Eco del Ecoparque El Talapo.

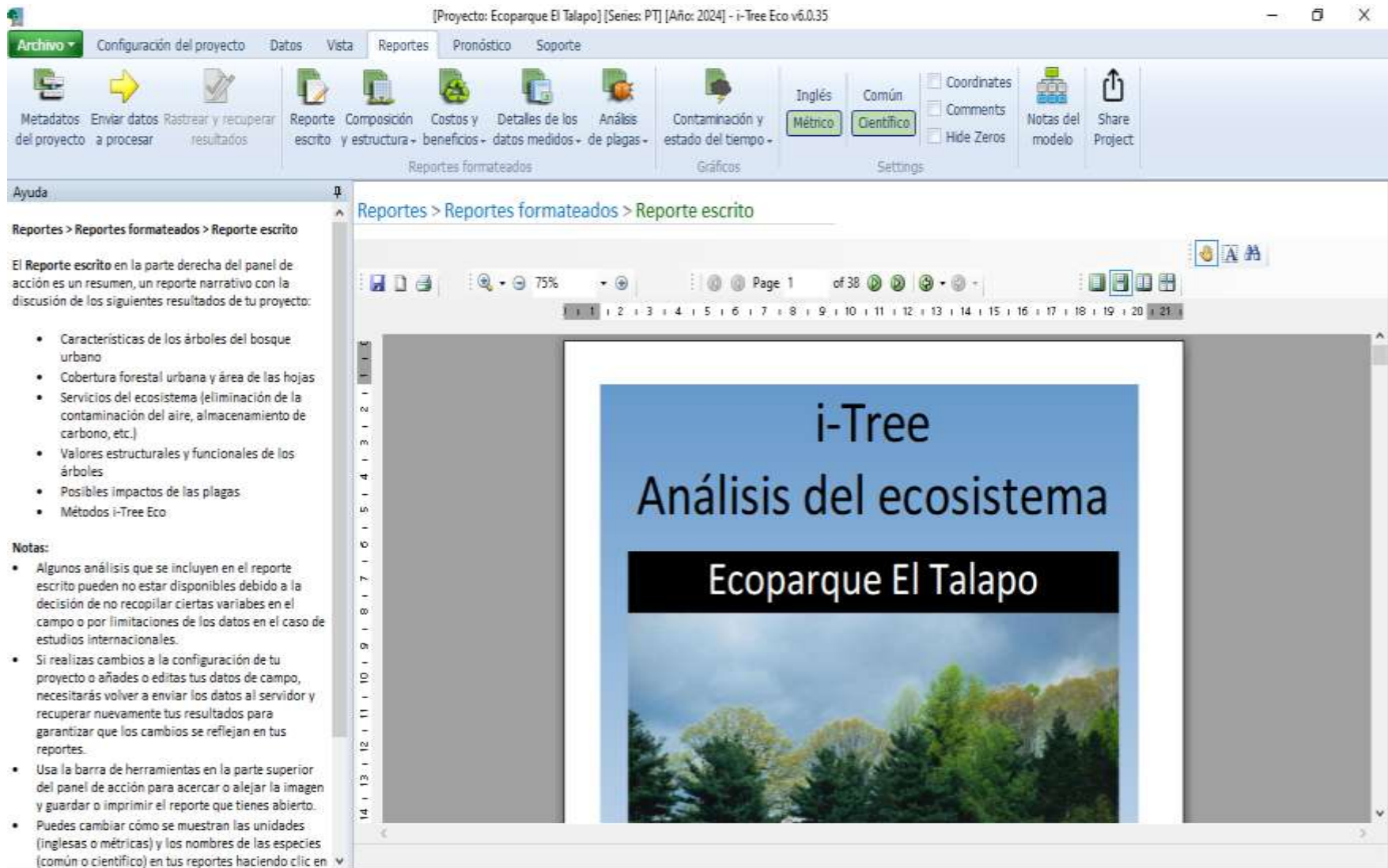


Figura A-11. Recepción de reportes escritos de parte del Sistema Forestal de los Estados Unidos.



Figura A-12. Visita de campo de tutor interno, botánico especialista y personal administrativo para la identificación de especies arbóreas del Ecoarque El Talapo.



  
<p>Mapa del árbolado del Ecoparque El Talapo</p>
<p>  Área de estudio  Árboles </p>
<p>Elaborado por: Emerson Rafael Melara Mineros</p>

Figura A-13. Distribución de los 667 arboles dentro de las instalaciones del Ecoparque El Talapo