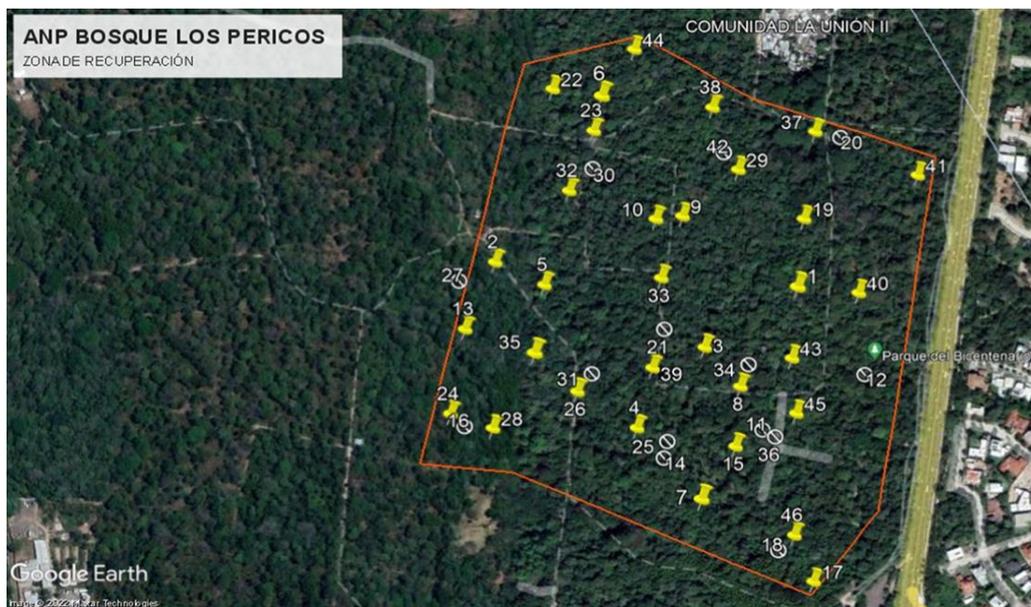




**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS**

**COMPOSICION, ESTRUCTURA Y SERVICIOS ECOSISTEMICOS DEL ARBOLADO DE
LA ZONA DE RECUPERACION, PARQUE BICENTENARIO-LOS PERICOS,
UTILIZANDO EL PROGRAMA ITREE**



Elaborado por:

Diana Iris Gómez Sánchez

Julia María Medina Márquez

Willy Eduardo Castaneda Aparicio

Emerson Rafael Melara Minero

William Daniel Paredes Cruz

Luis Fernando Castaneda Romero

Ciudad Universitaria, julio de 2022

Contenido

PRESENTACION	3
1. INTRODUCCIÓN	4
2. OBJETIVOS	5
General.....	5
Específicos.	5
3. METODOLOGÍA	5
3.1 Descripción general del área	5
3.2 Fase preliminar	6
3.3 Fase de campo	7
3.4 Fase de procesamiento de información	11
3.5 Fase de análisis y elaboración de informe	12
3.6 Gestión y arreglos institucionales	13
4. RESULTADOS	13
4.1 Composición florística	13
4.2 Estructura del bosque	16
4.3 Eliminación de la contaminación	19
4.4 Secuestro y almacenamiento de carbono	23
4.5 Producción de oxígeno	26
4.6 Escurrimiento evitado	29
4.7 Valores estructurales (de sustitución) y funcionales	32
4.8 Emisiones de Contaminantes Orgánicos Volátiles (COV)	34
4.9 Capacitación sobre metodología a personal de sigmaQ	35
4.10 Conmemoración del día mundial del medio ambiente	35
5. CONCLUSIONES	38
6. RECOMENDACIONES	40
7. BIBLIOGRAFÍA	41
ANEXOS	43

PRESENTACION

Este proyecto fue desarrollado por estudiantes de la carrera de Ingeniería Agronómica de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, como parte de su servicio social.

Los resultados pueden ser utilizados por los tomadores de decisión y las instancias responsables de la administración del parque, como una herramienta para desarrollar jornadas de capacitación y concientización para los diferentes usuarios del parque y público en general, enfatizando porque es de gran importancia manejar y conservar adecuadamente, esta importante zona del área metropolitana de San Salvador, por todos los bienes y servicios ambientales que provee.

También puede servir para tomar decisiones sobre algunas acciones que pueden desarrollarse orientadas al manejo de la zona de recuperación, en el marco del Plan de Manejo del parque, que es el instrumento base para las intervenciones.

Expresamos nuestros agradecimientos a todas las personas e instituciones que apoyaron directamente este proyecto: personal de alcaldías de San Salvador y Antiguo Cuscatlán; proyecto City Adapt del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, y a la corporación sigmaQ por el apoyo para la movilización del grupo y la facilitación del equipo básico utilizado para la fase de campo.

1. INTRODUCCIÓN

El Parque del Bicentenario se encuentra ubicado en la parte occidental de los municipios de San Salvador y Antiguo Cuscatlán, en los departamentos de San Salvador y La Libertad. Ha sido una zona de interés para la conservación desde el año de 1993, cuando fue declarada Zona Protectora del Suelo y Zona de Reserva Forestal por la Asamblea Legislativa, mediante Decreto Legislativo No. 432. En mayo de 2009, por medio del Decreto Ejecutivo No.12 fue declarada Área Natural Protegida, siendo el único sitio de este tipo ubicado en el área metropolitana de la ciudad capital.

Consta de 128.89 manzanas, equivalentes aproximadamente 90 hectáreas, de las cuales **31.96 ha corresponden a la zona de recuperación**, una de las áreas mejor conservadas por su diversidad de flora y fauna y por los servicios ecosistémicos que genera, y que fue el área donde se desarrolló este proyecto.

El proyecto consistió en la elaboración del inventario de las especies arbóreas presentes en esta zona, por medio de parcelas de muestreo distribuidas al azar, con base a lo establecido en el programa i-Tree Eco®, desarrollado por el Servicio Forestal de los Estados Unidos, con la finalidad de conocer la composición y estructura del arbolado y determinar y valorar económicamente los servicios ecosistémicos que este genera.

Los datos climáticos utilizados para las estimaciones que se presentan en este informe, fueron tomados de una estación climática del estado de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México, debido a que a la fecha, El Salvador aún no tiene registrada ninguna estación climática en el programa iTree, y por ello se elige una que tenga condiciones bastante cercanas a la ciudad donde se hizo el estudio, que en nuestro caso sería San Salvador y la estación más cercana la de Ilopango.

El modelo i-Tree Eco ha sido desarrollado por el Servicio Forestal de los Estados Unidos, Estación de Investigación del Norte, para determinar la estructura de bosques urbanos, cuantificar los servicios que brindan y determinar su valor económico para las comunidades. Los servicios ecosistémicos, son beneficios directos e indirectos que obtienen los seres humanos de los sistemas naturales o ecosistemas.

El informe consta de: introducción, objetivos; metodología; resultados que comprenden la composición florística y estructura del arbolado; servicios ecosistémicos y su valoración económica, tales como eliminación de contaminación, almacenamiento y secuestro de carbono, producción de oxígeno, escurrimiento evitado; valores de sustitución estructurales y funcionales, emisión de compuestos volátiles orgánicos; conclusiones, recomendaciones y anexos.

2. OBJETIVOS

General.

- Realizar un inventario de especies arbóreas y determinar y valorar los servicios ecosistémicos en la zona de recuperación del parque Bicentenario.

Específicos.

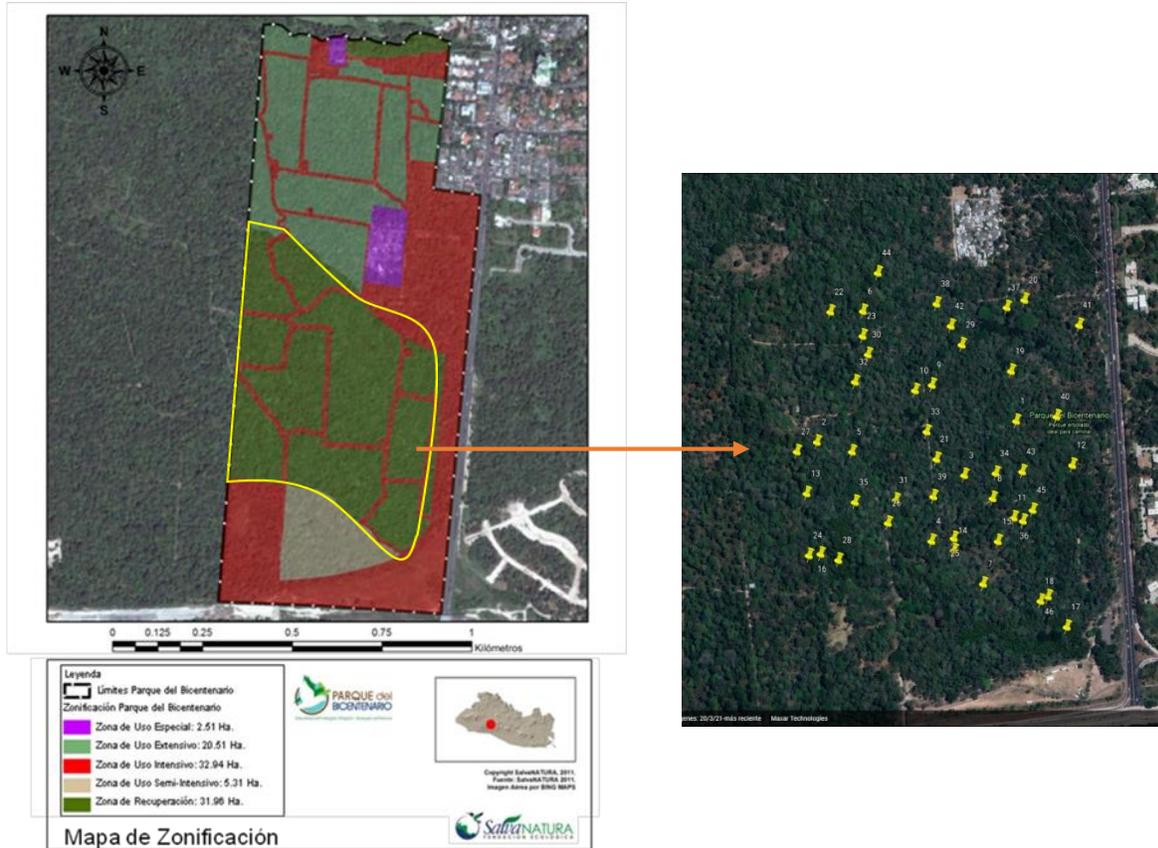
- Determinar la composición y estructura del arbolado presente en la zona de recuperación del parque Bicentenario.
- Estimar y valorar los servicios ecosistémicos que genera el arbolado mediante la plataforma i-Tree Eco®.
- Elaborar un informe técnico y socializar los resultados finales con los actores locales involucrados en el manejo del parque y sociedad en general.

3. METODOLOGÍA

3.1 Descripción general del área

El proyecto se desarrolló en la **Zona de Recuperación** del Parque Bicentenario – El Espino - Los Pericos, ubicado en la jurisdicción de Antiguo Cuscatlán y San Salvador. El parque tiene una extensión superficial aproximada de 90 ha; limita al NORTE con terrenos del Club Campestre Cuscatlán, al SUR con Bulevar Monseñor Romero y terreno restante a la zona urbana, al ORIENTE, con terrenos de Urbanización El Maquilishuat y Avenida Jerusalén y al PONIENTE con terrenos restantes de la zona urbana y potencialmente urbana “polígono de tiro”. La zona de recuperación tiene una extensión aproximada de 32 ha (figura 1).

Ha sido una zona de interés para la conservación desde el año de 1993, cuando fue declarada Zona Protectora del Suelo y Zona de Reserva Forestal por la Asamblea Legislativa, mediante Decreto Legislativo No. 432. En mayo de 2009, por medio del Decreto Ejecutivo No.12 fue declarada Área Natural Protegida, siendo el único sitio de este tipo ubicado en el área metropolitana de la ciudad capital.



Ubicación del Parque Bicentenario y zona de recuperación (área de estudio).

3.2 Fase preliminar

Esta fase incluyó 2 grandes actividades:

- a. Proceso académico-administrativo para oficializar el proyecto de horas sociales: autorización de la Unidad de Proyección Social, acuerdo de la Junta Directiva de aprobación del proyecto y asignación del tutor, y luego la inscripción en la Administración Académica.
- b. Proceso de planificación, inducción y capacitación del equipo responsable, sobre la metodología iTree Eco, preparación de boletas para recopilar información de campo, uso de equipo para establecimiento de parcelas y levantamiento de información dasométrica de árboles, procesamiento de información y datos de campo e incorporación en el programa iTree Eco.



Planificación y capacitación sobre metodología iTree Eco y uso de equipo

3.3 Fase de campo

Esta fase se realizó de marzo a junio 2022, iniciando con una reunión general con personal del proyecto City Adapt y de las municipalidades de Antigua Cuscatlán y San Salvador, para dar a conocer los aspectos generales del proyecto y definir las estrategias de apoyo para el equipo técnico responsable del proyecto.



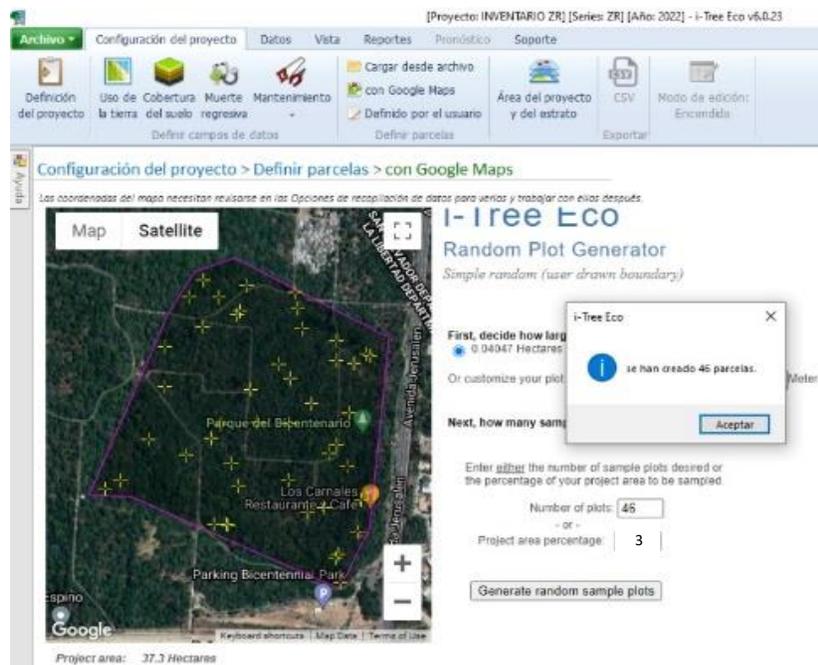
Reunión inicial con personal de City Adapt y municipalidades

Posteriormente se realizó un recorrido general para tomar puntos con GPS para delimitar específicamente la zona de estudio, conocer las condiciones generales del sitio, definir las estrategias de trabajo y los aspectos metodológicos para optimizar el tiempo y los recursos disponibles durante la fase de campo y todo el proyecto.



Reconocimiento y toma de punto GPS para delimitar la zona de estudio.

La información preliminar obtenida en campo, se ingresó al modelo i-Tree Eco para la creación del “proyecto” y la delimitación del área efectiva, en el cual se incorporaría posteriormente, toda la información recopilada en campo de acuerdo a los requerimientos del modelo. Con el proyecto definido y el área delimitada, se ubicaron al azar las parcelas de muestreo, definiéndose que serían 32, equivalente al 3% del área de estudio.



Creación de proyecto en el programa i Tree Eco v6®.

Instrumentos y equipo utilizados

Los instrumentos y equipo básico utilizado para el levantamiento de información de campo se muestran a continuación. Este fue donado por la corporación sigmaQ, en el marco del proyecto Conecta Natura.



Equipo utilizado para la fase de campo

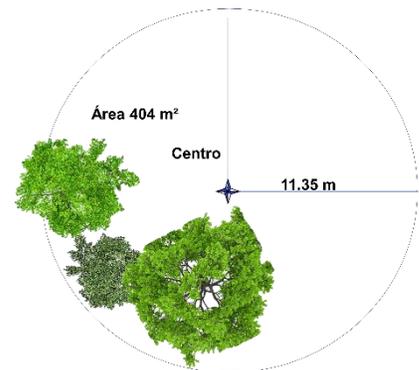
Recopilación de datos de campo:

El programa iTree requiere información de variables de campo tanto de parcelas como de árboles, lo cual está detallado en un protocolo, el procedimiento y datos colectados se describe a continuación:

- a) **Parcela:** se establecieron parcelas circulares con un radio de 11.35 m y área de 404.7 m² ubicando los 4 puntos cardinales para su delimitación.

Las variables evaluadas y el equipo utilizado para la caracterización de parcela fueron los siguientes:

- Datos generales: código parcela, centro de cada parcela utilizando GPS, número de parcela u otro



código establecido por el equipo técnico; coordenadas; fecha; tamaño de parcela (0.04 ha); dirección de parcela y notas de acceso, puntos de referencia más cercanos a la parcela; contacto de referencia.

- Tipos de cobertura: porcentaje de copa de árboles, de arbustos y del espacio disponible donde se pueden realizar siembras, porcentaje de la parcela medida.
- Cobertura de suelo: porcentajes de suelo descubierto, composta, hierbas/hiedras, grama mantenida o grama no mantenida.
- Uso de suelo: tipo de uso de suelo en porcentaje.
- Objetos de referencia: distancia, dirección del centro de la parcela al objeto de referencia y fotografías.

b) **Árboles:** Se tomaron en cuenta sólo los árboles/arbustos mayores a 5 cm de diámetro a la altura del pecho (1.30 m), debido a que son considerados los elementos estructurales más relevantes de la vegetación. Para registrar la información de las especies, se utilizó una hoja de campo definida por el programa iTree (Anexos 1 y 2), que incluye las siguientes variables:

- Código de árbol y estatus, ya sea plantado, por dispersión natural o desconocido.
- Distancia y dirección de cada árbol desde el centro de la parcela, utilizando cinta métrica y brújula.
- Datos del árbol: georreferenciación, diámetro del fuste o tronco a una altura de 1.3 m del suelo, altura total y las características de la copa. Para la medición de los diámetros, se utilizó una cinta diamétrica marca WEISS; y para la medición de altura se utilizó un hipsómetro marca NIKON o pistola Haga



Utilización de equipos para toma de datos de árboles y parcelas.

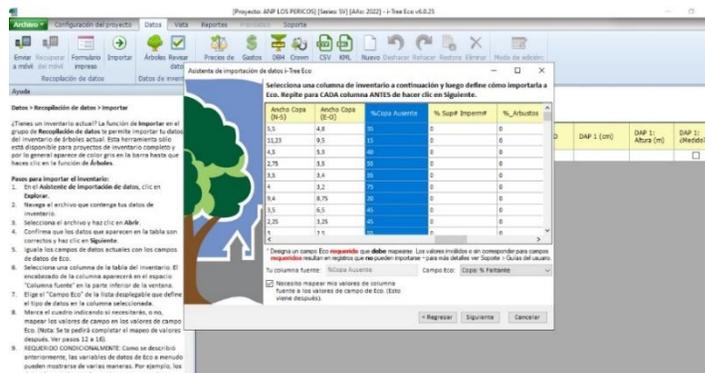
- Identificación taxonómica del árbol: se hizo directamente en campo, a través de fotografías y revisión bibliográfica, sin recolecta ni extracción de material
- Porcentaje de muerte regresiva, copa expuesta a la luz y porcentaje de arbustos.
- Comentarios: notas adicionales
- Archivo fotográfico tanto de parcelas como de arboles

3.4 Fase de procesamiento de información

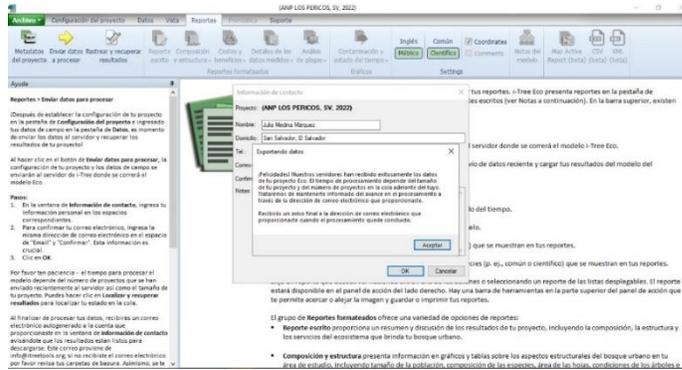
- Elaboración de base de datos: con la información que se obtuvo en campo tanto de árboles como de parcelas, se elaboró una base de datos en Excel.



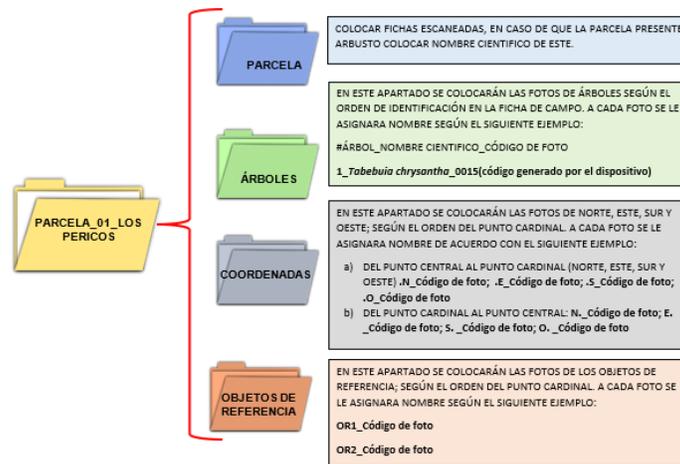
- Incorporación de datos de campo en el programa i-Tree Eco®: la base de datos generada en Excel, se verificó con la base de datos de iTree, específicamente el nombre y código de la especie, y luego se procedió a incorporar en iTree toda la información recolectada,



- Envío de datos verificados en el programa i-Tree Eco®, al Servicio Forestal de los Estados Unidos



- Integración de fotografías de los árboles con sus respectivos ID en carpetas



- Recepción de reporte de análisis de los datos enviado por el Servicio Forestal de los Estados Unidos.

3.5 Fase de análisis y elaboración de informe

Se realizó el análisis e interpretación del reporte con resultados generados por el software iTree enviados por el Servicio Forestal de los Estados Unidos, así como de todos los datos obtenidos en campo y que no son procesados por el software. Con ello se elaboró el informe técnico final en el cual se incluyen entre otros, la composición florística y estructura del arbolado, principales servicios ecosistémicos brindados por el arbolado y su valoración económica, conclusiones y recomendaciones

3.6 Gestión y arreglos institucionales

Durante la ejecución del proyecto, se realizaron gestiones y arreglos institucionales entre la Facultad de Ciencias Agronómicas y la corporación sigmaQ, se firmó una Carta de Entendimiento, con el propósito de obtener apoyo para realizar distintas actividades de beneficio para ambas instituciones bajo una relación ganar - ganar. Eso permitió que la fundación sigmaQ en el marco de su programa Conecta Natura, se incorporara al proyecto, facilitando un estipendio para el grupo de estudiantes, y el equipo básico que se utilizó para el levantamiento de datos de campo.

También se realizaron dos eventos de capacitación para personal de la corporación, por parte del grupo responsable del proyecto, en el cual se brindó entrenamiento sobre el uso del equipo y el levantamiento de la información de campo; además al final del proyecto se socializaron los resultados y se entregó una copia impresa de los resultados generales del mismo.

4. RESULTADOS

4.1 Composición florística

La composición florística de la zona de estudio está integrada por 1,072 individuos encontrados en la unidad de análisis utilizada, que fue de 1.3 ha. Están comprendidos en 27 familias, 51 géneros y 58 especies, los cuales se muestran en el cuadro 1. De las especies encontradas, el 14% son exóticas y el 86% son nativas, el 17% son arbustos y el 83% son árboles.

Generalmente los bosques urbanos o periurbanos están compuestos de una mezcla de especies de árboles nativos y exóticos. En este caso por ser un bosque secundario en desarrollo, predominan las especies nativas sobre las exóticas, tomando en cuenta que el punto de partida fue un cafetal con sombra que poco a poco se va poblando de especies de los paisajes nativos que lo rodean. El aumento en la diversidad de árboles puede minimizar el impacto general o la destrucción por un insecto o enfermedad específica de una especie, pero también puede presentar un riesgo para las plantas nativas si algunas de las especies exóticas son plantas invasivas con el potencial de ser más competitivas y desplazar a las especies nativas.

Las especies de plantas invasivas a menudo se caracterizan por su vigor, habilidad de adaptarse, capacidad de reproducción y falta general de enemigos naturales. Dichas habilidades les permiten desplazar a las plantas nativas y convertirlas en una amenaza para las áreas naturales.

Cuadro 1. Composición florística encontrada en el área de estudio.

Familia	Nombre científico	Nombre común	No. de individuos en UA*	Individuos en ZR**
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	Mango	25	620
	<i>Astronium graveolens</i>	Ron Ron	3	74
	<i>Spondias purpurea</i>	Jocote	1	25
Annonaceae	<i>Annona spp</i>	Anono montés	1	25
Apocynaceae	<i>Stemmadenia donnell-smithii</i>	Cojón de puerco	24	595
Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i>	Mano de león	26	645
Asteraceae	<i>Eremosis triflosculosa</i>	Raja bien	19	471
	<i>Vernonia patens</i>	Suquinay	1	25
	<i>Sinclairia sublobata</i>	Papelillo	1	25
Bignoniaceae	<i>Tabebuia chrysantha</i>	Cortés blanco	5	124
	<i>Spathodea campanulata</i>	Llama del bosque	234	5,805
	<i>Tabebuia rosea</i>	Maquilishuat	16	397
Bixaceae	<i>Bixa orellana</i>	Achote	2	50
Bombacaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	3	74
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Jiote	1	25
Cecropiaceae	<i>Cecropia obtusifolia</i>	Guarumo	23	571
Chrysobalanaceae	<i>Licania platypus</i>	Sunza	4	99
Clusiaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i>	Barío	6	149
Combretaceae	<i>Terminalia oblonga</i>	Volador	8	198
Cordiaceae	<i>Cordia alliodora</i>	Laurel	13	322
Euphorbiaceae	<i>Croton reflexifolius</i>	Copalchi	15	372
	<i>Acalypha macrostachya</i>	Chichicaste	8	198
	<i>Alchornea latifolia</i>	Tepeachote	32	794
Fabaceae	<i>Cassia grandis</i>	Carao	2	50
	<i>Lonchocarpus minimiflorus</i>	Chaperno	3	74
	<i>Lonchocarpus salvadorensis</i>	Cincho	3	74
	<i>Cassia siamea</i>	Flor amarilla	2	50
	<i>Diphysa americana</i>	Guachipilin	1	25
	<i>Gliricidia sepium</i>	Madrecacao	4	99
	<i>Crudia acuminata</i>	Patashite	1	25
	<i>Inga paterno</i>	Paterno	1	25
	<i>Inga vera</i>	Pepeto de río	83	2,059
	<i>Inga punctata</i>	Pepeto negro	48	1,191
	<i>Erythrina poeppigiana</i>	Pito extranjero	4	99
	<i>Erythrina berteroaana</i>	Pito nacional	1	25
	<i>Acacia polyphylla</i>	Zarzo	9	223
Lauraceae	<i>Ocotea veraguensis</i>	Canelo	56	1,389
	<i>Persea americana</i>	Aguacate	5	124
Melastomataceae	<i>Miconia argentea</i>	Sirin	2	50
Meliaceae	<i>Trichilia havanensis</i>	Barretero	51	1,265
	<i>Swietenia macrophylla</i>	Caoba	1	25
	<i>Cedrela salvadorensis</i>	Cedro	1	25
Moraceae	<i>Ficus trigonata</i>	Amate	7	174

	<i>Ficus spp</i>	Mata palo	1	25
	<i>Trophis racemosa</i>	Ojushte macho	49	1,216
	<i>Brosimum alicastrum</i>	Ojusthe de verano	10	248
	<i>Castilla elastica</i>	Palo de hule	9	223
Myrtaceae	<i>Syzygium jambos</i>	Manzana rosa	12	298
	<i>Psidium guajava</i>	Guayabo	8	198
	Arrayán	<i>Psidium friedrichsthalianum</i>	2	50
Piperaceae	<i>Piper tuberculatum</i>	Cordoncillo	26	645
Polygonaceae	<i>Triplaris melaenodendron</i>	Mulato	62	1,538
Rhamnaceae	<i>Colubrina arborescens</i>	Chaquiro	3	74
Rubiaceae	<i>Coffea arabica</i>	Café	13	322
	<i>Simira salvadorensis</i>	Brasil	2	50
Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	Zapote	1	25
	<i>Sideroxylon capiri</i>	Tempisque	1	25
Solanaceae	<i>Cestrum nocturnum</i>	Palo hediondo	117	2,902

UA*: Unidad de Análisis equivalente a 1.3 ha

ZR**: son datos estimados considerando un área de 32 ha para la zona de recuperación

Comportamiento de especies arbóreas:

La familia con el mayor número de individuos fue Bignoniaceae con 255 árboles y dentro de ésta, *Spathodea campanulata* es dominante con 234 árboles, es una especie arbórea introducida muy invasiva y que tiene fácil reproducción, por ello afecta el desarrollo de especies nativas, por lo que podría ser considerada ecológicamente “indeseable” en este tipo de ecosistemas.

La segunda familia más numerosa es la Fabacea (Leguminoeae) con 162 individuos de los cuales 83 y 48 corresponden a *Inga vera* e *Inga punctata*, respectivamente, son especies que formaban parte de la sombra de los cafetales que existieron en esta zona. En esta familia se encontraron 13 especies pero con pocos individuos, excepto las Ingas; por ejemplo *Diphysa americana* (guachipilín) y *Crudia acuminata* (patashte), con solo 1 árbol de cada una, son especies nativas amenazadas que probablemente no tienen las condiciones adecuadas para su reproducción, lo que indica que probablemente su crecimiento y propagación se ven afectadas por la competencia y la dominancia de las especies invasivas como *Spathodea campanulata* y *Cestrum nocturnum* que son las más dominantes como árbol y arbusto, respectivamente.

Las familias que le siguen en cuanto a número de individuos son la Moráceae, Poligonaceae y Lauraceae, con 76, 62 y 61, respectivamente. Las especies de estas familias son consideradas nativas, destacándose entre ellas, *Triplaris melaenodendron* (mulato), *Ocotea veraguensis* (canelo) y *Trophis racemosa* (ojushte macho).

Es de destacar que algunas especies nativas que son muy importantes por su estado de conservación como *Cedrela odorata* (cedro), *Swietenia macrophylla* (caoba), *Sideroxylon capiri* (tempisque), *Diphysa americana* (guachipilín) y *Crudia acuminata* (patashte), entre otras, únicamente se encontraron con 1 árbol en toda el área muestreada, lo que indica que deben ser especies prioritarias para incluirlas en los planes de manejo orientados a incrementar la diversidad y riqueza de especies en esta zona y en el parque en general.

Comportamiento de especies arbustivas:

Las especies arbustivas juegan un papel importante en un ecosistema porque forman parte del dosel en desarrollo. En este caso particular, algunas de ellas son muy invasivas y están afectando el crecimiento y desarrollo de otras de tipo arbóreas nativas y que son muy importantes por su estado de conservación. Las especies dominantes encontradas fueron *Cestrum nocturnum* (palo hediondo) y *Piper tuberculatum* (cordoncillo), con 117 y 26 individuos, respectivamente. Por su tipo de crecimiento arbustivo, ocupan un espacio considerable en el área y no permiten que algunas especies nativas importantes salgan de su etapa de brinzal o latizal y en algún momento pueden ser completamente desplazadas.

Ambas especies deben considerarse en futuras intervenciones para fines de manejo, en el sentido que pueden eliminarse para permitir el crecimiento de otras o para introducir nuevas especies para incrementar la diversidad en el bosque.

4.2 Estructura del bosque

El bosque de la zona de recuperación del parque Bicentenario – Los Pericos en la unidad de análisis utilizada (1.3 ha), tiene 1,072 individuos, entre árboles y arbustos. Las tres especies más abundantes son *Spathodea campanulata* (21,8%), *Cestrum nocturnum* (10,9%) e *Inga vera* (7,8%). La densidad promedio es de 829 árboles/hectárea.

Las especies más dominantes en términos de área de las hojas son *Inga vera*, *Spathodea campanulata*, y *Trophis racemosa*. Las 10 especies con los valores de importancia más altos se observan en el cuadro 2.

La estructura del bosque en términos del Índice de Valor de Importancia (IVI) se aprecia en el cuadro 2. Se presenta la abundancia absoluta y relativa, frecuencia absoluta y relativa, área basal absoluta y relativa y el Índice de Valor de Importancia, que es la suma de las tres variables relativas.

Cuadro 2. Estructura del arbolado encontrado en el área de recuperación

Nombre científico	Abundancia (A)	Ar (%)	Frecuencia (F)	Fr (%)	Área basal (AB m ²)	ABr (%)	IVI
<i>Bixa orellana</i>	2	0.19	2	0.47	0.009	0.017	0.68
<i>Persea americana</i>	5	0.47	4	0.94	0.677	1.298	2.71
<i>Ficus trigonata</i>	7	0.65	6	1.42	1.734	3.324	5.39
<i>Annona sp</i>	1	0.09	1	0.24	0.002	0.004	0.33
<i>Psidium friedrichsthalianum</i>	2	0.19	2	0.47	0.059	0.113	0.77
<i>Calophyllum brasiliense</i>	6	0.56	6	1.42	0.601	1.152	3.13
<i>Trichilia havanensis</i>	51	4.76	24	5.66	1.024	1.963	12.38
<i>Simira salvadorensis</i>	2	0.19	1	0.24	0.005	0.010	0.43
<i>Coffea arabica</i>	13	1.21	6	1.42	0.171	0.328	2.96
<i>Ocotea veraguensis</i>	56	5.22	23	5.42	2.461	4.717	15.37
<i>Switenia macrophylla</i>	1	0.09	1	0.24	0.002	0.004	0.33
<i>Cassia grandis</i>	2	0.19	2	0.47	0.245	0.470	1.13

<i>Cedrela odorata</i>	1	0.09	1	0.24	0.186	0.357	0.69
<i>Ceiba pentandra</i>	3	0.28	3	0.71	0.079	0.151	1.14
<i>Lonchocarpus minimiflorus</i>	3	0.28	2	0.47	0.146	0.280	1.03
<i>Colubrina arborescens</i>	3	0.28	3	0.71	0.010	0.019	1.01
<i>Acalypha macrostachya</i>	8	0.75	7	1.65	0.624	1.196	3.59
<i>Lonchocarpus salvadorensis</i>	3	0.28	3	0.71	0.017	0.033	1.02
<i>Stemmadenia donnell-smithii</i>	24	2.24	12	2.83	0.133	0.255	5.32
<i>Croton reflexifolius</i>	15	1.40	4	0.94	0.088	0.169	2.51
<i>Piper tuberculatum</i>	26	2.43	11	2.59	0.228	0.437	5.46
<i>Tabebuia chrysantha</i>	5	0.47	5	1.18	0.030	0.058	1.70
<i>Cassia siamea</i>	2	0.19	2	0.47	0.043	0.082	0.74
<i>Diphysa americana</i>	1	0.09	1	0.24	0.012	0.023	0.35
<i>Cecropia obtusifolia</i>	23	2.15	16	3.77	4.389	8.413	14.33
<i>Psidium guajava</i>	8	0.75	6	1.42	0.110	0.211	2.37
<i>Bursera simaruba</i>	1	0.09	1	0.24	0.068	0.130	0.46
<i>Spondia purpurea</i>	1	0.09	1	0.24	0.027	0.052	0.38
<i>Cordia alliodora</i>	13	1.21	5	1.18	0.171	0.328	2.72
<i>Spathodea campanulata</i>	234	21.83	32	7.55	19.157	36.721	66.10
<i>Gliricidia sepium</i>	4	0.37	4	0.94	0.252	0.483	1.80
<i>Mangifera indica</i>	25	2.33	11	2.59	1.278	2.450	7.38
<i>Dendropanax arboreus</i>	26	2.43	11	2.59	1.779	3.410	8.43
<i>Syzygium jambos</i>	12	1.12	11	2.59	1.082	2.074	5.79
<i>Tabebuia rosea</i>	16	1.49	12	2.83	0.506	0.970	5.29
<i>Ficus sp</i>	1	0.09	1	0.24	0.002	0.004	0.33
<i>Triplaris melaenodendron</i>	62	5.78	21	4.95	0.923	1.769	12.51
<i>Brosimum alicastrum</i>	10	0.93	7	1.65	0.402	0.771	3.35
<i>Trophis racemosa</i>	49	4.57	21	4.95	1.902	3.646	13.17
<i>Castilla elastica</i>	9	0.84	5	1.18	0.260	0.498	2.52
<i>Cestrum nocturnum</i>	117	10.91	22	5.19	0.843	1.616	17.72
<i>Sinclairia sublobata</i>	1	0.09	1	0.24	0.048	0.092	0.42
<i>Crudia acuminata</i>	1	0.09	1	0.24	0.232	0.445	0.77
<i>Inga paterna</i>	1	0.09	1	0.24	0.011	0.021	0.35
<i>Inga vera</i>	83	7.74	29	6.84	6.900	13.226	27.81
<i>Inga punctata</i>	48	4.48	22	5.19	1.327	2.544	12.21
<i>Erithrina poeppigiana</i>	4	0.37	3	0.71	0.208	0.399	1.48
<i>Erythrina berteroana</i>	1	0.09	1	0.24	0.002	0.004	0.33
<i>Eremosis trifosculosa</i>	19	1.77	9	2.12	0.496	0.951	4.85
<i>Astronium graveolens</i>	3	0.28	3	0.71	0.026	0.050	1.04
<i>Miconia argentea</i>	2	0.19	2	0.47	0.005	0.010	0.67
<i>Licania platypus</i>	4	0.37	4	0.94	0.232	0.445	1.76
<i>Vernonia patens</i>	1	0.09	1	0.24	0.020	0.038	0.37
<i>Sideroxylon capiri</i>	1	0.09	1	0.24	0.104	0.199	0.53
<i>Alchornea latifolia</i>	32	2.99	16	3.77	0.479	0.918	7.68
<i>Terminalia oblonga</i>	8	0.75	7	1.65	0.162	0.311	2.71
<i>Manilcara zapota</i>	1	0.09	1	0.24	0.042	0.081	0.41
<i>Acacia polyphylla</i>	9	0.84	3	0.71	0.138	0.265	1.81
	1072	100	424	100	52.17	100	300

La **abundancia** indica el número de individuos por unidad de área encontrados en la unidad de análisis que fue de 1.3 ha, de las cuales *Spathodea campanulata* fue la más abundante con 234 individuos equivalente al 21.83% del total; le siguen *Cestrum nocturnum* con 117 individuos equivalente al 10.91%, *Inga vera* con 83 individuos y 7.74% y *Triplaris melaenodendron* con 62 individuos equivalente al 5.78%. La abundancia relativa está referida a los totales en términos de porcentaje.

La **frecuencia** indica la ocurrencia de las especies en las 32 unidades de muestreo. Así, por ejemplo, *Spathodea campanulata* se encontró en todas las unidades de muestreo (32), *Inga vera* en 29, *Trichilia havanensis* en 24, *Ocotea veraguensis* en 23 y *Cestrum nocturnum* en 22. Esto significa que están distribuidas en gran parte del bosque, lo cual se correlaciona también con el número de individuos de cada una.

Del total de especies, 22 de ellas equivalente al 40%, se encontraron solamente en una o dos muestras, lo que indica que son muy escasas y probablemente no han tenido las condiciones adecuadas para su reproducción, e indica que hay que ponerles atención y promover su incorporación en los planes de manejo para incrementar su población en el parque y en la zona de recuperación en particular. Dentro de estas se encuentran, *Alchornea latifolia*, *Cedrela odorata*, *Diphysa americana*, *Lonchocarpus minimiflorus*, *Crudia acuminata* y *Sideroxylon capiri*, que se encuentran en la categoría de amenazadas.

También se encuentran especies calificadas en peligro como *Juglans nigra*, *Switenia macrophylla*, *Lonchocarpus minimiflorus*, entre otras.

La frecuencia relativa está referida a los totales en términos de porcentaje.

El **área basal** representa la dominancia en términos de área (m^2) de la sección del árbol a 1.30 m de altura (dap), y se refiere al grosor del árbol, que es un valor de mucha relevancia en términos de biomasa al considerar también su altura. De todas las especies encontradas, *Spathodea campanulata*, *Inga vera* y *Cecropia obtusifolia*, son las que presentan los valores más altos, lo que indica que tienen mayor dominancia de área basal ya sea por su grosor o mayor número de individuos en el bosque. El área basal relativa está referida a los totales en términos de porcentaje.

El **Índice de Valor de Importancia (IVI)** representa un parámetro de síntesis de la frecuencia, abundancia y área basal relativa, e indica la importancia relativa o el peso ecológico de las especies en el bosque, porque reúne las 3 variables fisionómicas de los árboles.

Es de aclarar, que el valor de importancia alto no significa que esas especies y los árboles deben procurarse necesariamente a futuro; sino que dichas especies dominan actualmente la estructura del bosque. Así, por ejemplo, *Spathodea campanulata* y *Cestrum nocturnum*, a pesar de tener valores altos de IVI, 61.10 y 17.72, respectivamente, no significa que son de las más importantes y que deben mantenerse siempre en el bosque. Por el contrario, para fines de manejo y de promover la diversidad en el bosque, se pueden considerar como ecológicamente indeseables, por ser muy invasivas y están afectando y desplazando a las especies nativas, afectando directamente su propagación y crecimiento.

De igual manera, los valores de IVI muy bajos para una especie, no significa que no tengan mayor relevancia en el bosque, por el contrario, son especies que hay que ponerles

atención porque son muy extrañas o poco dominantes, lo que significa que hay que hacer una evaluación de las causas que están provocando esa condición en el bosque y tomar las medidas respectivas según los objetivos del área.

La estructura del arbolado del área de recuperación del parque, también se puede visualizar en el gráfico 1, en términos de la distribución de las especies por clases diamétricas. Se puede observar que el mayor número de individuos, aproximadamente el 85%, se encuentran en las primeras tres clases diamétricas, de 0 hasta 30.5 cm de diámetro a la altura del pecho, lo que significa que la mayoría de individuos son delgados, indicando que es un bosque secundario que se encuentra en las primeras fases de crecimiento y desarrollo; además no se encuentran muchos árboles con diámetros grandes o remanentes.

Por otra parte, la curva de crecimiento que se refleja en la figura, se acerca al de una “J” invertida, que es la curva típica que predomina en los bosques secundarios en crecimiento.

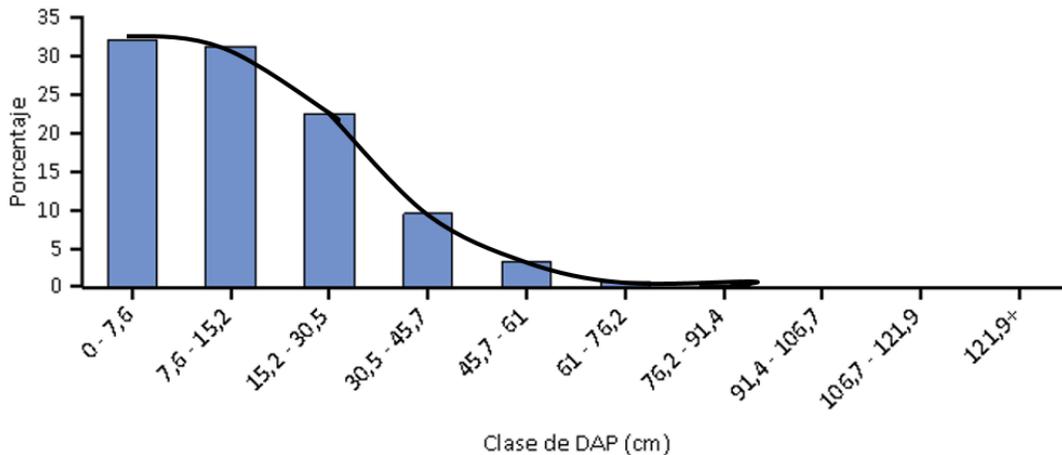


Gráfico 1. Distribución (%) de las especies por clases diamétricas

4.3 Eliminación de la contaminación

La mala calidad del aire es un problema común en muchas áreas urbanas. Puede conducir a la disminución de la salud humana, dañar los materiales del paisaje y los procesos de los ecosistemas y reducir la visibilidad. El bosque urbano puede ayudar a mejorar la calidad del aire reduciendo la temperatura del aire, eliminando directamente los contaminantes del aire y reduciendo el consumo de energía de los edificios, que por consiguiente reduce las emisiones de los contaminantes del aire de las fuentes eléctricas. Los árboles también emiten compuestos orgánicos volátiles que pueden contribuir a la formación de ozono. Sin

embargo, los estudios integrados han dado a conocer que el aumento en la cobertura de los árboles conduce a una menor formación de ozono (Nowak y Dwyer 2000).

Según Kelly 2017, los árboles eliminan los contaminantes a través diferentes mecanismos, entre ellos se encuentra la incorporación de gases a través de los estomas de las hojas los cuales sintetizan dentro, al combinarse con agua para su uso o transformación posterior; por otro lado, los árboles eliminan PM2.5 y PM10 que son aquellas partículas sólidas o líquidas de polvo, cenizas, hollín, partículas metálicas, cemento o polen, dispersas en la atmósfera, y cuyo diámetro varía entre 2,5 y 10 μm (1 micrómetro corresponde la milésima parte de 1 milímetro) (PRTR, s.f). Están formadas principalmente por compuestos inorgánicos como silicatos y aluminatos, metales pesados entre otros, y material orgánico asociado a partículas de carbono (hollín). Se caracterizan por poseer un pH básico debido a la combustión no controlada de materiales, estos se eliminan cuando el material particulado se deposita en la superficie de las hojas.

La eliminación de contaminación por mes por el arbolado del área de recuperación del parque, se presenta en el gráfico 2. Se calculó usando datos de campo de contaminantes y datos climáticos recientes disponibles.

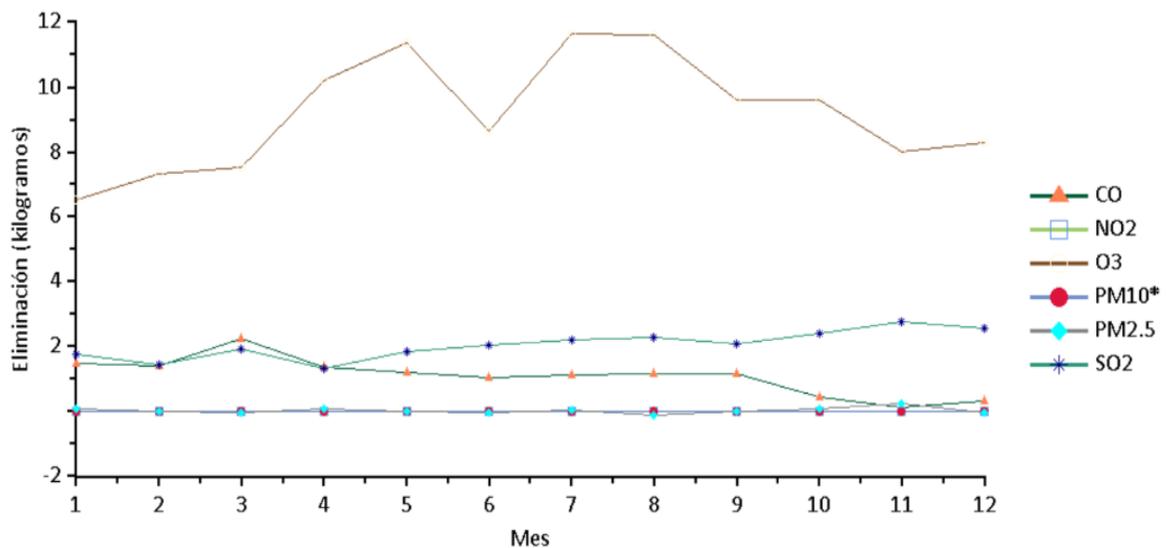


Gráfico 2. Eliminación de contaminantes por mes en el área de recuperación

De acuerdo con el gráfico, la eliminación de los contaminantes CO, NO₂, PM10, PM2.5, SO₂, se mantienen más o menos constante durante todo el año, con valores entre 1 a 2 kg. Por su parte, el O₃ es el contaminante más eliminando en el año, presentando los valores más altos, 11 kg en los meses de mayo, julio y agosto, probablemente porque hay mayor

humedad y los arboles tienen una tasa mayor de fotosíntesis. Luego decrece hasta llegar a valores de 8 kg, aproximadamente.

La eliminación de la contaminación fue mayor para ozono (gráfico 3). Se estima que los árboles eliminaron en promedio por año, 148,1 kilogramos de la contaminación del aire (ozono (O₃), monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO₂), material particulado menor a 2.5 micrones (PM2.5), material particulado menor a 10 micrones y mayor a 2.5 micrones (PM10*)², y dióxido de sulfuro (SO₂)) con un valor asociado de 1501.04 dólares/año.

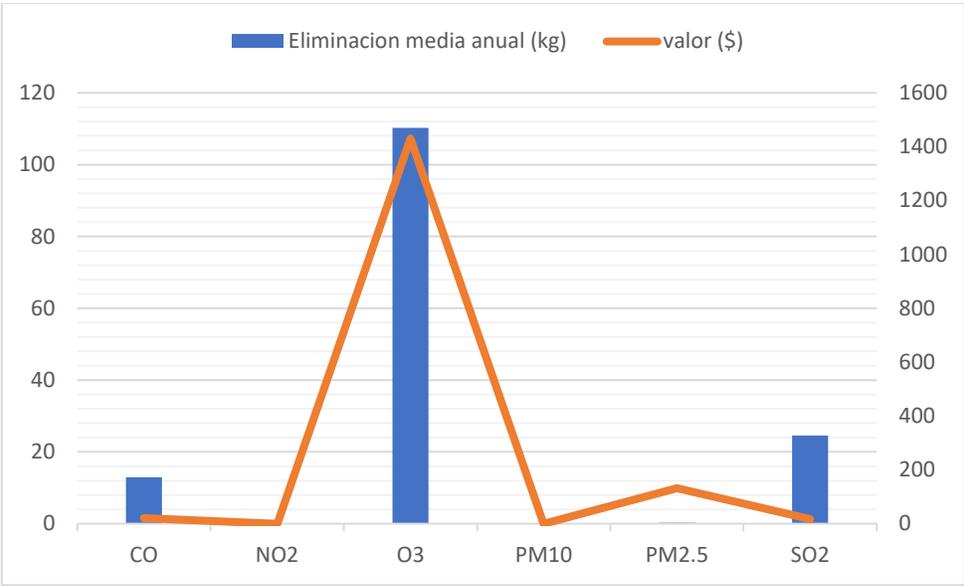


Gráfico 3. Contaminantes removidos por año y su equivalente en dólares

Según el gráfico el contaminante con mayor eliminación fue el O₃ con 110,3 kg y su valor es de 1,430.92 dólares/año, el NO₂ y PM10 no se tienen valores registrados por la estación climática.

Eliminación de contaminantes por especie

La eliminación de contaminantes y su valor económico por parte de las principales especies, se presenta en el cuadro 3 y los gráficos 4 y 5.

Cuadro 3. Eliminación de contaminación y valor económico de las principales especies.

Especie	Eliminación de contaminación (gr/año)				Valor de eliminación (\$/año)			
	CO	O ₃	SO ₂	PM _{2.5}	CO	O ₃	SO ₂	PM _{2.5}
<i>Ficus trigonata</i>	341.70	2906.60	647.20	7.70	0.55	37.48	0.45	3.45
<i>Cecropia obtusifolia</i>	177.60	1510.70	336.40	4.00	0.29	19.48	0.24	1.79
<i>Dendropanax arboreus</i>	119.60	1017.00	226.50	2.70	0.19	13.11	0.16	1.21
<i>Calophyllum brisiliense</i>	114.90	977.60	217.70	2.60	0.19	12.61	0.15	1.16
<i>Mangifera indica</i>	113.40	964.40	214.80	2.60	0.18	12.44	0.15	1.15
<i>Trophis racemosa</i>	109.50	931.30	207.40	2.50	0.18	12.01	0.15	1.11
<i>Inga vera</i>	104.50	888.80	197.90	2.40	0.17	11.46	0.14	1.06
<i>Ocotea veraguensis</i>	104.20	886.30	197.40	2.40	0.17	11.43	0.14	1.05
<i>Acacia polyphilla</i>	99.50	846.40	188.50	2.20	0.16	10.91	0.13	1.01
<i>Spathodea campanulata</i>	93.10	792.70	176.40	2.10	0.15	10.22	0.12	0.94

Puede observarse en el cuadro 3 y gráfico 4 que las especies que más contribuyen en la eliminación de contaminantes del aire, son *Ficus trigonata*, *Cecropia obtusifolia* y *Dendropanax arboreus*, a pesar que no son las más numerosas en cantidad de árboles en el bosque. Esto indica que la hojas y corteza de estas especies, tienen mayor capacidad de atrapar y absorber partículas pequeñas y gases de la atmosfera provenientes de la contaminación de vehículos y actividades humanas.

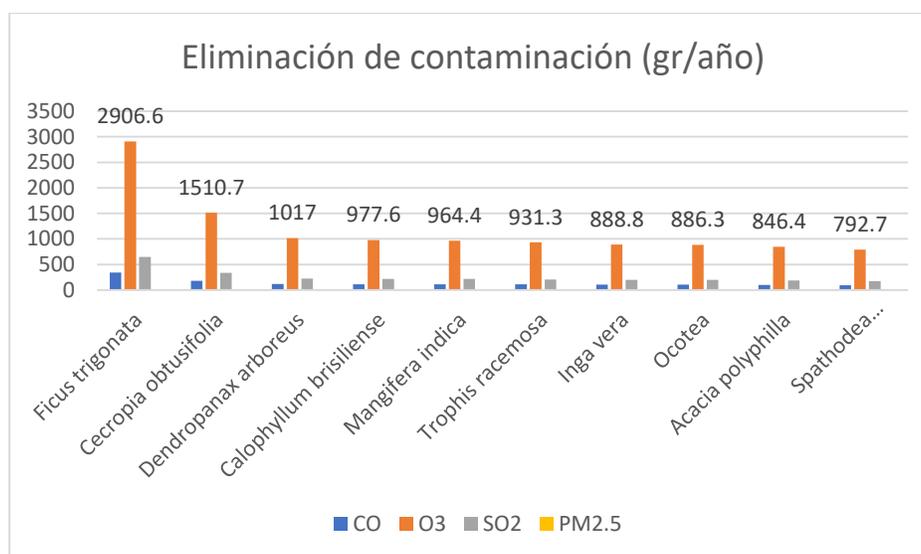


Gráfico 4. Eliminación de contaminación en gramos por año según especie.

En el gráfico 5 puede observarse en términos económicos, la contribución por especie en la eliminación de contaminantes del aire, principalmente ozono, destacándose las especies nativas *Ficus trigonata*, *Cecropia obtusifolia* y *Dendropanax arboreus* como las más eficientes, con valores de 37.48, 19.48 y 13.11 dólares/año, respectivamente.

Un elemento muy importante de resaltar en este caso, es que la especie *Spathodea campanulata*, además de ser introducida y tener la mayor cantidad de individuos en el bosque, no es la más importante en la eliminación de contaminantes, debido a que es semi caducifolia y la mayoría de árboles encontrados ya presentan muerte regresiva, aunque por su alta capacidad de reproducción, también se encuentran muchos árboles en crecimiento, considerándose como muy invasiva y que afecta el crecimiento de especies nativas.

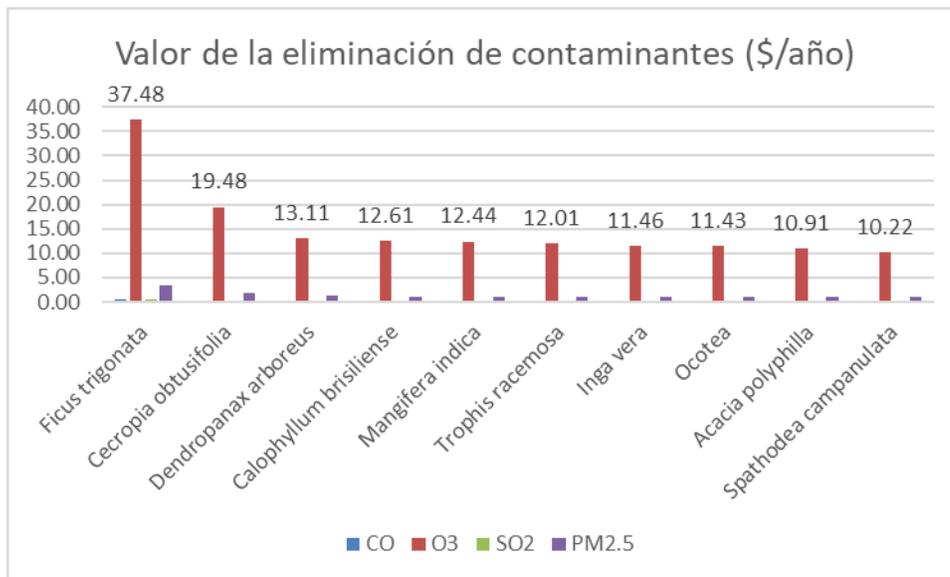


Gráfico 5. Valor de la eliminación de la contaminación en dólares por año según especie

4.4 Secuestro y almacenamiento de carbono

El cambio climático es un problema de preocupación global, ya que año con año, la temperatura va en aumento y los patrones climáticos van siendo cada vez más irregulares en todo el mundo. En El Salvador no es la excepción, ya se presenta una variabilidad climática creciente, con olas de calor y sequía, así como también alteraciones en los patrones de precipitación, la frecuencia, intensidad, durabilidad y ubicación de estos eventos climáticos.

Los árboles urbanos pueden ayudar a mitigar el cambio climático al secuestrar el carbono atmosférico (del dióxido de carbono) en los tejidos, modificar el uso de energía en los edificios, y por consiguiente disminuir las emisiones de dióxido de carbono de las fuentes eléctricas de combustibles fósiles. (Abdullahi et al 2000)

Los árboles reducen la cantidad de carbono en la atmósfera al secuestrarlo en el crecimiento nuevo cada año. La cantidad de carbono secuestrado anualmente aumenta con el tamaño y la salud de los árboles. El secuestro bruto en la zona de recuperación del

parque Bicentenario es de 6.5 toneladas métricas de carbono por año con un valor asociado de \$1,205.49.

En el cuadro 4 y gráfico 6, se presentan las especies del área de recuperación del parque Bicentenario, que tienen los valores más altos en secuestro de carbono en toneladas métricas por año y el valor asociado en dólares.

Cuadro 4. Principales especies en secuestro de carbono y valor asociado.

Especie	Secuestro de carbono (Ton metr/año)	Valor (\$)
<i>Spathodea campanulata</i>	1.23	226.36
<i>Inga vera</i>	1.07	197.06
<i>Triplaris melaenodendron</i>	0.41	75.65
<i>Trophis racemosa</i>	0.41	74.89
<i>Inga punctata</i>	0.37	68.80
<i>Ocotea veraguensis</i>	0.29	53.61
<i>Trichilia havanensis</i>	0.28	51.65
<i>Cestrum nocturnum</i>	0.26	47.77
<i>Mangifera indica</i>	0.22	40.16
<i>Cassia grandis</i>	0.18	32.37

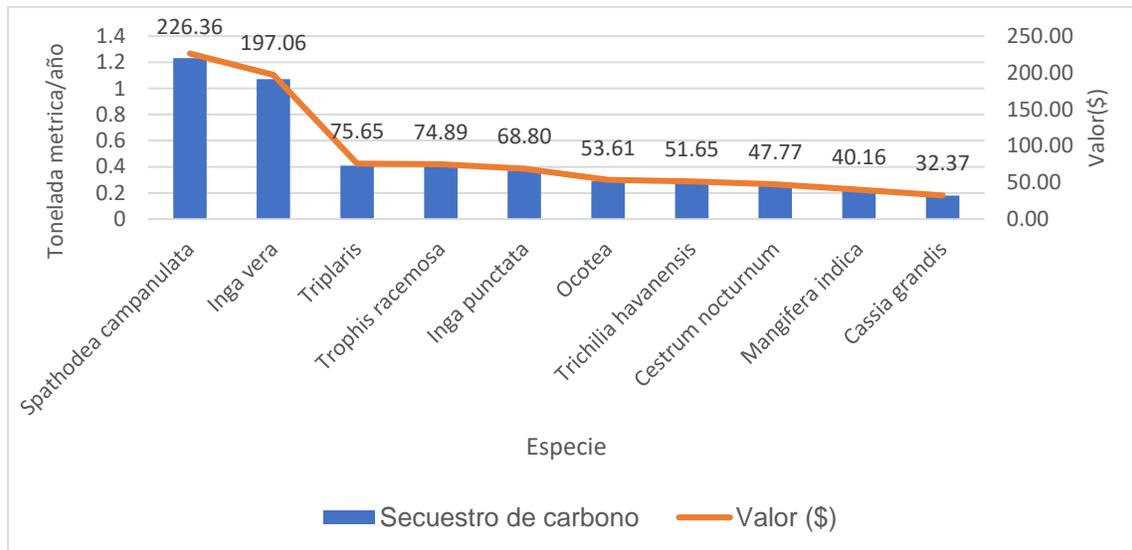


Gráfico 6. Principales especies y su secuestro de carbono y valor asociado.

Como puede observarse en el cuadro 4 y gráfico 6, la mayor captura de carbono por los árboles de la zona de recuperación del parque, la realizan *Spathodea campanulata* e *Inga vera*, con 1.23 y 1.07 ton. metr/año y 226.36 y 197.0 dólares, respectivamente. Esto es interesante, debido a que la cantidad árboles de *S. campanulata* es casi el triple (234), en relación a *I. vera* (83), por lo que se esperaría que la cantidad de secuestro de carbono fueran proporcionales, pero no lo es. Además, la cantidad de carbono secuestrado por *Inga*

vera e *Inga punctata*, superan en 0.21 toneladas a *S. campanulata*, aun teniendo menor densidad. Esta cualidad de las especies de *Inga* pueda ser debido a que son especies siempre verde y por lo tanto tiene mayor capacidad fotosintética; no así *E. campanulata* que es semi caducifolia y además, su vida útil es menor, encontrándose en la zona, algunos árboles con muerte regresiva y otros casi muertos en pie.

El almacenamiento de carbono es otra manera en la que los arboles pueden influenciar en el cambio climático global. Conforme el árbol crece, almacena más carbono sujetándolo a sus tejidos. Cuando el árbol se muere y se descompone, nuevamente libera la mayoría del carbono almacenado a la atmosfera. Por lo tanto, el almacenamiento de carbono es un indicador de la cantidad de carbono que se puede liberar si se permite que los arboles mueran y se descompongan. Mantener arboles saludables mantendrá el carbono almacenado en los árboles, pero el mantenimiento de los árboles puede contribuir también a las emisiones de carbono. Cuando un árbol muere, usar la madera en productos madereros a largo plazo, para calentar edificios o para producir energía ayudará a reducir las emisiones de carbono de la descomposición de la madera o de centrales eléctricas de combustibles fósiles o madereros.

Se calcula que los árboles en la zona de recuperación del parque almacenan 83.7 toneladas de carbono, equivalente a \$1543.16.

En el cuadro 5 y gráfico 7 se muestran las especies que almacenan las mayores cantidades de carbono en la zona de estudio.

Cuadro 5. Principales especies y su almacenamiento de carbono y valor asociado

Especie	Almacenamiento de carbono (Ton métrica)	Valor (\$)
<i>Spathodea campanulata</i>	13.56	2500.15
<i>Inga vera</i>	15.41	2841.52
<i>Triplaris melaenodendron</i>	2.81	518.19
<i>Trophis racemosa</i>	4.71	867.87
<i>Inga punctata</i>	5.09	938.09
<i>Ocotea veraguensis</i>	4.75	875.56
<i>Trichilia havanensis</i>	2.65	487.89
<i>Cestrum nocturnum</i>	1.57	288.91
<i>Mangifera indica</i>	3.31	609.40
<i>Cassia grandis</i>	1.6	295.78

Se observa que, de las especies encontradas, *Inga vera* almacena la mayor cantidad de carbono, 15.41 toneladas métricas (aproximadamente 18.4% del total), le sigue *S. campanulata* con 13.56 e *Inga punctata* con 5.09 toneladas. Las especies de *Inga* almacenan el 25% del total de todas las especies, superan a *S. campanulata* por 6.94 toneladas. Estas juegan un papel importantísimo en el bosque, ya que son las que secuestran y almacenan las mayores cantidades, a pesar de tener menor número de árboles que *S. campanulata*.

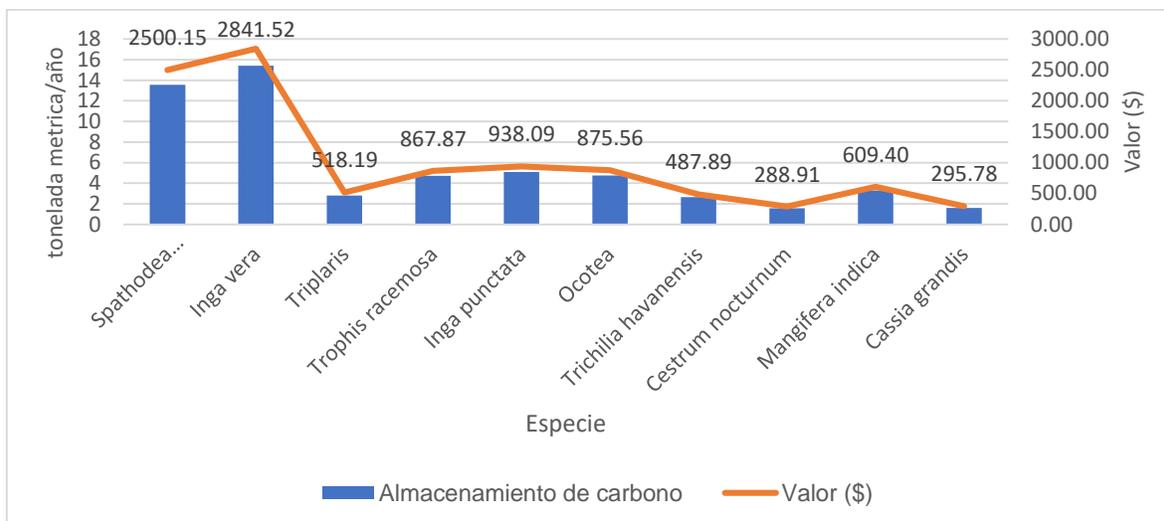


Gráfico 7. Principales especies y su almacenamiento de carbono y valor asociado

En general, las especies arbóreas nativas son las que más secuestran y almacenan carbono, junto con una especie arbustiva.

4.5 Producción de oxígeno

Con la energía del sol, las plantas producen sustancias orgánicas que son la base de la cadena alimentaria de todos los animales, al mismo tiempo, liberan el oxígeno que todos los seres vivos necesitan para respirar. (FAO, 1996)

La producción anual de oxígeno de un árbol está directamente relacionada con la cantidad de carbono secuestrado, la cual está vinculada con la acumulación de biomasa del árbol. Según la FAO (2011), un kilómetro cuadrado de bosque genera 1.000 toneladas de oxígeno al año.

En el cuadro 6 se presentan las principales especies (20) productoras de oxígeno de la zona de recuperación del parque.

Cuadro 6. Principales especies productoras de oxígeno de la zona de recuperación.

Especie	Oxígeno (kg)	Secuestro bruto de carbono (kg/año)	Número de árboles	Área foliar (ha)
<i>Spathodea campanulata</i>	3.273,70	1.227,64	234	0,86
<i>Inga vera</i>	2.850,02	1.068,76	83	0,87
<i>Triplaris melaenodendron</i>	1.094,14	410,30	62	0,25
<i>Trophis racemosa</i>	1.083,05	406,14	49	0,64
<i>Inga punctata</i>	994,99	373,12	48	0,27
<i>Ocotea veraguensis</i>	775,32	290,75	55	0,41
<i>Trichilia havanensis</i>	747,05	280,14	51	0,20
<i>Cestrum nocturnum</i>	690,85	259,07	117	0,22
<i>Mangifera indica</i>	580,88	217,83	25	0,36
<i>Cassia grandis</i>	468,10	175,54	2	0,04
<i>Calophyllum brasiliense</i>	445,48	167,05	6	0,10
<i>Dendropanax arboreus</i>	443,14	166,18	26	0,25
<i>Vernonia patens</i>	389,06	145,90	20	0,08
<i>Tabebuia rosea</i>	336,88	126,33	16	0,05
<i>Terminalia oblonga</i>	328,94	123,35	8	0,04
<i>Cecropia obtusifolia</i>	304,07	114,02	23	0,55
<i>Stemmadenia sp.</i>	200,28	75,10	24	0,04
<i>Lonchocarpus</i>	177,56	66,58	6	0,06
<i>Castilla elástica</i>	173,59	65,10	9	0,02
<i>Alchornea latifolia</i>	159,84	59,94	32	0,13

Se muestran las 20 principales especies productoras de oxígeno de la zona de recuperación del parque, en donde se observa que *Spathodea campanulata* es la que produce la mayor cantidad de oxígeno, con un valor de 3.273,70 kg, seguida por *Inga vera* y *Triplaris melaenodendron*, con valores de 2.850,02 y 1.094,14 kg, respectivamente.

Las especies de *Inga* presentan el mismo comportamiento en el sentido de que ambas superan a *S. campanulata*, a pesar de tener menor cantidad de árboles (gráfico 8). Sin embargo, al observar el área foliar, esta última tiene valores más bajos que las *Ingas*, ya que es caducifolia y gran parte del año permanece sin hojas, por el contrario, las *Ingas* son

especies siempre verdes y por lo tanto tienen mayor capacidad fotosintética, lo cual se traduce en mayor secuestro y almacenamiento de carbono y producción de oxígeno.

Otras especies que llaman la atención son *Triplaris maleanodendron* y *Trophis racemosa*. La primera a pesar de tener valores bajos de área foliar, aparece en tercer lugar de producción de oxígeno; mientras que la segunda que, a pesar de tener valores bastante bajos en número de árboles, produce casi la misma cantidad de oxígeno.

En el caso de *Cestrum nocturnum* a pesar de tener 117 individuos (gráfico 8), produce bajas cantidades de oxígeno, lo cual es comprensible por su comportamiento arbustivo.

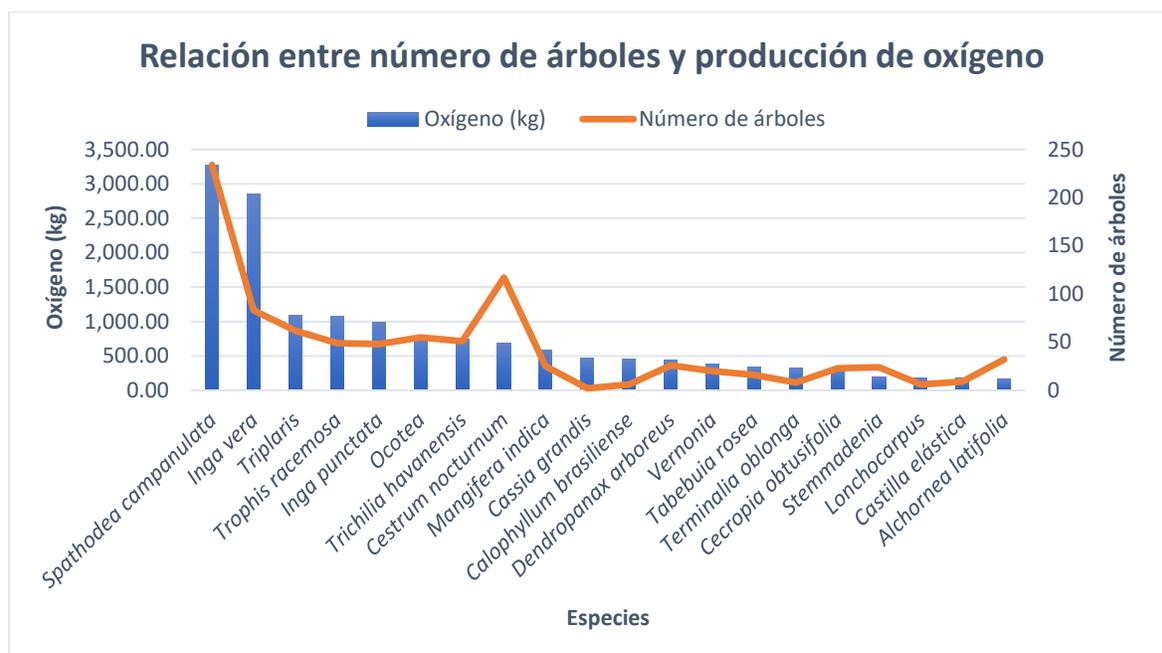


Gráfico 8. Relación entre el número de árboles y producción de oxígeno.

Se calcula que los árboles en la zona de recuperación del parque, producen 17,13 toneladas métricas de oxígeno al año. Sin embargo, de acuerdo a Broecker 1970, este beneficio de los árboles es relativamente insignificante debido a la gran y relativamente estable cantidad de oxígeno en la atmósfera y extensa producción por los sistemas acuáticos.

Es muy común pensar que la mayoría del oxígeno que respiramos proviene de los árboles y selvas. Sin embargo, de acuerdo con algunos estudios, los ecosistemas terrestres producen solo el 28% del total de oxígeno que se produce en la Tierra y al menos el 70% es producido por plantas marinas. (Cacelín, s.f.)

4.6 Escurrimiento evitado

El escurrimiento superficial es el agua que se mueve por la superficie del terreno hacia los cauces de drenaje durante y después de ocurrida la lluvia. Este escurrimiento marca el exceso de la capacidad de infiltración del suelo (Murillo, 2010).

Durante los eventos de precipitación, cierta cantidad es interceptada por la vegetación (árboles y matorrales) mientras que la otra alcanza el suelo. La cantidad de la precipitación que llega al suelo y no se filtra se vuelve escurrimiento superficial (Hirabayashi 2012). En las áreas urbanas, la gran extensión de superficies impermeables aumenta la cantidad de escurrimiento superficial

El escurrimiento superficial puede ser causa de preocupación en muchas áreas urbanas y periurbanas, ya que puede contribuir a la contaminación de arroyos, humedales, ríos, lagos y océanos.

Es por ello que los árboles, matorrales y arbustos tienen gran importancia en la reducción del escurrimiento superficial, ya que interceptan la precipitación, mientras que sus sistemas de raíces promueven la infiltración y el almacenamiento en el suelo.

Los bosques proporcionan una excelente cobertura protectora compuesta por el dosel foliar, arbustos bajos, hierbas y restos superficiales, los que se combinan para proteger la superficie del suelo de la pérdida de porosidad causada por el impacto directo de las gotas de lluvia. Los residuos también sirven como fuente de alimentos y energía a los organismos del suelo, lo cual favorece la formación de materia orgánica y canales subterráneos de la fauna que conducen a altas tasas de infiltración. (FAO, 2005)

El escurrimiento superficial evitado anual se calcula con base en las precipitaciones interceptadas por la vegetación, en particular la diferencia entre el escurrimiento anual con y sin vegetación. Aunque las hojas de los árboles, las ramas y la corteza pueden interceptar la lluvia y mitigar así el escurrimiento evitado, sólo se toman en cuenta las precipitaciones interceptadas por las hojas.

En general, los árboles y arbustos de la zona de recuperación del parque, ayudan a reducir el escurrimiento por casi 16,11 metros cúbicos al año con un valor asociado de \$36.20/año. Este servicio que proporcionan los árboles es fundamental por la ubicación del parque, en una zona de alta infiltración para el acuífero de San Salvador.

La cantidad de escurrimiento evitado de las 10 parcelas con datos más altos y su valor asociado, se presenta en el cuadro 7.

Cuadro 7. Escurrimiento evitado y valor asociado de las parcelas con datos más altos

Estrato (parcela)	Número de árboles	Escurrimiento evitado (m³)	Valor (\$/año)
38 AF	45	0.82	1.86
11 G	17	0.80	1.8
41 A	16	0.74	1.66
19 B	43	0.71	1.61
40 D	39	0.71	1.6
6 Z	40	0.69	1.55
4 M	17	0.66	1.5
44 AB	40	0.64	1.44
22 AA	41	0.63	1.41
23 Y	15	0.61	1.39

En el cuadro anterior, se muestran los 10 principales estratos (parcelas muestreadas) y los valores de escurrimiento evitado (m³) y su valor asociado (dólares). Se observa que el estrato 38 AF reduce 0.82 metros cúbicos de escorrentía con un valor de \$1.86, seguido por el estrato 11 G y 41 A que reducen 0.80 metros cúbicos con un valor de \$1.80 y 0.74 metros cúbicos con un valor de \$1.66.

Está demostrado que cuanto mayor sea el área foliar, estimada principalmente en base a las características morfológicas de las especies, mayor será la reducción de la escorrentía superficial (Asociación Ecología y Educación para una Ciudad Sostenible – Transitando, 2019). Esto se demostró en este estudio, ya que por ejemplo en la parcela 11 G que tiene 17 árboles, se estimó una reducción de escorrentía de 0.80 m³, la cual es bastante similar (0.82 m³) a la parcela 38 AF, que presenta 45 árboles, y un poco más que la parcela 22 AA que presenta 41 árboles y un escurrimiento evitado de 0.63 m³. Por lo tanto, no depende tanto del número de árboles, sino de las características de las especies presentes (ver cuadro 6 y gráfico 9).

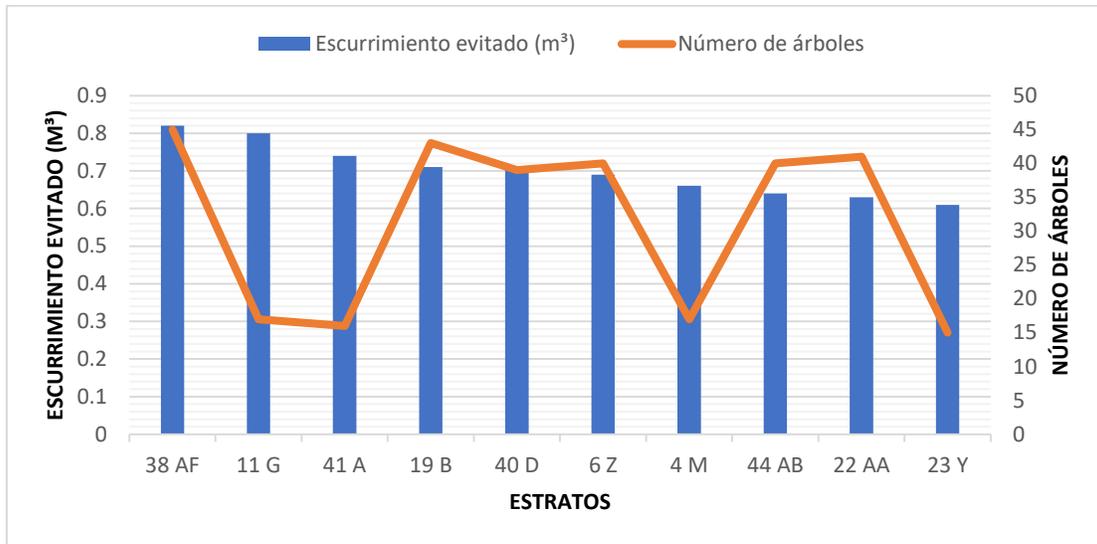


Gráfico 9. Relación entre el número de árboles y el escurrimiento evitado por estratos

Ecurrimiento evitado por especie y valor asociado

En el gráfico 10, se presenta el escurrimiento evitado de 10 de las principales especies encontradas en la zona de recuperación del parque.

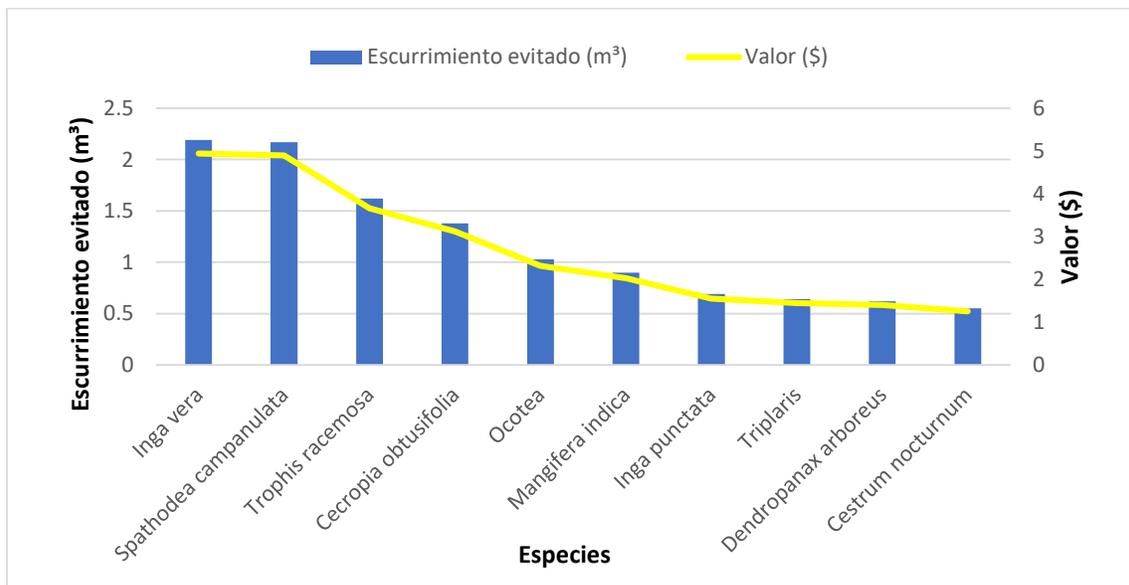


Gráfico 10. Ecurrimiento evitado y valor asociado por especie.

Se observan los datos de 10 especies que más contribuyen a reducir el escurrimiento superficial, con su respectivo valor asociado. *Inga vera* es la especie que más lluvia intercepta ya que cuenta con mayor área foliar en 83 árboles. *Spathodea campanulata* se encuentra en segundo lugar, y aunque presentó mayor cantidad de individuos (234 árboles)

con respecto *Inga vera*, la mayoría de los árboles presentan un área foliar reducida por ser caducifolia. En tercer y cuarto lugar, se encuentran las especies *Trophis racemosa* y *Cecropia obtusifolia*, respectivamente, que también presentaron un área foliar considerable. Las especies de Inga siempre mantienen el mismo comportamiento, en el sentido que superan al resto, a pesar de tener menor número de individuos.

Es importante recalcar que el cálculo del escurrimiento evitado se basa en las características de la copa, por lo tanto, los resultados presentados por algunas especies podrían variar según el momento o la época del año en que se tomen los datos, debido a las modificaciones que pueden sufrir en morfología y desarrollo de la copa.

4.7 Valores estructurales (de sustitución) y funcionales

Los bosques urbanos tienen un valor de sustitución basado en los mismos árboles (p. ej., el costo de tener que reemplazar un árbol con otro similar); también tienen valores funcionales basados en las funciones que desempeñan.

El valor estructural (de sustitución) del bosque urbano tiende a subir cuando aumenta el número y tamaño de los árboles saludables (Nowak et al 2002a). Los valores funcionales anuales también tienden a aumentar con un mayor número y tamaño de árboles saludables. A través de un manejo adecuado, los valores del bosque urbano pueden aumentarse; sin embargo, los valores y los beneficios también pueden disminuir conforme la cantidad de cobertura de árboles saludables se reduce.

El valor de sustitución de un bosque urbano puede variar en cuanto a las características que presenta el arbolado, debido a que este valor tiende a subir según el tamaño, estado de salud y cantidad. Debido a esto, es importante conocer las especies que se encuentran, ya que los beneficios que ofrecen otras especies de árboles pueden disminuir o aumentar, dependiendo de las especies seleccionadas para sustituirlos.

Como se ha reportado en los acápite anteriores, en la zona de recuperación del parque Bicentenario, todas las especies cumplen una función muy importante, desde el punto de vista estructural y funcional, porque contribuyen significativamente en la captura y almacenamiento de carbono, eliminación de contaminantes de la atmósfera, producción de oxígeno, evitando el escurrimiento, entre otros.

En el siguiente gráfico se muestran los valores de sustitución de los árboles en la zona de recuperación del parque Bicentenario. En total hacen un valor de \$710,718.11 dólares, que es el costo de tener que reemplazarlos por otros similares, en 1.3 ha.

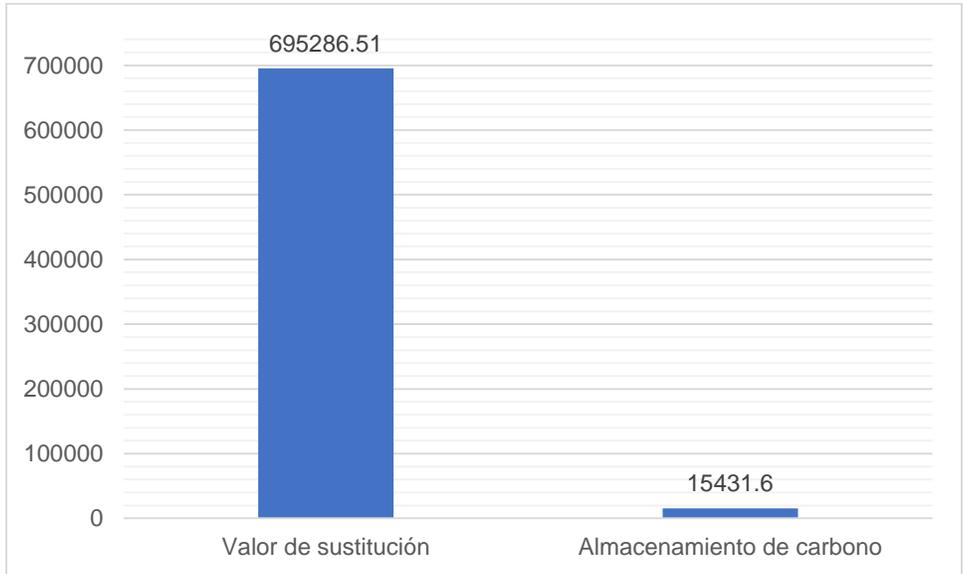


Gráfico 11. Valores de sustitución (estructurales) de los árboles de la zona de recuperación

En el gráfico 12, se muestran los valores funcionales anuales de los servicios ecosistémicos reportados para los árboles de la zona de estudio, que incluyen el secuestro de carbono (\$1205.49), escurrimiento evitado (\$36.19) y eliminación de contaminación (\$1590.91), haciendo un total de \$2,832.59 dólares anuales. Puede observarse la enorme importancia de la función de los árboles en la eliminación de la contaminación y el secuestro de carbono, que se encuentra en el aire y que es producto de las actividades humanas.

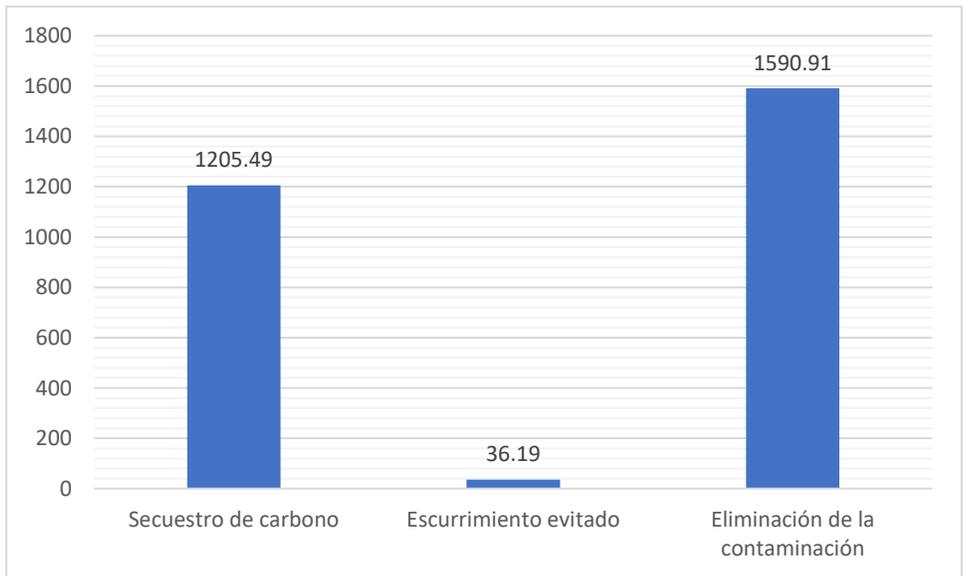


Gráfico 12. Valores funcionales anuales de los árboles de la zona de estudio.

Por otra parte, en el gráfico 13 se presentan los valores de sustitución de las 10 especies que tienen las cifras más altas de todas las encontradas en la zona de estudio.

Se puede observar que la Llama del bosque (*Spathodea campanulata*) es una de las especies que tienen los valores más altos (\$226,583.7), debido al mayor número de individuos encontrados (234), lo cual es debido a que es una especie introducida con alta capacidad invasiva, lo que le permite tener mayor número de individuos, en comparación a las otras que son nativas, que en muchos casos han sido desplazadas.

Sin embargo, existen especies nativas muy importantes como por ejemplo *Inga vera* que tiene el segundo valor más alto (\$74,519.9) con 83 árboles, seguida de *Cecropia obtusifolia* con un valor de \$42,897.2 y únicamente con 23 árboles. El resto de las especies también tienen valores altos y con menos cantidad de árboles, por lo tanto, son muy importantes en la provisión de servicios eco sistémicos al ver el ecosistema en su conjunto.



Gráfico 13. Especies con los valores más altos de sustitución en la zona de recuperación.

4.8 Emisiones de Contaminantes Orgánicos Volátiles (COV)

Las plantas emiten Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) que les sirven para atraer polinizadores, para disfrutar de protección contra ciertos estreses ambientales o para repeler herbívoros. Se estima que los bosques emiten más del 60% de los COV

Los COV son sustancias químicas producidas y emitidas por las plantas y otros organismos en forma de gas. Están formadas por carbono y por ejemplo ayudan a las plantas a atraer polinizadores, sirven como señales para plantas vecinas o como defensa contra insectos herbívoros y parásitos.

Las plantas producen y emiten numerosos compuestos volátiles orgánicos. Siempre se ha reconocido el olor que producen, por su importancia comercial y estética, que liberan no sólo de flores y frutos sino también de tejidos vegetativos. Desde hace más de dos décadas

se ha establecido la influencia que ejercen los aromas sobre numerosas interacciones, en relación con funciones fisiológicas, ecológicas y más recientemente, atmosféricas. Generalmente estas mezclas están conformadas por terpenos, derivados de ácidos grasos y compuestos aromáticos.

Como destructores del ozono, los Compuestos Orgánicos Volátiles pueden influir en la degradación de la capa de ozono. Como precursores del ozono troposférico se producen como consecuencia de su reacción con los óxidos de nitrógeno presentes en la atmósfera y la luz solar. Se producen una serie de reacciones químicas que provocan formación de ozono a nivel del suelo.

En 2022, los árboles en la zona de recuperación del parque Bicentenario emiten aproximadamente 69,3 kilogramos de compuestos orgánicos volátiles (50,46 kilogramos de isopreno y 18,83 kilogramos de monoterpenos). Las emisiones varían entre las especies con base en las características de las mismas y la cantidad de biomasa de las hojas. Treinta y siete por ciento de las emisiones de COV del bosque en la zona de estudio, fueron de *Inga vera* y *Trophis racemosa*. Estos COV son sustancias químicas precursoras de la formación de ozono.

Monoterpeno (kg/año)	Isopreno (kg/año)	COV Totales (kg/año)
18.8	50.5	69.3

4.9 Capacitación sobre metodología a personal de sigmaQ

Durante el desarrollo del proyecto, específicamente en la fase de campo, se realizó la capacitación de personal técnico de la corporación sigmaQ, en el marco del Proyecto **Conecta Natura**, como parte de la responsabilidad ambiental de dicha empresa, promoviendo la cultura de conservación y producción sostenible. En la figura se muestran imágenes de los eventos realizados, así como del equipo donado y utilizado para la fase de campo del proyecto.

4.10 Conmemoración del día mundial del medio ambiente

Como parte de las actividades del proyecto, el equipo técnico con el apoyo del proyecto Conecta Natura de la corporación sigmaQ, y en coordinación con las instituciones que forman parte del proyecto City Adapt, participó en la Conmemoración del día mundial del medio ambiente, evento realizado el 5 de junio de 2022 en la zona del anfiteatro del Parque Bicentenario, en el cual se mostró y explicó al público y las instituciones participantes, la metodología y parte de los resultados obtenidos a la fecha.

Esto permitió que diferentes personas e instituciones conocieran más sobre el programa iTree y los servicios ecosistémicos que brinda el parque Bicentenario y su valoración en términos económicos, con lo cual se genera conciencia sobre la importancia de conservar esta área protegida, por todos los beneficios que provee a la población en general.



Diferentes momentos de la capacitación a personal de la corporación sigmaQ



Participación del equipo técnico en la conmemoración del día mundial del medio ambiente

5. CONCLUSIONES

- ✓ La composición florística del área de estudio está integrada en 27 familias, 51 géneros y 58 especies
- ✓ Del total de especies encontradas, el 14% son exóticas y el 86% son nativas, el 17% son arbustos y el 83% son árboles.
- ✓ Las familias más numerosas en cuanto a densidad de individuos son Bignoniaceae, Solanaceae, Fabaceae, Moraceae y Polygonaceae.
- ✓ Las tres especies más abundantes son *Spathodea campanulata* (234 árboles, 21,8%), *Cestrum nocturnum* (117 individuos, 10,9%) e *Inga vera* (83 individuos, 7,8%).
- ✓ Existen especies nativas muy importantes por su estado de conservación como *Cedrela odorata* (cedro), *Swietenia macrophylla* (caoba), *Sideroxylon capiri* (tempisque), *Diphysa americana* (guachipilín) y *Crudia acuminata* (patashte), que únicamente se encontró 1 árbol de cada una en toda el área muestreada, lo que indica que deben ser prioritarias para los planes de manejo y reproducción.
- ✓ Las especies arbóreas introducidas que se encuentran en el bosque, están afectando fuertemente el crecimiento y desarrollo de especies nativas, lo cual puede ser determinante para que se restablezcan o puedan desaparecer progresivamente sino se interviene.
- ✓ *Spathodea campanulata* es una especie introducida muy invasiva que no permite el crecimiento y desarrollo de especies nativas en el bosque. Por ser dominante en cuanto a número de individuos, es la que presenta el valor más alto de sustitución, sin embargo, si se quiere promover la diversidad de especies nativas, puede ser eliminada en una alta proporción.
- ✓ La especie *Cestrum nocturnum* es una especie arbustiva nativa con características invasivas, que está evitando el crecimiento y desarrollo de otras especies arbóreas nativas que se encuentra bajo el dosel.
- ✓ Aproximadamente el 85% de los árboles de la zona de recuperación, se encuentran en las tres clases diamétricas más bajas, de 0 hasta 30.5 cm de diámetro a la altura del pecho, lo que significa que la mayoría de individuos son delgados, porque es un bosque secundario que se encuentra en las primeras fases de crecimiento y desarrollo.
- ✓ El ozono es el contaminante que más eliminan los árboles durante el año, presentando los valores más altos en los meses de mayo, julio y agosto.

- ✓ Las especies que más contribuyen en la eliminación de contaminantes del aire, principalmente ozono, son *Ficus trigonata*, *Cecropia obtusifolia* y *Dendropanax arboreus*.
- ✓ Las especies nativas que más aportan en la producción de oxígeno son *Inga vera*, *Triplaris melaenodendron*, *Trophis racemosa* e *Inga punctata*.
- ✓ Las especies que más contribuyen a evitar el escurrimiento superficial en el bosque son *Inga vera*, *Spathodea campanulata* y *Trophis racemosa*.
- ✓ La cantidad de escurrimiento evitado depende de las características morfológicas de las especies y no del número de árboles.
- ✓ El arbolado de la zona de estudio del parque Bicentenario, tiene un valor de sustitución de \$710,718.11 dólares, que es el costo de tener que reemplazarlos por otros similares.
- ✓ Las especies *Inga vera* e *Inga punctata* son las que secuestran y almacenan más del 25% de carbono, y producen mayor cantidad de oxígeno a pesar de tener casi el 50% menos en cantidad de árboles que las especies introducidas.
- ✓ Las especies nativas ocupan la mayor proporción en el bosque, sin embargo, la mayoría de ellas están representadas por pocos individuos, por lo que podrían potencialmente desaparecer por la competencia o dominancia de las introducidas, si no se interviene a través del plan de manejo.
- ✓ El 37% de las emisiones de COV del bosque en la zona de estudio, fueron de *Inga vera* y *Trophis racemosa*.
- ✓ Una limitante que presenta el programa i-Tree® es que no tiene incorporada una base de datos climatológicos y de contaminación de El Salvador, lo cual no permite tener valores de servicios ecosistémicos más cercanos a las condiciones del país.

6. RECOMENDACIONES

- Para fines de manejo de esta área y promover el enriquecimiento y diversidad de especies nativas en el bosque, las especies *Spathodea campanulata* y *Cestrum nocturnum* pueden eliminarse en una proporción muy alta, tal como se ha hecho en el pasado, en algunas áreas en las que se ha realizado repoblación.
- Se debe continuar desarrollando programas de enriquecimiento con especies nativas propias de la zona, para incrementar la diversidad y mejorar la estructura del bosque, y acercarse progresivamente, a las condiciones de un **bosque tropical semidecíduo latifoliado submontano**, que es el que se estima que existía en el pasado.
- Tomando de base los resultados encontrados en cuanto a densidad de individuos de especies nativas en estado crítico de conservación, se debe continuar con los programas de siembras de enriquecimiento o repoblación para incrementar su población.
- Se debe permitir y continuar desarrollando investigaciones en esta área protegida, para aportar elementos técnicos que sustenten las intervenciones que puedan desarrollarse en el marco del plan de manejo de ésta.
- Se deben incrementar los programas de educación ambiental en el parque, para concientizar a los usuarios y visitantes en general, sobre la importancia de cuidar y mantener en las mejores condiciones esta área, ya que es la única que existe en la zona metropolitana de San Salvador.
- Tomando en cuenta los resultados obtenidos en este proyecto, por todos los beneficios sociales, económicos y ambientales que ofrece, y que es el único sitio existente en el área metropolitana, se debe evitar cualquier intervención que afecte directa o indirectamente su estructura y funcionamiento.
- Se debe actualizar y mejorar el plan de manejo existente, el cual debe ser tomado como un instrumento directriz para orientar las acciones a desarrollar en el parque,

7. BIBLIOGRAFÍA

Abdullahi. 2000. Almacenamiento y secuestro de carbono. (En Línea). España. Jaén. Consultado 28 jun 2022. Disponible en: <https://www.ujaen.es/servicios/utecnica/iv-almacenamiento-y-secuestro-de-carbono>

Asociación Ecología y Educación para una Ciudad Sostenible – Transitando. 2019. Evaluación de los servicios ecosistémicos generados por la infraestructura verde del Campus de Fuenlabrada de la URJC. En línea. Consultado 25 jun 2022. Disponible en https://www.urjc2030.es/gpp/wp-content/uploads/sites/6/2020/11/Evaluacion_Ecosistema_InformeResultados_URJC_0212_2019.pdf

Baldocchi, D. 1988. A multi-layer model for estimating sulfur dioxide deposition to a deciduous oak forest canopy. Atmospheric Environment. 22: 869-884.

Baldocchi, D.D.; Hicks, B.B.; Camara, P. 1987. A canopy stomatal resistance model for gaseous deposition to vegetated surfaces. Atmospheric Environment. 21: 91-101.

Bidwell, R.G.S.; Fraser, D.E. 1972. Carbon monoxide uptake and metabolism by leaves. Canadian Journal of Botany. 50: 1435-1439.

Cacelín, J. s.f. Mito: la gran mayoría de oxígeno en el planeta es generado por los bosques. En línea. Consultado 23 jun 2022. Disponible en <http://www.cienciamx.com/index.php/derribando-mitos/8019-mito-la-gran-mayoria-de-oxigeno-en-el-planeta-es-generado-por-los-bosques#:~:text=El%20oc%C3%A9ano%20produce%20ox%C3%ADgeno%20a,organismos%20utiliza%20para%20obtener%20energ%C3%ADa>

Kelly F. 2017. El sorprendente valor de los árboles para combatir la contaminación en el aire de las ciudades. (en línea). Consultado el 20 de marzo de 2022. Disponible en <https://www.bbc.com/mundo/noticias-39195220>

Linares, J. L. 2011. Inventario de Flora Vasculare. Area Natural Protegida El Espino – Bosque Los Pericos. Parque del Bicentenario. Salva NATURA- Fundacion Ecologica

Murillo, M. 2010. El escurrimiento superficial: métodos para su estimación y conservación de suelos. En línea. Consultado 24 jun 2022. Disponible en <https://fundacionvalles.org/wp-content/uploads/2019/09/Escurrecimiento-Superficial.pdf>

MedlinePlus. 2021. Ozono. (en línea). Consultado el 20 de marzo de 2022. Disponible en <https://medlineplus.gov/spanish/ozone.html#:~:text=Respirar%20el%20ozono%20malo%20puede,exposici%C3%B3n%20a%20%C3%A9ste%20es%20habitual.>

Monro A. et al. 2001. Arboles de los cafetales de El Salvador. The Natural History Museum.

Nowak, D.J.; Civerolo, K.L.; Rao, S.T.; Sistla, S.; Luley, C.J.; Crane, D.E. 2000. A modeling study of the impact of urban trees on ozone. *Atmospheric Environment*. 34: 1601-1613.

Nowak, D.J.; Crane, D.E. 2000. The Urban Forest Effects (UFORE) Model: quantifying urban forest structure and functions. In: Hansen, M.; Burk, T., eds. *Integrated tools for natural resources inventories in the 21st century*. Proceedings of IUFRO conference. Gen. Tech. Rep. NC-212. St. Paul, MN: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, North Central Research Station: 714-720.

Nowak, D.J.; Crane, D.E.; Dwyer, J.F. 2002a. Compensatory value of urban trees in the United States. *Journal of Arboriculture*. 28(4): 194 - 199.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 1996. *Ecología y enseñanza rural*. En línea. Consultado 23 jun 2022. Disponible en <https://www.fao.org/3/w1309s/w1309s00.htm#TopOfPage>

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 2005. *Optimización de la humedad del suelo para la producción vegetal. El significado de la porosidad del suelo*. En línea. Consultado 24 jun 2022. Disponible en <https://www.fao.org/3/y4690s/y4690s00.htm#Contents>

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 2011. *Agronoticias: Los bosques mundiales poseen la clave para estabilizar el clima*. En línea. Consultado 23 jun 2022. Disponible en <https://www.fao.org/in-action/agronoticias/detail/en/c/489685/>

PRTR. S.f. *Partículas PM10*. España. (en línea). Consultado el 20 de marzo de 2022. Disponible en <https://prtr-es.es/particulas-pm10,15673,11,2007.html>

ANEXOS

Anexo 1. Fichas de campo de iTree para información de parcela

i-Tree Eco v6 Hoja de datos para parcelas

Hoja 1 de 2

Marcar cuando la parcela este completa

Iniciales: "H"

*1785 GPS

Información de la Parcela

Código Parcela: <u>15</u>	Estrato:	Coordenadas	Fecha: <u>17/01/22</u>	Grupo: <u>1</u>	Tamaño Parcela:
		Lat. <u>13.64836</u>			

Dirección Parcela: _____

Nombre Contacto: _____ Título Contacto: _____

Teléfono #: _____ Email: _____

Notas para el acceso a parcela: Carretera hacia las montañas / Sendero (piedra)

Cobertura Árbol (%)	Cob. Arbusto (%)	Espacio Plantar (%)	% de Parcela Medida
<u>90</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>100</u>

La parcela presenta árboles? (S/N): S Estaca para definir parcela permanente? (S/N): N

Código de las fotos para esta parcela: _____

Objetos de Referencia: Si el objeto es un árbol agregar DAP

Objeto Ref 1: dirección 273° distancia: 1.94 DAP 20.9, 56.68
Descripción objeto referencia: _____

Objeto Ref 2: dirección 107° distancia: 6.08 DAP 5.6 cm
Descripción objeto referencia: _____

Objeto Ref 3: dirección _____ distancia: _____ DAP _____
Descripción objeto referencia: _____

Marcar si alguno de los objetos de referencia fueron usados como punto alternativo para medir atributos de árboles: ?
Objeto 1: _____ Objeto 2: _____ Objeto 3: _____

Last updated - 25 Nov 2015

1

Anexo 2. Formulario de iTree para información de árboles

HOJA DE DATOS-ÁRBOLES-PARCELAS XLSX ☆ 🔍 🔗
 Archivo Editar Ver Insertar Formato Datos Herramientas Ayuda La última modificación se realizó hace 2 minutos. 🔍 🌐 Compartir

G13 fx Combretaceae

1 Fecha Muestreo: 20/04/2022																																				
2 Código Parcela: 6Z		3 Colector: Willy Castañeda										4 DAP: Diámetro a la Altura del Pecho						5 Atributos de altura del árbol (m)			6 Ancho Copa (m)		7 Debajo de la Copa			8 Arb. Calle/ No Calle S/N		9 Coordenada Arbol:		10 COMENTARIOS						
11 Codigo Arbol	12 Estatus	13 DIST	14 DIR	15 Especie nombre común	16 Nombre científico	17 Familia	18 Uro Suelo	19 Altura DAP	20 DAP 1	21 DAP 2	22 DAP 3	23 DAP 4	24 DAP 5	25 DAP 6	26 % Muerte Regresiva	27 Altura Total	28 Altura Copa Verde	29 Altura Rama mas Baja	30 N-S	31 E-O	32 %Copa Ausente	33 % Sup. Imperm.	34 % Arbustos	35 Copa Expuest a Luz	36 PUBLCO o PRIV	37 LAT COORD Y	38 LONG COORD X	39								
4		34		Palo hadiendo	<i>Cecropia nictitans</i>	Solanaceae		6.5	6.0						0	3.95	3.95	2.0	2.0	3.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
5		5.31		Guano	<i>Cecropia obtusifolia</i>	Cecropiaceae		6.30	4.20	4.22					0	11.5	11.5	11	11.8	12.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
6		6.4		Palo hadiendo	<i>Cecropia nictitans</i>	Solanaceae		6.30	5						0	6.8	6.8	2.5	0	3.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
7		10.1		arce	<i>Alseis blackiana</i>	Fabaceae		6.5	5.5						0	5.5	5.5	3.0	0	3.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
8				Puerto de oro	<i>Inga vera</i>	Fabaceae		6.30	11.0						0	0.7	0.7	5.2	0	7.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
9		9.30		Chilcano	<i>Aspid. nectans</i>	Euphorbiaceae		6.30	14	8.5	18.0	9.5	13.0	11	0	8.2	8.2	7	0	1.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
10		7.7		Guano	<i>Cecropia obtusifolia</i>	Cecropiaceae		6.30	16.0						0	13.5	13.5	2.5	0	13.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
11		13		Palo hadiendo	<i>Cecropia nictitans</i>	Solanaceae		6.30	5.2						0	6.5	6.5	4.5	0	3.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
12		0.45		Café	<i>Coffea arabica</i>	Rubiaceae		6.30	5	3.1	3.1	2.2	2.2	0	6.8	6.8	3.5	0	2.8	1.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
13		6.20		Volador	<i>Terminalia oblonga</i>	Combretaceae		6.30	19.0						0	12.5	12.5	10.5	0	1	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Defoliado
14		6.25		Volador	<i>Terminalia oblonga</i>	Combretaceae		6.30	15.5						0	13.5	13.5	10.5	0	8.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
15		5.20		Paja blan	<i>Demissa sphenoloba</i>	Asteraceae		6.30	5.5						0	6.5	6.5	7	0	2.5	1.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
16		6.40		Puerto de oro	<i>Inga vera</i>	Fabaceae		6.30	16.0						100	16.5	16.5	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Muerto	
17		8.4		Palo de hule	<i>Castilla elastica</i>	Moraceae		6.30	10.0						0	6.5	6.5	6.0	0	1.2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
18																																				

PLANTILLA - PL44 - PL32 - PL30 - PL26 - PL25 - PL04 - PL6 - PL23 - PL39 - PL03 - PL34 - PL38 - PL10 - PL35 - PL33 - PL46 - PL7 🔍 🌐 Compartir

Anexo 3. Participación del equipo técnico en la conmemoración del día mundial del medio ambiente



Anexo 4. Diferentes momentos durante el desarrollo del proyecto

