



**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA Y TECNOLOGIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL**

**“EVALUACIÓN DEL ARBOLADO URBANO DE LOS PARQUES  
ALGARROBO Y LA AURORA DE LA CIUDAD DE MANTA CON LA  
HERRAMIENTA DE GESTIÓN I TREE-ECO”.**

**Modalidad Proyecto de Investigación**  
**Previo a la obtención del Título de Ingeniero Ambiental**

**AUTOR:**

Kenig Zambrano Arteaga.

**TUTOR:**

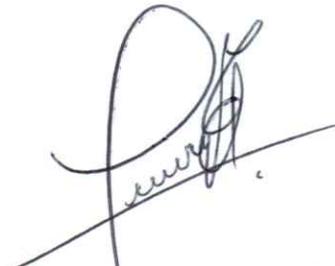
Blgo. Ricardo Castillo Ruperti.

**2025(1)**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, **Zambrano Arteaga Kenig Enrique**, con cédula de identidad 1311667925, egresado de la facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías, de la carrera de Ingeniería ambiental, libre y voluntariamente declaró que la responsabilidad del contenido de la presente investigación titulada "**Evaluación del arbolado urbano de los parques Algarrobo y la Aurora de la ciudad de Manta, con la herramienta de gestión I Tree Eco**", corresponde exclusivamente al tutor y patrimonio intelectual del autor, dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores se han referenciado debidamente en el texto de dicho trabajo.

Manta, 10 de septiembre del 2025.



---

Zambrano Arteaga Kenig Enrique  
CI: 1311667925

## CERTIFICACIÓN DE TUTORÍA

Como tutor docente de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías de la Universidad Laica "Eloy Alfaro de Manabí", Matriz Manta, CERTIFICO:

Que he orientado, revisado y aprobado el Trabajo de Integración Curricular del estudiante Zambrano Arteaga Kenig Enrique con cédula de identidad: 1311667925. El tema del proyecto es **"Evaluación del arbolado urbano de los parques Algarrobo y la Aurora de la ciudad de Manta con la herramienta de gestión I TREE-ECO"**.

La investigación realizada cumple con los requisitos académicos estipulados por el Reglamento de Régimen Académico y se ajusta a las directrices establecidas para la titulación en esta modalidad, evidenciando méritos académicos, científicos y formales, así como originalidad.

Se extiende la presente certificación para los fines pertinentes.

Manta, 10 de septiembre del 2025

Lo certifico,



---

**Blgo. Castillo Rupert Ricardo Javier**

**Docente Tutor**

**Carrera: Ingeniería Ambiental**

## **AGRADECIMIENTOS**

El mayor de mis agradecimientos al ser omnipotente, DIOS, por ser mi apoyo y guía en esta gran etapa. “Salmo 23:1”

A mis padres, Enrique Zambrano y Rossana Arteaga por ser mi fortaleza y motivación cada día, por sus enseñanzas y consejos que me mantuvieron de pie, este logro es de ustedes.

A mis hermanos Kevin y Kelly, por ser mi ejemplo a seguir.

A mi novia Divany Cheverria, gracias por ayudarme en todo momento, por ser mi inspiración y creer en mí.

A mi tutor MSc. Castillo Rupert Ricardo por su dedicación, paciencia y valiosa orientación durante todo el proceso de esta investigación.

A mis compañeros, que me dieron la mano cuando lo necesite.

A la “Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí” y los docentes de la carrera de Ingeniería Ambiental por compartir sus grandes conocimientos e inspirarme en la culminación de esta carrera.

A todas las personas que de una u otra forma brindaron su apoyo, quedo agradecido.

## **DEDICATORIA**

A Dios, por ser mi guía y fortaleza.

A mis padres, por su apoyo incondicional.

A mis hermanos y a mi novia, por ser inspiración en este camino.

A mi tutor, compañeros y docentes, por su valiosa ayuda.



## RESUMEN

La evaluación de la estructura, funcionalidad y valor ecosistémico del arbolado urbano es esencial para respaldar decisiones de gestión que contribuyan a mejorar la salud pública y la calidad del entorno urbano. En este estudio se llevó a cabo una evaluación integral del arbolado urbano de los parques Aurora y Algarrobo de la ciudad de Manta, Manabí, Ecuador; durante el año 2025.

El análisis incluyó 45 ejemplares arbóreos distribuidos a lo largo del área de estudio. Las tres especies dominantes de los Parques Algarrobo y Aurora son Olivo negro (*Bucida Buceras*) (26,7 por ciento), Neem (*Azadirachta Indica*) (22,2 por ciento) y Algarrobo (15,6 por ciento). Como principales resultados se obtuvo una reducción de contaminantes atmosféricos: 28,72 libras/año, equivalente a un valor económico de \$114/año; Almacenamiento de carbono: 345 toneladas, valorado en aproximadamente \$40.700; Secuestro anual de carbono: 682,6 libras, correspondiente a \$40,3/año; Producción anual de oxígeno: 1.820 libras; Ecurrimiento pluvial evitado: 1.091 mil galones por año, con un valor estimado de \$8,26/año.

**Palabras clave:** Arbolado urbano / Servicios ecosistémicos / Calidad del Aire / Contaminación Atmosférica.

## Abstract

The assessment of the structure, functionality, and ecosystem value of urban trees is essential to support management decisions that contribute to improving public health and the quality of the urban environment. In this study, a comprehensive assessment of the urban tree cover in the Aurora and Algarrobo parks of the city of Manta, Manabí, Ecuador, was carried out; during the year 2025, dendrometry data were collected from all trees, and the i-Tree Eco model, developed by the United States Forest Service (Northern Research Station), was used to quantify the ecosystem services provided by the tree vegetation. The analysis included 45 tree specimens distributed throughout the study

area. The three dominant species in the Algarrobo and Aurora Parks are Black Olive (26.7 percent), Neem (*Azadirachta Indica*) (22.2 percent), and Algarrobo (15.6 percent). The main results showed a reduction of atmospheric pollutants: 28.72 pounds/year at an economic value of \$114/year; Carbon storage: 345 tons, valued at approximately \$40,700; Annual carbon sequestration: 682.6 pounds, corresponding to \$40.3/year; Annual oxygen production: 1,820 pounds; Stormwater runoff avoided: 1,091 thousand gallons per year, with an estimated value of \$8.26/year.

**Keywords:** Urban forestry / Ecosystem services / Air Quality / Air Pollution.

## 1. INTRODUCCION

En el ámbito de la sostenibilidad urbana, el arbolado urbano se reconoce como un componente clave del ecosistema de las ciudades. Si bien su presencia aporta valor estético al entorno, su relevancia va mucho más allá de lo ornamental. (*Calle-Cárdenas, Cárdenas-Agudelo y Bedoya-Montoya, 2025*). Los árboles en espacios urbanos desempeñan funciones vitales: regulan la temperatura, mejoran la calidad del aire, capturan carbono, previenen la erosión del suelo y brindan refugio a diversas especies de fauna. Además, ofrecen importantes beneficios sociales, como la mejora del bienestar psicológico, la promoción de espacios de convivencia y el fortalecimiento del sentido de pertenencia comunitaria. (*FAO, 2022*)

En el contexto de las ciudades costeras del Ecuador, como Manta, estos beneficios del arbolado urbano adquieren una dimensión aún más crítica debido a las condiciones particulares de su entorno natural y socioeconómico. Manta, ubicada en la provincia de Manabí, es una ciudad portuaria de gran importancia comercial y turística, lo que ha impulsado su desarrollo económico en las últimas décadas. Este crecimiento ha venido acompañado de un notable incremento en la población y una acelerada expansión urbana, caracterizada por la construcción de nuevas infraestructuras, urbanizaciones y vías. (*Jaramillo & García, 2022*).

Sin embargo, este proceso de urbanización, aunque necesario para el desarrollo, ha generado una presión cada vez mayor sobre los recursos naturales disponibles, entre ellos el suelo, el agua y, especialmente, la cobertura vegetal en espacios públicos. La pérdida de áreas verdes, la fragmentación de los ecosistemas urbanos y la falta de

planificación ambiental adecuada han puesto en riesgo la integridad del arbolado urbano existente. Como consecuencia directa, tanto la presencia como la calidad y la gestión del arbolado se han visto comprometidas, reduciendo su capacidad para cumplir funciones ecológicas y sociales.

Este deterioro no solo impacta la sostenibilidad ambiental de la ciudad, al limitar su capacidad de adaptación frente al cambio climático, sino que también afecta de forma directa la calidad de vida de sus habitantes. La reducción de sombra, el aumento de las temperaturas locales, la disminución de espacios de recreación y la pérdida de biodiversidad urbana son solo algunas de las consecuencias visibles.

En el marco de este estudio, es importante mencionar que los parques Algarrobo y La Aurora se destacan como espacios verdes de especial relevancia. Su ubicación estratégica y su función recreativa los convierten en puntos clave para la interacción social, el esparcimiento y la conexión con la naturaleza. No obstante, la falta de una gestión técnica adecuada del arbolado que los compone puede poner en riesgo su funcionalidad, su seguridad y su valor ecológico. Por ello, resulta fundamental evaluar el estado actual de los árboles presentes en estos espacios, como base para definir estrategias de manejo que aseguren su conservación y potencien sus beneficios.

Para llevar a cabo dicha evaluación, se emplea la Herramienta de Gestión i-Tree Eco, una metodología especializada diseñada para el análisis integral del arbolado urbano. El uso de nuevas herramientas de gestión de datos arbóreos como lo es el software I Tree Eco v6 permite estudiar los beneficios ecosistémicos del arbolado urbano, su estructura, medir el almacenamiento y la captura de carbono, la eliminación de contaminantes del aire, además de calcular el valor económico asociado a estos servicios (*Martin et al., 2011*).

Además de su utilidad técnica, el uso de esta herramienta tiene un papel importante en la creación de una cultura ambiental más participativa. Al poner en evidencia el valor que tienen los árboles en la ciudad, se ayuda a generar mayor conciencia en la población sobre su cuidado y se impulsa la responsabilidad compartida entre ciudadanía y autoridades. (*Berumen, 2020*).

A su vez, los datos que proporciona sirven como base para que los gobiernos locales puedan tomar decisiones más acertadas y diseñar políticas públicas que integren la infraestructura verde como un elemento fundamental del crecimiento urbano. Todo esto contribuye a formar ciudades más equilibradas, resistentes a los cambios ambientales y orientadas al bienestar de las personas. (*Aguilar-Rincán et al., 2021*).

Por ello, se plantea la necesidad de realizar una evaluación integral de los servicios ecosistémicos que ofrecen los árboles del Parque Algarrobo y La Aurora en la ciudad de Manta. Esto implica no solo identificar sus aportes ambientales y sociales, sino también cuantificar su valor económico y diagnosticar su estado de salud con base en criterios técnicos.

El objetivo de la presente investigación es analizar y presentar de manera integral los servicios ecosistémicos que brinda el arbolado de los Parques Algarrobo y Aurora de la ciudad de Manta, Ecuador. Para ello, se emplea la herramienta especializada i-Tree Eco, desarrollada por el Servicio Forestal de los Estados Unidos, la cual permite la cuantificación y estimación económica detallada de los múltiples beneficios ambientales. Entre estos se incluyen la captura y almacenamiento de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), la remoción de contaminantes atmosféricos (como ozono, dióxido de nitrógeno y material particulado), la mitigación de escorrentías pluviales, también conocer el estado de salud del arbolado. Con esto, el estudio busca aportar evidencia técnica que contribuya al diseño de estrategias de planificación urbana sostenible, el mantenimiento y cuidado de estos bienes naturales, y promover la integración de la infraestructura verde como elemento clave en la calidad de vida y resiliencia ambiental de los espacios públicos.

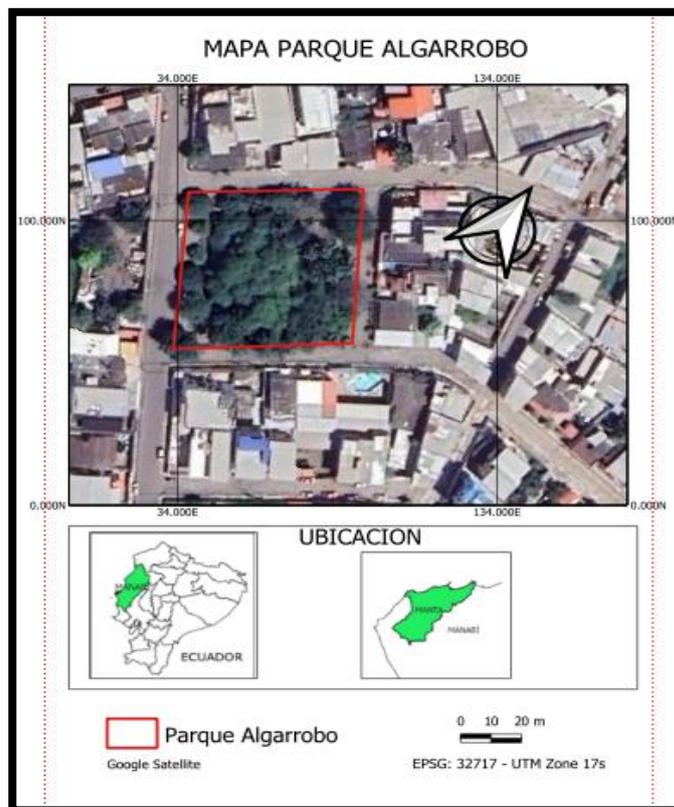
## **2. METODOLOGÍA**

### **2.1. Tipo de investigación**

La presente investigación es de tipo cuantitativo, con una metodología descriptiva y explicativa; se basa en realizar una evaluación y análisis del arbolado urbano de los Parques Algarrobo y Aurora de la ciudad de Manta mediante el uso del software i-Tree Eco, el cual será el responsable de para cuantificar y valorar económicamente los servicios ecosistémicos que prestan los árboles de los parques nombrados.

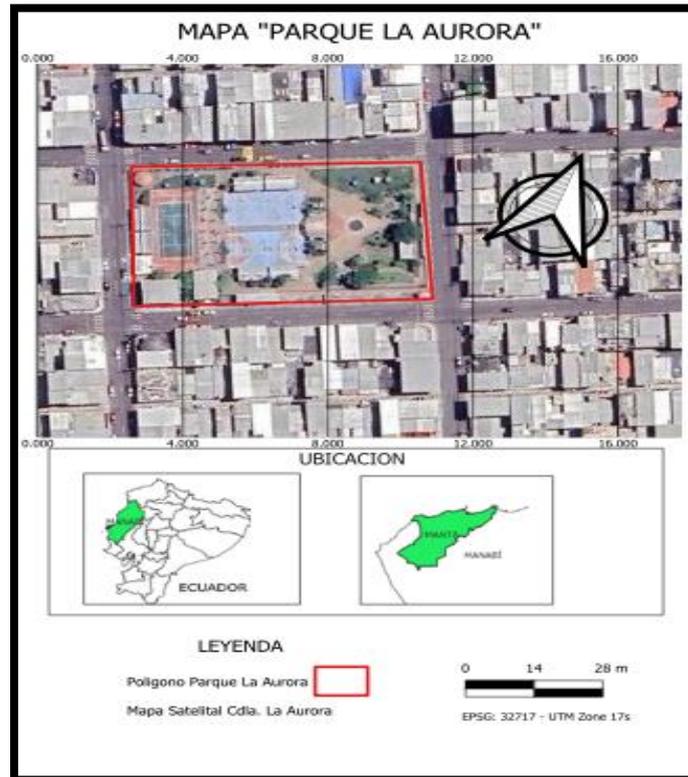
## 2.2. Área de Estudio

Se procedió a delimitar geográficamente los Parques Algarrobo y Parque La Aurora, de la ciudad de Manta, Ecuador. Mediante uso de los softwares Google Earth Pro y QGIS.



**Gráfico 1 Mapa Parque Algarrobo**

Fuente: Elaboración Propia



**Gráfico 2 Mapa Parque La Aurora**

Fuente: Elaboración Propia

### 2.3. Variables por analizar con Software i-Tree Eco

El software i-Tree Eco facilita el análisis de diversas variables asociadas a los árboles y los servicios ecosistémicos que proporcionan. A continuación, se presentan las principales variables que serán evaluadas:

**2.3.1. Especies de árboles:** Se empleó la identificación taxonómica de cada árbol, lo que permitió analizar la diversidad florística del área. Esta técnica consiste en clasificar por especies los árboles presentes, facilitando la evaluación de la composición vegetal y su aporte a los ecosistemas para ello se realizó una tabla de trabajo en Excel para facilitar la gestión de datos.

**2.3.2. Dimensiones del árbol:** Se midió la altura total aplicando el uso del software Arboreal, el diámetro a la altura del pecho (DAP) con el uso de cinta métrica, la extensión del follaje y el estado de salud de cada árbol mediante método visual, se registraron detalles como plagas, resequedad o mortandad.

**2.3.3. Cobertura del dosel arbóreo:** Se evaluó la cobertura del dosel arbóreo presente en los parques a estudiar.

**2.3.4. Condición de los árboles:** Se realizó una evaluación del estado de salud de cada árbol, enfermedades o estrés hídrico, se analizaron indicadores de estrés ambiental, como la pérdida de vigor, ramas secas o crecimiento reducido, para detectar posibles problemas que afecten el desarrollo de cada árbol

#### **Servicios ecosistémicos:**

**2.3.5. Almacenamiento y captura de carbono:** Se estudió mediante los datos tomados, cuánto carbono almacena y secuestran los árboles anualmente.

**2.3.6. Reducción de contaminación atmosférica:** Estimación de la cantidad de contaminantes, como el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), ozono (O<sub>3</sub>), y partículas en suspensión (PM10), que los árboles eliminan del aire.

**2.3.7. Retención de agua de lluvia:** Cuánto agua de lluvia es interceptada por los árboles, ayudando a mitigar inundaciones y erosión.

**2.3.8. Efecto en la temperatura urbana:** Evaluación del impacto de los árboles en la reducción de la temperatura urbana y la reducción del efecto isla de calor. Este análisis considerará la influencia del dosel arbóreo en la regulación térmica mediante la absorción y sombra, así como su papel en la disminución de la radiación solar sobre superficies pavimentadas.

#### **2.4. Recolección de datos de campo**

**2.4.1. Equipos necesarios:** Se emplearon cintas métricas, GPS, software de medición de árboles (Arboreal), cámaras fotográficas, y hojas de campo para registrar las observaciones.

**2.4.2. Toma de datos:** Se realizaron recorridos en los dos parques, en el que se identificó las especies, se midieron y evaluaron todos los árboles presentes. Cada árbol se etiquetó con un código único para facilitar su seguimiento.

**2.4.3. Registro de información en i-Tree Eco:** Los datos de cada árbol fueron ingresados en la plataforma i-Tree Eco, la cual permitió calcular automáticamente los beneficios ambientales en base a las mediciones de campo y la información local de clima y contaminación.

## **2.5. Análisis de datos con i-Tree Eco**

**2.5.1. Carga de información:** Después de recopilar los datos, se ingresaron en el software de gestión i-Tree Eco, el cual emplea su base de datos climática y de contaminación de Río de Janeiro, la única estación en Latinoamérica, y de la ciudad de Araba/Álava en España, que tiene una población comparable a la de Manta (300.000 habitantes). El software integró la información de los árboles con datos locales para generar estimaciones precisas sobre los servicios ecosistémicos.

**2.5.2. Generación de reportes:** i-Tree Eco mediante su capacidad de análisis generó un informe detallado que incluye:

- Volumen de agua de lluvia interceptada y reducida.
- Contaminantes atmosféricos eliminados por el arbolado.
- Valor económico de estos servicios ecosistémicos.
- Análisis de la estructura del arbolado.
- Cantidad de carbono almacenado y secuestrado por los árboles.

El informe incluyó análisis sobre la estructura del arbolado, como la diversidad de especies, la distribución del tamaño y la condición de los árboles, lo cual permitió hacer recomendaciones para el manejo del parque.

## **2.6. Interpretación de los resultados**

Los resultados obtenidos se interpretaron para:

- Identificar las principales especies de árboles que brindan mayores beneficios ecosistémicos y aquellas que podrían requerir manejo especial.

- Evaluar la contribución del arbolado a la mejora del ambiente urbano, incluyendo reducción de la contaminación, mejora del clima y aumento de la biodiversidad.
- Formular recomendaciones para la conservación, manejo o incremento del arbolado urbano en el parque.

### **3. RESULTADOS**

A continuación, se presentan los resultados obtenidos a partir del análisis del software, los mismos serán gestionados en tres secciones para una mayor fluidez y organización, en la primera sección se presenta la estructura y composición del arbolado de los parques, mostrando la diversidad y porcentaje de especies en los parques; la segunda sección demuestra la salud del arbolado de los parques, detallando problemas y factores que alteren la vida de las especies; la tercera sección comprende el análisis de valores económicos y beneficios ecosistémicos como la captura y almacenamiento de carbono, disminución del escurrimiento superficial, eliminación de contaminantes atmosféricos, liberación de compuestos orgánicos volátiles, producción de oxígeno y balance económico anual del arbolado urbano.

#### **3.1. Sección 1: Composición y estructura del arbolado de los Parques Algarrobo y Aurora de la ciudad de Manta.**

##### **3.1.1. Distribución de la estructura del arbolado.**

En **Tabla 1** nos muestra el número total de especies muestreadas, su área foliar, biomasa foliar en toneladas, biomasa del peso seco del árbol en toneladas y el porcentaje de salud del arbolado de los dos parques estudiados.

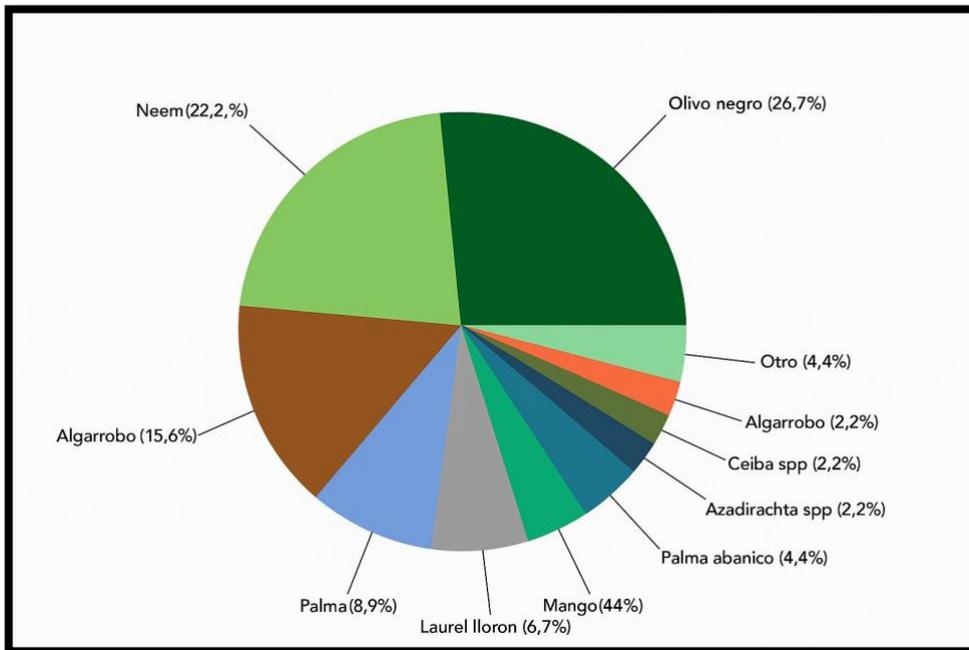
**Tabla 1 Composición y Estructura**

Especie	Árboles		Área foliar		Biomasa foliar		Biomasa del peso seco del árbol		Condición promedio (%)
	Número	SE	(ha)	SE	(tonelada métrica)	SE	(tonelada métrica)	SE	
Olivo negro	12	±0	0,108	±0	0,062	±0	178,53	±0	91,08
Neem	10	±0	0,499	±0	0,165	±0	165,34	±0	88,20
Algarrobo	7	±0	0,593	±0	0,229	±0	110,68	±0	72,07
Palma	4	±0	0,167	±0	0,125	±0	66,39	±0	97,00
Laurel llorón	3	±0	0,367	±0	0,128	±0	49,60	±0	96,17
Mango	2	±0	0,045	±0	0,020	±0	32,32	±0	94,50
Palma Abanico	2	±0	0,028	±0	0,021	±0	7,27	±0	62,50
Neem	1	±0	0,094	±0	0,031	±0	16,53	±0	94,50
Ceiba	1	±0	0,003	±0	0,001	±0	14,04	±0	99,50
Algarrobo	2	±0	0,014	±0	0,006	±0	16,52	±0	94,50
Olivo de Cera	2	±0	0,054	±0	0,084	±0	16,52	±0	99,50
Guayaba	2	±0	0,005	±0	0,003	±0	16,52	±0	99,50
Área de estudio	45	±0	1,977	±0	0,874	±0	690,045	±0	87,94

**Fuente:** Reporte de Análisis I TREE ECO (2025)

Las tres especies más comunes de los Parques Algarrobo y Aurora son Olivo negro (*Bucida Buceras*) (26,7 por ciento), Neem (*Azadirachta Indica*) (22,2 por ciento) y Algarrobo (15,6 por ciento), se puede visualizar el porcentaje en el **Grafico 3**.

En los parques urbanos Aurora y Algarrobo, según análisis del software iTree Eco, casi el 2 por ciento de los árboles son especies nativas de Sudamérica. La mayoría de las especies de árboles exóticos tienen un origen de Norte y Sur América (49 por ciento de las especies).



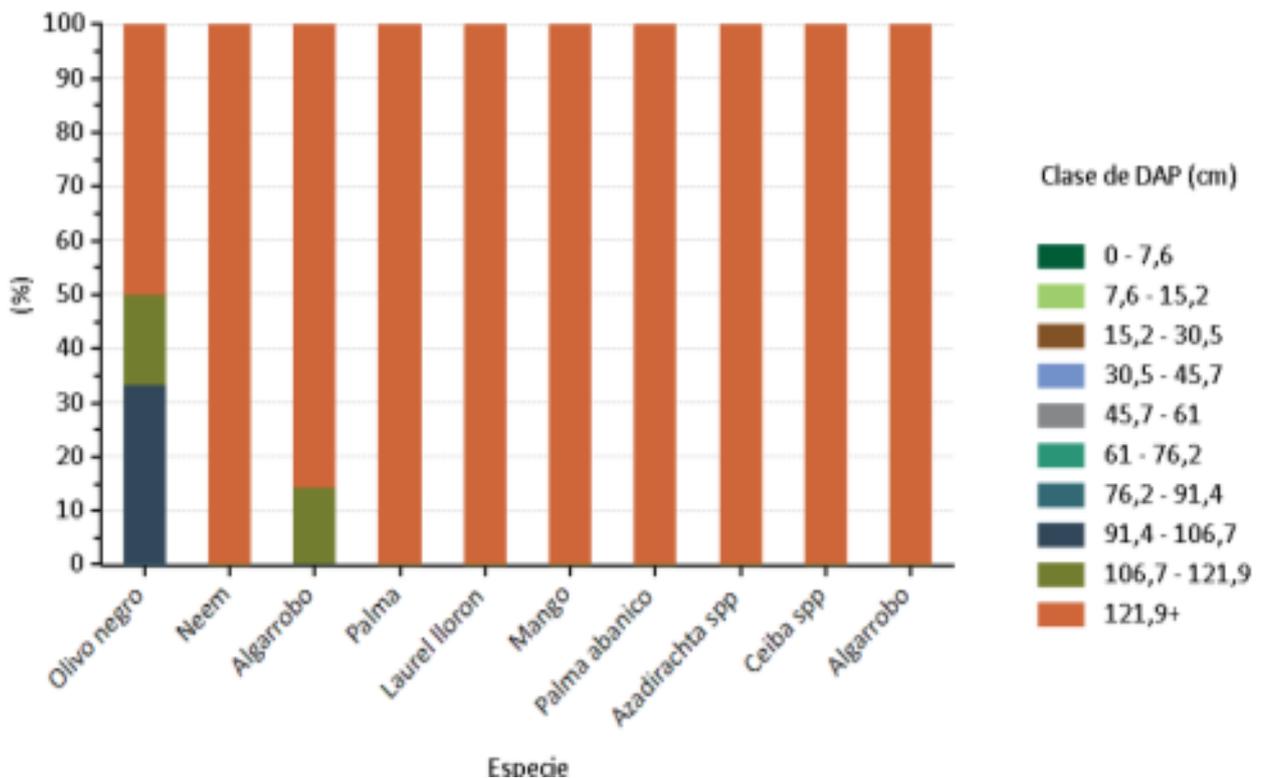
**Gráfico 3 Composición de las especies**

Fuente: Reporte de Análisis I TREE ECO (2025)

### 3.1.2. Distribución de las especies por clases de DAP (Diámetro a la Altura del pecho)

En el **Gráfico 4** se muestran la distribución del arbolado según su especie y el tamaño de su DAP en centímetros, este indicador es fundamental para comprender su etapa de crecimiento, antigüedad y grado de madurez. En el eje de las X se pueden observar las especies y el eje de las Y sus DAP en cm.

Con base en los datos obtenidos, se observa que más del 70 % de los individuos presentan un DAP superior a 121 cm, lo cual indica una población arbórea predominantemente senescente o en etapas avanzadas de desarrollo.



**Gráfico 4 Distribución de especies por DAP**

Fuente: Reporte de Análisis I TREE ECO (2025)

### 3.1.3. Valor de importancia (VI) por área de las hojas.

En los parques urbanos Aurora y Algarrobo, las especies con mayor dominancia en términos de superficie foliar son el Algarrobo (*Prosopis sp.*), el Neem (*Azadirachta indica*) y el Laurel llorón (*Ficus benjamina*). La **Tabla 2** presenta las diez especies con los valores de importancia (VI) más elevados. Este indicador se obtiene sumando el porcentaje relativo de individuos dentro de la población total y el porcentaje correspondiente al área foliar que representan. Cabe señalar que un valor de importancia alto no implica necesariamente que estas especies deban priorizarse en futuras intervenciones de manejo, sino que reflejan su predominancia actual en la estructura del bosque urbano evaluado.

**Tabla 3 Valor de importancia por área de las hojas.**

Espece	Porcentaje población	Porcentaje del área de las hojas	Valor de importancia
Neem	25,2	25,2	47,5
Algarrobo	17,8	30	45,6
Olivo Negro	26,7	5,4	32,1
Laurel Ilorón	6,7	18,6	25,2
Palma	8,9	3,5	17,3
Mango	5	2,3	6,7
Palma Abanico	4,4	2,8	5,8
Olivo de Cera	2,2	0,7	2,9

**Fuente:** Reporte de Análisis I TREE ECO (2025)

### **3.2. Sección Dos: Estado de salud del arbolado de los parques Algarrobo y Aurora.**

#### **3.2.1. Estado de salud de los árboles por especie.**

De acuerdo a la **Tabla 4** nos muestra el estado fitosanitario general del arbolado en los parques Aurora y Algarrobo, expresado en porcentajes distribuidos en distintas categorías: Excelente, Buena, Aceptable, Mala, Crítica, Muriendo y Muerto.

La **Tabla 4** nos indica que el 82,3% del arbolado se encuentra en condiciones excelentes o buenas, mientras que un 17,8 % está en estado crítico, no hay árboles muertos ni muriendo, según el registro.

**Tabla 4 Estado de Salud del Arbolado**

Especie	Crown Health						
	Excelente %	Buena %	Aceptable %	Mala %	Crítica %	Muriendo %	Muerto %
Neem	50,0	10,0	20,0	20,0			
Azadirachta spp		100,0					
Olivo negro	25,0	50,0	16,7	8,3			
Ceiba spp	100,0						
Laurel lloron	33,3	66,7					
Algarrobo		100,0					
Mango		100,0					
Olivo de cera	100,0						
Algarrobo		14,3	42,9	28,6	14,3		
Guayaba	100,0						
Palma	50,0	50,0					
Palma abanico				100,0			
<b>Total</b>	<b>31,1</b>	<b>35,6</b>	<b>15,6</b>	<b>15,6</b>	<b>2,2</b>		

Fuente: Reporte de Análisis I TREE ECO (2025)

### 3.2.2. Mantenimiento recomendado del arbolado.

La **Tabla 5** nos da a conocer las recomendaciones de mantenimiento según el tamaño de los árboles y sus copas clasificado en Grande o Pequeño y su urgencia de intervención Inmediato o Rutinario, además el literal de Preocupación Crítica.

**Tabla 5 Mantenimiento Recomendado**

Mantenimiento recomendado	Conteo de árboles	% de árboles
Preocupación crítica (seguridad pública)	1	2,2
Árbol grande (inmediato)	11	24,4

<b>Árbol grande (rutinario)</b>	13	28.9
<b>Ninguno</b>	9	20
<b>Árbol pequeño (inmediato)</b>	4	8,9
<b>Árbol pequeño (rutinario)</b>	3	6,7

**Fuente:** Elaboración propia según análisis ITREE ECO (2025)

### 3.2.3. Conflictos con aceras.

La **Tabla 6** expone el nivel de afectación estructural que los árboles generan sobre las aceras los parques Algarrobo y Aurora, en relación con el levantamiento superficial provocado por el desarrollo de sus raíces. Un individuo presento un grado de desplazamiento  $>1 \frac{1}{2}$  in ( 3.81 cm), 28 individuos presentaron 0 a  $\frac{3}{4}$  de pulgada (aproximadamente 0 a 1,9 cm). Y por ultimo 3 individuos presentaron un desplazamiento de  $\frac{3}{4}$  in. (1,9 cm).

**Tabla 6 Conflictos con Aceras**

<b>Desplazamiento de la acera</b>	<b>Conteo de árboles</b>	<b>% de árboles</b>
$> 1 \frac{1}{2}$ in	1	2,2
0- $\frac{3}{4}$ in	28	62,2
$\frac{3}{4}$ - $1 \frac{1}{2}$ in	3	6,7

Fuente: Análisis ITREE ECO (2025)

### 3.2.4. Conflictos con servicios (Cables)

Según el reporte de datos de la investigación, 29 individuos no presentan conflictos con servicios. 9 individuos presentan conflictos con los cables aéreos de energía, y 3 individuos presentan conflictos no potenciales, cabe destacar que los conflictos se dan solo en el parque Algarrobo.

**Tabla 7 Conflictos con servicios**

Conflictos con servicios	Conteo de árboles	% de árboles
No lines	29	64,4
Present and conflicting	9	20,0
Present and no potential conflict	3	6,7

Fuente: Análisis ITREE ECO (2025)

### 3.2.5. Porcentaje de árboles afectados por plagas en los parques Algarrobo y Aurora

En la siguiente **Tabla 8** se puede visualizar el porcentaje de árboles afectados por plagas según especie, predominando la especie Olivo Negro (*Bucida Buceras*) como la más afectada por la plaga de la mosca blanca, la incidencia en las demás especies es baja, aunque se recomienda llevar un control adecuado.

**Tabla 8 Porcentaje de árboles afectados por plagas**

Especie	Conteo de árboles	% de especies	% de todos los árboles	% de los árboles afectados por plagas
Olivo negro	10	0,83	0,22	0,24
Olivo de cera	1	1,00	0,02	0,02
Palma	2	0,50	0,04	0,05
Guayaba	1	1,00	0,02	0,02
Neem	10	1,00	0,22	0,24
Laurel Iloron	3	1,00	0,07	0,07
Algarrobo	1	1,00	0,02	0,02
Mango	2	1,00	0,04	0,05
Azadirachta spp	1	1,00	0,02	0,02
Algarrobo	7	1,00	0,16	0,17
Palma abanico	2	1,00	0,04	0,05
Ceiba spp	1	1,00	0,02	0,02

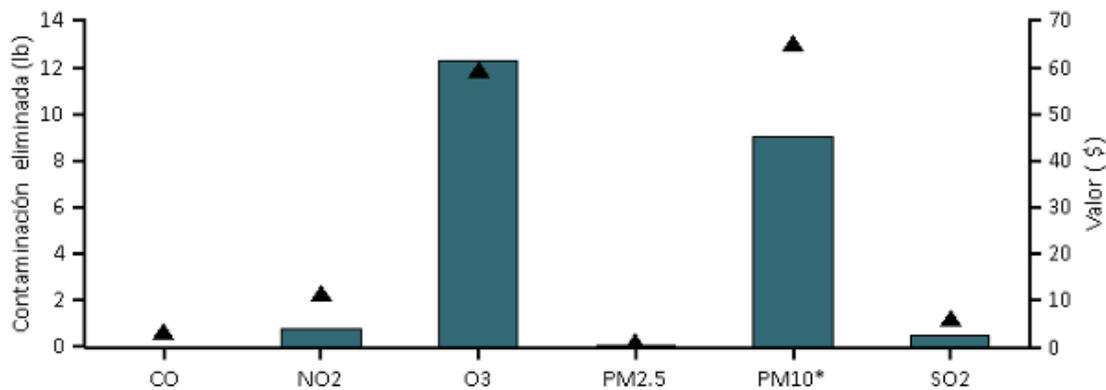
Fuente: Análisis ITREE ECO (2025)

### 3.3. Sección Tres: Resultados de valoración económica y beneficios ecosistémicos.

#### 3.3.1. Remoción de la contaminación del aire por árboles urbanos.

Según **Grafico 5** los resultados de este literal indican que la mayor cantidad de remoción correspondió al material particulado 10 (PM10). En conjunto, los árboles de ambos parques eliminaron aproximadamente 28,72 libras anuales de diversos contaminantes

del aire, incluyendo ozono (O<sub>3</sub>), monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), material particulado fino (PM<sub>2.5</sub>), material particulado 10 (PM<sub>10</sub>) y dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>). Esta eliminación se traduce en un beneficio económico estimado de \$114 por año.



**Gráfico 5 Eliminación de la contaminación del aire por arboles urbanos**

Fuente: Análisis ITREE ECO (2025)

### 3.3.2. Almacenamiento de carbono por especie.

En la Tabla 9 nos presenta la estimación total de carbono almacenado por los parques Algarrobo y Aurora de la ciudad de Manta, el almacenamiento de carbono alcanza las 345 toneladas, con un valor económico aproximado de \$40.700. Entre las especies evaluadas, el Olivo Negro (*Bucida buceras*) destaca como la especie con mayor capacidad de almacenamiento de carbono, representando alrededor del 25,9 % del total. Por otro lado, el Neem (*Azadirachta indica*) mostró el mayor desempeño en términos de secuestro anual de carbono, con una participación del 26,3 % del total secuestrado. El valor de Almacenamiento de carbono se calcula con base al precio \$130 por tonelada métrica.

**Tabla 9 Almacenamiento de carbono por especie**

<b>Especie</b>	<b>Almacenamiento de carbono (tonelada métrica)</b>	<b>Almacenamiento de carbono (%)</b>	<b>Equivalente CO<sub>2</sub> (tonelada métrica)</b>
Azadirachta spp	7,5	2,4 %	27,5
Neem	75,0	24,0 %	275,0
Olivo negro	81,0	25,9 %	297,0
Ceiba spp	6,4	2,0 %	23,4
Laurel lloron	22,5	7,2 %	82,5
Algarrobo	7,5	2,4 %	27,5
Mango	14,7	4,7 %	53,8
Olivo de cera	7,5	2,4 %	27,5
Algarrobo	50,2	16,0 %	184,1
Guayaba	7,5	2,4 %	27,5
Palma	30,0	9,6 %	110,0
Palma abanico	3,3	1,1 %	12,1
<b>Total</b>	<b>313,0</b>	<b>100%</b>	<b>1.147,9</b>

Fuente: Análisis ITREE ECO (2025)

### 3.3.3. Secuestro anual de carbono por especie.

La Tabla 10 nos detalla el secuestro bruto de carbono por especie y su equivalente CO<sub>2</sub> en tonelada métrica/año, siendo las especies Neem (*Azadirachta Indica*) y Olivo Negro (*Bucida Buceras*) predominantes en cuanto a resultados con 0.30 tonelada métrica por año.

**Tabla 10 Secuestro anual de carbono por especie**

<b>Especie</b>	<b>Secuestro bruto de carbono (tonelada métrica/año)</b>	<b>Equivalente CO<sub>2</sub> (tonelada métrica/año)</b>
Azadirachta spp	0,01	0,03
Neem	0,08	0,30
Olivo negro	0,08	0,30
Ceiba spp	0,00	0,01
Laurel lloron	0,02	0,09
Algarrobo	0,01	0,03
Mango	0,04	0,13
Olivo de cera	0,01	0,03
Algarrobo	0,05	0,18
Guayaba	0,00	0,00
Palma	0,01	0,03
Palma abanico	0,00	0,00
<b>Total</b>	<b>0,31</b>	<b>1,14</b>

Fuente: Análisis ITREE ECO (2025)

### 3.3.4. Esgurrimiento evitado

La vegetación urbana, como árboles y matorrales, contribuye de manera efectiva a mitigar este efecto. Estas especies vegetales interceptan la precipitación y, mediante sus sistemas radiculares, favorecen tanto la infiltración como el almacenamiento de agua en el suelo. Según análisis del Software I TREE ECO en el caso específico de los parques urbanos Aurora y Algarrobo, se estima que los árboles estudiados contribuyen en la reducción del escurrimiento superficial en aproximadamente 1,090 galones por año, lo que representa un beneficio económico de \$8,3 anuales.

### 3.3.5. Reducción del índice UV por los árboles.

Al estudiar la cobertura del dosel aéreo de los árboles de los parques y los datos de temperaturas a lo largo del año 2023, podemos obtener la reducción del índice UV al medio día solar. La **Tabla 11** nos muestra el porcentaje de reducción del índice UV que es del 10,97%

**Tabla 11 Reducción del Índice UV**

Estrato	Efectos UV a la sombra del árbol			Efectos UV en general		
	Factor de protección	Reducción en índice UV	Porcentaje de reducción (%)	Factor de protección	Reducción en índice UV	Porcentaje de reducción (%)
Urban	2,818	5,318	62,93	1,132	1,098	10,97
Área de estudio	2,818	5,318	62,93	1,132	1,098	10,97

### 3.3.6. Producción de Oxígeno

Según estudio y análisis en I TREE ECO se definió que la producción de oxígeno en los parques Algarrobo y Aurora es de 0,8 toneladas métricas por año, esta se calcula a partir del secuestro bruto de carbono y no considera la descomposición.

## 4. DISCUSION

### 4.1. Discusión sección 1: Composición y estructura del arbolado de los Parques Algarrobo y Aurora de la ciudad de Manta.

Los datos analizados en los parques urbanos Algarrobo y Aurora revelan una composición arbórea dominada por especies exóticas, siendo las más comunes el Olivo negro (*Bucida Buceras*) (26,7 %), el Neem (*Azadirachta Indiacaca*) (22,2 %) y el Algarrobo (*Prosopis sp.*) (15,6 %). Según Guerrero & Cobeña (2024) en su “Estudio comparativo de la biodiversidad en ecosistemas urbanos y rurales del cantón Portoviejo, Manabí, Ecuador”; la incorporación de plantas ornamentales y árboles no nativos en los espacios verdes urbanos también limita los recursos para la fauna local, afectando las interacciones tróficas y el refugio de las especies. Pacheco Cobeña, A. J., & Guerrero Calero, J. M. (2024).

Las tres especies con mayor índice de valor de importancia (IV), que combina tanto su abundancia como el área foliar que aportan, son Neem (*Azadirachta Indiacaca*) (47,5), Algarrobo (*Prosopis sp.*) (45,6) y Olivo negro (*Bucida Buceras*) (32,1).

A pesar de que el Olivo negro (*Bucida Buceras*) presenta la mayor proporción de individuos (26,7 %), su contribución al área foliar es baja (5,4 %) esto se debe en su mayoría a que estos individuos están en etapa juvenil, lo cual sugiere que, aunque es una especie abundante, no proporciona una cobertura de copa significativa en comparación con otras especies. En contraste, el Algarrobo (*Prosopis sp.*), con un 15,6 % de individuos, contribuye con el 30 % del área foliar total, destacando su importancia en la provisión de sombra y servicios ecosistémicos como la regulación térmica.

Por otro lado, especies como el Mango, Palma abanico y Olivo de cera tienen bajo IV, lo cual podría indicar una presencia marginal tanto en número como en funciones ecológicas. Sin embargo, podrían desempeñar roles específicos dentro del ecosistema urbano, como atraer polinizadores o proporcionar frutos

#### **4.2. Discusión sección Dos: Estado de salud de los árboles.**

El análisis del estado general del arbolado en los parques urbanos La Aurora y Algarrobo muestra un panorama favorable desde el punto de vista de la salud estructural y fitosanitaria. Según los datos, el 82,3 % de los árboles se encuentran en condiciones excelentes o buenas, y no se registraron árboles muertos ni en proceso de morir, lo cual es un indicador positivo de gestión y monitoreo continuo.

Según el análisis en I TREE ECO tenemos 11 árboles grandes que necesitan un mantenimiento inmediato, 13 árboles grandes con un mantenimiento rutinario, 9 árboles que no necesitan ningún mantenimiento, 4 árboles pequeños con mantenimiento inmediato y 3 árboles pequeños con un mantenimiento rutinario.

En cuanto a conflictos con aceras, según las medidas, es mínimo, sin embargo, debe ser monitoreado para prevenir daños futuros en especial a especies como el Neem (*Azadirachta Indica*).

El análisis de interferencias entre el arbolado urbano y los servicios públicos revela que la mayoría de los árboles evaluados (29 individuos) no presentan conflictos con infraestructura urbana. Sin embargo, 9 árboles muestran interferencias directas con cables aéreos eléctricos, y 3 presentan conflictos menores o no potenciales, todos localizados en el parque Algarrobo.

#### **4.3. Discusión sección Tres: Valoración económica y beneficios ecosistémicos.**

El análisis estima un almacenamiento total de 345 toneladas métricas de carbono, con un valor económico de aproximadamente USD 40.700, calculado a razón de USD 130 por tonelada. Esta cifra representa una contribución directa a la mitigación del cambio climático, al capturar CO<sub>2</sub> atmosférico a través de la fotosíntesis. El Neem (*Azadirachta indica*) lidera el secuestro anual de carbono, mientras que el Olivo Negro (*Bucida buceras*) destaca por su capacidad de almacenamiento total.

El secuestro anual de carbono, estimado en 0,3 toneladas métricas, aunque bajo a escala regional, cobra importancia al ser acumulativo y representativo con los demás parques urbanos de la ciudad de Manta. Se resalta la necesidad de mantener los árboles

en buen estado de salud, ya que su descomposición podría liberar el carbono capturado si no se implementan prácticas de gestión y renovación adecuadas.

El arbolado de los parques Algarrobo y Aurora evitan el escurrimiento de 1.090 galones al año, lo que equivale a un beneficio económico estimado de USD 8,3 anuales. Aunque este valor monetario es bajo, la vegetación urbana actúa como infraestructura verde complementaria, facilitando la infiltración y reduciendo riesgos de inundaciones locales.

El análisis en el software I TREE ECO revela una reducción del 10,97 % en el índice UV, lo que contribuye a la protección contra la radiación solar directa. Esta función es vital para el confort térmico de los usuarios del parque, y cobra especial importancia en ciudades costeras como Manta, donde la radiación solar es intensa durante todo el año.

El arbolado urbano de ambos parques produce aproximadamente 0,8 toneladas métricas de oxígeno por año, aunque esta función no se valora económicamente en el análisis, es un indicador clave del metabolismo urbano vegetal y una fuente de aire limpio para los habitantes y usuarios de los parques.

## **5. CONCLUSIONES**

Los parques urbanos Algarrobo y Aurora de la ciudad de Manta son un atractivo y lugar de paz para familias, niños, mascotas que buscan la relajación al tener contacto con la naturaleza específicamente con árboles frondosos que se realzan en medio de grandes edificaciones, por ello es importante estudiar los servicios que nos brindan y conocer el valor económico que la ciudadanía desconoce y por ello desatienden este bien natural.

El valor económico predominante de los beneficios ecosistémicos del arbolado de los parques Algarrobo y Aurora es de \$40.700 USD, se da gracias a el almacenamiento de carbono, este valor refleja el impacto positivo de los árboles en la mitigación del cambio climático al capturar y almacenar carbono atmosférico en su biomasa. Si los árboles de estos parques no estuvieran presentes, ese carbono almacenado podría ser liberado nuevamente a la atmósfera, aumentando las concentraciones de gases de efecto invernadero y acelerando el calentamiento global. Además del almacenamiento de carbono, los árboles de estos parques también contribuyen significativamente a la remoción de contaminantes atmosféricos, la regulación térmica, la infiltración de agua y

la producción de oxígeno, generando múltiples beneficios ecosistémicos que impactan directamente en la calidad de vida de los habitantes de la ciudad de Manta y que se deben dar a conocer a la ciudadanía para priorizar el mantenimiento, nuevas siembras y mejoras en los parques.

El uso del software I TREE ECO para conocer reportes y valores económicos de los servicios ecosistémicos de bosques urbanos es clave para la gestión ambiental en ciudades, dando a conocer beneficios tangibles que los árboles dan a la comunidad, así concientizando a la ciudadanía del correcto manejo y cuidado de las áreas verdes.

## **6. RECOMENDACIONES**

Difundir el valor económico de los servicios ecosistémicos como carbono almacenado, calidad del aire, producción de oxígeno, mostrando a la ciudadanía por qué se debe tener un manejo integral de estos bosques urbanos, creando conciencia ambiental en el cuidado de la vegetación de los parques.

Priorizar intervenciones de mantenimiento en especies con conflictos, como el Neem (*Azadirachta Indica*) en el parque Algarrobo, que presenta interferencia con redes eléctricas, como también a individuos en edad adulta que sus ramas tienden a quebrarse por los fuertes vientos.

Se recomienda utilizar herramientas tecnológicas como el software I TREE ECO dentro de los programas municipales de arbolado urbano. Esta plataforma no solo permite cuantificar los beneficios ecosistémicos como la captura de carbono, la remoción de contaminantes y la producción de oxígeno, sino que también facilita la generación de datos actualizados para llevar a cabo un correcto manejo de los recursos naturales. Al integrar esta herramienta en ciclos regulares de monitoreo, los gobiernos locales pueden anticiparse a riesgos, optimizar labores de mantenimiento, y asignar recursos de manera más eficiente.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- Aguilar-Rincán, K.N.; Cruz-Cruz, M.E.; Salmerón-Rodríguez, N.L.; Castañeda-Romero, L.F.; Tejada-Asencio, J.M. 2021. Caracterización, servicios ecosistémicos del arbolado y lineamientos generales para la arborización en aceras de la ciudad de San Salvador, San Salvador, El Salvador: Universidad de El Salvador / Revista Agro ciencia. Disponible en: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10611868> [Consulta: 14 jul. 2025]
- Berumen, A. 2020. Capacitación para valorizar árboles urbanos en ciudades latinoamericanas mediante i-Tree: fortalecimiento de capacidades técnicas y conciencia ambiental. Cities4Forests. Disponible en: (sitio web de Cities4Forests, 19 feb. 2020) [Consulta: 03 jun. 2025]
- Calle-Cárdenas, A.; Cárdenas-Agudelo, M.F.; Bedoya-Montoya, C.M. s.f. Servicios ecosistémicos del arbolado urbano en espacios públicos en Medellín, Colombia. Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/389680037\\_SERVICIOS\\_ECOSISTEMICOS\\_DEL\\_ARBOLADO\\_URBANO](https://www.researchgate.net/publication/389680037_SERVICIOS_ECOSISTEMICOS_DEL_ARBOLADO_URBANO) [Consulta: 10 jun. 2025].
- Castillo-Ruperti, R. J., Rodríguez-Guerrero, B., & Bravo-Meza, K. (2022). Fijación de carbono (CO<sub>2</sub>) del arbolado de los parques La Rotonda y La Madre, Manabí, Ecuador. *Revista Científica Multidisciplinaria Arbitrada Yachasun*, 6(10), 8–21. <https://doi.org/10.46296/yc.v6i10.0141>
- Cedeño, A. (2017). *El renovado parque Los Algarrobos de Manta* (en línea). Revista de Manabí. Disponible en: <https://revistademanabi.com/2017/03/08/el-renovado-parque-los-algarrobos-de-manta/>

- FAO. 2022. Benefits of Urban Trees [en línea]. Roma, Italia, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Disponible en: <https://openknowledge.fao.org/items/7ea2aa1d-c6b6-47d9-869a-78fada27953b> [Consulta: 20 jul. 2025].
- Jaramillo-Barcia, J.; García Cuesta, J. L. 2022. Crecimiento y estructura de Manta (Ecuador): lógicas y contradicciones del proceso de desarrollo urbano en las últimas décadas (1965–2014). *Ería* 42 (1): 5–30. Disponible en: <https://doi.org/10.17811/er.2022.2022.5-30> [Consulta: 20 jul. 2025].
- Posada, M. I., Arroyave, M. P., & Fernández, C. (2010). *Influencia de la vegetación en los niveles de ruido urbano*. (en línea) Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas. Disponible en: [https://scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1794-12372009000200007](https://scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-12372009000200007)
- González de Canales, C. (2002). *Beneficios del arbolado urbano* [Tesis]. <https://digital.csic.es/bitstream/10261/24578/1/Beneficios%20del%20arbolado%20urbano.pdf>
- i-Tree. (2017). *Manual del usuario i-Tree Eco v6*. (en línea). Disponible en: [https://www.itreetools.org/documents/196/EcoV6\\_UsersManual.es.pdf](https://www.itreetools.org/documents/196/EcoV6_UsersManual.es.pdf)
- Martin, A., (2009) A 100% Tree Inventory Using i-Tree Eco Protocol: A Case Study at Auburn University, Alabama (Thesis). University, Alabama. Disponible en: [https://etd.auburn.edu/bitstream/handle/10415/2573/Nick\\_Martin\\_Thesis\\_2011\\_5211.pdf?sequence=4](https://etd.auburn.edu/bitstream/handle/10415/2573/Nick_Martin_Thesis_2011_5211.pdf?sequence=4)
- Martinez-Trinidad, T; Hernández López, P; López-López, SF; Mohedano Caballero, L. 2021. Diversidad, estructura y servicios ecosistémicos del

arbolado en cuatro parques de Texcoco mediante i-Tree Eco (en línea).  
Revista mexicana de ciencias forestales 12(67):202–223. DOI:  
<https://doi.org/10.29298/rmcf.v12i67.880>.

ONU-Hábitat. (2019). Siete grandes beneficios de los árboles urbanos. (en línea)

Disponible en:

[https://onu-habitat.org/index.php/siete-grandes-beneficios-de-los-arboles-urbanos#:~  
=La%20ubicación%20estratégica%20de%20los%20árboles%20en%20las,calefacción%20de%20invierno%20en%20un%2020-50%20por%20ciento](https://onu-habitat.org/index.php/siete-grandes-beneficios-de-los-arboles-urbanos#:~:La%20ubicación%20estratégica%20de%20los%20árboles%20en%20las,calefacción%20de%20invierno%20en%20un%2020-50%20por%20ciento).

Pacheco Cobeña, A. J., & Guerrero Calero, J. M. (2024). *Estudio comparativo de la biodiversidad en ecosistemas urbanos y rurales del cantón Portoviejo, Manabí, Ecuador* [Código Científico Revista de Investigación, 5(2), 1834]. DOI: 10.55813/gaea/ccri/v5/n2/536

Torres, B. 2022. Áreas verdes en las ciudades mejoran la calidad de vida y la biodiversidad (en línea) Disponible en [https://unamglobal.unam.mx/global\\_revista/areas-verdes-en-las-ciudades-mejoran-la-calidad-de-vida-y-la-biodiversidad/](https://unamglobal.unam.mx/global_revista/areas-verdes-en-las-ciudades-mejoran-la-calidad-de-vida-y-la-biodiversidad/).