

**Informe final de pasantía, contribución al manejo y gestión del arbolado del municipio de  
Zipaquirá**

Angela Yineth Villamil Guzmán

Asesor

Jaime Alberto Navarro López

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencia Agrícolas, Pecuarias y de Medio Ambiental ECAPMA

Ingeniería Agroforestal

2025

## Resumen

El presente informe describe las actividades desarrolladas durante la pasantía realizada en la alcaldía municipal de Zipaquirá, específicamente en la secretaria de desarrollo rural y ambiente. Las actividades incluyeron apoyo en el inventario forestal urbano, apoyo en jornadas de reforestación, propagación de especies en el vivero municipal y valoración de los servicios ecosistémicos por medio de la herramienta i-Tree eco. El presente documento expone de manera organizada los objetivos propuestos, la metodología aplicada, los principales resultados obtenidos y las conclusiones derivadas del proceso de pasantía, evidenciando tanto el aporte realizado a la entidad como el fortalecimiento de las competencias profesionales adquiridas durante la formación académica.

***Palabras clave:*** Pasantía, inventario forestal, reforestación, arbolado urbano, i-Tree eco

### **Abstract**

This report describes the activities carried out during an internship at the Zipaquirá Municipal Government, specifically in the Secretariat of Rural Development and Environment. These activities included supporting the urban forest inventory, assisting with reforestation efforts, propagating species in the municipal nursery, and assessing ecosystem services using the i-Tree eco tool. This document presents in an organized manner the proposed objectives, the methodology applied, the main results obtained and the conclusions derived from the internship process, demonstrating both the contribution made to the entity and the strengthening of the professional skills acquired during academic training.

***Keywords:*** Internship, forest inventory, reforestation, urban trees, i-Tree eco

## Tabla de Contenido

Introducción .....	8
Objetivos.....	9
Objetivo General.....	9
Objetivos Específicos.....	9
Metodología .....	10
Actividades del Plan de Trabajo.....	11
Resultados .....	12
Inventario Forestal Urbano .....	12
Características de los Árboles del Bosque Urbano .....	14
Cobertura del Bosque Urbano y Área Foliar.....	16
Eliminación de la Contaminación del Aire por Árboles Urbanos.....	18
Almacenamiento y Secuestro de Carbono .....	19
Producción de Oxígeno.....	20
Esgurrimiento Evitado .....	23
Valores de Sustitución y Funcionales .....	24
Equivalencias de Beneficios .....	24
Jornadas de Reforestación.....	26
Barrio Zipavivienda .....	26
Barrio las Villas .....	27
Vereda San Jorge .....	28
Apoyo en Propagación de Especies en el Vivero.....	30
Taller Uso de la Herramienta i-Tree .....	34

Conclusiones .....	36
Referencias Bibliográficas .....	37

## Lista de Figura

<b>Figura 1</b> <i>Polígono Barrios Trabajados</i> .....	12
<b>Figura 2</b> <i>Formato Excel Manejado</i> .....	13
<b>Figura 3</b> <i>Especies Inventario Forestal Urbano</i> .....	14
<b>Figura 4</b> <i>Porcentaje de Población de Árboles por Clases de DAP</i> .....	15
<b>Figura 5</b> <i>Origen de los Árboles</i> .....	16
<b>Figura 6</b> <i>Eliminación Anual de Contaminación</i> .....	18
<b>Figura 7</b> <i>Almacenamiento de Carbono Calculado</i> .....	19
<b>Figura 8</b> <i>Secuestro Bruto Anual de Carbono</i> .....	20
<b>Figura 9</b> <i>Escurrimiento Evitado</i> .....	23
<b>Figura 10</b> <i>Especies de Árboles con Mayor Valor de Sustitución</i> .....	24
<b>Figura 11</b> <i>Evidencias Toma de Datos en Campo</i> .....	25
<b>Figura 12</b> <i>Evidencias de Salidas de Campo para Reforestación 1 Zipavivienda</i> .....	26
<b>Figura 13</b> <i>Evidencias de Salidas de Campo para Reforestación 2 Las Villas</i> .....	27
<b>Figura 14</b> <i>Evidencias de Salidas de Campo para Reforestación 3 Vereda San Jorge</i> .....	28
<b>Figura 15</b> <i>Planillas Asistencia y Salida de Árboles del Vivero para Reforestación 3</i> .....	29
<b>Figura 16</b> <i>Evidencias de Apoyo En Vivero Don Benito</i> .....	31
<b>Figura 17</b> <i>Evidencias de Apoyo en Vivero Don Benito_ Trasplante</i> .....	32
<b>Figura 18</b> <i>Evidencias de Recolección de Semillas</i> .....	33
<b>Figura 19</b> <i>Taller Uso i-Tree, Importación de Datos</i> .....	34
<b>Figura 20</b> <i>Taller Uso i Tree, Análisis de Beneficios</i> .....	35

## Lista de Tablas

<b>Tabla 1</b> <i>Lista de Actividades</i> .....	11
<b>Tabla 2</b> <i>Especies más Importantes en Inventario Forestal Zipaquirá</i> .....	17
<b>Tabla 3</b> <i>Las Principales 20 Especies Productoras de Oxígeno</i> .....	21
<b>Tabla 4</b> <i>Especies que se Propagan en el Vivero Don Benito</i> .....	30

## Introducción

El presente informe corresponde al desarrollo de la pasantía como opción de grado del programa de Ingeniería Agroforestal de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), realizada en la Alcaldía Municipal de Zipaquirá, específicamente en la Secretaría de Desarrollo Rural y Ambiental (SDRA). La pasantía tuvo como propósito contribuir al manejo, gestión y valoración del arbolado urbano y rural del municipio, apoyando procesos técnicos relacionados con el inventario forestal, la restauración ecológica y la propagación de especies arbóreas. El desarrollo de la pasantía se enmarca en las estrategias de sostenibilidad ambiental y fortalecimiento del territorio establecidas en el Plan de Desarrollo Municipal 2024–2027 (Alcaldía Municipal de Zipaquirá, 2024)

Durante el periodo de ejecución de la pasantía se desarrollaron actividades orientadas al levantamiento de información del inventario forestal urbano en 4 barrios del municipio, el análisis de datos mediante la herramienta i-Tree Eco para la valoración de servicios ecosistémicos, la participación en jornadas de reforestación urbana y rural, y el apoyo a los procesos de propagación de especies en el vivero municipal Don Benito. Estas acciones se enmarcan en la necesidad de fortalecer la planificación ambiental y la toma de decisiones relacionadas con el manejo sostenible del arbolado. Estas actividades se articulan con los lineamientos de gestión ambiental establecidos por la Alcaldía Municipal de Zipaquirá, los cuales promueven el manejo sostenible de los recursos naturales y el fortalecimiento del arbolado urbano y rural del municipio (Alcaldía Municipal de Zipaquirá, 2019)

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Contribuir al manejo y gestión del arbolado del municipio de Zipaquirá.

### **Objetivos Específicos**

Participar en la elaboración y análisis del inventario forestal del municipio de Zipaquirá.

Apoyar en la planificación y ejecución de jornadas de restauración ecológica organizadas por la SDRA.

Apoyar en las labores de propagación y mantenimiento de especies arbóreas en el vivero municipal.

## Metodología

La metodología aplicada se desarrolló en concordancia con los lineamientos institucionales de gestión ambiental definidos para el municipio de Zipaquirá (Alcaldía Municipal de Zipaquirá, 2019). Orientado al apoyo técnico en actividades de campo, análisis de información forestal y acompañamiento a procesos de gestión ambiental desarrollados por la Secretaría de Desarrollo Rural y Ambiental del municipio de Zipaquirá.

Inicialmente, se realizó una inducción sobre los procedimientos establecidos para el inventario forestal urbano, el uso de instrumentos de medición como GPS, decámetro y formatos de registro, así como los criterios para la evaluación del estado fitosanitario de los árboles.

Posteriormente, se participó en la toma de datos en campo en 4 diferentes barrios del municipio, registrando variables como especie, diámetro a la altura del pecho (DAP), altura total, diámetro de copa y condiciones del fuste, raíz y copa.

El procesamiento y análisis de la información se realizó mediante la herramienta i-Tree Eco, desarrollada por el United States Forest Service, la cual permite cuantificar los servicios ecosistémicos del arbolado urbano (United States Forest Service, 2023). Permitiendo la valoración de los servicios ecosistémicos del bosque urbano, entre ellos el almacenamiento y secuestro de carbono, la eliminación de contaminantes atmosféricos, la producción de oxígeno y la reducción del escurrimiento superficial.

De manera complementaria, se participó en jornadas de reforestación urbana y rural, así como en labores de propagación de material vegetal en el vivero municipal Don Benito. Estas actividades incluyeron el embolsado de sustrato, el trasplante de plántulas y la recolección de semillas. Todas las actividades fueron documentadas mediante registros escritos y evidencia fotográfica.

## Actividades del Plan de Trabajo

**Tabla 1**

*Lista de Actividades*

Actividad	Periodo	Evidencia/Resultado esperado	Estado
Apoyo en inventario forestal urbano	Mes 1 - Mes 3	Base de datos Excel	Realizado
Visita y apoyo en actividades del vivero	Mes 1 - Mes 4	Informe de actividades del vivero	Realizado
Participación en jornadas de restauración ecológica	Mes 1 - Mes 4	Informe de actividades de restauración	Realizado
Valoración de servicios ecosistémicos	Mes 3 - Mes 4	Informe PDF con valoración de servicios ecosistémicos	Realizado

*Nota.* En esta tabla se observan las actividades que se realizaron en el transcurso de la pasantía.

## Resultados

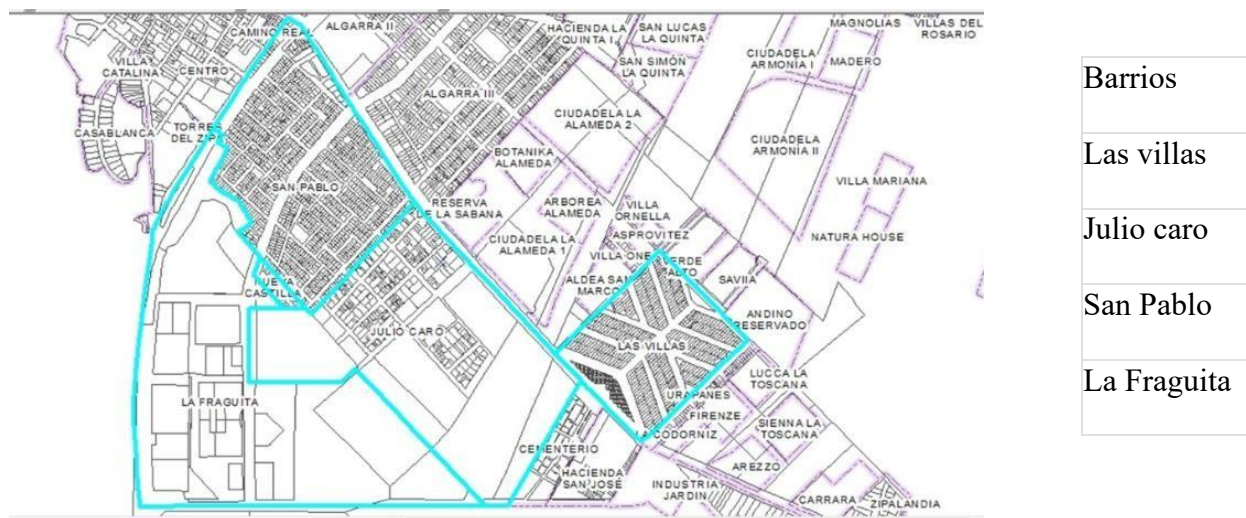
Desde el inicio de la pasantía, el 13 de agosto de 2025, hasta la finalización de esta, se ejecutó las siguientes actividades:

### Inventario Forestal Urbano

El inventario forestal se desarrolló en el municipio de Zipaquirá Cundinamarca, durante estos 4 meses de pasantía, se participó en el censo de 4 barrios pertenecientes a la comuna 4, entre ellos, el barrio las Villas, Julio caro, San pablo y la Fraguita como se muestra en la figura 1. Los resultados presentados corresponden al análisis del ecosistema urbano realizado mediante la herramienta i- Tree Eco, a partir de los datos recolectados durante el inventario forestal.

### Figura 1

#### *Polígono Barrios Trabajados*



*Nota.* Esta figura permite tener una percepción visual de los barrios donde se desarrolló el inventario forestal. Secretaria de planeación.

Al inicio de la pasantía se realizó inducción en el uso del GPS y en los ítems de inventario forestal. Se participó en el censo de los árboles urbanos, continuando el proceso que ya

había iniciado la secretaria de desarrollo rural y ambiente de Zipaquirá.

## Figura 2

### Formato Excel Manejado

IDENTIFICACION DEL INDIVIDUO				DENDROMETRIA							
No ARBOL	NOMBRE	BARRIO	DIRECCION	PBF (cm)	DBF (Cm)	PAP (cm)	DAP (Cm)	Metro lineales(SETO)	ALT. TOT (m)	DIAM. COPA POLAR (m)	DIAM. C ECUATC (m)
1001	Sauco (Sambucus nigra)	Julio Caro	Cr 25 con 3ra	210	66.84	30	9.55		4.10	2.60	3.4
1002	Jazmin del cabo (Pittosporu	Julio Caro	Cr 25 con 3ra	62	19.74	14	4.46		1.60	1.10	1.2
1003	Jazmin de la china (Ligustrui	Julio Caro	Cr 25 con 3ra	90	28.65	5	1.59		1.30	1.32	1.4
1004	Corono (Xylosma spiculifera	Julio Caro	Cr 25 con 3ra	78	24.83	22	7.00		3.50	3.00	3.9
1005	Caballero de la noche (Cestr	Julio Caro	Cr 25 con 3ra	70	22.28	13	4.14		2.41	2.22	1.5
1006	Jazmin de la china (Ligustrui	Julio Caro	Cr 25 con 3ra	65	20.69	39	12.41		4.40	4.50	4.3
1007	Caballero de la noche (Cestr	Julio Caro	Cr 25 con 3ra	82	26.10	19	6.05		5.21	3.10	2.2
1008	Jazmin del cabo (Pittosporu	Julio Caro	Cr 25 con 3ra	64	20.37	53	16.87		6.00	5.50	4.0
1009	Falso pimiento (Schinus mol	Julio Caro	Cr 25 con 3ra	73	23.24	45	14.32		7.10	3.83	3.2
1010	Cerezo (Prunus serotina)	Julio Caro	Cl 3con 23	55	17.51	29	9.23		4.10	2.50	2.4
1011	Holly liso (Cotoneaster pann	Julio Caro	Cl 3con 23	1.21	0.39	30	9.55		2.13	1.75	1.9
1012	Falso pimiento (Schinus mol	Julio Caro	Cl 3con 23	52	16.55	19	6.05		2.10	2.20	2.0
1013	Falso pimiento (Schinus mol	Julio Caro	Cl 3con 23	62	19.74	25	7.96		2.11	2.32	2.2
1014	Falso pimiento (Schinus mol	Julio Caro	Cr 24con 2da	63	20.05	47	14.96		2.20	2.30	2.3
1015	Jazmin del cabo (Pittosporu	Julio Caro	Cr 24con 2da	50	15.92	38	12.10		1.75	1.83	2.1
1016	Holly liso (Cotoneaster pann	Julio Caro	Cr 24con 2da	95	30.24	21	6.68		2.35	1.90	1.6
1017	Jazmin del cabo (Pittosporu	Julio Caro	Cr 24con 2da	50	15.92	10	3.18		1.92	2.12	2.1
1018	Arrayán (Myrcianthes rhopal	Julio Caro	Cr 24con 2da	53	16.87	6	1.91		1.72	30cm	35c

*Nota.* En esta imagen se observa la distribución de los datos dentro de una hoja de cálculo del programa Excel.

Los datos recolectados incluyen nombre de la especie, diámetro del tronco (DAP), altura total, diámetro de copa, estado fitosanitario y características de fuste, raíz y copa, la información se consignó en una base de datos en Excel como se puede observar en la figura 2.

Registro fotográfico: De cada árbol se tomaron tres fotografías (vista completa, placa identificadora y detalle de hojas, fuste o signos de enfermedad).

Análisis de datos: Después de tener el inventario completo en los barrios, las villas, julio caro, la fraguita y san pablo, se realizó el procesamiento de datos en la herramienta i-Tree eco, para la valoración de los servicios ecosistémicos donde arrojó como resultado el siguiente

análisis.

El estudio, realizado durante 2025, evaluó la estructura, función y valor del bosque urbano Inventario forestal Zipaquirá utilizando el modelo i-Tree Eco desarrollado por el Servicio forestal de EEUU. El propósito es promover decisiones de manejo que mejoren la salud humana y la calidad del medio ambiente.

### Características de los Árboles del Bosque Urbano

El bosque urbano contó con 1,610 árboles. Las tres especies más comunes fueron Eugenia (*Syzygium myrtifolium*) con el 11,7 %, Jazmín del cabo (*Pittosporum undulatum*) con el 10,9 % y Calistemo (*Callistemon citrinus*) con el 9,6 %. Estas se pueden observar en la figura 3.

### Figura 3

#### *Especies Inventario Forestal Urbano*



*Nota.* Esta figura muestra la distribución de las especies del inventario del arbolado urbano de Zipaquirá. .

### Resumen de Datos Clave

Número de árboles: 1,610.

Cobertura arbórea: 114,32 Ha.

Especies más comunes son la Eugenia (*Syzygium myrtifolium*), Jazmín del cabo (*Pittosporum undulatum*) y Calistemo (*Callistemon citrinus*).

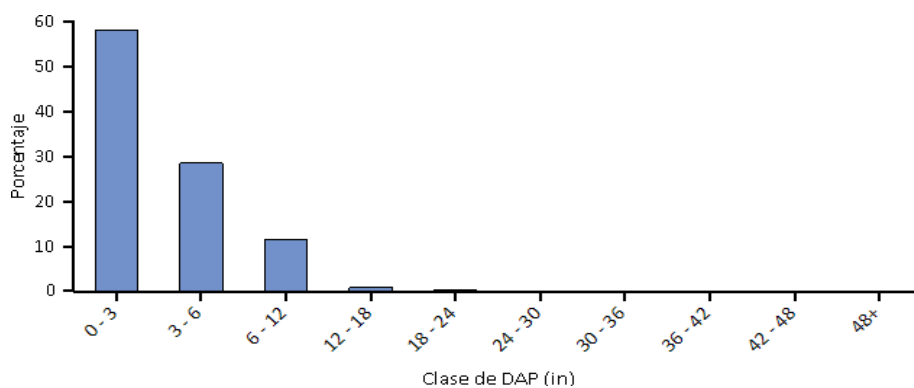
Porcentaje de árboles pequeños (menores a 15.2 cm de diámetro) fue de 86,8 %.

Valor de sustitución (total) fue de COP\$1,89 mil millones.

El porcentaje de árboles menores a 6" (15,2 cm) de diámetro fue del 86,8 %, como se muestra en la figura 4. Los valores utilizados por i-Tree para generar la gráfica correspondieron al DAP, entendido como el diámetro del fuste en centímetros tomado en campo y dividido por el número pi. De esta manera, cuando en campo se midió un árbol con un diámetro de 4 cm mediante el decámetro, el DAP calculado fue de 1,27 cm.

#### Figura 4

*Porcentaje de Población de Árboles por Clases de DAP*



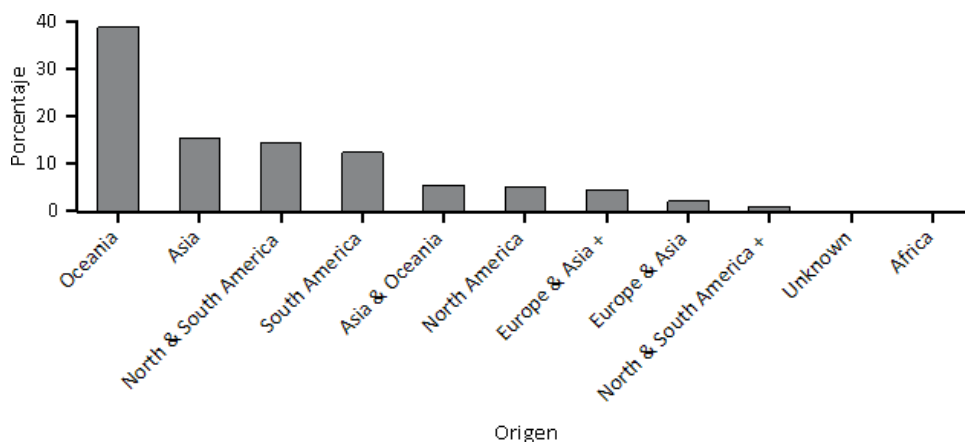
*Nota.* El gráfico de barras nos da una perspectiva visual del porcentaje de árboles según el intervalo de pulgadas que tiene de diámetro.

Casi el 12 % de los árboles correspondieron a especies nativas de Sudamérica (*South America*), como se presentó en la figura 5. La mayoría de las especies de árboles exóticos

tuvieron su origen en Oceanía, representando el 39 % de las especies registradas.

### Figura 5

#### Origen de los Árboles



*Nota.* El grafico de barras nos da una perspectiva visual de que continente provienen los árboles.

### Cobertura del Bosque Urbano y Área Foliar

Los árboles cubrieron casi 114,32 ha del inventario forestal y proporcionaron 3023,406 ha de área foliar. Las especies más dominantes en términos de área de las hojas fueron Pino ciprés (*Cupressus lusitanica*), Holly liso (*Cotoneaster pannosus*) y Jazmín del cabo (*Pittosporum undulatum*). Asimismo, las especies con los Valores de Importancia (VI) más altos fueron Jazmín del cabo (*Pittosporum undulatum*) con 17,9, Pino ciprés (*Cupressus lusitanica*) con 17,4 y Eugenia (*Syzygium myrtifolium*) con 15,8, como se presentó en la tabla 2.

**Tabla 2***Especies más Importantes en Inventario Forestal Zipaquirá*

Nombre de la especie	Porcentaje población	Porcentaje del área de las hojas	IV
Jazmín del cabo (Pitóspero undulatum)	10,9	7,0	17,9
Pino ciprés (Cupressus lusitanica)	1,5	15,9	17,4
Eugenia (Syzygium myrtifolium)	11,7	4,1	15,8
Holly liso (Cotoneaster pannosus)	7,9	7,4	15,3
Calistemo (Callistemon citrinus)	9,6	2,1	11,7
Chicalá (Tecoma stans)	6,7	4,8	11,5
Guayacán de Manizales (Lafoensia acuminata)	4,3	5,3	9,6
Acacia morada (Acacia baileyana)	4,3	4,6	8,9
Caucho sabanero (Ficus andicola)	1,2	6,4	7,6
Sauco (Sambucus nigra)	4,0	3,4	7,4

*Nota.* Esta tabla muestra las 10 especies más relevantes del inventario forestal de Zipaquirá.

## Eliminación de la Contaminación del Aire por Árboles Urbanos

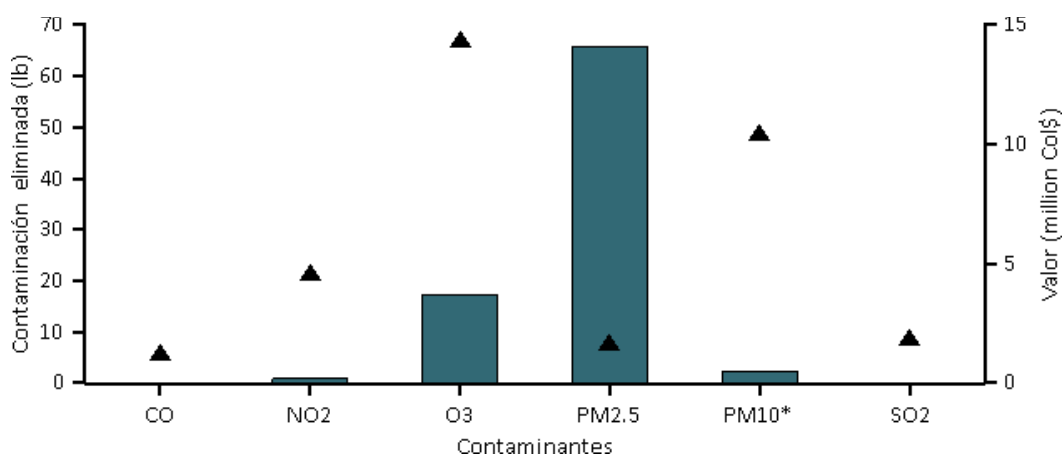
Los árboles urbanos eliminaron un estimado de 157,5 libras de contaminación del aire por año. El valor asociado de esta eliminación es de COP\$18,5 millón/año. La eliminación de la contaminación fue mayor para el ozono (O<sub>3</sub>).

Los árboles eliminan PM<sub>2.5</sub> y PM<sub>10</sub>\* cuando el material particulado se deposita en la superficie de las hojas. En 2025, los árboles emitieron aproximadamente 32,65 libras de compuestos orgánicos volátiles (COV) (10,37 libras de isopreno y 22,27 libras de monoterpenos). Son sustancias que se evaporan fácilmente a temperatura ambiente y contaminan. Afectando la salud, produciendo algunos problemas como Irritación de ojos, nariz y garganta. También pueden generar dolor de cabeza y empeorar el asma.

El Pino ciprés (*Cupressus lusitanica*) y Acacia morada (*Acacia baileyana*) contribuyeron con el 32 por ciento de estas emisiones. La eliminación de la contaminación fue mayor para ozono como se muestra en la figura 6.

### Figura 6

#### *Eliminación Anual de Contaminación*



*Nota.* Este gráfico permite visualizar la cantidad de agentes contaminantes eliminados.

## Almacenamiento y Secuestro de Carbono

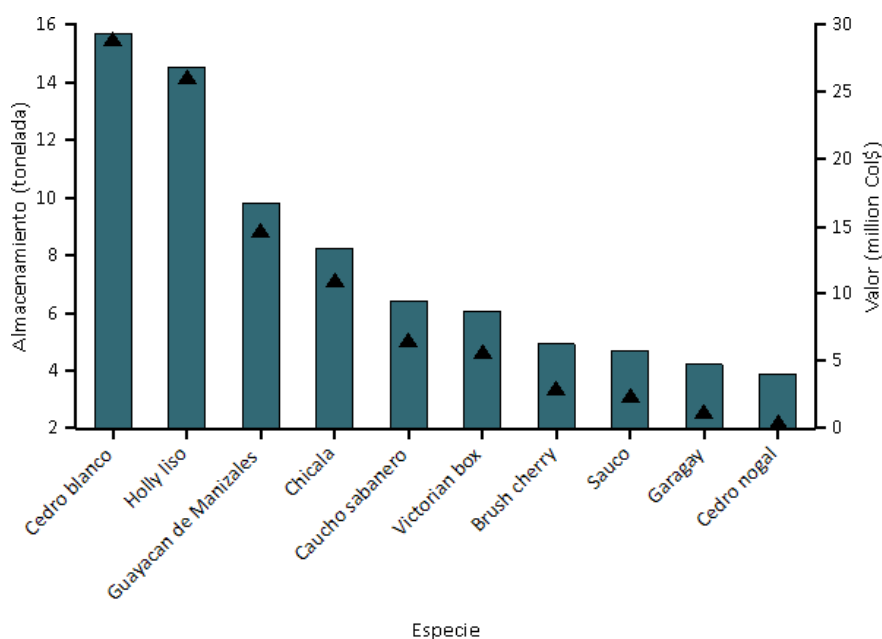
El almacenamiento total de carbono mostró que los árboles almacenaron 82,5 toneladas de carbono, con un valor económico asociado de COP \$157 millones.

El secuestro anual bruto de carbono fue de casi 6,721 toneladas por año, con un valor económico asociado de COP \$12,8 millones por año.

El Pino ciprés (*Cupressus lusitanica*) fue la especie que almacenó la mayor cantidad de carbono, representando aproximadamente el 18,7 % del total, como se presentó en la figura 7.

**Figura 7**

### Almacenamiento de Carbono Calculado



*Nota.* Esta figura muestra el almacenamiento de carbono calculado para especies de arbolado urbano de Zipaquirá con el mayor secuestro.

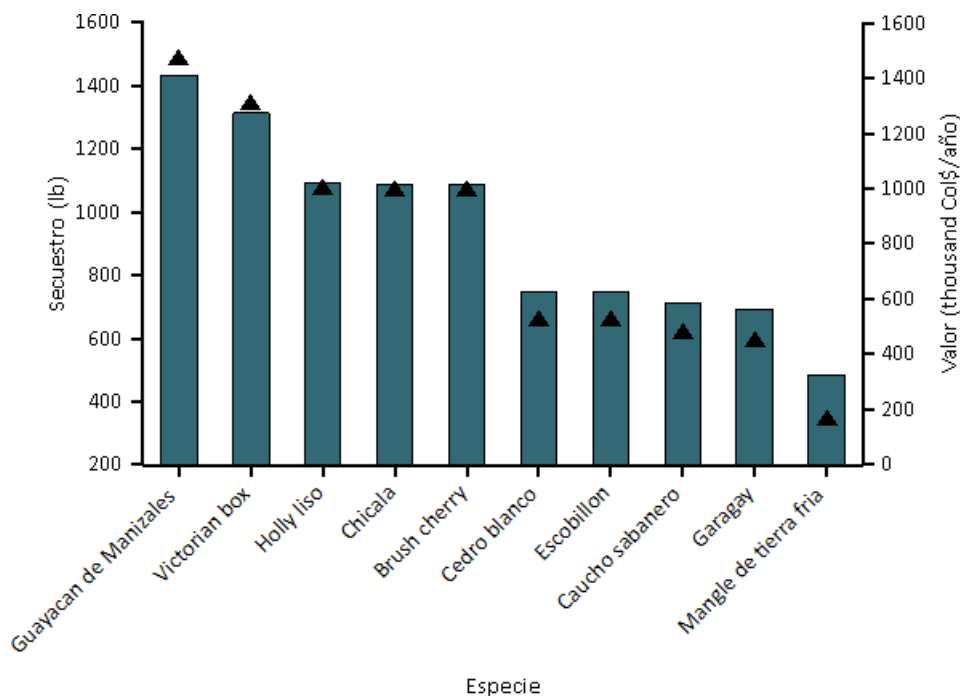
El valor económico tanto para el almacenamiento como para el secuestro de carbono se calculó con base en un valor de COP \$1.899.992 por tonelada.

El Guayacán de Manizales (*Lafoensia acuminata*) fue la especie que secuestró la mayor

cantidad de carbono, representando aproximadamente el 11,1 % del total del carbono secuestrado, como se presentó en la figura 8.

### Figura 8

#### Secuestro Bruto Anual de Carbono



*Nota.* Esta figura muestra el secuestro bruto anual de carbono calculado para especies de arbolado urbano de Zipaquirá con el mayor secuestro.

### Producción de Oxígeno

Los árboles produjeron un estimado de 17,92 toneladas de oxígeno al año; sin embargo, este beneficio se consideró relativamente insignificante debido a la gran y relativamente estable cantidad de oxígeno presente en la atmósfera. La principal especie productora de oxígeno fue el Guayacán de Manizales (*Lafoensia acuminata*), con una producción de 3.961,78 libras, como se presentó en la tabla 3.

**Tabla 3***Las Principales 20 Especies Productoras de Oxígeno*

Especie	Oxígeno (libra)	Secuestro bruto de carbono (libra/año)	Número de árboles	Área foliar (acre)
Guayacán de Manizales (Lafoesia acuminata)	3.961,78	1.485,67	70	0,39
Jazmín del cabo (Pittosporum undulatum)	3.573,16	1.339,94	175	0,53
Holly liso (Cotoneaster pannosus)	2.858,75	1.072,03	127	0,55
Chicalá (Tecoma stans)	2.847,14	1.067,68	108	0,36
Eugenia (Syzygium myrtifolium)	2.840,54	1.065,20	188	0,31
Pino ciprés (Cupressus lusitanica)	1.749,57	656,09	24	1,19
Calistemo (Callistemon citrinus)	1.749,32	655,99	154	0,16
Caucho sabanero (Ficus andicola)	1.648,83	618,31	19	0,48
Cajeto (Citharexylum subflavescens)	1.581,25	592,97	33	0,22
Mangle de tierra fría (Escallonia pendula)	916,35	343,63	17	0,11
Sauco (Sambucus nigra)	861,78	323,17	65	0,25
Acacia morada (Acacia)	790,63	296,49	69	0,35

Especie	Oxígeno (libra)	Secuestro bruto de carbono (libra/año)	Número de árboles	Área foliar (acre)
baileyana)				
Sangregado (Croton funcianus)	763,69	286,38	8	0,11
Cerezo (Prunus serotina)	708,05	265,52	24	0,21
Arrayán (Myrcianthes rhopaloides)	596,63	223,73	22	0,04
Urapán (Fraxinus chinensis)	567,78	212,92	13	0,31
Caballero de la noche (Cestrum nocturnum)	473,71	177,64	32	0,03
Acacia sabanera (Paraserianthes lophantha)	440,58	165,22	16	0,05
Mano de oso (Oreopanax incisus)	428,21	160,58	13	0,06
Cayeno (Hibiscus rosasinensis)	418,93	157,10	51	0,05

*Nota.* Esta tabla muestra las 20 especies principales del inventario forestal productoras de oxígeno.

Los beneficios identificados en el bosque urbano de Zipaquirá coincidieron con lo señalado por Cardona y Bermúdez (2019), quienes destacaron el papel del arbolado urbano en la mejora de la calidad del aire y en la provisión de servicios ecosistémicos fundamentales para la salud humana.

## Escurrimiento Evitado

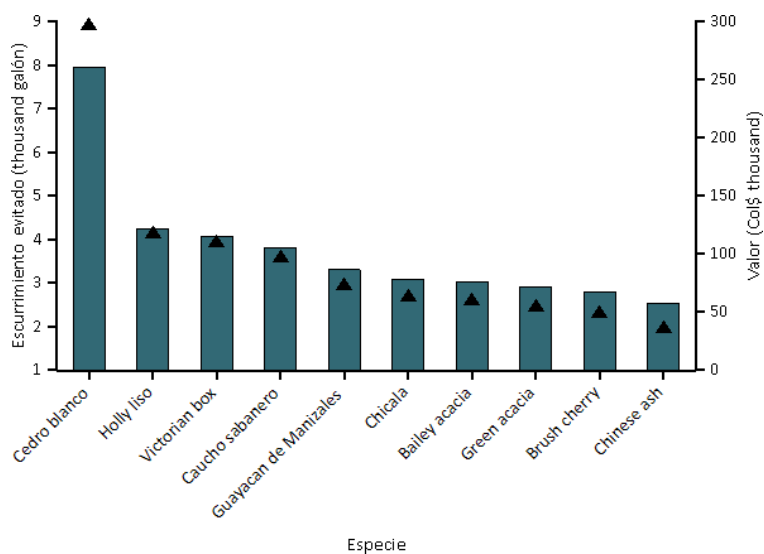
Los árboles ayudaron a reducir el escurrimiento superficial en casi 54 mil galones al año, con un valor económico asociado de COP \$1,59 millones por año.

Los árboles contribuyeron a disminuir la cantidad de agua de lluvia que fluyó rápidamente sobre la superficie del suelo, ya que sus copas interceptaron la precipitación y sus raíces facilitaron la infiltración del agua en el suelo, previniendo inundaciones y la erosión del suelo. El escurrimiento evitado se calculó con base en un precio de COP \$29,37 por galón.

La especie con mayor impacto general en el escurrimiento evitado fue el Pino ciprés (*Cupressus lusitanica*), como se presentó en la figura 9.

### Figura 9

#### *Escurrimiento Evitado*



*Nota.* El diagrama muestra el tipo de árboles que retienen el agua evitando la erosión del suelo.

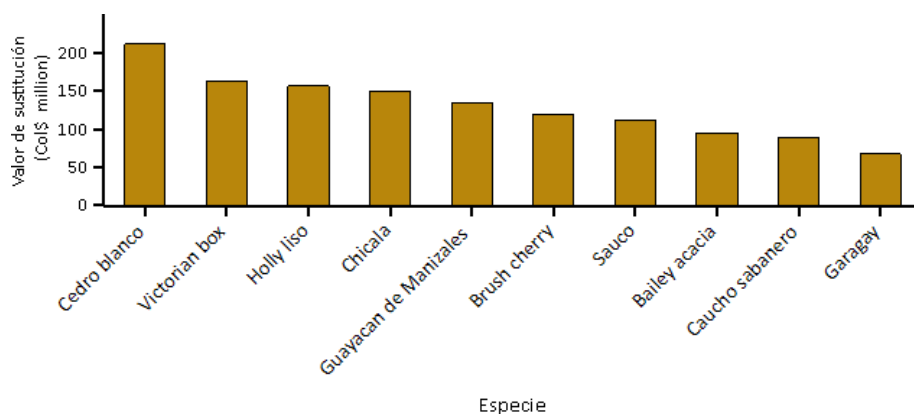
## Valores de Sustitución y Funcionales

El valor de sustitución del bosque urbano fue de COP \$1,89 mil millones. El valor funcional anual positivo más alto correspondió a la eliminación de la contaminación, con un valor de COP \$18,5 millones.

Asimismo, el valor de sustitución fue mayor para el Pino ciprés (*Cupressus lusitanica*), seguido del Victorian box y Holly Liso.

### Figura 10

*Especies de Árboles con Mayor Valor de Sustitución*



Nota. El gráfico permite observar cómo se distribuye el valor de la sustitución según la especie del árbol.

## Equivalencias de Beneficios

Los beneficios brindados por el bosque urbano se compararon con cálculos de emisiones promedio:

Almacenamiento de carbono (82,47 toneladas) equivale a las emisiones anuales de carbono de 58 automóviles o 24 viviendas unifamiliares.

El Secuestro anual de carbono (6,721 toneladas) equivale a las emisiones anuales de carbono de 5 automóviles o 2 viviendas unifamiliares.

La eliminación de dióxido de nitrógeno equivale a las emisiones anuales de 2 automóviles o 1 vivienda unifamiliar. La eliminación de dióxido de sulfuro equivale a las emisiones anuales de 45 automóviles.

El análisis del bosque urbano de Inventario forestal Zipaquirá muestra que, si bien la mayoría de los árboles son pequeños, el bosque ya proporciona beneficios ecológicos y económicos significativos en términos de valor de sustitución, secuestro de carbono, eliminación de contaminantes del aire y reducción de escurrimiento.

Los resultados obtenidos aportan información relevante para la toma de decisiones en el marco de la planificación ambiental del municipio, en coherencia con los objetivos de desarrollo sostenible definidos en el Plan de Desarrollo Municipal (Alcaldía Municipal de Zipaquirá, 2024).

### **Figura 11**

#### *Evidencias Toma de Datos en Campo*



Nota. Esta figura muestra el proceso para la recolección de datos para el inventario forestal urbano. .

## Jornadas de Reforestación

### Barrio Zipavivienda

El 15 de septiembre se sembraron 110 árboles, en el parque de este barrio, se tuvo participación de algunos miembros de la comunidad y colaboradores de la SDRA figura 12. Los árboles que se sembraron fueron traídos de los viveros del municipio, se sembraron especies como roble (*Quercus humboldtii*), jazmín del cabo (*Pittosporum undulatum*), raque (*Vallea stipularis*), alcaparro (*Senna viarum*), chicala (*Tecoma stans*), hayuelo verde (*Dodonaea viscosa*) y holly liso (*Cotoneaster pannosus*).

### Figura 12

#### Evidencias de Salidas de Campo para Reforestación 1 Zipavivienda



*Nota.* En la imagen se observa la siembra de árboles junto con el grupo de reforestación.



## Vereda San Jorge

La jornada de reforestación se llevó a cabo en la vereda san Jorge, del municipio de Zipaquirá Cundinamarca. Esta siembra se realizó en una finca privada, por solicitud del propietario con fines de conservación y encerramiento de una cuenca hídrica (Figura 14). Se sembraron 100 árboles, de las siguientes especies:

Rodamonte (*Escallonia myrtilloides*), Encenillo (*Weinmannia tomentosa*), Arrayán (*Myrcianthes rhopaloides*), Raque (*Vallea stipularis*), Calistemo (*Callistemon citrinus*), Alcaparro (*Senna viarum*), Tibar (*Escallonia paniculata*), Cucharo (*Myrsine guianensis*), Mano de oso (*Oreopanax incisus*), Duraznillo (*Abatia parviflora*), Garrocho (*Viburnum tinoides*), Hayuelo (*Dodonaea viscosa*), Sauco (*Sambucus nigra*) y Angelitos (*Monochaetum myrtoideum*).

### Figura 14

*Evidencias de Salidas de Campo para Reforestación 3 Vereda San Jorge*



*Nota.* En la imagen se muestra la tercera reforestación en la vereda San Jorge ubicada a 4,4 kilómetros del centro urbano.

Figura 15

## Planillas Asistencia y Salida de Árboles del Vivero para Reforestación 3

ESPECIE REQUERIDA		ALTURA PROMEDIO (cm)	CANTIDAD SOLICITADA	G	E
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO				
Redempertes			10		
Ficusus			10		
Brachy			10		
Colobium			10		
Alsepius			10		
Abax			10		
Cochon			5		
mapa de uso			5		
TK			5		
De ma nulle			5		
Brachy			5		
Karachi			5		
Arado verde			5		
TOTAL					
FECHA DE ENTREGA:	12/12/2025				
QUIEN ENTREGA	FIRMA		QUIEN RECIBE		
	Giovanna Garcia				
NOMBRE	Giovanna Garcia				
CEDULA	35428746				
OBSERVACIONES	INSTITUCION		USO QUE SE LE DARA AL MATE		
	El Camellon		Reforestacion para		

DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA ALCALDIA DE ZIPAQUIRÁ SECRETARIA GENERAL PROCESO DIRECCIONAMIENTO ESTRATEGICO PLANILLA DE ASISTENCIA				
SECRETARIA	Desarrollo Rural y Am			
FECHA	12-12-2025			
TEMA	Reforestación			
TIPO DE ACTIVIDAD	<input type="checkbox"/> REUNION <input type="checkbox"/> ASAMB			
N°	NOMBRE DEL CIUDADANO	N° DOCUMENTO	GENERO	
			MASCULINO	FEMENINO
1	ANITA YIMTA VILLALBA	1003451112	/	X
2	Fabio Mendez	11338110	X	
3	Gustavo Fandiño	80519411	X	
4	Argemiro Rincon	1015661388	X	

\* Para el ítem personas con Discapacidad utilice las siguientes siglas: Dis  
\* Para el ítem Grupo Étnico utilice las siguientes siglas: Indígena (I); Afro

CÓDIGO: EST-DE-FR15

Nota: Este lista VER

NOTA: El material vegetal debe ser transportado en buenas condiciones, en vehículos adecuados y sin el material vegetal será responsabilidad de quien lo recibe

Nota. En la imagen se observa el tipo de planilla usada para la toma de datos.

Durante la pasantía participé activamente en las jornadas de reforestación desarrolladas, actividades orientadas a fortalecer la cobertura vegetal y mejorar las condiciones ecológicas de las áreas intervenidas. Estas reforestaciones contribuyen a la recuperación de zonas con degradación del suelo, el incremento de la biodiversidad local y la provisión de servicios ecosistémicos como la regulación hídrica, la captura de carbono y la mejora del paisaje urbano y rural. Mi labor incluyó la visita al lugar donde se realizaría la siembra, plantación y seguimiento de las especies establecidas, garantizando su adecuada siembra. Estas actividades no solo aportan a la sostenibilidad ambiental del municipio, sino que también fortalecen la conciencia ecológica

de la comunidad y consolidan procesos de restauración que tendrán impacto positivo a largo plazo.

### **Apoyo en Propagación de Especies en el Vivero**

Identifique las especies propagadas las cuales me muestran en la tabla 4.

**Tabla 4**

*Especies que se Propagan en el Vivero Don Benito*

Nombre común	Nombre científico
Jarilla	Larrea s.p
Cajeto	Citharexylum subflavescens
Aliso	Alnus acuminata
Eugenia	Syzygium myrtifolium
Tíbar	Escallonia paniculata
Sauco	Sambucus nigra
Uva Camarona	Macleania rupestris
Holly liso	Cotoneaster pannosus
Mano de oso	Oreopanax incisus
Cedro de altura	Cedrela montana
Roble	Quercus humboldtii
Frailejón	Espeletia s.p
Calistemo	Callistemon citrinus
Alcaparro	Senna viarum
Arboloco	Montanoa quadrangularis
Arrayan	Myrcianthes rhopaloides
Hayuelo	Dodonaea viscosa

*Nota.* Esta tabla muestra las especies propagadas en el vivero municipal.

Como parte de mis actividades durante la pasantía, brindé apoyo a las actividades de propagación de especies en uno de los viveros municipales, como también en el vivero don

Benito, contribuyendo a los procesos esenciales para la producción de material vegetal e identificando especies las son destinadas a reforestaciones y acciones de restauración ecológica.

Mi participación incluyó embolsado de sustrato, un aproximado de 300 bolsas como se muestra en la figura 16.

### Figura 16

#### *Evidencias de Apoyo En Vivero Don Benito*



*Nota.* En la imagen se observa la realización del embolsado de sustrato, el cual permite el desarrollo óptimo de las plantas.

Realice el trasplante y resiembra de plántulas que requerían cambio de contenedor, en este proceso se trasplantaron 35 individuos de la especie Calistemo (*Callistemon citrinus*).



Hice la recolección de semillas de arrayán (*Myrcianthes rhopaloides*), insumo fundamental para la propagación sexual de la especie como se muestra en la figura 18.

### **Figura 18**

#### *Evidencias de Recolección de Semillas*



*Nota.* En la imagen se observa un árbol de arrayán fértil, el cual proporciona la semilla para asegurar su reproducción.

Estas labores permiten asegurar la disponibilidad continua de plantas, fortaleciendo la capacidad del municipio para implementar programas de recuperación ambiental y manejo sostenible de su arbolado. Además, la experiencia en el vivero me permitió comprender de manera práctica los requerimientos de cada etapa de crecimiento vegetal y la importancia del manejo adecuado del material propagado.

## Taller Uso de la Herramienta i-Tree

Durante el transcurso de la pasantía se realizó un taller sobre el uso de la herramienta i-Tree, Organizada por el asesor Jaime Navarro, donde participaron compañeros del programa de ingeniería agroforestal y agronomía. Se explicó cómo se realiza la importación de los datos, desde un archivo Excel al programa como se observa en la figura 19. También se mostró el análisis de los servicios ecosistémicos que brindan los árboles que se usaron como ejemplo en este taller.

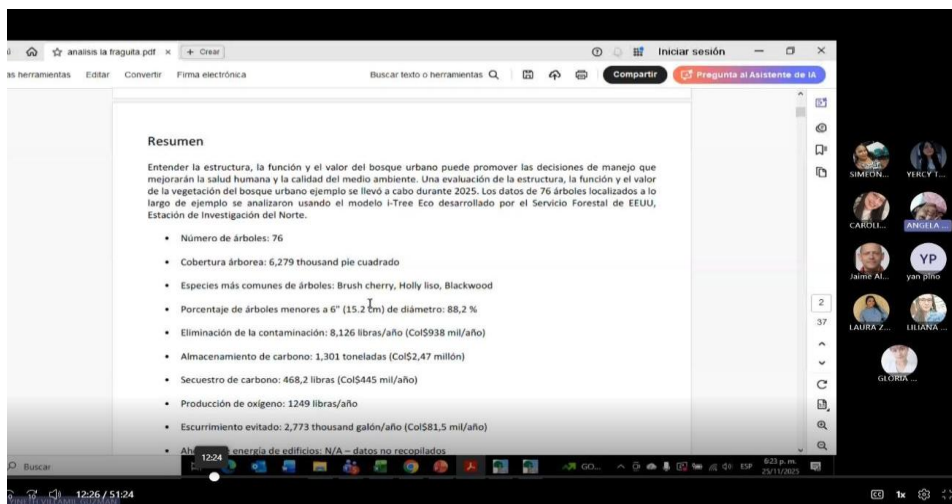
**Figura 19**

### Taller Uso i-Tree, Importación de Datos

The screenshot displays the 'Importar' (Import) dialog box in the i-Tree Eco software. The dialog box contains a table with the following columns: ID, Brigada, Fecha de muestreo, Especies, Foto ID, DAP 1 (cm), DAP 1: Altura (m), DAP 1: ¿Medido?, DAP 2 (cm), DAP 2: Altura (m), and DAP 2: ¿Medido?. The table lists various tree species and their measurements. The software interface also shows a menu bar with options like 'Archivo', 'Configuración del proyecto', 'Datos', 'Reportes', 'Previsualización', and 'Soporte'.

ID	Brigada	Fecha de muestreo	Especies	Foto ID	DAP 1 (cm)	DAP 1: Altura (m)	DAP 1: ¿Medido?	DAP 2 (cm)	DAP 2: Altura (m)	DAP 2: ¿Medido?
21			Bogotá fabel w.		8.0		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>
22			Green acacia l.		26.1		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>
23			Holly tree Coco		4.1		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>
24			Blackwood A.L.		12.4		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>
25			Bush cherry l.		7.0		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>
26			Plume albizia l.		7.0		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>
27			Bush cherry l.		9.7		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>
28			Plume albizia l.		5.4		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>
29			Bush cherry l.		5.5		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>
30			Bush cherry l.		5.1		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>
31			Plume albizia l.		7.6		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>
32			Bush cherry l.		2.9		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>
33			Bush cherry l.		4.5		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>
34			Bush cherry l.		2.3		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>
35			Bush cherry l.		2.2		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>
36			Bush cherry l.		4.5		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>
37			Bush cherry l.		3.2		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>
38			Bush cherry l.		4.8		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>
39			Bush cherry l.		6.0		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>
40			Bush cherry l.		3.8		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>

*Nota.* En la imagen se observa el programa de Excel en donde se encuentra la base de datos.

**Figura 20***Taller Uso i Tree, Análisis de Beneficios*

Nota. En la imagen se observa el resumen de la reunión sobre la herramienta i -Tree.

## Conclusiones

La pasantía permitió apoyar de manera efectiva a la Secretaría de Desarrollo Rural y Ambiental del municipio de Zipaquirá en la consolidación del inventario forestal urbano y en la valoración de los servicios ecosistémicos del arbolado, aportando información técnica relevante para la planificación y gestión ambiental del territorio.

El uso de la herramienta i-Tree Eco facilitó el análisis de los beneficios ambientales y económicos proporcionados por el bosque urbano, evidenciando la importancia del arbolado en la mitigación del cambio climático, la mejora de la calidad del aire y la regulación hídrica, aspectos fundamentales para el bienestar de la población. Lo anterior concuerda con lo expuesto por Ramos y Camacho (2023), quienes resaltan la importancia del arbolado urbano en la regulación climática, la mejora del paisaje y el bienestar de la población en contextos urbanos.

La participación en jornadas de reforestación y en actividades de propagación de especies en el vivero municipal fortaleció las competencias prácticas en restauración ecológica, manejo de material vegetal y selección de especies adecuadas para contextos urbanos y rurales, complementando la formación académica en Ingeniería Agroforestal.

Finalmente, la pasantía contribuyó al desarrollo de habilidades técnicas, analíticas y sociales, permitiendo aplicar los conocimientos adquiridos durante la carrera en un contexto institucional real y fortaleciendo el perfil profesional del estudiante para su futuro desempeño laboral.

## Referencias Bibliográficas

Análisis del ecosistema (2025) i-Tree Eco

<https://drive.google.com/file/d/11jo9DEC9b0lbTqIxbEzv8DC8SJn2A9EQ/view?usp=sharing>

Alcaldía Municipal de Zipaquirá. (2019). *Plan Institucional de Gestión Ambiental (PIGA)*.

Alcaldía Municipal de Zipaquirá. <https://www.zipaquira-cundinamarca.gov.co/planes/plan-institucional-de-gestión-ambiental-2019>

Alcaldía Municipal de Zipaquirá. (2024). *Plan de Desarrollo Municipal 2024–2027: Zipaquirá Cree, Zipaquirá Protege, Zipaquirá Avanza*.

<https://mapas.cundinamarca.gov.co/documents/7a464d5dc9fc4b35a49a7e59541e4288>

Cardona Arango, K. C., & Bermúdez Zapata, V. (2019). *Arbolado urbano como estrategia de gestión de la calidad del aire* [Monografía]. Universidad de Antioquia.

<https://hdl.handle.net/10495/15906>

Ramos de Robles, S. L., & Camacho Sandoval, T. (2023). *Importancia de los árboles en el clima y vida de las ciudades*. Revista Ciencia y Naturaleza.

<https://www.revistacyn.com/pub/id1064>

United States Forest Service. (2023). i-Tree Eco user's manual. <https://www.itreetools.org>