



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL**

**Trabajo de titulación presentado como requisito previo a la obtención  
del título de Ingeniero Forestal**

**PLAN DE SILVICULTURA URBANA Y PERIURBANA EN EL  
CANTÓN ANTONIO ANTE, PROVINCIA DE IMBABURA.**

### **AUTOR**

José Andrés Tito Chulde

### **DIRECTOR**

Ing. José Gabriel Carvajal Benavides, Mgs.

**IBARRA - ECUADOR**

2019

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS  
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES  
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

## PLAN DE SILVICULTURA URBANA Y PERIURBANA EN EL CANTÓN ANTONIO ANTE, PROVINCIA DE IMBABURA.

Trabajo de titulación revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza la presentación  
como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO FORESTAL**

### APROBADO

Ing. José Gabriel Carvajal Benavides, Mgs  
**Director de trabajo de titulación**

Ing. María Isabel Vizcaino Pantoja, Esp.  
**Tribunal de trabajo de titulación**

Ing. Eduardo Jaime Chagna Ávila, Mgs.  
**Tribunal de trabajo de titulación**

Ing. Hugo Orlando Paredes Rodríguez, Mgs.  
**Tribunal de trabajo de titulación**



Ibarra - Ecuador

2019



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto repositorio digital institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

<b>DATOS DE CONTACTO</b>	
<b>Cédula de ciudadanía:</b>	100360901-1
<b>Nombres y apellidos:</b>	José Andrés Tito Chulde
<b>Dirección:</b>	San Antonio de Ibarra – Barrio San Juan de Israel
<b>Email:</b>	<a href="mailto:jatito@utn.edu.ec">jatito@utn.edu.ec</a> ; <a href="mailto:masquiro10@gmail.com">masquiro10@gmail.com</a>
<b>Teléfono fijo:</b>	2 933 566 <b>Teléfono móvil:</b> 0995500840

<b>DATOS DE LA OBRA</b>	
<b>Título:</b>	<b>PLAN DE SILVICULTURA URBANA Y PERIURBANA EN EL CANTÓN ANTONIO ANTE, PROVINCIA DE IMBABURA</b>
<b>Autor:</b>	José Andrés Tito Chulde
<b>Fecha:</b>	11 de febrero del 2019
<b>SOLO PARA TRABAJOS DE TITULACIÓN</b>	
<b>Programa:</b>	Pregrado
<b>Título por el que opta:</b>	Ingeniero Forestal
<b>Director:</b>	Ing. José Gabriel Carvajal Benavides, Mgs.

## 2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, José Andrés Tito Chulde, con cédula de ciudadanía Nro. 100360901-1; en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago la entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior, Artículo 144.

## 3. CONSTANCIA

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló sin violar derechos de autor de terceros; por lo tanto, la obra es original y es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrán en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

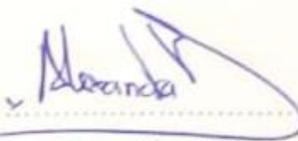
Ibarra, 11 de febrero de 2019

**EL AUTOR:**



.....  
José Andrés Tito Chulde  
C.C.: 100360901-1

**ACEPTACIÓN:**



.....  
Ing. Betty Mireya Chávez Martínez  
JEFA DE BIBLIOTECA

## REGISTRO BIBIOGRÁFICO

**Guía:** FICAYA - UTN

**Fecha:** 11 de febrero del 2019

José Andrés Tito Chulde: **PLAN DE SILVICULTURA URBANA Y PERIURBANA EN EL CANTÓN ANTONIO ANTE, PROVINCIA DE IMBABURA** /Trabajo de titulación. Ingeniero Forestal. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Forestal. Ibarra, 11 de febrero del 2019. 75 páginas.

**DIRECTOR:** Ing. José Gabriel Carvajal Benavides, Mgs.

El objetivo principal de la presente investigación fue:

- Desarrollar un instrumento técnico de planificación de la silvicultura urbana y periurbana, que contribuya a un adecuado arbolado urbano sostenible, en el cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura.

Entre los objetivos específicos se encuentran:

- Diagnosticar el estado actual del arbolado urbano y periurbano en avenidas y parques del cantón Antonio Ante.
- Determinar el índice verde urbano en el cantón Antonio Ante.
- Diseñar programas de manejo para los sistemas de arbolado urbano y periurbano del cantón Antonio Ante.

**Fecha:** 11 de febrero del 2019

  
.....  
Ing. José Gabriel Carvajal Benavides, Mgs.  
**Director de trabajo de titulación**

  
.....  
José Andrés Tito Chulde

**Autor**

## DEDICATORIA

En primer lugar, se la dedico a Dios por permitir cumplir con mi primer objetivo un proyecto tan especial en mi vida.

A mi familia por el apoyo incondicional, en especial a mis padres Rosa Chulde y Antonio Tito por su eterno amor, cariño y comprensión, por haberme inculcado valores superación, perseverancia y disciplina.

Dedicado a mis abuelitos José, Lolita, a mis hermanos Paola, David a mis tíos, Magola, María, Laura, Gladis, Carmen, Campo, a mis primos Diego, Arturo, Cristian gracias por estar conmigo brindándome su apoyo y confianza absoluta, motivación a lo largo de mi carrera profesional y en la culminación del presente trabajo de grado.

***¡LOS QUIERO MUCHO CONDENADOS!***

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por su infinito amor, fortaleza para seguir adelante en momentos de dificultad.

A mis padres Rosa, Antonio por brindarme su apoyo, motivación para la culminación de mis estudios.

De igual forma agradezco a los Ingenieros María Vizcaíno, Gabriel Carvajal, Eduardo Chagna, Hugo Paredes por su dedicación y por haber transmitido sus valiosos conocimientos, los cuales han sido fundamentales.

A mis amigos Fanny, Diana, Salome, Fernanda, Pilar, Shirley, Paul por brindarme su tiempo, cariño, aliento agradecer por los buenos momentos que compartimos, sin duda son mis mejores amigos.

*¡MIL GRACIAS MAYORES!*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Págs.

<b>PORTADA</b>	
<b>APROBACIÓN</b> .....	<b>ii</b>
<b>IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA</b> .....	<b>iii</b>
<b>CESIÓN DERECHOS DEL AUTOR</b> .....	<b>iv</b>
<b>REGISTRO BIBLIOGRÁFICO</b> .....	<b>v</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>vi</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDO</b> .....	<b>viii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>xii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>xii</b>
<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b> .....	<b>xii</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xiii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xiv</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>1</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Objetivos.....	2
1.1.1. General.....	2
1.1.2. Específicos.....	2
1.4. Preguntas directrices.....	2
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>3</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>3</b>
2.1. Fundamentación legal.....	3
2.1.1. Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 Toda una Vida. ....	3
2.1.1.1. Objetivo 3: Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones. ....	3
2.1.2. Código Orgánico Ambiental (COA).....	3
2.1.2.1. Manejo responsable del arbolado urbano. ....	3

	<b>Págs.</b>
2.1.3. Normativa Técnica Nacional para la Conservación, Uso y Manejo de los Árboles en Zonas Urbanas. ....	5
2.1.3.1. Objetivo de árboles urbanos. ....	5
2.1.3.2. Alcance de árboles urbanos. ....	5
2.1.3.3. Generalidades del arbolado urbano. ....	5
2.1.3.4. Del manejo y conservación del arbolado urbano.....	5
2.1.3.5. De la corta y movilización. ....	6
2.1.4. Línea de investigación. ....	6
2.2. Fundamentación teórica.....	6
2.2.1. Áreas verdes urbanas. ....	6
2.2.1.1. Silvicultura urbana.....	7
2.2.1.2. Arbolado urbano y periurbano.....	7
2.2.1.2.1. Ventajas del arbolado urbano y periurbano. ....	8
2.2.1.2.2. Desventajas del arbolado urbano y periurbano.....	8
2.2.1.3. Beneficios de las áreas verdes. ....	9
2.2.1.3.1. Beneficios ambientales. ....	10
2.2.1.3.2. Beneficios sociales. ....	14
2.2.1.3.3. Beneficios materiales.....	15
2.2.1.4. Tipos de áreas verdes.....	16
2.2.1.4.1. Parques y jardines. ....	16
2.2.1.4.2. Áreas protegidas. ....	16
2.2.1.4.3. Calles y avenidas. ....	17
2.2.1.5. Planificación de áreas verdes urbanas y periurbanas.....	17
2.2.1.5.1. Condiciones del lugar. ....	17
2.2.1.5.2. Características de las especies. ....	18
2.2.1.5.3. Criterios para la selección de especies. ....	18
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>19</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>19</b>
3.1. Ubicación del sitio.....	19
3.1.1. Política. ....	19

	<b>Págs.</b>
3.1.2. Geográfica .....	19
3.1.3. Límites .....	19
3.2. Datos climáticos .....	19
3.3. Materiales, equipos, insumos y software.....	19
3.4. Metodología.....	20
3.4.1. Diagnóstico del estado actual del arbolado urbano y periurbano. ....	20
3.4.1.1. Censo. ....	20
3.4.1.1.1. Características dasométricas.....	21
3.4.1.1.2. Evaluación de condición.....	22
3.4.1.1.3. Evaluación de afectación. ....	23
3.4.2. Determinación del índice verde urbano del cantón. ....	23
3.4.2.1. Cuantificación de cobertura vegetal. ....	24
3.4.2.2. Índice verde urbano (IVU). ....	24
3.4.2.3. Parámetro de evaluación.....	25
3.4.3. Diseño de programas de manejo arbolado urbano y periurbano. ....	25
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>26</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>26</b>
4.1. Diagnóstico del estado actual del arbolado urbano y periurbano.....	26
4.1.1. Censo. ....	26
4.1.2. Parámetros dasométricos. ....	26
4.1.2.1. Altura total.....	28
4.1.2.2. Diámetro altura de pecho (DAP). ....	28
4.1.3. Evaluación de condiciones. ....	30
4.1.4. Evaluación de afectación. ....	31
4.2. Determinación del índice verde urbano del cantón .....	32
4.3. Plan de silvicultura urbana. ....	33
4.3.1. Lineamientos. ....	33
4.3.1.1. Desafíos. ....	33
4.3.1.2. Principios.....	34

	<b>Págs.</b>
4.3.2. Estrategias y metas. ....	34
4.3.2.1. Estrategia 1: Informar, capacitar y vincular a la sociedad.....	34
4.3.2.2. Estrategia 2: Aumentar la cobertura y diversidad arbolada.....	34
4.3.3. Programa de manejo arbolado urbano. ....	34
4.3.3.1. Objetivos.....	35
4.3.3.1.1. General.....	35
4.3.3.1.2. Específicos.....	35
4.3.3.2. Indicadores medios de verificación y supuestos.....	36
4.3.3.3. Alcance. ....	36
4.3.3.3.1. Sector 1. ....	36
4.3.3.3.2. Sector 2. ....	36
4.3.3.4. Actividades. ....	37
4.3.3.4.1. Criterios para la selección de especies. ....	37
4.3.3.4.2. Implementación de especies y técnicas de plantación. ....	37
4.3.3.4.3. Actividades de manejo.....	38
4.3.3.4.4. Cronograma de actividades y fichas de manejo técnico.....	41
4.3.3.4.5. Costos de manejo.....	41
<b>CAPÍTULO V.....</b>	<b>43</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>43</b>
5.1. Conclusiones .....	43
5.2. Recomendaciones.....	44
<b>CAPÍTULO VII.....</b>	<b>45</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>45</b>
<b>CAPÍTULO VIII .....</b>	<b>45</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>50</b>
Anexo 1. Figuras. ....	50
Anexo 2. Tablas. ....	51
Anexo 3. Fichas de manejo. ....	70
Anexo 4. Ilustraciones.....	74

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Págs.</b>
<b>Figura 1.</b> Mapa base Antonio Ante.....	50
<b>Figura 2.</b> Matriz plan de silvicultura urbana.....	26
<b>Figura 3.</b> Mapa ubicación sistemas.....	27
<b>Figura 4.</b> Número de especies por familia.....	28
<b>Figura 5.</b> Criterio arquitectura forestal para avenidas.....	29
<b>Figura 6.</b> Número de individuos por clase diamétrica.....	30
<b>Figura 7.</b> Número de individuos con plagas y muertos.....	31
<b>Figura 8.</b> Afectación arbolado por especie.....	32
<b>Figura 9.</b> Índice verde urbano según origen de especies.....	33
<b>Figura 10.</b> Técnicas de poda arbolado.....	40

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Págs.</b>
<b>Tabla 1.</b> Componentes de la investigación.....	21
<b>Tabla 2.</b> Especies según su origen.....	51
<b>Tabla 3.</b> Evaluación condiciones arbolado urbano.....	52
<b>Tabla 4.</b> Evaluación afectación sobre la infraestructura.....	53
<b>Tabla 5.</b> Cobertura arbolada por sistema.....	54
<b>Tabla 6.</b> Selección de especies y técnicas de plantación.....	37
<b>Tabla 7.</b> Cronograma de actividades.....	41
<b>Tabla 8.</b> Costos de manejo arbolado urbano.....	42

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1.</b> Área de recreación.....	74
<b>Ilustración 2.</b> Sistema avenida.....	74
<b>Ilustración 3.</b> Sistema parque.....	75

# **TITULO: PLAN DE SILVICULTURA URBANA Y PERIURBANA EN EL CANTÓN ANTONIO ANTE, PROVINCIA DE IMBABURA.**

**Autor:** José Andrés Tito Chulde

**Director de trabajo de titulación:** Ing. José Gabriel Carvajal Benavides, Mgs.

**Año:** 2019

## **RESUMEN**

El acelerado aumento de la población en ciudades andinas del norte ecuatoriano conlleva a varios problemas ambientales y sociales; por lo tanto, la silvicultura urbana busca minimizar estos inconvenientes, el cual muestra al arbolado como un parámetro de calidad de vida para la población. En este contexto, el presente estudio se enfoca en desarrollar un instrumento técnico de planificación de la silvicultura urbana; es decir, contribuir a un adecuado arbolado urbano sostenible en el cantón Antonio Ante; a través de un diagnóstico cuantitativo y cualitativo de las especies presentes en parques, avenidas, calles y plazas del sector público. Se registran 19 familias botánicas, 32 especies de un total de 671 individuos; las familias más frecuentes son Bignoniaceae, Myrtaceae, Arecaceae, Salicaceae, las cuales el 88% de individuos se expresan vigorosos, tan solo el 12% presenta problemas con patógenos o muerte. Se obtiene que el 30% de individuos presentan problemas de afectación sobre la infraestructura, levantamiento de andenes, iluminación y problemas con el servicio eléctrico. El índice verde urbano público registra 0,84 m<sup>2</sup>/hab, en función de la cobertura arbórea y el número de habitantes; por esta razón, se determina una cobertura forestal insuficiente para criterios de la OMS; el cual menciona una cobertura mínima de 9 m<sup>2</sup>/hab. Es preciso indicar que gran parte de los problemas es consecuencia de la no planificación de áreas verdes urbanas, lo que genera conflictos con la infraestructura y el desarrollo óptimo de especies; por lo antes mencionado se implementó un plan de manejo por el grado de importancia de bienes y servicios ambientales que ofrece el arbolado urbano.

**Palabras clave:** *Silvicultura urbana, diagnóstico forestal, índice verde urbano.*

**TITLE:** FORESTRY PLAN IN PERI-URBAN AND ANTONIO ANTE CANTON,  
IMBABURA PROVINCE.

**Author:** José Andrés Tito Chulde

**Thesis Director:** Eng. José Carvajal Benavides, Mgs.

**Year:** 2019

### **ABSTRACT**

The accelerated increase of the population in the Andean cities of the Ecuadorian north leads to several environmental and social problems; therefore, urban forestry seeks to minimize these drawbacks, which shows trees as a parameter of quality of life for the population. In this context, the present study focuses on developing a technical instrument for planning urban forestry; that is, contribute to an adequate sustainable urban tree planting in the canton Antonio Ante; through a quantitative and qualitative diagnosis of the species present in parks, avenues, streets and squares of the public sector. There are 19 botanical families registered, 32 species out of a total of 671 individuals; the most frequent families are Bignoniaceae, Myrtaceae, Arecaceae, Salicaceae, which 88% of individuals express themselves vigorous, only 12% present problems with pathogens or death. 30% of individuals are obtained with problems of affectation on the infrastructure, lifting of anderes, lighting and problems with the electric service. On the other hand, the public urban green index was determined, according to the tree coverage and the number of inhabitants registered of  $0.84\text{m}^2$  / inhabitant; for this reason, insufficient forest cover is determined for WHO criteria; which mentions a minimum coverage of  $9\text{ m}^2$  / hab. It is necessary to indicate that a large part of the problems is a consequence of the non-planning of urban green areas, which generates conflicts with the infrastructure and the optimum development of species; for the aforementioned, a management plan was implemented for the degree of importance of environmental goods and services offered by urban trees.

**Key words:** Urban forestry, forest diagnosis, urban green index, management activities.

## **CAPÍTULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

El cambio climático es un fenómeno atmosférico que origina desequilibrios ambientales, con manifestaciones graves en las ciudades afectando de manera directa a la salud de los seres humanos y la biodiversidad urbana. La Organización Meteorológica Mundial (2008) asevera que la ausencia de espacios verdes por el desarrollo urbano, es el origen del aumento de 1 a 4 °C de temperatura; las consecuencias son la reducción de la humedad relativa y la aparición de islas de calor en ciudades de Latinoamérica (Lamela, Moliní, y Salgado, 2011).

En el estudio Índice Verde Urbano efectuado por INEC (2010) menciona que el Ecuador no cuenta con una adecuada distribución de los espacios verdes de acuerdo con su población. De los 221 municipios que se distribuyen en el territorio ecuatoriano, el 95% no acata con la recomendación de Organización Mundial de la Salud (OMS), que establece como parámetro internacional mantener 9 m<sup>2</sup> como mínimo de espacio verde por habitante; en el caso de Ecuador existe 4,69 m<sup>2</sup> de espacios verdes por persona; por lo tanto, se puede afirmar que existe un déficit en las ciudades de 4,31 m<sup>2</sup> por habitante.

Castillo y Ferro (2014) menciona una problemática del arbolado urbano es el desconocimiento de criterios técnicos para la implementación, diseño y manejo de áreas verdes, ya que se sesgan aspectos importantes como la distribución ecológica, fisiología, morfología de especies exóticas y nativas, que conllevan a problemas de infraestructura, los cuales llegan a representar altos costos para su control y mantenimiento.

En el cantón Antonio Ante se ha evidenciado varios de los problemas que se describen, por lo que se plantea como objetivo de esta investigación desarrollar un instrumento técnico de planificación de la silvicultura urbana y periurbana, enfocado a contribuir en el mejoramiento paisajístico del cantón, rescatando el uso de especies nativas. Esto conlleva a ejecutar un plan de ornamentación, por el grado de importancia del arbolado y los servicios ecosistémicos que brinda, con la finalidad de proponer una gestión del verde urbano enfocado en la mitigación y adaptación al cambio climático.

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1. General.**

Desarrollar un instrumento técnico de planificación de la silvicultura urbana y periurbana, que contribuya a un adecuado arbolado urbano sostenible, en el cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura.

### **1.1.2. Específicos.**

- Diagnosticar el estado actual del arbolado urbano y periurbano en avenidas y parques del cantón Antonio Ante.
- Determinar el índice verde urbano en el cantón Antonio Ante.
- Diseñar programas de manejo para los sistemas de arbolado urbano y periurbano del cantón Antonio Ante.

## **1.4. Preguntas directrices**

- ¿Cuál es el estado actual del arbolado urbano y periurbano en avenidas y parques del cantón Antonio Ante?
- ¿Cuál es el índice verde urbano en el cantón Antonio Ante?
- ¿Cómo se diseña un programa de manejo para los sistemas arbolados urbanos y periurbanos?

## CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

### 2.1. Fundamentación legal

#### 2.1.1. Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 Toda una Vida.

##### 2.1.1.1. *Objetivo 3: Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones.*

**Política 3.2:** Distribuir equitativamente el acceso al patrimonio natural, así como los beneficios y riqueza obtenidos por su aprovechamiento, y promover la gobernanza sostenible de los recursos naturales renovables y no renovables. **Política 3.4:** Promover buenas prácticas que aporten a la reducción de la contaminación, la conservación, la mitigación y la adaptación a los efectos del cambio climático, e impulsar las mismas en el ámbito global. **Política 3.5:** Impulsar la economía urbana y rural, basada en el uso sostenible y agregado de valor de recursos renovables, propiciando la corresponsabilidad social y el desarrollo de la bioeconomía. **Política 3.9:** Liderar una diplomacia verde y una voz propositiva por la justicia ambiental, en defensa de los derechos de la naturaleza (SENPLADES, 2017, pág. 66).

#### 2.1.2. Código Orgánico Ambiental (COA).

##### 2.1.2.1. *Manejo responsable del arbolado urbano.*

**Art. 152.- Del arbolado urbano para el desarrollo urbano sostenible.** Con el fin de promover el desarrollo urbano sostenible, se reconoce como de interés público el establecimiento, conservación, manejo e incremento de árboles en las zonas urbanas, priorizando los árboles nativos en las zonas territoriales respectivas. Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Metropolitanos o Municipales incluirán estas actividades en su planificación territorial como estrategias esenciales para disminuir la contaminación del aire y acústica, mejorar el microclima, fortalecer el paisaje y equilibrio ecológico, apoyar al control de las inundaciones, mitigar los efectos del cambio climático y adaptarse al mismo, favorecer la estética de las ciudades, promover

oportunidades educativas ambientales, mejorar la calidad de vida, salud física y mental de los habitantes, entre otros. (COA, 2017, pág. 46)

**Art. 154.- Forestación y reforestación en los espacios públicos.** Se promoverán las actividades de forestación y reforestación de espacios públicos de acuerdo a criterios técnicos, ecológicos y socioculturales, destacándose el fomento del uso de especies forestales nativas con características ornamentales o de especies que contribuyan a los procesos ecológicos indispensables para mantener corredores ecológicos y la conectividad de la fauna propia de cada circunscripción territorial. Se fomentará la construcción de viveros y se incentivará la investigación asociada a la identificación de especies nativas con características ornamentales y otros usos en las distintas zonas territoriales, en coordinación con las universidades e instituciones de investigación relacionadas. Las investigaciones se realizarán aplicadas a la forestería urbana. (COA, 2017, p. 47)

**Art 155.- Remoción de árboles.** Toda práctica silvicultural de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales o Metropolitanos que pueda disminuir el número de árboles, deberá considerar un análisis técnico que justifique su acción y contemple una propuesta alternativa, que entre otros criterios incluya actividades de repoblación de la misma cantidad de árboles reubicados o eliminados. Para estas actividades se priorizarán las especies nativas y que su reubicación, de ser posible, sea en el mismo sector al colindante. (COA, 2017, p. 47)

**Art 156.- Del censo del arbolado urbano.** Dentro del cálculo y medición del área verde urbana, los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales o Metropolitanos podrán incorporar un registro del número de árboles, tanto por habitante como por unidades territoriales. Para el mismo objetivo, podrán llevar un censo periódico y georreferenciado de la tipología de árboles existentes, de sus características dasométricas, del número de individuos y de la cantidad de especies nativas e introducidas presentes. Este censo deberá establecer también el potencial urbano para incrementar el número de árboles en la ciudad. Toda la información generada será remitida al Sistema Único de Información Ambiental para su sistematización y publicación. (COA, 2017, p. 47)

### **2.1.3. Normativa Técnica Nacional para la Conservación, Uso y Manejo de los Árboles en Zonas Urbanas.**

#### **2.1.3.1. *Objetivo de árboles urbanos.***

La presente norma tiene por objetivo establecer los parámetros técnicos nacionales para la conservación, uso, manejo y fomento del arbolado urbano, como parte integral del Patrimonio Nacional, Histórico, Cultural y Urbano del país. Complementariamente, se orienta a proteger el equilibrio ecológico del medio urbano nacional, fomentar la vinculación de las personas con el espacio público y contribuir a la consolidación de corredores biológicos que permitan el correcto desarrollo de las especies silvestres. (MAE, 2016, p. 5)

#### **2.1.3.2. *Alcance de árboles urbanos.***

MAE (2016) afirma “La presente normativa técnica se aplica a los arboles urbanos en las zonas urbanas, es decir, todos los ejemplares de cualquier tamaño, edad y especie arbórea que se ubiquen en suelo urbano público o privado” (p. 5).

#### **2.1.3.3. *Generalidades del arbolado urbano.***

Se entenderá por arbolado publico aquel asentado sobre terreno de dominio y uso público. Incluye el arbolado ubicado en alineación de calles, avenidas, aceras, parterres y redondeles; así como, el arbolado existente en los bulevares, plazas, parques y demás áreas verdes urbanas. La responsabilidad de su conservación, uso y manejo corresponde a los GAD Municipales o Metropolitanos. (MAE, 2016, p. 6)

#### **2.1.3.4. *Del manejo y conservación del arbolado urbano.***

La Organización Mundial de la Salud, recomienda como parámetro internacional, para todas las urbes, mantener 9 metros cuadrados como mínimo, de espacios verdes por cada habitante. En el caso de Ecuador, existen 4,69 metros cuadrados de espacios verdes por persona, esto quiere decir que, existe un déficit en la ciudad de 4,31 metros cuadrados por habitante distribuida a lo largo de la ciudad. (MAE, 2016, p. 7)

Cada Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal o Metropolitano, en el ámbito de sus competencias, deberá proponer el cumplimiento de estos parámetros, así como, elaborar materiales o manuales técnicos para asegurar un buen manejo del arbolado público local y, la repotenciación de la reforestación urbana considerando los siguientes aspectos técnicos, **literal a.** Plantación, **literal b.** Mantenimiento, **literal c.** Cuidados especiales, **literal d.** Protección en obras civiles. (MAE, 2016, p. 7)

#### **2.1.3.5. De la corta y movilización.**

Queda prohibida la tala indiscriminada e injustificada de todos los árboles protegidos por esta Norma. El permiso especial de corta de áreas y zonas urbanas, del qué se trata más adelante, será otorgado únicamente cuando dentro de la circunscripción parroquial se cumpla con el parámetro recomendado por la OMS de áreas verdes por habitante, **literal a.** De la norma técnica local, **literal b.** Del permiso especial de corta de árboles en zonas urbanas, **literal c.** Del procedimiento para la corta de árboles en zonas urbanas, **literal d.** Del permiso o guía de circulación, **literal e.** Del destino final de la madera cortada, **literal f.** Control y seguimiento. (MAE, 2016, p. 9)

#### **2.1.4. Línea de investigación.**

El estudio se enmarca en la línea de investigación de la carrera: Desarrollo agropecuario y forestal sostenible.

### **2.2. Fundamentación teórica**

#### **2.2.1. Áreas verdes urbanas.**

El término de área verde urbana es un sinónimo del utilizado en el idioma inglés "Urban Forestry". Establecido por primera vez en la Universidad de Toronto, Canadá en el año de 1965, que se enmarca una rama de la Dasonomía, enfocada al manejo y mantenimiento de las especies arbóreas en ciudades. El cual, contribuye en el desarrollo de una sociedad urbana, enfocado en lo recreativo, estético y de la salud de la población (López, 1994; Alanís, 2000).

A través de la historia las culturas demostraron interés por las especies arbóreas dentro del área destinada a su establecimiento, considerando a los árboles como parte de la belleza de la ciudad, además de que se les otorgaba gran importancia. En tiempos de paz, los egipcios, fenicios, persas y romanos, utilizaban los árboles para embellecer la ciudad y brindar recreación a su población, pero en tiempos de guerra eran estratégicos en la defensa de las ciudades (Aguirre, 1999; Chacalo, 1997)..

#### ***2.2.1.1. Silvicultura urbana.***

Se define como la orientación planificada, integrada y sistemática del ordenamiento de árboles en zonas urbanas, con el fin de un aporte efectivo al bienestar fisiológico, sociológico y económico de la sociedad urbana. La silvicultura urbana es multifacética, trata de zonas boscosas, grupo de árboles donde viven densos conglomerados de personas, abarca una gran variedad de hábitats, calles, parques, andenes (Alanís, 2000; Aguirre, 1999).

Para que la incorporación de árboles a la estructura social y física de pueblos y ciudades resulta fructífera. De modo que, es preciso incorporar la silvicultura en la planificación urbana general. Este tipo de planificación integrada esta recién comenzando a practicar en países desarrollados. Mientras que, es escasos en los asentamientos urbanos del tercer mundo (Alanis, 1992).

#### ***2.2.1.2. Arbolado urbano y periurbano.***

Se menciona como el acto de sembrar árboles en espacios urbanos y periurbanos incrementando de esta manera el patrimonio natural de las ciudades. La arborización o arbolado ejerce un papel muy importante para el mejoramiento de la calidad de vida de las personas que viven en los centros urbanos. Las avenidas, calles, plazas y demás lugares pertenecientes a las ciudades, llegan a ser más agradables por el hecho de tener árboles plantados (Costas, 1994; Molina, 2000).

Autores mencionan el termino áreas urbanas y periurbanas son ambientes artificiales constituidos de diferentes elementos. En los cuales se evidencia espacios construidos y pavimentados que favorecen la absorción de la radiación solar. Por otra parte, la interferencia de

los árboles en este tipo de ambientes es altamente positiva. Debido a que, interceptan, reflejan, absorben y transmiten la radiación solar, así como también producen confort térmico en climas tropicales húmedos. Concluyendo que, las áreas verdes se constituyen en espacios sociales y colectivos de gran importancia para aliviar el congestionado ambiente que viven a diario las personas. Bajo este contexto, la Organización Mundial para la Salud aconseja un mínimo de 9m<sup>2</sup> de área verde por habitante (Olivera, 2009).

#### *2.2.1.2.1. Ventajas del arbolado urbano y periurbano.*

Los árboles proporcionan muchas ventajas a las personas que viven en las ciudades, entre las que se menciona: (a) Bienestar físico y psicológico a la población; (b) Mejoramiento de la estética y aumento de la armonía paisajística; (c) Sombra para los vehículos y peatones; (d) Amortiguamiento del ruido, de esta forma se disminuye la contaminación sonora; (e) Reducción del impacto de las lluvias sobre la superficie; (f) Absorción de los rayos solares, con lo cual se refresca el ambiente debido a la gran cantidad de agua transpirada por las hojas; (g) Preservación de la fauna silvestre; (h) Absorción del gas carbónico y liberación de oxígeno, mejorando la calidad del aire urbano; (i) Modificación del microclima, control de la erosión y retención del polvo (Costas, 1994; Rodríguez, 2006).

#### *2.2.1.2.2. Desventajas del arbolado urbano y periurbano.*

Las ciudades que poseen árboles plantados en espacios públicos, están ligados a soportar algunas dificultades como producto de la interacción de la flora con sus bienes públicos; A nivel de subsuelo, las raíces se expanden provocando daños en las redes de distribución de energía subterránea, calles, aceras y sistema de tubería del alcantarillado. Las líneas aéreas de distribución de energía eléctrica se ven afectadas por las ramas de los árboles que hacen contacto con los cables del servicio eléctrico, provocando interrupciones en el abastecimiento de energía. A nivel aéreo, los árboles también afectan las líneas de teléfono y televisión (Lamprecht, 1990).

Con la caída de las hojas, los canales de desagüe son taponados produciendo inundaciones. Por otra parte, los árboles plantados a lo largo de las carreteras y avenidas, dejan caer sus frutos que eventualmente ocasionarían que el pavimento se torne resbaladizo. Algunos árboles contribuyen a la proliferación de insectos y se hace necesario el uso de insecticidas, lo cual puede acarrear problemas a la salud de las personas (López, 1994; Rueda, 2007).

### ***2.2.1.3. Beneficios de las áreas verdes.***

Las áreas verdes y los espacios abiertos desempeñan un conjunto de funciones esenciales en el bienestar y en la calidad de vida de los centros urbanos y periurbanos. Estos espacios se pueden concebir desde un punto de vista social, de forma que pueden generar impactos y beneficios directos en la comunidad, y desde un punto de vista ambiental, como elementos que impactan directamente sobre el medio ambiente urbano (Alanis, 1992).

Como parte de lo social las áreas verdes son un soporte en el esparcimiento y la recreación. El cual, constituyen un espacio privilegiado en la reproducción cultural y el reforzamiento de la identidad en barrios, colonias y pueblos. Como elemento ambiental, los espacios verdes contribuyen a regular el clima urbano, absorben los contaminantes, amortiguan el ruido, permiten la captación de agua de lluvia para recargar los mantos acuíferos, pero sobre todo generan equilibrios ambientales en suelo, agua y aire, fundamentales para los entornos urbanos (Lamprecht, 1990; Aguirre, 1999).

Asimismo, está demostrado que los beneficios ambientales de los árboles en las calles y en los parques urbanos, se valúan más que las inversiones públicas en la materia: por ejemplo, en dos ciudades de California se calculó que, por cada dólar invertido, éstas recibían beneficios por \$1.85 y \$1.52 reflejados por ejemplo en la revaloración de la propiedad residencial adyacente, lo que demuestra la alta rentabilidad ambiental de las áreas verdes urbanas. En este sentido, es posible valorar las áreas verdes mediante el establecimiento de criterios económicos (Alanís y Bermúdez, 2000).

#### *2.2.1.3.1. Beneficios ambientales.*

La Agenda Hábitat establece que los espacios verdes y la cubierta vegetal en las zonas urbanas y periurbanas son esenciales para el equilibrio biológico e hidrológico. La vegetación crea hábitats naturales y permite una mejor absorción del agua de lluvia por medios naturales, lo que supone un ahorro en la gestión de los recursos de agua. Asimismo, las zonas verdes y la vegetación desempeñan una función importante en lo que respecta a reducir la contaminación del aire y crear condiciones climáticas más adecuadas, mejorando de esta forma el medio vital en las ciudades (ONU, 1996) . Entre los beneficios ambientales más importantes, se menciona:

##### a) Modificación de microclimas.

Protección contra la radiación solar. Los árboles generan sombra, ya que sus copas están diseñadas para captar la luz solar, y al extenderse sombrean el suelo, protegiendo la fauna, la flora inferior y al ser humano, del efecto dañino del impacto directo de los rayos solares. De modo que, protege a los elementos del espacio construido de los rayos ultravioleta, su principal agente destructor (Acuña, 1996; Ortega, 2013).

Regulación de temperatura. Las áreas verdes y los árboles son un elemento protector contra fluctuaciones de temperatura en los microclimas, ya que ayudan a regular la temperatura interior de los inmuebles. Igualmente, reduce el efecto de isla de calor urbana por la gran cantidad de concreto y asfalto existente. Los árboles pueden reducir la radiación solar en 90% o más, por lo que algo de la radiación absorbida por la cubierta arbórea lleva a la evaporación y transpiración de agua de las hojas, que a su vez baja la temperatura de las hojas, de la vegetación y del aire (Barradas, 2000).

Reducción de la velocidad del viento. Los árboles afectan la corriente del viento alterando su dirección y reduciendo su velocidad. Las copas densas de los árboles tienen un impacto significativo sobre el viento. El cual, desaparece dentro de aquellas de poco diámetro y colocadas en la misma dirección; pero se muestra más evidente en árboles aislados. Numerosos árboles en el

lote de una casa, en conjunción con los árboles en todas partes del vecindario, reducen la velocidad del viento significativamente (Martinez, 1998).

a) Calidad del aire.

El impacto de las áreas verdes urbanas en la calidad del aire se determina mediante la evaluación de varios factores, entre los que se encuentran la disminución de la temperatura, la absorción de contaminantes atmosféricos y polvo, la alteración de uso de energía en los edificios, así como la emisión de compuestos orgánicos volátiles (Rueda, 2007).

b) Remoción de contaminantes del aire.

Las hojas de los árboles, y en general la superficie de las plantas absorben la contaminación, a través de procesos químicos en las superficies internas de las hojas, en los que se transforman los gases en ácidos. Asimismo, los árboles son capaces, al contar con una gran superficie de follaje, de retener el polvo suspendido en el aire (Martinez, 1998).

c) Absorción de Bióxido de Carbono.

Los árboles retienen el CO<sub>2</sub>, transformándolo en oxígeno mediante el proceso de fotosíntesis que realizan las hojas a través de las estomas, micro ventanas en las hojas que abren durante el día para que entren los gases. De acuerdo a estimaciones del Gobierno del Distrito Federal, una hectárea con árboles sanos y vigorosos produce suficiente oxígeno para 40 habitantes de la ciudad, y un bosque de una hectárea consume en un año todo el CO<sub>2</sub> que genera la carburación de un coche en ese mismo período (Molina, 2000).

Los árboles urbanos también pueden reducir el CO<sub>2</sub> atmosférico almacenando directamente carbón (del CO<sub>2</sub>) en su biomasa, en tanto el árbol crece. Los árboles sanos continúan fijando carbón adicional cada año; los árboles grandes y vigorosos fijan cerca de 90 veces más carbono anualmente que los árboles pequeños (93 kg/año vs. 1 kg/año) (Alanís, 2000).

d) Ozono.

Las altas temperaturas aceleran su formación. De acuerdo a estudios, un aumento de un grado centígrado en la temperatura máxima implica un aumento de entre 4% y 8% de la probabilidad de formación de smog; Mediante la transpiración del agua y las superficies sombreadas, los árboles reducen la temperatura del aire y, en consecuencia, atenúan este fenómeno en algún grado. Al mismo tiempo, una cobertura arbórea reduce las emisiones globales de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) y, consecuentemente, los niveles de O<sub>3</sub> en las áreas urbanas, ya que las COV pueden contribuir a la formación de ozono (Niembro, 1986).

e) Agua.

Captación de agua. Las áreas verdes son un importante factor que favorece a la captación de agua de lluvia para recargar los mantos acuíferos, en aquellos sitios donde la condición de permeabilidad del subsuelo así lo permite. Así, los espacios arbolados y verdes son los únicos espacios por los cuales el agua se puede escurrir hacia el subsuelo, ya que la existencia en la Ciudad de concreto permeable, o drenaje independiente para agua de lluvia, es prácticamente inexistente. Además, los árboles transpiran y generan vapor de agua que se convierte en nubes (Costas, 1994).

Control de inundaciones. Las áreas verdes, sobre todo arboladas, pueden reducir la velocidad y volumen de la escorrentía de una tormenta, los daños por inundaciones, los costos de tratamiento de agua de lluvia y los problemas de calidad de agua. Las áreas verdes atrapan el agua de lluvia y la sueltan lentamente, por lo que la captación de agua en las microcuencas arboladas hace que los escurrimientos duren más tiempo (Bermúdez, 2000).

Las áreas verdes pueden tener una función ambiental importante respecto del tratamiento de aguas residuales. Existen varias alternativas para su tratamiento y disposición que pueden incorporar las áreas verdes de diversos tipos. El agua puede ser utilizada para irrigación de zonas verdes y arboladas, camellones, bosques urbanos, o parques y jardines. Al mismo tiempo, este proceso de riego, ayuda a recargar los mantos acuíferos (Puga, 2000; Niembro, 1986).

f) Biodiversidad.

Las áreas verdes generan diversidad biológica. Provee de un hábitat para especies vegetales y animales silvestres y crea ecosistemas de interés. Muchos tipos arbóreos han coevolucionado con insectos y aves polinizadoras, dispersores de frutos y semillas y otros microorganismos del suelo. Asimismo, ofrecen nichos diversos a la fauna mayor y menor, favoreciendo la creación de nuevas especies animales y vegetales (Alanis, 1992).

g) Ruido.

Las áreas verdes contribuyen a la disminución del ruido, ya que las plantas pueden absorberlo. El tejido vegetal amortigua el impacto de las ondas sonoras, reduciendo los niveles de ruidos en carreteras, calles, parques y zonas industriales. Plantados en arreglos especiales alineados o en grupos, las cortinas de árboles abaten el ruido desde 6 a 10 decibeles (Puga, 2000). Estudios han demostrado que, por ejemplo, en el caso de las Azoteas Verdes, con una capa de tierra de 8 centímetros se aíslan hasta 40 decibeles.

h) Suelo.

El árbol ancla el suelo con sus raíces, el sistema radicular del árbol desarrolla paulatinamente y al ir creciendo y engrosando las raíces ejercen presión contra el suelo. Con sus variadas formas y patrones de distribución, las raíces forman una red viva que amarra el suelo, lo que evita deslaves y avalanchas de lodo en terrenos con fuertes pendientes. Asimismo, árboles amortiguan la lluvia, causando que ésta se deslice a través de las hojas, ramas y el tronco hasta llegar al suelo. Al amortiguarse el impacto de la lluvia en el árbol se abate la erosión y se protege al suelo superficial (Vargas, 2000).

#### 2.2.1.3.2. *Beneficios sociales.*

A pesar de los innumerables beneficios ambientales de las áreas verdes, la dimensión más importante en las ciudades es la social. Evaluar los beneficios en esta área es mucho más difícil, incluso conceptualmente resulta muy subjetivo, de manera que su valoración tiene más sentido desde un punto de vista cualitativo, y no uno funcional. Es decir, resulta fundamental subrayar el papel de los espacios abiertos y áreas verdes en la interacción social en los espacios urbanos (Chacalo, 1997).

##### a) Calidad de vida.

Las áreas verdes y la presencia de árboles, son factores de promoción de alta calidad de vida en las ciudades, de forma que los espacios urbanos se convierten en lugares placenteros para vivir, trabajar o pasar el tiempo libre. Al mismo tiempo, las áreas verdes aumentan la estética urbana y el valor de la propiedad, integrando las construcciones al entorno natural (Chacalo, 1997).

##### b) Salud y bienestar.

Múltiples estudios han descubierto una relación entre la atención del hombre y el entorno circundante, La vegetación y la naturaleza refuerzan nuestra atención espontánea, permiten que nuestro sistema sensorial se relaje y se infundan nuevas energías, frente al estrés que implica la vida en las grandes ciudades se ha demostrado que imágenes sobre la naturaleza relajan a las personas en un tiempo corto, con importante influencia en el ritmo cardíaco, tensión muscular y tensión sanguínea (Romero, 1994).

##### c) Educación.

El acceso a espacios verdes urbanos es un factor que estimula la exploración física del mundo, así como la independencia, sobre todo en los niños. Poder disfrutar la naturaleza, así como el disfrute de la interacción física con el mundo, se refuerza a través de la permanente unidad de lo urbano con lo natural (Terrazas, 1999).

d) Identidad comunitaria y local.

Las áreas verdes refuerzan la identidad local en las comunidades. La fragmentación social está vinculada fuertemente con la fragmentación física. En la medida en que dejan de ser espacios residuales urbanos, se convierten en lugares con significado, que conectan barrios y colonias, y que recuperan. Las áreas verdes urbanas generalmente son importantes referentes en las ciudades, reafirmando la centralidad de los espacios públicos (Costas, 1994).

e) Cohesión social y seguridad.

Las áreas verdes son espacios de inclusión social, que adicionan una dimensión de equidad a estos espacios. En ciudades con mucha superficie de espacios abiertos, se multiplican las opciones de actividades en su tiempo libre para los ciudadanos, generando además convivencia entre grupos sociales diversos, algo mucho más difícil de lograr en espacios privados de esparcimiento (Terrazas, 1999).

f) Recreación y deporte.

Los beneficios de los espacios verdes urbanos en esta materia son evidentes. Proporcionan los mejores lugares para socializar, encontrarse y hacer deporte. Los espacios abiertos promueven caminar como una forma de actividad de recreación. Es aquí donde la accesibilidad a estas áreas resulta importante (Terrazas, 1999).

*2.2.1.3.3. Beneficios materiales.*

En los países desarrollados se asigna escasa utilidad o valor a los productos no elaborados provenientes de árboles urbanos, incluso es raro que se plante árboles frutales en sitios públicos si bien estos ocupan un lugar importante en los jardines urbanos (Molina, 2000).

Molina, (2000) menciona una de las pocas ciudades que apoya las plantaciones útiles en lugares públicos. En su caso, son olivos, la gente cosecha las aceitunas para extraer aceites y hacer conservas. Por contraposición los árboles urbanos en el mundo desarrollado, los árboles de países en desarrollo proporcionan una serie de productos que son utilizados por los habitantes urbanos para satisfacer tanto las necesidades de subsistencia como de generar ingresos. La importancia y el potencial de estos árboles a este respecto probablemente varíen significativamente de un país a otro.

#### ***2.2.1.4. Tipos de áreas verdes.***

La vegetación urbana está representada por conjuntos de árboles de diferentes orígenes y que desempeñan diferentes papeles. Las especies vegetales en los centros urbanos varían de acuerdo a las características del lugar en donde son sembradas. Teniendo en cuenta este último aspecto, la vegetación urbana se puede encontrar en parques y jardines, áreas privadas, lugares para árboles nativos y calles y avenidas (Tovar, 1994).

##### ***2.2.1.4.1. Parques y jardines.***

En parques y jardines, se pueden sembrar árboles de todos los tamaños debido a que estos lugares están destinados a la convivencia social, recreación y descanso. La vegetación de áreas privadas corresponde a la arborización de jardines particulares como patios, jardines de hospitales, clubes, industrias, entre otros (Ortega, 2013).

##### ***2.2.1.4.2. Áreas protegidas.***

Los árboles nativos son especies vegetales que se encuentran sembradas en lugares protegidos de ser ocupados por la construcción de inmuebles. Por sus características de flora, fauna e hidrología, tienen gran influencia en el microclima y son esenciales para el complejo urbano (Rueda, 2007).

#### *2.2.1.4.3. Calles y avenidas.*

Las especies vegetales presentes en las calles y avenidas son un componente muy importante en la arborización urbana; Sin embargo, es poco reconocido desde el punto de vista técnico y administrativo, siendo uno de los factores del plan de desarrollo y expansión de las ciudades (Martinez, 2008).

#### *2.2.1.5. Planificación de áreas verdes urbanas y periurbanas.*

El planeamiento de la arborización consiste en determinar cuándo, cómo, dónde y porque sembrar la vegetación. Los numerosos beneficios que tiene la arborización en los centros urbanos están sujetos a la calidad de su planeamiento. Una práctica apropiada para el desarrollo de los centros urbanos es realizar el planeamiento de los sistemas de distribución en conjunto con el planeamiento de la arborización, así se podrían evitar a futuro conflictos entre la vegetación y las líneas de distribución de energía. Sin embargo, la acción más común es arborizar en lugares en donde los sistemas de distribución de energía eléctrica ya han sido construidos, de esta manera es necesario consultar con normas especializadas en forestación, las cuales se basan en los siguientes aspectos (Vargas y Alanís, 2000).

##### *2.2.1.5.1. Condiciones del lugar.*

Se debe realizar un recorrido de los lugares a ser arborizados, como también aquellos que serán complementados con vegetación. Esta práctica tiene como objetivo buscar la forma en que la flora pueda convivir con las redes de distribución aérea y subterránea de energía eléctrica, sistemas de acueducto y alcantarillado, edificaciones y con las condiciones del lugar para no causar problemas en el tránsito de vehículos y peatones (Vargas, 2000).

#### *2.2.1.5.2. Características de las especies.*

Las características particulares de cada especie deben ser muy bien conocidas, como también el comportamiento que van a tener en las condiciones climáticas y físicas a las cuales van a estar expuestas.

La arborización urbana exige varias condiciones para que las especies vegetales puedan soportar cualquier inconveniente, entre las que se encuentran: (a) Resistencia a plagas y enfermedades; (b) Tiempo corto de maduración del árbol para que pueda protegerse de depredadores y recuperarse de una poda drástica; (c) Los troncos y ramos de los arboles no deben poseer espinas y deben ser resistentes para evitar que caigan a las vías públicas; (d) El árbol debe presentar buen efecto estético; (e) La copa de los arboles deben tener forma y tamaño adecuados y debe ser siempre compatible con el espacio físico existente. Los arboles con copa muy grande interfieren en el tránsito de vehículos y peatones, como también en el espacio de estructuras y bienes públicos (Terrazas, 1999).

#### *2.2.1.5.3. Criterios para la selección de especies.*

El lugar de siembra depende del tamaño del árbol y entra en consideración el hecho de que el árbol dejará de ejercer su función al tiempo en que sea sembrado en un lugar inadecuado para su desarrollo. Se recomienda la siembra de especies de hoja caduca para las calles donde hay casas y predios con frentes que poseen jardines, este tipo de especies se caracterizan por perder sus hojas en determinado periodo del año. Las avenidas con ancho mayor o igual a 40m pueden llevar árboles de tamaño grande (Niembro, 1986).

Es recomendable la siembra de árboles con hojas lisas y pequeñas para evitar la acumulación de polvo. Árboles de composición fuerte, son muy resistentes a la caída de sus ramas. Para evitar daños en las aceras y el pavimento, es preferible plantar especies arbóreas con sistema radicular pivotante, ya que sus raíces crecen más a lo profundo en comparación con el sistema radicular superficial, en el que sus raíces crecen más cerca del subsuelo (Rubiano, 2000).

## **CAPÍTULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Ubicación del sitio**

##### **3.1.1. Política.**

El estudio se realizó en el cantón Antonio Ante, ubicado a 12 km, al noroeste del cantón San Miguel de Ibarra, Provincia de Imbabura (PDOT, 2012).

##### **3.1.2. Geográfica.**

El cantón Antonio Ante, se encuentra a  $78^{\circ} 30' 00''$  de longitud W,  $00^{\circ} 24' 00''$  de latitud N, entre 1800 - 2227 m.s.n.m (PDOT, 2012) (*Ver Anexo 1. Figura 1*).

##### **3.1.3. Límites.**

Limita con los cantones, al norte San Miguel de Urucuquí, al sur Otavalo, al este Ibarra y al Oeste Santa Ana de Cotacachi (PDOT, 2012).

#### **3.2. Datos climáticos**

La temperatura media anual es de  $15,7^{\circ}\text{C}$ , la precipitación media anual es de 714 mm, los meses más lluviosos son desde septiembre a noviembre, mientras que los meses con menor precipitación son julio y agosto (PDOT, 2012).

#### **3.3. Materiales, equipos, insumos y software**

Los materiales y equipos que se utilizó para el desarrollo de la investigación se detallan a continuación (*Ver Tabla 1*).

Tabla 1

*Componentes que se utilizaron en la investigación.*

<b>Materiales</b>	<b>Equipos</b>	<b>Software e Insumos</b>
Cinta métrica	Computador	ArcGis 10.3
Hoja de campo	Navegador GPS	Microsoft Excel
Podadora aérea	Cámara fotográfica	Microsoft PowerPoint
Podadora de mano	Clinómetro	Microsoft Word
Fundas plásticas		
Etiquetas		
Útiles de escritorio		

**Elaborado por:** José Andrés Tito Chulde

### **3.4. Metodología**

#### **3.4.1. Diagnóstico del estado actual del arbolado urbano y periurbano.**

Se procedió a identificar espacios de uso público como avenidas, parques, calles y plazas, las cuales presenten cobertura arbolada.

##### **3.4.1.1. Censo.**

La toma de datos se aplicó a individuos  $\geq 10$  cm Diámetro a la altura de pecho (DAP), que presenten formación de copa sobre los 2 m de altura. Se estableció número de registro para cada árbol evaluado. Se registró la fecha de evaluación del árbol en formato de día/mes/año; seguido de la ubicación en términos de coordenadas geográficas utilizando el navegador GPS. Se determinó los siguientes aspectos fundamentales para cada individuo: Características dasométricas, evaluación de condiciones, evaluación de afectación (*Ver Anexo 1. Figura 2*).

#### 3.4.1.1.1. Características dasométricas.

Se determinó familia, especie y nombre común de cada árbol, en caso de problemas en identificación se tomó fotos de hojas, flores y frutos, seguido de una recolección de muestras botánicas; las cuales se procedió a identificar en el Herbario de la Universidad Técnica del Norte. Se evaluó las características cuantitativas individuales de cada árbol, donde se tomó en cuenta los siguientes aspectos dasométricos; Altura total, diámetro altura de pecho, diámetro de copa.

##### a) Altura total.

Se utilizó un clinómetro a una distancia de 20 m; se aplicó la función porcentaje mayor que considera el punto más alto del árbol y el menor como la base de este; para lo cual se aplicó la siguiente ecuación.

$$h = \frac{(\%_{mayor} + \%_{menor}) \times 20 \text{ m}}{100} \quad \text{Ecu. (1)}$$

Donde:

**h** = Altura

**20 m** = Distancia horizontal del árbol al observador

##### b) Diámetro altura de pecho (DAP).

Se midió a una altura de 1,30 m desde el nivel del suelo; para lo cual se utilizó la cinta métrica donde se determinó la circunferencia altura de pecho (CAP); se aplicó la función división para la constante  $\pi$  (PI) del cual se obtiene el diámetro en unidades métricas.

$$DAP = \frac{CAP}{\pi} \quad \text{Ecu. (2)}$$

Donde:

**DAP** = Diámetro altura de pecho.

**CAP** = Circunferencia altura de pecho

**π** = 3,1416

c) Diámetro de copa.

La medición del diámetro de copa se lo hizo en forma de cruz de extremo a extremo de las ramas que sobresalen, diámetro mayor y menor de la proyección de copa en sentido paralelo; se determinó el diámetro promedio, donde se aplicó la siguiente ecuación.

$$\overline{D_c} = \frac{D_{mayor} + D_{menor}}{2}$$

Ecu. (3)

Donde:

$\overline{D_c}$  = Diámetro promedio de copa

**D<sub>mayor</sub>** = Diámetro mayor

**D<sub>menor</sub>** = Diámetro menor

#### 3.4.1.1.2. Evaluación de condición.

Se tomó la metodología propuesta por López y Flores (1997). Se realizó una clasificación visual, el cual valora los siguientes parámetros (*Ver figura 11. Anexo 1*).

a) Fuste.

- Fuste sano: individuos sin ningún tipo de afectación sobre su tronco considerando las características propias de especies.

- Fuste afectado: individuos con afectación sobre su tronco tales como: resquebrajamiento, hendiduras, agujeros y estrangulación considerando las características propias de especies.
- Fuste muerto: individuos con principios de mortalidad como: caída de ramas, hojas secas, color pardo del follaje o apeo, considerando las características propias de especies.

b) Plagas.

- Sin plagas: individuos sin ningún tipo de patógeno externo que afecte su desarrollo.
- Una o más tipos de plagas: individuos con patógenos externos que afecte su desarrollo.

*3.4.1.1.3. Evaluación de afectación.*

Se tomó la metodología propuesta por López y Flores (1997); se realizó una clasificación visual, el cual valora los siguientes literales.

- Afectación nula: individuos sin ningún tipo de afectación sobre la infraestructura.
- Afectación baja: se calificó a individuos que presentan grietas con longitudes menores a 50 cm.
- Afectación media: individuos con grietas entre 2 cm y 5 cm de ancho y longitud mayor a 50 cm que presentan hundimientos o levantamientos de anderes.
- Afectación alta: individuos que presentan rompimiento de concreto, agrietamiento y fisuras en estructuras.
- Afectación aérea: individuos que presentan interrupción de visión e iluminación o problemas con el servicio eléctrico.

**3.4.2. Determinación del índice verde urbano del cantón.**

Se calculó en sistemas como parques, avenidas, calles, plazas, unidades educativas, hospitales, centros de salud y áreas de recreación. La metodología se fundamentó en lo expuesto por Rueda (2008); se estableció la siguiente fase: cuantificación cobertura vegetal e índice verde urbano.

### 3.4.2.1. Cuantificación de cobertura vegetal.

Se utilizó el diámetro de copa registro del censo, el cual determina el área de copa que proyecta cada individuo al suelo, donde se aplicó la ecuación número cuatro.

$$APC = \frac{\pi}{4} \times (\overline{D_c})^2$$

Ecu. (4)

Donde:

**APC** = Área proyección de copa

$\overline{D_c}$  = Diámetro promedio de copa

$\Pi$  = 3,1416

Seguido de la suma de áreas para determinar la cobertura vegetal total; donde se aplicó la ecuación número cinco.

$$CVT = APC_1 + APC_2 + APC_3 + APC_n$$

Ecu. (5)

Donde:

**CVT** = Cobertura vegetal total

**APC** = Área proyección de copa

### 3.4.2.2. Índice verde urbano (IVU).

Se determinó en función del espacio verde público y la población total del cantón; se tomó el dato del último censo INEC (2010) el cual se proyectó en función de la tasa de crecimiento al presente año.

$$IVU = \frac{CVT (m^2)}{\# hab}$$

Ecu. (6)

Donde:

**IVU** = Índice verde urbano

**CVT** = Cobertura vegetal total

**# hab** = Número de habitantes

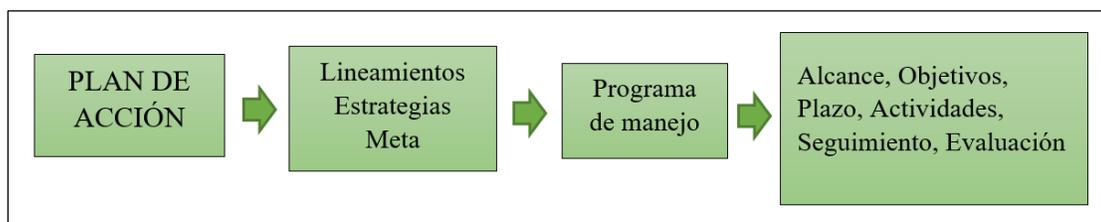
### 3.4.2.3. *Parámetro de evaluación.*

Se consideró el estándar internacional de cantidad de metros cuadrados de superficie verde por habitante, implementado por la OMS (2010). El cual determina la siguiente clasificación.

- a) Índice verde urbano insuficiente: si la cobertura vegetal se encuentra entre (0 - 8,9) m<sup>2</sup>/hab.
- b) Índice verde urbano mínimo: si la cobertura vegetal se encuentra entre (8,9 - 10) m<sup>2</sup>/hab.
- c) Índice verde urbano deseable: si la cobertura vegetal se encuentra entre (10 - 15) m<sup>2</sup>/hab.
- d) Índice verde urbano optimo: si la cobertura vegetal se encuentra ( >15 ) m<sup>2</sup>/hab.

### 3.4.3. **Diseño de programas de manejo para los sistemas de arbolado urbano y periurbano.**

Se tomó el esquema de Barradas (2000) el cual describe al plan acciones como: lineamientos, estrategias, metas, programas, seguimiento y evaluación. Se determinó el programa de manejo que incluye un alcance, objetivos, actividades y costos. A continuación, se presenta el esquema del plan (*Ver Figura 2*).



*Figura 2.* Matriz plan silvicultura urbana.

**Elaborado por:** José Andrés Tito Chulde

## CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Diagnóstico del estado actual del arbolado urbano y periurbano

#### 4.1.1. Censo.

Se registró 21 sistemas distribuidos en, cinco avenidas, diez parques, cuatro plazas y dos calles; los cuales ocupan una superficie de 55 839,17 m<sup>2</sup>; cabe mencionar que son sistemas en el cual la Jefatura de Gestión Ambiental del cantón realiza actividades de manejo. (Ver Figura 3.)

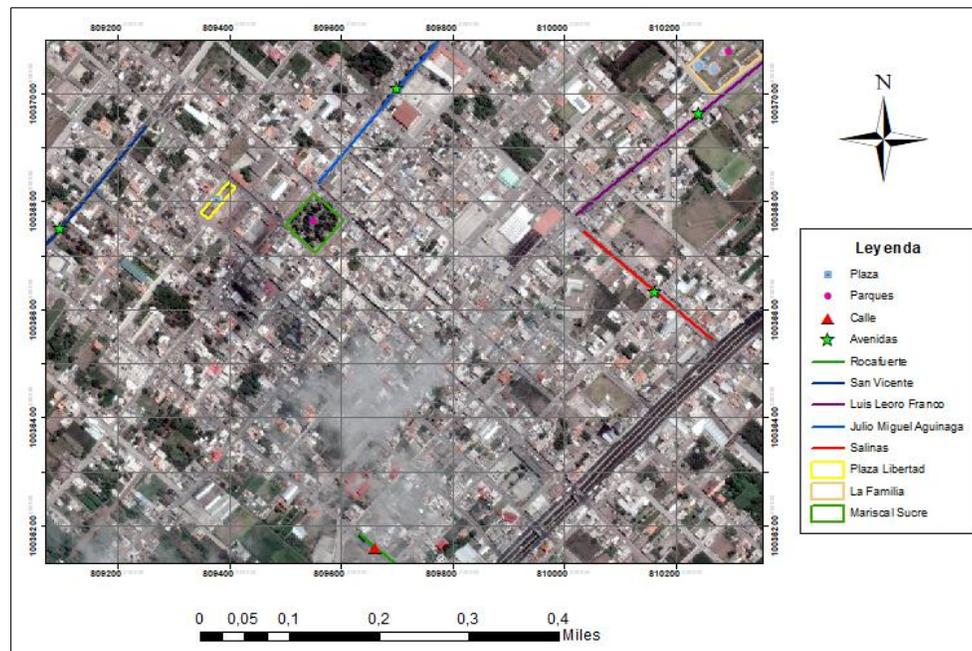


Figura 3. Mapa de ubicación sistemas.  
Elaborado por: José Andrés Tito Chulde

#### 4.1.2. Parámetros dasométricos.

Se registró 19 familias botánicas con 32 especies que se distribuyen en 671 individuos. Las familias más frecuentes son: Myrtaceae, Bignoniaceae, Arecaceae, Fabaceae, Salicaceae,

Moraceae y Oleaceae (Ver Anexo 2. Tabla 2). Se registró 23 especies exóticas y 9 especies nativas. A continuación, se presenta el número especies por familia. (Ver Figura 4).

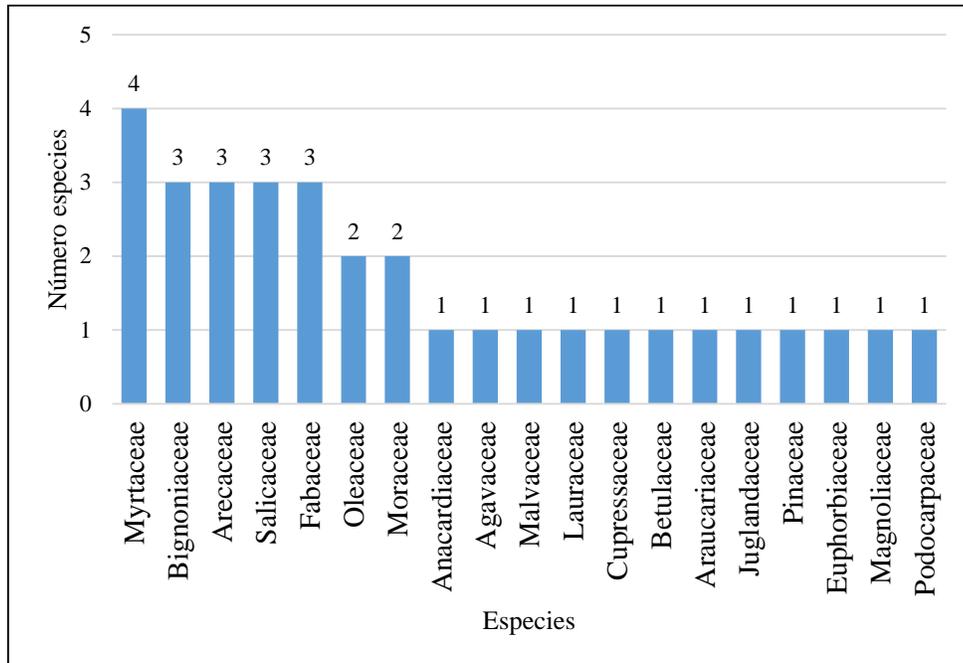


Figura 4. Número de especies por familia.  
Elaborado por: José Andrés Tito Chulde

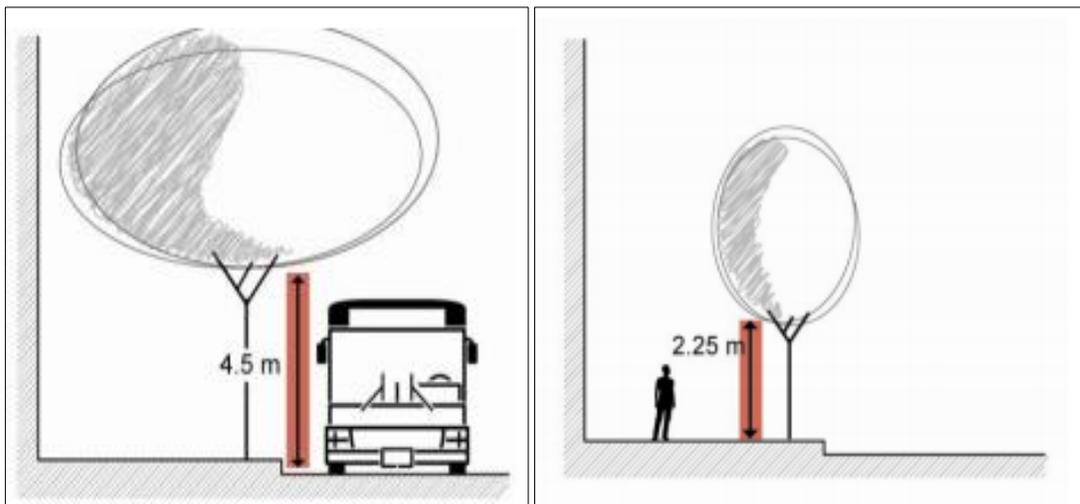
Borgiani y Arruda (2008) en su estudio levantamiento de flora urbana del barrio Jardim Brasil determinó 24 familias, 44 especies de 510 individuos; los cuales 18 especies se consideran nativas y 26 exóticas. Las familias más frecuentes Bignoniaceae, Fabaceae, Myrtaceae y Moraceae.

Cabe mencionar que las familias con mayor frecuencia coinciden en las dos investigaciones. Se registra a nivel de género *Acacia*, *Inga* y *Eucaliptus*; a nivel de especie *Schinus molle*, *Spathodea campanulata* y *Tecoma stans* individuos con mayor frecuencia en las dos investigaciones; esto resulta de sus características fisiológicas y estética al momento de implementa en sistemas urbanos por belleza paisajista y atracción de fauna urbana. Por otra parte, se determina mayor cantidad de especies exóticas en las dos investigaciones, parte de la causa es la fisiología y diversidad a nivel de origen de especies.

#### 4.1.2.1. *Altura total.*

Se determinó una altura de 6,57 m para el campo automotriz y 6,67 m para el campo peatonal; los datos se fundamentan en criterios Plan Director de Arbolado Viario de Alcorcón; donde Ibero (2010) menciona una altura mínima de 2,25 m para peatones y 4,5 m para el campo automotriz.

Se califica una altura óptima para los dos campos, el cual destaca visión, iluminación, movilidad y buen desarrollo de especies. Ibero (2010) argumenta la importancia del manejo de áreas verdes para el campo peatonal en proyección de altura, donde menciona el uso de personas no videntes evitar problemas en su movilidad (*Ver Figura 5*).



*Figura 5.* Criterios de arquitectura forestal en alineación.

**Fuente:** Manual de arbolado urbano Barcelona (2008).

#### 4.1.2.2. *Diámetro altura de pecho (DAP).*

La clase diamétrica con mayor número de individuos representa el 53 %; mientras la clase con menor número de individuos representa el 0,6 % (*Ver Figura 6*).

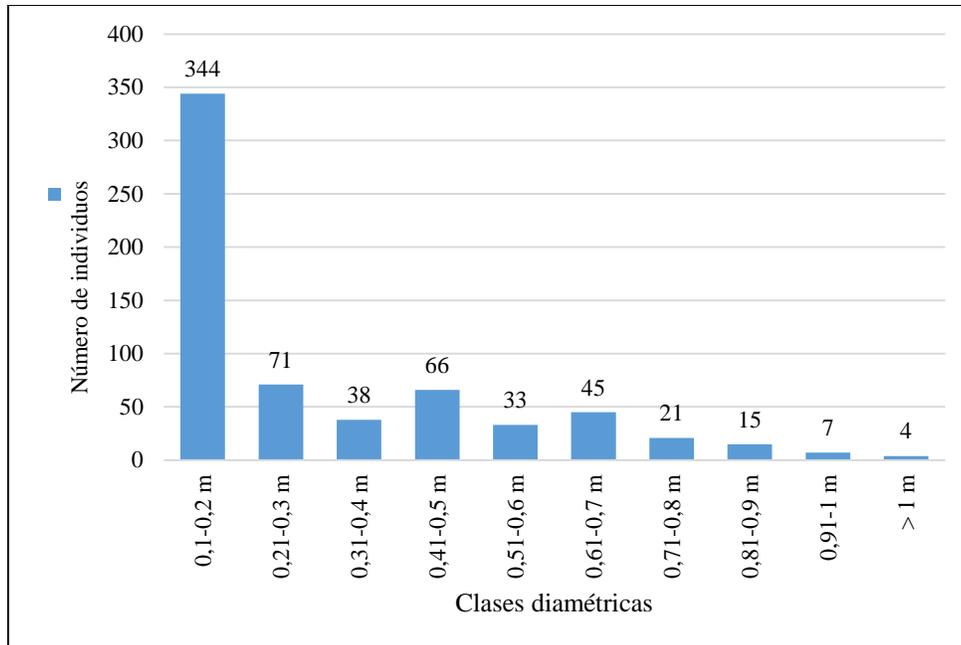


Figura 6. Número de individuos por clase diamétrica.

Elaborado por: José Andrés Tito Chulde

Ferreira (2016) en su investigación medición e inventario de árboles urbano, determina la clase con mayor número de individuos (0,1-0,2) m representa el 52%; la clase con menor número de individuos (0,7-0,8) m representa el 0,03%. Almeida y Neto (2010) en su estudio Áreas Verdes Urbanas determinan la clase con mayor número de individuos (0,1-0,31) m representa el 71%; la clase con menor número de individuos (>0,64) m representa 2,81%.

Al cruzar datos con la presente investigación se analiza un mayor número de individuos con diámetros entre (0,1-0,3) m; en parte se determina una cobertura vegetal joven en proceso de desarrollo; pero resalta la especie *Tecoma stans* que su desarrollo impide registrar diámetros superiores, la cual es abundante con diámetros pequeños a pesar de su edad. Por otra parte, la cobertura vegetal se compara con criterios de sostenibilidad, donde se aprecia la renovación de individuos, esto conlleva a mantener un equilibrio ecológico en los sistemas.

### 4.1.3. Evaluación de condiciones.

Se determinó 589 individuos sanos, 55 individuos con plagas y 27 individuos muertos, los cuales se distribuyen en 671 ejemplares (Ver anexo 2. Tabla 3). Cabe mencionar a *Spathodea campanulata* la especie con mayor mortalidad. A continuación, se presenta el número de individuos con plagas y muertos (Ver Figura 7).

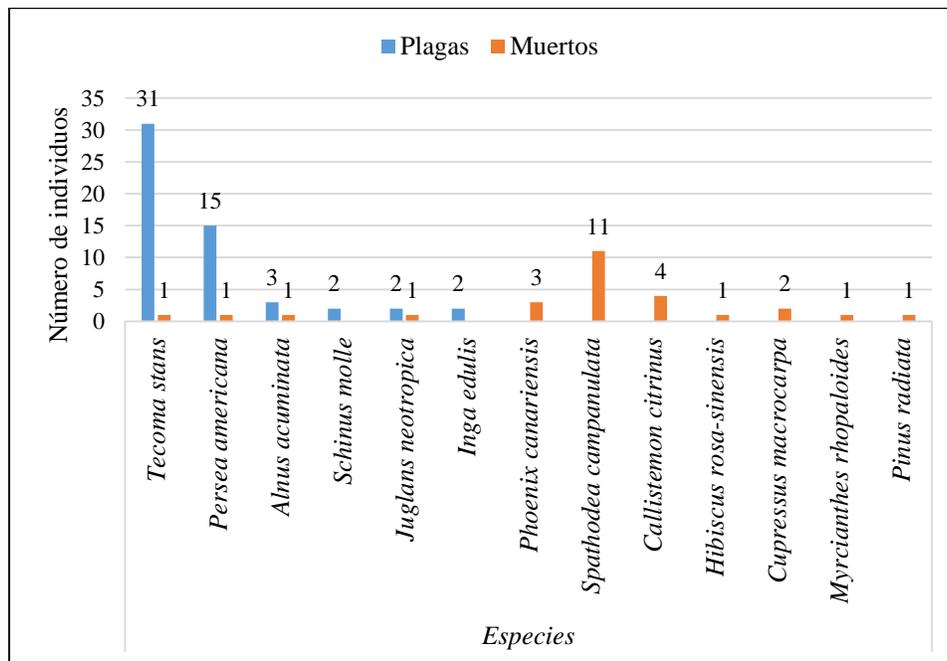


Figura 7. Número de individuos con plagas y muertos.

Elaborado por: José Andrés Tito Chulde

Borgiani y Arruda (2016) reconoce el 46% de individuos con presencia de plagas, resultado superior a Souza (2008) donde el 72% presenta plagas con mayor presencia en especies fructificadas. En la presente investigación se identifica a *Tecoma stans* con presencia de abejorros por atracción de sabia.

Por otra parte, se concuerda la presencia de insectos sobre especies en estado de fructificación como el caso del género *Inga*, las cuales se utiliza como hospederos de larvas; Souza (2008) argumenta que existe un equilibrio en control de plagas sobre especies que presentan frutos carnosos, en atracción de aves que buscan alimentarse de larvas, lo cual causa atracción a personas por avistamiento y canto de aves.

No se encontró registro de mortalidad de individuos en áreas urbanas. Souza (2008) menciona la presencia de árboles en riesgo; el cual califica a individuos en etapa de caer por causas naturales viento y edad. En el presente estudio se menciona la especie *Spathodea campanulata* con mayor mortalidad, la causa poda de copa al 100% sin considerar las características propias de especie, criterio que se aplicó en función de *Schinus molle*, la cual resiste un tipo de poda de este nivel.

#### 4.1.4. Evaluación de afectación.

Se registró el 15% con afectación baja, el 2% afectación media, 10% afectación alta y el 3% afectación aérea (Ver anexo 2. Tabla 4); los cuales se aprecia con mayor porcentaje en sistemas como avenidas calles y anderes. A continuación, se presenta el nivel de afectación por especie (Ver Figura 8).

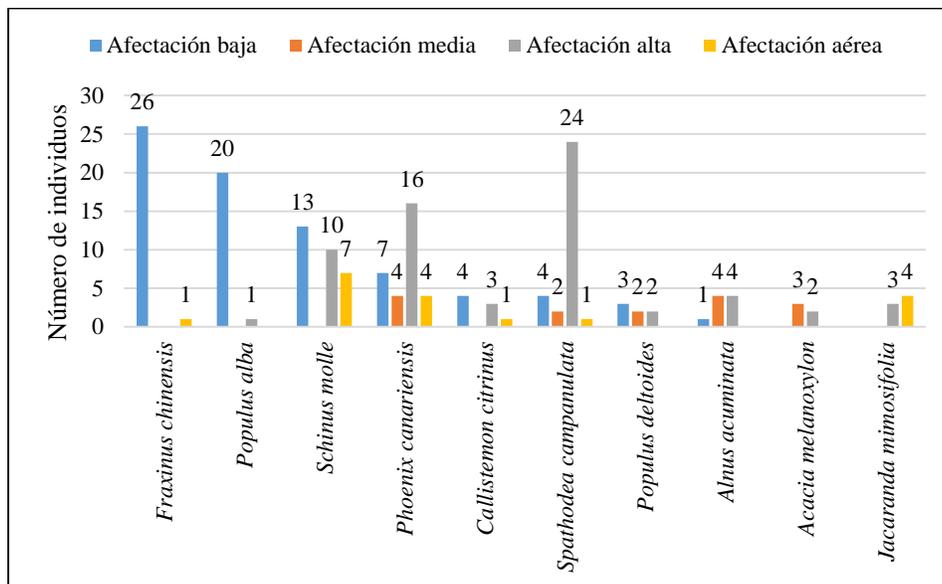


Figura 8. Afectación del arbolado por especie.

Elaborado por: José Andrés Tito Chulde

Almeida y Neto (2010) cuantifican el 60% de especies con problemas en levantamiento de aceras y anderes, el cual describe como causa la implementación de individuos sobre áreas limitadas; el cual reconoce un gran número de ejemplares con raíces superficiales como el caso de *Ficus benjamina*.

Alves y Ferreira (2015) menciona el 12% de individuos en avenidas con problemas de interferencia aérea *Terminalia catappa*; se identifica daños sobre andenes por *Ficus benjamina*, describe la causa la morfología y área limitada.

El presente estudio registra el 30% de individuos con daño a infraestructura; por el cual, se asemeja la causa limitado espacio en avenidas y morfología de especies. Silva (2006) determina el 56% de individuos con afectación tanto a andenes como al servicio eléctrico; donde se describe un análisis al momento de implementar como: morfología, fisiología, ecología y origen de especies, el cual enmarca un objetivo tanto para especies como sistemas con el fin de obtener un buen desarrollo sin conflictos.

#### 4.2. Determinación del índice verde urbano del cantón

Se determinó una cobertura arbórea de 51284,41 m<sup>2</sup> equivalente a 0,84 m<sup>2</sup> por habitante; lo cual, implica una frecuencia en áreas verdes de 0,001 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> (Ver Anexo 2. Tabla 5). Se califica un Índice Verde Urbano (IVU) insuficiente según criterios de OMS; cabe mencionar que los datos fueron obtenidos de áreas públicas excluyendo la parte privada, y en función del número de habitantes el cual se proyectó al presente año que registra 60925 habitantes. A continuación, se presenta el porcentaje de especies según su origen (Ver Figura 9).

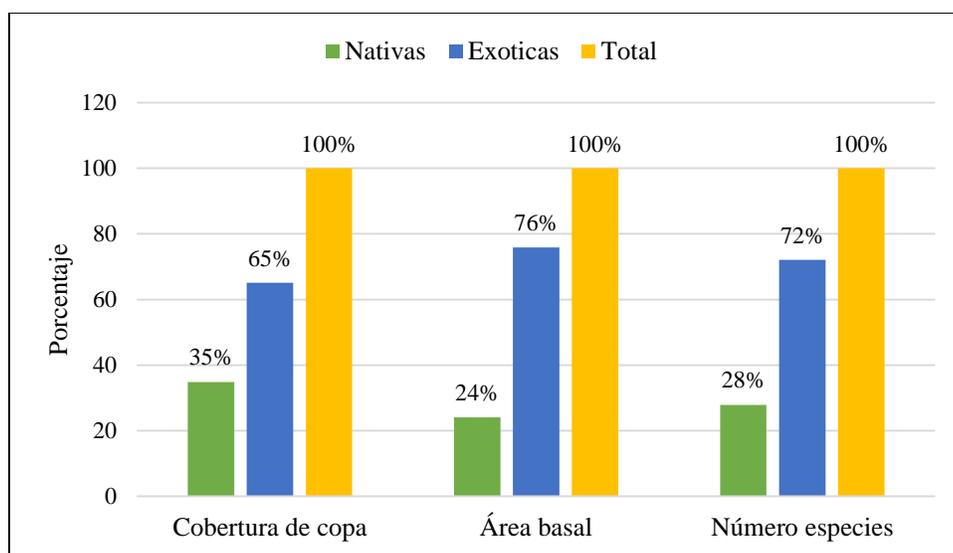


Figura 9. Índice verde urbano según origen de especies.

Elaborado por: José Andrés Tito Chulde.

Mena (2011) para la ciudad de Parrales Chile, cuantifica una cobertura forestal de 127200 m<sup>2</sup>, equivalentes a 4,82 m<sup>2</sup>/hab; el cual implica una frecuencia de áreas verdes de 0,022 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>. Ceballos (1998) menciona ciudades como Valparaíso, Antofagasta y Vallenar presentan un déficit muy alto de áreas verdes, puesto que disponen sólo de 0,6 - 1,2 y 1,5 m<sup>2</sup> por habitante, respectivamente. Gámez (2005) registra una cobertura verde que se distribuye 29% parques, 12% plazas, 1% avenidas, 6% áreas de recreación, 11% quebradas y 41% área de conservación.

Datos relevantes pero insuficientes, puesto que el indicador mínimo es 9 m<sup>2</sup>/hab. Por otra parte, la OMS no menciona criterios para considerar como espacio verde urbano; Lamela (2011) describe criterios como áreas verdes de uso público, promedio uso 2 h/sem, cobertura arbolada sobre 2 m altura; donde descarta áreas públicas sin horas de uso como, quebradas y áreas de conservación. El espacio verde siempre fue discusión, el cual resulta difícil comparar los trabajos de distintos autores; los cuales incluyen áreas sin ningún uso y obtiene indicadores elevados. Gámez (2005) menciona los indicadores más significativos en cantidad de árbol 1 arb/hab, desde el punto de vista ecológico.

### **4.3. Plan de silvicultura urbana.**

El plan se proyecta la relación hombre naturaleza; el cual involucra la sociedad como receptora directa e indirecta de los bienes y servicios que brinda el arbolado urbano. Es así, que el Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Antonio Ante y su Administración Municipal 2014-2019, a través de la Jefatura de Gestión Ambiental se plantea el diseño del *programa manejo del arbolado urbano* como un instrumento de desarrollo sostenible del cantón, basado en los principios de la Sostenibilidad: Social, Ambiental y Económico.

#### **4.3.1. Lineamientos.**

##### **4.3.1.1. Desafíos.**

- Optimizar los servicios del arbolado urbano a través del manejo silvicultural.
- Incremento de la cobertura arbórea y aumento de la diversidad ecosistémica.

#### **4.3.1.2. Principios.**

- Mitigación y adaptación al cambio climático y reducción del efecto de isla de calor.
- Contribución a la seguridad alimentaria y a la generación de empleo.

#### **4.3.2. Estrategias y metas.**

Para lograr la visión de un bosque urbano saludable y flexible, se debe crear mejores entornos urbanos para la sociedad. Se constituyen en un marco de gobernabilidad liderado por la Jefatura de Gestión Ambiental, el cual permite consolidar los planes y las decisiones que influyen en el desarrollo.

##### **4.3.2.1. Estrategia 1: Informar, capacitar y vincular a la sociedad.**

*Meta:* El 90% de la población tendrá una mayor comprensión de la importancia del arbolado urbano; como eje central se tiene la educación ambiental.

##### **4.3.2.2. Estrategia 2: Incrementar la cobertura y diversidad arbolada.**

*Meta:* Al 2030 la cobertura verde público del cantón Antonio Ante, pasara de un IVU 0,84 m<sup>2</sup>/hab a un indicador de 9m<sup>2</sup>/hab. El cantón cuenta con 32 especies distribuidos en 19 familias, se propone aumentar a 60 especies diferentes.

#### **4.3.3. Programa de manejo arbolado urbano.**

Se enfoca al manejo sostenible y fomento de una cultura ambiental, el cual trabaja en conservar el patrimonio forestal urbano. El presente programa tiene como propósito el mantenimiento y monitoreo del arbolado urbano.

### 4.3.3.1. *Objetivos.*

#### 4.3.3.1.1. *General.*

Conservar el patrimonio forestal urbano a través de la educación ambiental y actividades de manejo en el cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura.

#### 4.3.3.1.2. *Específicos.*

- Socializar los beneficios ambientales del arbolado urbano público.
- Orientar la ejecución de actividades de manejo del arbolado urbano.

### 4.3.3.2. *Indicadores medios de verificación y supuestos.*

Tabla 9  
*Matriz marco lógico.*

	<b>Indicadores</b>	<b>Medios de verificación</b>	<b>Supuestos</b>
<b>Objetivo general</b>			
Conservar el patrimonio forestal urbano del cantón Antonio Ante.	Al menos el 70% de la población conoce la normativa de áreas verdes.	Informes de avance, encuestas.	
<b>Objetivos específicos</b>			
1. Socializar los beneficios ambientales del arbolado urbano público.	1. Se ha reconocido en un 90% los derechos de la naturaleza.	1.- Talleres, brigadas, charlas, documentos legales, normativas, acuerdos.	1. Disminución total de su desconocimiento.
2. Orientar la ejecución de actividades de manejo del arbolado urbano.	2. Se ha logrado capacitar en un 90% sobre la ejecución de actividades silviculturales.	2. Pruebas e informes.	2. Excelente capacidad y talento humano.
<b>Resultados</b>			
1.1 Difundir los beneficios que brinda el arbolado urbano	1.1 Al menos un 80% de unidades educativas practican la educación ambiental	1.1 Informes, fotografías.	1.1.- Aumento de una cultura ambiental.
2.1 Capacitación actividades de manejo arbolado urbano.	2.1. El 70% del personal aplica actividades de manejo adecuadas.	2.1. Informes de planificación, censo.	2.1. Fuentes de información confiable.

---

<b>Actividades</b>			
1.1.1 Talleres, unidades educativas importancia naturaleza.	1.1.1 Aumento de conciencia ambiental en un 80% por la juventud.	1.1.1 Informes.	1.1.1 Talento de comunicación ambiental.
2.1.1 Formar club ambiental urbano.	2.1.1 70% de las jóvenes les interesa formar parte de este.	2.1.1 Informes de investigación de entidades públicas	2.2.1 Distintas autoridades apoyan.
2.2.1 Charlas motivadoras de respeto y responsabilidad social.	2.2.1 Se han realizado 10 charlas en un año.	2.2.1 Informes de investigación y de avance.	2.2.1 Mayor grado de cooperación de los pobladores.

---

**Elaborado por:** José Andrés Tito Chulde.

#### **4.3.3.3. Alcance.**

Se determinaron dos sectores el cual incluye a todos los sistemas dentro del anillo urbano.

##### *4.3.3.3.1. Sector 1.*

Comprenderán los espacios públicos correspondientes a los sistemas como: aceras, andenes, calles y avenidas. Las cuales son: Av. Julio Miguel Aguinaga; Av. Luis Leoro Franco; Av. Salinas; Av. San Vicente; Av. Vicente Rocafuerte; Calle General Henríquez; Calle Velasco Ibarra.

##### *4.3.3.3.2. Sector 2.*

Este sector comprende los sistemas como: plazas, parques y áreas de recreación. Los cuales son: Parque Andrade Marín; Parque Antonio José de Sucre; Parque Central Imbaya; Parque la Dolorosa; Parque el Cuy; Parque José Ignacio Gangotena; Parque la Familia; Parque Natabuela y área de recreación Fabrica Imbabura.

#### 4.3.3.4. Actividades.

##### 4.3.3.4.1. Criterios para la selección de especies.

En análisis la normativa de arbolado en zonas urbanas, menciona criterios como: Propósito de la plantación; selección de especie como preferencia especies nativas; objetivo al seleccionar el sitio a plantar; técnicas de plantación. Cabe menciona el objetivo del sistema, las funciones por las cuales fue implementado, recreación, belleza paisajística, uso tradicional y socialización. Dato importante para la selección de especies.

##### 4.3.3.4.2. Implementación de especies y técnicas de plantación.

La técnica de plantación se sustenta en función del área desarrollo mínimo, diámetro de copa, DAP, morfología, fisiología y arquitectura arbórea; el cual se proyecta una especie hasta llegar a su estabilidad ecológica. Las presencias de especies nativas registran un \* (Ver Tabla 6).

Tabla 6  
Selección de especies y técnicas de plantación.

Especies	Parque	Avenida	Área desarrollo (m <sup>2</sup> )	Lineal (m)	Triangulo (m)	Características
* <i>Alnus acuminata</i>	X	X	2	2	2*2*2	Monopodico
<i>Callistemon citrinus</i>	X	-	2	-	2*2*2	Monopodico
<i>Ficus benjamina</i>	X	-	3	-	3*3*3	Caducifolio
<i>Acacia melanoxylon</i>	X	X	3	3	2*2*2	Monopodico
* <i>Chionanthus pubescens</i>	X	-	3	-	3*3*3	Simpodico
<i>Ficus elastica</i>	X	-	3	-	3*3*3	Simpodico
* <i>Inga edulis</i>	X	-	3	-	5*5*5	Simpodico
* <i>Parajubaea cocoides</i>	X	-	3	-	5*5*5	Monopodico
* <i>Podocarpus oleifolius</i>	X	X	3	5	5*5*5	Monopodico
<i>Populus alba</i>	X	-	3	-	5*5*5	Caducifolio
* <i>Tecoma stans</i>	X	-	3	-	5*5*5	Simpodico
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	X	X	3	5	5*5*5	Simpodico
<i>Magnolia grandiflora</i>	X	X	3	7	7*7*7	Simpodico
<i>Phoenix canariensis</i>	X	X	3	7	7*7*7	Monopodico
* <i>Schinus molle</i>	X	X	3	7	7*7*7	Simpodico
<i>Spathodea campanulata</i>	X	X	3	7	7*7*7	Simpodico

Se valoró afectación y área de copa obtenidos del censo.

**Elaborado por:** José Andrés Tito Chulde.

#### 4.3.3.4.3. *Actividades de manejo.*

La normativa vigente que regula el arbolado urbano, estructura jurídica, política e institucional; describe las actividades encaminadas para el mantenimiento de áreas verdes urbanas como: Fertilización, riego y poda.

**Fertilización:** Es necesario un análisis de suelo y posteriormente determinar el fertilizante a aplicar, el más utilizado es humus orgánico el cual gran parte de los municipios elaboran al procesar desechos orgánicos de la ciudad para obtención de este. Esta actividad se lo realiza una vez al año en función del análisis de suelo para cada sistema y el tipo de vegetación arbórea y ornamental.

El proceso de aplicación se realiza en función del área, técnicos de campo recomiendan dos libras de humus orgánico en una carretilla de tierra del sitio mezclada, el cual se destina para 60 m<sup>2</sup>. Para una eficiente reacción del fertilizante se recomienda aplicar en tempranas horas de la mañana, seguido de un riego ligero, esto ayuda al humus fijar al suelo y entra en proceso de mineralización etapa en la cual los nutrientes son asimilados por las plantas.

**Riego:** Las condiciones climáticas determina esta actividad. El riego influye a perdurar la humedad del suelo y mantener la capacidad de campo sin llegar a la saturación de poros. Las causas para realizar el riego se determinan por cuestiones de clima. De modo que, se debe realizar en época seca durante varios periodos que pueden ser una vez al mes, actividad que influye directamente al costo de mantenimiento.

**Poda:** Un árbol sano, creciendo en forma aislada y sin competencias no debe ser podado, pues ésta práctica es una agresión al árbol que causa heridas en la corteza y en sus tejidos internos, y genera vías de penetración de patógenos. También muchos de los árboles plantados hace años requieren una poda de reestructuración, principalmente debido a la elección inadecuada de la especie y a la presión del entorno.

**Criterios y tipos de poda:** La poda del arbolado urbano debe tener como objetivo, adecuar y mantener la estructura del árbol en dicho entorno, procurando el equilibrio entre la salud del árbol, las necesidades y la seguridad de las personas.

Es necesario tener en cuenta y respetar la forma particular de la especie, la poda de árboles debe ser realizada por personal con formación en técnicas de ejecución de la poda, y dirigida por especialistas en silvicultura urbana; valorar las medidas adecuadas a las características del sitio, relacionadas con las funciones que se espera que cumpla las especies en ese lugar; establecer los objetivos a alcanzar; valorar factores como, arquitectura y fisiología de las especies, época del año y estado actual del árbol y respetar las características y defensas de árboles.

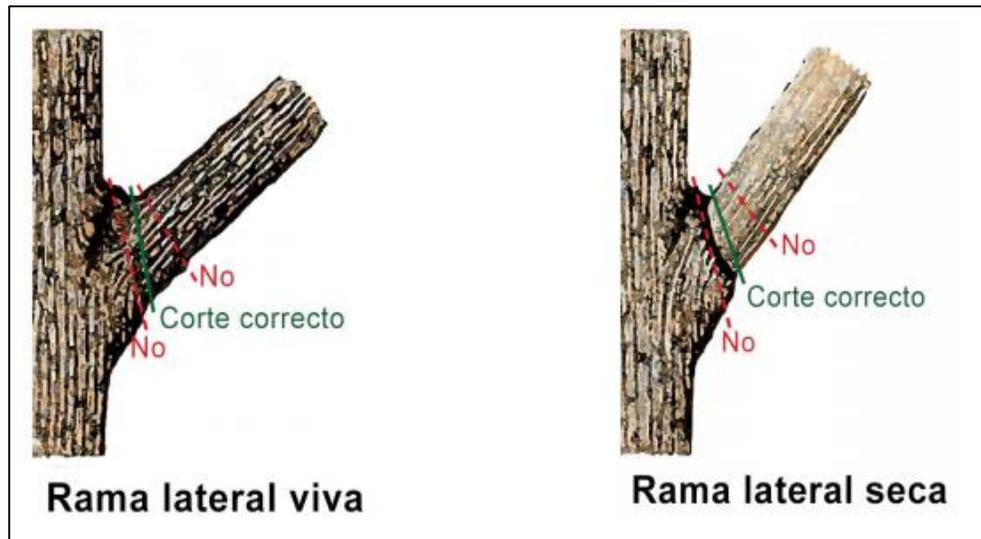
**Poda de formación:** El objetivo es formar el árbol desde las primeras etapas de crecimiento y favorecer su correcto desarrollo, para que la copa del árbol no interfiera en la circulación peatonal y automotriz, la iluminación y la visibilidad, procurando no modificar la forma natural de la especie ni la naturaleza de su copa. Se lo realiza antes de los cuatro años.

**Poda de mantenimiento:** El objetivo es la sanidad del arbolado, obtener buenas condiciones, eliminar las ramas mal dirigidas, enfermas o secas y los rebrotes de raíz o chupones que nacen en el tronco, y establecer la altura de la copa adecuadamente. Se la realiza a partir de los cuatro años de plantación.

**Poda de reestructuración:** El objetivo es estético, se busca reducción de biomasa de la copa cuando las ramas están en mal estado, existen necesidades de ventilación, los árboles están desequilibrados, mal formados o han sufrido daños. Se lo realiza al árbol adulto valorando su fisiología natural.

**Poda de palmeras:** El objetivo es mantenimiento específico limitado a la eliminación de hojas secas, retoños, inflorescencias y frutos, respetando al máximo la forma esférica natural de la corona. Se la realiza a partir de los dos años desde la plantación.

**Técnicas de poda:** Se aplica en función del estado y forma del árbol, seca o viva, diámetro de rama, que se sujetan a las siguientes técnicas. Colocación de la herramienta de corte por fuera de la arruga de corteza, el corte se realizará siguiendo la virtual bisectriz entre la arruga y la perpendicular al eje de la rama a eliminar (*Ver Figura 10*).



*Figura 10.* Técnica de poda.  
**Fuente:** Arbolado Urbano Barcelona (2008).

Para ramas mayores de 2,5 cm de diámetro. Con el fin de evitar desgarros producidos por el peso de la rama; se realiza dos cortes previos al corte definitivo, uno por debajo, a 20 cm. del tronco sin sobrepasar la mitad del espesor de la rama, y un segundo por la zona superior, ligeramente más distal al anterior, que producirá la caída de la rama.

El valor de un árbol ornamental sobrepasa el simple costo de su reposición para integrar su función ecológica paisajista, sociológica e histórica en la ciudad. Para la tala o supresión de un árbol de la ciudad será preceptiva la autorización previa del área competente en el mantenimiento y conservación de zonas verdes del municipio. El derribo de un árbol debe de ser decidido como último trámite, y siempre exigiendo una replantación en base a la norma técnica.

#### 4.3.3.4.4. Cronograma de actividades y fichas de manejo técnico.

Independientemente del tamaño o el alcance del programa, el cronograma de actividades es parte de la gestión técnica; para las actividades de manejo como: podas, fertilización y riego se las debe realizar en época seca mayo - agosto. Todo esto, disminuye los costos de mantenimiento y brinda mayor seguridad para quienes controlan y dan manejo a los sistemas (Ver Tabla 7).

En base al Índice Valor Importancia Ecológica (IVI) se determinan las siguientes especies: *Schinus molle* (Molle); *Spathodea campanulata* (Tulipán africano); *Fraxinus chinensis* (Fresno); *Populus alba* (Álamo); *Tecoma stans* (Cholan); *Chionanthus pubescens* (Agrupo); *Jacaranda mimosifolia* (Jacaranda); *Phoenix canariensis* (Palma canaria). (Ver Anexo 3. Fichas 1-8).

Tabla 7  
Cronograma de actividades

Actividades	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Actividades de manejo</b>												
Diagnostico Forestal	x											
Podas			x					x				
Fertilización								x				
Riego				x	x	x	x	x				

Elaborado por: José Andrés Tito Chulde

#### 4.3.3.4.5. Costos de manejo.

Se determinó un costo de 275,49 dólares americanos, para el sistema parque Antonio José de Sucre, el costo rescrita en función del número de individuos a manejar y el área del sistema.

Tabla 8

*Costo actividades de manejo para el parque Antonio José de Sucre arbolado.*

Actividades	Cantidad	Mano de obra (día/hom)	Valor unitario US \$	Subtotal US \$	Nombre	Cantidad	Subtotal US \$	Total US \$
<b>Costos Variables</b>								
<b>Fertilización Humus orgánico</b>	100 kg.	0,41	\$5 (kg/ha)	500,00	Palas, guantes.	1,00	12,00	512,00
<b>Riego</b>	2961 m <sup>2</sup> 8883 lt	0,09		3,55	Manguera, regadora.	1,00	30,00	33,55
<b>Poda formación</b>	4 Arboles	0,31		4,80	podadora de mano	1,00	30,00	34,80
<b>Poda mantenimiento</b>	8 arboles	0,63		10,08				10,08
<b>Poda restauración</b>	6 arboles	0,56		8,96	Andamios	2 cubos	10,00	18,96
<b>Poda palmas</b>	4 palmas	0,51		8,16	Cuerdas	20 metros	8,00	16,16
<b>Tumba</b>	3	0,31		4,80				4,80
<b>Trasporte</b>		0,20		3,20				3,20
<b>Motosierra</b>	1,00		900,00	900,00				900,00
<b>Gasolina</b>	1 Galón		2,98	2,98				2,98
<b>Aceite</b>	1 Galón		8,00	8,00				8,00
<b>Mano de obra</b>	4 Jornales		\$16 (8 horas)	128,00				128,00
<b>Mantenimiento equipos y herramientas</b>		0,65	10,00	6,51				6,51
<b>Subtotal</b>		6.729,00						<b>267,04</b>
<b>Depreciación equipos</b>								3,45
<b>Arriendo vehículos</b>								5,00
<b>Subtotal</b>								8,45
<b>Costo total</b>								<b>275,49</b>

Elaborado por: José Andrés Tito Chulde.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

- El arbolado urbano del cantón Antonio Ante contiene registró 21 sistemas distribuidos en, cinco avenidas, diez parques, cuatro plazas y dos calles, el cual comprende 32 especies que se agrupan en 19 familias botánicas, siendo las más representativa las especies *Phoenix canariensis* seguido por *Fraxinus chinensis* y *Schinus molle*. El diagnostico registra 23 especies introducidas y tan solo nueve especies nativas; se observa una fuerte tendencia a la introducción de especies exóticas mostrado una composición del 29% del total de individuos para especies nativas; se aprecia una carencia de diversidad de especies en calles y avenidas, a diferencia de otros sistemas como parques donde se evidencia mayor variedad de especies. La condición actual del arbolado es generalmente buena los daños físicos más notorio fueron: heridas, incrustaciones, en menor proporción huecos provocados por acto de vandalismo, muchas de estas afectaciones pueden evitarse con medidas de control.
- La cobertura arbolada en función del número de habitantes es 0,84 m<sup>2</sup>/hab, dato insuficiente según criterios de la OMS, el cual requiere lo mínimo mantener 9m<sup>2</sup>/hab. Por el grado de importancia de la vegetación urbana y los beneficios que aportan a la salud de la población.
- El plan es una herramienta imprescindible para la gestión del arbolado público ya ofrece los siguientes beneficios; ordena la gestión de rutina del arbolado urbano, orienta las políticas que se adopten en el futuro con respecto al arbolado urbano, dejar establecido como y cuando se deberá intervenir, a través de estandarizaciones y normativas que permitan llevar a cabo una eficiente gestión, esto posibilita una mejora real del arbolado urbano tanto en su aspecto estético como funcional.

## 5.2. Recomendaciones

- Las políticas municipales para el manejo del arbolado deben proporcionar recursos financieros disponibles en la gestión de áreas verdes que permitan establecer programas de manejo e implementación para garantizar un verde urbano sostenible.
- Se recomienda la continuación de la investigación, con fines de valorar los servicios ecosistémicos que se orienten a entrar dentro del programa RED+ como sumidero de carbono urbano, y obtener beneficios económicos que pueden ser utilizado para el fomento al cuidado del bosque urbano.
- Se recomienda el establecimiento de alianzas con diferentes instituciones privadas o sin fines de lucro, que permitan el inicio de una educación ambiental.

## CAPÍTULO VII

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuña, F. (1996). *Evaluación de daños causados por especies forestales plantadas en Santa Fe de Bogotá*. En Universidad Nacional de Colombia, Santa Fe de Bogotá. Acuña, F. Evaluación de daños causados por especies forestales plantadas en Santa Fe de Bogotá. Tesis ingeniería agrícola, Universidad Nacional de Colombia, Santa Fe de Bogotá. 1996.
- Aguirre, O. (1999). *Índice para la caracterización de la estructura del estrato arbóreo de ecosistemas forestales*. Ciencias Forestales.
- Alanís. (1992). Vegetación y flora de Nuevo León. *Guía botánica ecológica*, 251.
- Alanís. (2000). Servicios ecológicos de las especies forestales usadas como ornamentales en las áreas urbanas. *Áreas protegidas y vida silvestre*.
- Alanís, C. (2000). Valor biológico de la diversidad de especies en el arbolado urbano y periurbano. *Beneficios de las comunidades de árboles en la ciudad*.
- Alvarado, A., Guajardo, F., & Devia, S. (2014). *Manual de plantación de árboles en áreas urbanas*.
- Alves, C., & Ferreira, R. (2015). *Análise qualitativa da arborização urbana de 25 vias públicas da cidade de Aracaju-SE*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/290002918\\_Analise\\_qualitativa\\_da\\_arborizacao\\_urbana\\_de\\_25\\_vias\\_publicas\\_da\\_cidade\\_de\\_Aracaju-SE\\_-\\_Qualitative\\_analyzes\\_of\\_the\\_urban\\_trees\\_in\\_the\\_25\\_main\\_streets\\_of\\_Aracaju\\_city-SE](https://www.researchgate.net/publication/290002918_Analise_qualitativa_da_arborizacao_urbana_de_25_vias_publicas_da_cidade_de_Aracaju-SE_-_Qualitative_analyzes_of_the_urban_trees_in_the_25_main_streets_of_Aracaju_city-SE)
- Barradas. (2000). Sistemas de podas de árboles en áreas urbanas. *Universidad Autónoma de Nuevo León*.
- Bassuk, N., & Sutton, M. (Marzo de 2012). *Más allá del debate entre nativos y exóticos*. Obtenido de [http://www.urbanhabitats.org/v07n01/nativesdebate\\_full.html](http://www.urbanhabitats.org/v07n01/nativesdebate_full.html)
- Bermúdez. (2000). Departamento del Distrito Federal Delegación Cuauhtémoc. *Diagnóstico fitosanitario de las áreas arboladas del Paseo de la Reforma*.
- Borgiani, R., De Arruda, Y., Sanchez, J., Monteiro, M., & Coral, J. (2016). *Análise qualitativa e quantitativa da arborização urbana de um bairro no Bauru, São Paulo, Brasil*. Obtenido de <http://oaji.net/articles/2017/5565-1508029547.pdf>

- Camilloni, I., & Barros, V. (2000). *Modelo de estimación del exceso urbano de calor*.
- Chacalo. (1997). Subsidio al uso del índice de diversidad de Shannon. *Primer Congreso Latinoamericano IUFRO, Valdivia Chile*.
- COA. (2017). Código Orgánico Ambiental.
- CONAMA. (2002). *Áreas verdes en el gran Santiago*. Área de Ordenamiento Territorial y Recursos Naturales. *Comisión nacional del medio ambiente, Chile*, 11.
- Contardi, H. (1980). Nueva concepción ecológica-tecnológica sobre los espacios verdes urbanos. 105-112.
- Costas. (1994). *Clasificación de sistemas y efectos de daño por insectos*. *Curso de Dasonomía Urbana*.
- Curihuinca, M. (2001). Crecimiento de ciudades y generación de nuevas periferias urbanas. *Universidad de Chile. Facultad de Arquitectura y Urbanismo*.
- Escobedo, F., Hernández, J., De la Maza, C., Rodríguez, M., Nowak, D., & Crane, D. (2004). Determinando los efectos del arbolado urbano sobre la calidad del aire. 19-25.
- FAO. (2017). *Directrices para la silvicultura urbana y periurbana*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/b-i6210s.pdf>
- Fernández, S. (2004). *Arboricultura urbana y medioambiental*. Obtenido de <http://sanfern.iies.es/Pagina8.html>
- Ferreira, F. (2016). *Mensuração e Inventário de Árvores Urbanas*. Obtenido de <http://cmq.esalq.usp.br/IIIMensuFlor/lib/exe/fetch.php?media=6-demostenes.pdf>
- Flores, M., & Alarcon, E. J. (2015). *Floración y fructificación de diez especies de plantas*. Obtenido de <http://www.iiap.org.pe/upload/publicacion/PUBL1444.pdf>
- Gómez, V. (2005). *Sobre sistemas, tipología y estándares de áreas verdes en el planiamiento urbano*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/SashaMendietaMilla/gmez-bastn-vicentesobre-sistemas-tipologas-y-estndares-de-reas-verdes-en-el-planeamiento-urbano>
- González, C. (Noviembre de 2002). *Beneficios del Arbolado Urbano*. Obtenido de <http://digital.csic.es/bitstream/10261/24578/1/Beneficios%20del%20arbolado%20urbano.pdf>
- INEC. (2010). *Solo el 5% de ciudades cumplen con la normativa internacional del Índice Verde Urbano*. Obtenido de [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Sitios/sitio\\_verde/boletin.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Sitios/sitio_verde/boletin.pdf)

- Jardin Botanico Universidad de Caldas. (2014). *Manual de silvicultura urbana para manizales*.
- Jiménez, C. (1998). *Plan de desarrollo de áreas verdes para el sector de la población Independencia en la ciudad de Valdivia*. Memoria Ing. Forestal. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. 80.
- Kuchelmeister, G. (2004). *Introducción a la silvicultura urbana* *Introducción a la silvicultura urbana para las ciudades*. Obtenido de <http://sanfern.iies.es/introducción.html>
- Lamela. (2011). *En búsqueda de unas recomendaciones urbanísticas mundiales de densidad y espacios verdes*.
- Lamela, A., Moliní, F., & Salgado, M. (2011). *En búsqueda de unas recomendaciones urbanísticas mundiales de densidad y espacios verdes*. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/143456430.pdf>
- Lamprecht. (1990). Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arboreas. *Silvicultura de los Tropicos*.
- Laredo, D. R. (2008). *La gestion del verde urbano como un criterio de mitigación y adaptación al cambio climatico*.
- López. (1994). *El medio ambiente del bosque urbano. Curso de dasonomia urbana*.
- Martinez. (1998). *Los árboles en la ciudad de Mexico. Universidad Autonoma Metropolitana*.
- Martinez. (2008). Obtenido de [www.ecourbano.es/imag/00%20DOCUMENTO%20ENTERO.pdf](http://www.ecourbano.es/imag/00%20DOCUMENTO%20ENTERO.pdf)
- Molina. (2000). Facultad de Ciencias Forestales. *Registros climatológicos de las áreas urbanas y periurbanas*.
- Montolio, M. (1988). *Microclima Urbano de Valencia*. Interacción con el sietam de vegetación .Trabajo fin de carrera. *E.U.I.T.A. Univerisidad Politécnica de Valencia*.
- Moore, G., Steward, A., Clemants, S., Glenn, S., & Ma, J. (23 de Octubre de 2002). *An Overview of the New York Metropolitan Flora Project\**. Obtenido de [http://www.urbanhabitats.org/v01n01/nymf\\_pdf.pdf](http://www.urbanhabitats.org/v01n01/nymf_pdf.pdf)
- Niembro. (1986). *Áreas verdes urbanas de Mexico. Árboles y arbustos útilez de Mexico*.
- Nowak, D. (1993). *Atmospheric carbon reduction by urban trees*. Journal of Environmental. 207-217.
- Nowak, D., Dwyer, J., & Childs, G. (1997). *Los beneficios y costos del enverdecimiento urbano. Áreas Verdes Urbanas en Latinoamérica y el Caribe. Universidad Autónoma Chapingo. México*.

- Olivera. (2009). *Árboles, arbustos y especies trepadoras cultivados en ciudad de morellia. Universidad de Michoacan de San Nicolás de Hidalgo.*
- Olmos, B. (1991). *El medio Ambiente Urbano y la Vegetación.* Estudio de vegetación de la ciudad de Valencia. *Generalitat Valenciana. Conselleria D'Agricultura*, 156.
- ONU, (. d. (1996). *Áreas verdes. Desarrollo para Urbes Metropolitanas.*
- Ortega. (2013). *Ecología urbana.* Obtenido de Experiencias de America Latina: [www1.inecol.edu.mx/libro\\_ecologia\\_urbana/ecologia\\_urbana\\_](http://www1.inecol.edu.mx/libro_ecologia_urbana/ecologia_urbana_)
- PDOT. (2012). *Actualizacion plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón antonio ante.* Obtenido de <https://www.antonioante.gob.ec/AntonioAnte/images/PDF>
- Pozo. (2013). *Indice verde urbano. Instituto nacional de estadísticas y censo.*
- Puga. (2000). Tesis de Maestria, Facultad de Ciencias Forestales. *Contribución al conocimiento de propagación.*
- Quiroz, D. (2012). *Las ciudades y el cambio climático: el caso de la política climática de la Ciudad de México.* Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/312/31230010003.pdf>
- Rivas, D. (2001). *Importancia y ambiente de los bosques y árboles urbanos.* pág. 82.
- Rivas, D. (2005). *Beneficios de los Árboles Urbanos .* Obtenido de [http://www.rivasdaniel.com/Pdfs/Beneficios\\_Arboles\\_Urbanos.pdf](http://www.rivasdaniel.com/Pdfs/Beneficios_Arboles_Urbanos.pdf)
- Rodrigues de Almeida, J. (2010). *Diagnóstico da arborização urbana da cidade de cacaoal-ro.*
- Rodríguez. (2006). *Los Árboles de la calle de Oaxaca. Tesis Profesional. Escuela de Biología. Universidad de Michoacan.*
- Romero. (1994). *Educación y Participación Ciudadana. Curso de Dasonomia Urbana Monterrey.*
- Rubiano. (2000). *Nueva concepción ecológica tecnológica sobre los espacios verdes urbanos. Ecología.*
- Rueda. (2007). *Libro Verde Medio Ambiente Urbano.* Obtenido de Arbolado urbano y periurbano: [www.ecourbano.es/imag/libroverde.pdf](http://www.ecourbano.es/imag/libroverde.pdf).
- Rueda, S. (1997). *La ciudad compacta y diversa frente a la conurbación difusa.* Obtenido de <http://habitat.aq.upm.es>
- SENPLADES. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo Todo una Vida.* Obtenido de [http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL\\_0K.compressed1.pdf](http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL_0K.compressed1.pdf)

Terrazas. (1999). La vegetación urbana de campus universitario y la polemica del Eucalipto.

*Programa de Mejoramiento de las Áreas Verdes del Campus Universitario.*

Tovar. (1994). Importancia de la dasonomia urbana. *Curso de Dasonomia Urbana.*

Vargas. (2000). Sistemas arbolados en urbes amenazadas. *Centro de estudios regionales.*



## Anexo 2. Tablas.

Tabla 2

*Especies según su origen*

<b>Familias</b>	<b>Especies</b>	<b># Ind</b>	<b>Origen</b>
Myrtaceae	<i>Callistemon citrinus</i> (curtis) skeels	36	Exótica
	<i>Callistemon sp.</i>	13	Exótica
	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	16	Exótica
	<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth) McVaugh	5	Exótica
Bignoniaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D.Don	19	Exótica
	<i>Spathodea campanulata</i> P. Beauv.	46	Exótica
	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. Ex Kunth	52	Nativa
Arecaceae	<i>Parajubaea cocoides</i> Burret	9	Nativa
	<i>Phoenix canariensis</i> Chabaud	75	Exótica
	<i>Washingtonia robusta</i> H.Wendl.	11	Exótica
Fabaceae	<i>Acacia melanoxylon</i> R.Br.	9	Exótica
	<i>Acacia sp.</i>	14	Exótica
	<i>Inga edulis</i> Mart.	2	Nativa
Salicaceae	<i>Populus alba</i> L.	54	Exótica
	<i>Populus deltoides</i> Bartram ex Marshall	8	Exótica
	<i>Salix humboldtiana</i> Willd.	4	Nativa
Moraceae	<i>Ficus benjamina</i> L.	11	Exótica
	<i>Ficus elastica</i> Roxb. ex Hornem	6	Exótica
Oleaceae	<i>Chionanthus pubescens</i> Kunth	39	Nativa
	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	71	Exótica
Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i> L.	60	Nativa
Agavaceae	<i>Yucca aloifolia</i> L.	28	Exótica
Malvaceae	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	27	Exótica
Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill	16	Exótica
Cupressaceae	<i>Cupressus macrocarpa</i> Hartw. Ex Gordon	16	Exótica
Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	10	Nativa
Araucariaceae	<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.)Kuntze	4	Exótica
Juglandaceae	<i>Juglans neotropica</i> Diels	4	Nativa
Pinaceae	<i>Pinus radiata</i> D.Don	3	Exótica
Euphorbiaceae	<i>Hevea sp.</i>	1	Exótica
Magnoliaceae	<i>Magnolia grandiflora</i> L.	1	Exótica
Podocarpaceae	<i>Podocarpus oleifolius</i> Parl.	1	Nativa
<b>Total</b>		<b>671</b>	

**Elaborado por:** José Andrés Tito Chulde.

Tabla 3

*Evaluación de condiciones del arbolado urbano.*

<b>Especies</b>	<b># Ind.</b>	<b># Sanos</b>	<b># Con Plagas</b>	<b># Muertos</b>
<i>Phoenix canariensis</i>	75	72		3
<i>Fraxinus chinensis</i>	60	60		
<i>Schinus molle</i>	60	58	2	
<i>Spathodea campanulata</i>	57	46		11
<i>Populus alba</i>	54	54		
<i>Tecoma stans</i>	52	20	31	1
<i>Chionanthus pubescens</i>	39	39		
<i>Callistemon citrinus</i>	36	32		4
<i>Yucca aloifolia</i>	28	28		
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	27	26		1
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	19	19		
<i>Cupressus macrocarpa</i>	16	14		2
<i>Eucalyptus globulus</i>	16	16		
<i>Persea americana</i>	16		15	1
<i>Acacia sp.</i>	14	14		
<i>Callistemon sp.</i>	13	13		
<i>Ficus benjamina</i>	11	11		
<i>Washingtonia robusta</i>	11	11		
<i>Alnus acuminata</i>	10	6	3	1
<i>Acacia melanoxylon</i>	9	9		
<i>Parajubaea cocoides</i>	9	9		
<i>Populus deltoides</i>	8	8		
<i>Ficus elastica</i>	6	6		
<i>Myrciantes rhopaloides</i>	5	4		1
<i>Araucaria angustifolia</i>	4	4		
<i>Juglans neotropica</i>	4	1	2	1
<i>Salix humboldtiana</i>	4	4		
<i>Pinus radiata</i>	3	2		1
<i>Inga eduli</i>	2		2	
<i>Hevea sp.</i>	1	1		
<i>Magnolia grandiflora</i>	1	1		
<i>Podocarpus oleifolius</i>	1	1		
<b>Total</b>	<b>671</b>	<b>589</b>	<b>55</b>	<b>27</b>

Elaborado por: José Andrés Tito Chulde.

Tabla 4.

*Evaluación de afectación sobre la infraestructura.*

<b>Especies</b>	<b># Ind</b>	<b>Afec. baja</b>	<b>Afec. media</b>	<b>Afec. alta</b>	<b>Afec. aérea</b>
<i>Acacia melanoxyton</i>	9		3	2	
<i>Acacia sp.</i>	14				
<i>Alnus acuminata</i>	9	1	4	4	
<i>Araucaria angustifolia</i>	4				
<i>Callistemon citrinus</i>	32	4		3	1
<i>Callistemon sp.</i>	13				
<i>Chionanthus pubescens</i>	39	4			
<i>Cupressus macrocarpa</i>	14	1			
<i>Eucalyptus globulus</i>	16				
<i>Ficus benjamina</i>	11				
<i>Ficus elastica</i>	6	2			
<i>Fraxinus chinensis</i>	60	26			1
<i>Hevea sp.</i>	1				
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	26				
<i>Inga edulis</i>	2				
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	19			3	4
<i>Juglans neotropica</i>	3	1			
<i>Magnolia grandiflora</i>	1				
<i>Myrciantes rhopaloides</i>	4				
<i>Parajubaea cocoides</i>	9				
<i>Persea americana</i>	15				
<i>Phoenix canariensis</i>	72	7	4	16	4
<i>Pinus radiata</i>	2				
<i>Podocarpus oleifolius</i>	1				
<i>Populus alba</i>	54	20		1	
<i>Populus deltoides</i>	8	3	2	2	
<i>Salix humboldtiana</i>	4				
<i>Schinus molle</i>	60	13		10	7
<i>Spathodea campanulata</i>	46	4	2	24	1
<i>Tecoma stans</i>	51	7			
<i>Washingtonia robusta</i>	11				
<i>Yucca aloifolia</i>	28				
<b>Total</b>	<b>671</b>	<b>93</b>	<b>15</b>	<b>65</b>	<b>18</b>

**Elaborado por:** José Andrés Tito Chulde

Tabla 5  
*Cobertura arbórea por sistema.*

<b>Sistemas</b>	<b># Individuos</b>	<b>APC (m<sup>2</sup>)</b>	<b>%</b>
U. Educativas	1466	36694,05	71,55
Parques	292	8129,13	15,85
Avenidas	247	3991,78	7,78
Plazas	80	1609,59	3,14
U. Medicas	27	624,72	1,22
Calles	25	235,14	0,46
<b>Total</b>	<b>2137</b>	<b>51284,41</b>	<b>100</b>
Número de habitantes Proyección 2019		60925	
IVU		0,84	
Superficie del cantón		72000000	
Frecuencia áreas verdes		0,001m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	

**Elaborado por:** José Andrés Tito Chulde.

### **Anexo 3. Fichas de manejo técnico**

#### **a) *Schinus molle* L. (Molle)**

- **Familia:** Anacardiaceae
- **Descripción botánica.**

Árbol hasta 15m., de alto, DAP hasta 60 cm. simpodico, corteza agrietada. Hojas alternas compuestas, imparipinadas, pecíolo largo, Foliolos 10 –35 cm de largo, lanceoladas de color verde claro, cuando se friega las hojas tiene un olor aromático. Dioicas, inflorescencia en panícula terminal, flores con cáliz y corola imbricada blanco, estambres diferente número. Fruto una drupa roja (Molina y Vargas, 2000).

- **Ecología y distribución de la especie.**

La distribución geográfica de la especie comprende una zona amplia que se extiende desde América Central, pasando por Colombia, Ecuador, Perú y la zona interandina. Estando ausente en la parte más cálida y húmedas. La distribución vertical oscila según la latitud geográfica entre 2000 msnm en el norte, y 3000 msnm en los Andes centrales (Pozo, 2013).

- **Características edafoclimáticas.**

Al Molle se encuentra en una gran gama de suelos, desde arcillosos, arenosos, sueltos, livianos, alcalinos, salinos y neutros, incluyendo los pedregosos, secos, y hasta aquellos de poca profundidad (Pozo, 2013).

- **Descripción silvicultural y manejo de la especie.**

La regeneración natural del Molle es abundante. Se encuentra tanto directamente debajo de los árboles, como también en lugares muy distantes, ya que las semillas son dispersadas por aves. La propagación se realiza por semilla, se seleccionan no muy adultos, de copa y tronco bien formados con al menos de 8 m en adelante. La recolección se hace cuando los frutos tienen un color rosado a rojo.

Bermúdez y Rubiano (2000), Los frutos se secan al sol durante unos 5 a 7 días, luego se estrujan con la mano para liberar a la semilla de la cáscara y se ventean. La semilla seca y limpia, conserva

su poder germinativo durante varios años. Se tiene un número de 17 000 a 19 000 semillas por kg. La semilla germina en 20 a 25 días. Se ha obtenido porcentajes de germinación que fluctúan entre 50 a 80 %. Se realiza el repique cuando la planta alcanza entre 5 y 10 cm de altura.

Por acción de plagas o enfermedades. El tipo de control que se realiza generalmente no resuelve el problema y más bien lo agudiza, al producir reacciones de resistencia y nivel es de contaminación al suelo.

En plantación esta especie es resistente a épocas secas e insolación fuerte, tolerando el frío, pero no las heladas. Como árbol pionero requiere mucha luz para un buen desarrollo. Resiste temperaturas entre 12 - 28 C, siendo insensible a vientos muy fuertes. Precipitación de 250 a 600- (1000) mm año. En éstas condiciones emite un sistema radicular abundante y profundo hasta 20m de profundidad para buscar agua (Molina y Vargas, 2000).

Prefiere exposiciones soleadas y requiere de riegos en los primeros años de su vida. Tiene un crecimiento bastante rápido y florece ya desde los primeros años, pudiendo vivir hasta cerca de un siglo. Requiere de algunas podas de formación en sus inicios. Debido al gran desarrollo de su copa y a su sistema radicular extendido y superficial, no se aconseja plantarlo cerca de muros ni edificaciones.

- **Usos e importancia social de la especie.**

Su madera es moderadamente fuerte y pesada, muy duradera y resistente a las termitas, empleándose en la fabricación de postes. Las semillas se han utilizado a veces para adulterar la pimienta. De su corteza se obtiene una gomorresina aromática con ciertas propiedades medicinales, algunas peligrosas.

**b) *Phoenix canariensis* (Palma canaria)**

- **Familia:** Arecaceae

- **Descripción botánica**

(Aguirre, 1999; Chacalo, 1997). Tallo Solitario de 80-90 cm. de diámetro, altura 3-5 metros. Hojas pinnadas, formando un penacho de 5-6 m, de longitud, con aprox. 150-200 pares de folíolos. Las flores masculinas amarillo, sésiles, con los pétalos triangulares, miden de 10-12 mm, 3 sépalos de color crema, inflorescencia ramificada intra foliar, y con mucho polen crema. Frutos globosos, lisos de color naranja, de unos 2 cm. de longitud.

- **Ecología y distribución.**

Está ampliamente distribuida en África, América, Europa y Asia. Palmera bastante rústica y resistente, capaz de desarrollarse en diversos ecosistemas. Su gradiente altitudinal y fenología de la especie es desconocida (López, 1994; Alanís, 2000).

- **Características edafoclimáticas.**

Puede resistir temperaturas de hasta -8°C sin grandes problemas. Se encuentran especialmente en climas suave mediterráneo. En verano, con temperaturas muy elevadas, no tiene exigencias en cuanto a tipo de suelo. También soporta bien los vientos marinos, y aunque éste quemara alguna de sus hojas, recupera las nuevas (López, 1994; Alanís, 2000).

- **Prácticas de Vivero, crecimiento y manejo.**

Las semillas poseen extremos netamente redondeados, sin poco córneo en fresco. Frecuentemente regados y abonados ya que son rústicas, creciendo asilvestradas. Podas de copa no demasiado severa intensidad aproximadamente del 20%. Crecimiento lento. Palmera dioica.

- **Usos e importancia social de la especie.**

Las palmas se pueden utilizar como escobas y tradicionalmente se usan para adornar los balcones en la festividad del domingo de ramos (Aguirre, 1999; Chacalo, 1997).

c) ***Tecoma stans* (L.) Juss. (Cholan)**

- **Familia:** Bignoniaceae
- **Descripción botánica.**

Bermúdez y Rubiano (2000), Árbol no mayor de 5m., simpodico, corteza agrietada formando pequeñas placas. Hojas compuestas, de 5 a 7 foliolos de 4- 10cm, sub sésiles excepto el foliolo apical, opuestos, nervaduras pinadas, margen sinuado, ápice agudo, base atenuada. Inflorescencia apical y axilar, racemosa. Cáliz cupuliforme persistente con 5 lóbulos, corola tubular amarillo con 5 lóbulos, Estigma persistente de tamaño menor que la corola. Fruto una silicua a veces se puede confundir con una vaina.

- **Ecología y distribución de la especie.**

Se extiende en los países de Bolivia, Ecuador y Perú, entre los 100 a 3500 msnm (Cano *et al.* 2006, Reynel y Marcelo 2009). Es fácil encontrarlo en asociación con *Schinus molle* (Bermejo y Pasetti 1985). Prefiere un clima semi - húmedo, crece bien en sitios secos, con suelos pobres, pero bien drenados. Es un árbol pionero.

- **Características edafoclimáticas.**

Se adapta bien a zonas con suelos superficiales, de textura variable, a menudo con alta pedregosidad, y con requerimientos de agua de medios a altos (Reynel y León 1990). No soporta la helada, pero soporta bien la sequía (Bermejo y Pasetti, 1985). Habita en laderas de suave pendiente, laderas pedregosas, quebradas, cercos de chacras, terrenos semiáridos, ambientes perturbados como bordes de caminos y áreas con vegetación alterada o primaria (Bermejo y Pasetti 1985, Gamarra 2003, Cano *et al.* 2006, Reynel *et al.* 2006).

La temperatura media anual es de 23 ° a 28 ° C con extremas de 11 a 37 °C y la precipitación entre 1,500 a más de 5,000 mm; no tolera temporadas de sequías muy largas.

- **Descripción silvicultural y manejo de la especie.**

Se lo observó en floración y fructificación verde en noviembre; y en fructificación madura en febrero. Presencia de regeneración escasa, desde los 5-18 cm de altura. El mejor desarrollo ocurre en suelos de vertisol pélico. Suelos: arcilloso café-oscuro, arcilloso profundo, rojo-laterítico,

negro, arenoso y drenado. En Java medra en terrenos pobres en los que otras especies fracasan (FAO, 2015).

- **Usos e importancia social de la especie.**

Es Medicinal. La infusión de sus hojas es usada como antidiabética (baja el azúcar en la sangre) y el cocimiento de la raíz como antisifilítico, diurético y tónico (Mostacero *et al.* 2002). El extracto alcohólico de las flores tiene propiedades antiinflamatorias (Agapito y Sung 2003). Actúa además para aliviar afecciones cerebrales (Cano *et al.* 2006) y el dolor de muela (Rivero *et al.* 1988). Se emplea en la elaboración de instrumentos musicales, leña, carbón, construcción, implementos agrícolas, mangos para herramientas. La corteza cocida sirve para la diabetes, paludismo, tifoidea, parasitosis.

Ornamental: Los árboles se siembran a menudo como ornamentales por sus formas vistosas, la corteza, hojas, flores yemas y raíces se han empleado en remedios caseros. Medicinal (Terapéuticos Populares): Diafónicos, Diuréticos contra la diabetes, contra dolores reumáticos según la bibliografía es estimulante e hipoglicémica esta especie.

**d) *Fraxinus chinensis* Roxb. (Fresno)**

- **Familia:** Oleaceae.

- **Descripción botánica:**

Árbol semicaducifolio de 12-15 m de altura, tronco de cortezas fisurada de color gris oscuro, grisáceas, redondeadas, lenticeladas sin espinas, (Digilio y Legname, 1966; Erize, 1997; Gentry, 1992). Las hojas son compuestas, opuestas, pari-bipinnadas, de 30 a 50 cm de longitud, con 10 a 20 pares de pinnas subopuestas, de 7 a 14 cm de longitud, cada una de las cuales porta de 15 a 30 pares de folíolos, sésiles, subopuestos, ovado-oblongos de 7 a 13 x 3 a 4 mm, de color verde amarillento, alcanzando de 15 a 25 mm de largo. Pecíolo de 4 a 8 cm de longitud, (Sánchez, 2011).

Las inflorescencias están en panículas axilares o terminales de 20 a 30 cm de largo; flores sobre pedicelo de 3 a 7 mm, con el cáliz anchamente acampanado, corola tubular-acampanada, de color azul violeta de unos 3 a 5 cm de longitud, con un tubo estrecho y pubescente en la parte inferior y un limbo con 5 lóbulos subiguales, de 6 a 10 mm de longitud, 4 estambres incluso didínamos, insertos en la parte superior de la parte más delgada del tubo corolino, con filamentos de 8 a 12 mm de longitud, gineceo súpero de dos carpelos (Sánchez, 2011).

Es una cápsula leñosa dehiscente, suborbicular comprimida lateralmente, de 5 a 7 cm de diámetro, con los márgenes a veces algo ondulados, permaneciendo verdes bastante tiempo en el árbol. (Sánchez, 2011)

Presentan una forma vagamente circular, comprimida, de 7 a 9 mm de largo, provista de un ala marginal translúcida, fina, delgada, de color moreno y de 22 a 24 mm de largo incluyendo la semilla. La testa es de color castaño oscuro, opaca de 0.1 a 0.3 mm de grosor; el embrión es recto, cordiforme, color crema y ocupa toda la cavidad de la semilla. Tiene dos cotiledones, grandes, planos, carnosos y cordiformes (Salazar, 2000).

- **Características edafoclimáticas.**

Soporta temperaturas medias de 11-20 °C. precipitación de 1000 a 3000 mm/año. Se desarrolla en suelos profundos, con buen drenaje, fértiles y de textura franco arenosa.

- **Descripción silvicultural y manejo de la especie.**

La semilla se conserva por varios años y se almacena con un contenido de humedad menor a 10%. Los tratamientos pre germinativos es remojo en agua por 24 horas. Utilizar las semillas inmediatamente, no exponer al calor. Para el sustrato se recomienda turba para evitar la desinfección, en cantidades mayores se prepara un sustrato de una parte de tierra por tres partes de arena no se usa fertilizantes, ni humus para la germinación (Legname, 1966).

La desinfección del sustrato utiliza un litro por metro cuadrado al 20% de concentración de Bassamid 50g por metro cuadrado. La profundidad del sustrato no debe ser mayor a 15cm.

Una vez las plantas tienen 2 a 8 cm se procede a trasplantar las a bolsas. El trasplante debe hacerse obligatoriamente bajo sombra. El riego se lo hace diario de preferencia en las primeras horas del día o al final de la tarde. Cada especie debe ser suficientemente larga como para que los árboles alcanzan una altura de 6 y 25 centímetros para llegar a cabo su proceso de plantación en el destino final (Legname, 1966).

Se reporta el ataque de un chinche que afecta el follaje del árbol, lo debilita y puede ser atacado por hongos hasta llevarlo a la muerte no se ha determinado su erradicación para la eliminación de este patógeno.

- **Usos e importancia social de la especie.**

Su uso principal de la especie es en muebles, ebanistería, partes para vehículos, carruajes, contrachapados, pulpa de fibra, mangos para herramientas, leña y carbón de buena calidad. Uso ornamental sombrero en sitios muy soleados y para protección de riberas y márgenes de corrientes de agua (Legname, 1966).

e) *Chionanthus pubescens* Kunth (Arupo)

- **Familia:** Oleaceae.
- **Descripción botánica.**

Árbol hasta 10m, 25 cm DAP. Monopodico. Hojas opuestas sin estípulas, ápice agudo, margen sinuoso, base aguda, 12x5cm, nervadura pinada, nerviación secundaria ascendente, borde broquidodroma. Inflorescencia panícula, cáliz pentámero lobulado, corola acrescente lila. Fruto drupa.

- **Ecología y distribución de la especie.**

Crece en forma natural zonas boscosas entre los 1800 y 3050 msnm. Con precipitaciones de 1000 a 1300 mm anuales. En su hábitat natural florece indistintamente desde abril hasta finales de septiembre en gran número; con énfasis entre mayo y agosto. Polinización es lo que rige a esta especie, no es una planta melífera. No presentan miel, polen abundante; razón para que las abejas no se acercan a estas flores e inflorescencias. No todas las flores del racimo se fecundan.

- **Características edafoclimáticas.**

Soporta temperaturas desde los 14 - 21 °C y precipitaciones de 1500 mm/año y humedad relativa de 79%.

- **Descripción silvicultural y manejo de la especie.**

La semilla del arupo presencia latencia, es decir, tiene un periodo de reposo previo a la germinación. Esta latencia es debida a un factor extrínseco, la cubierta, hueso o corozo que la cubre; misma que dificulta la absorción temprana de agua y oxígeno para la germinación.

Para germinar plantas a partir de semillas botánica los frutos maduros se secan al ambiente por 60 días aproximadamente se procede a la siembra y alrededor de 30 días se inicia la germinación. Para realizar una germinación técnica concluye que la inversión de semillas en agua a 50 °C por 80 minutos en un sustrato de tierra negra 50% más arena 25% + abono orgánico 25%, permitió acelerar la germinación de 110 a 32 días y el periodo germinativo resulta ser más homogéneo. A los 150 días después de la siembra, emergen el 88,9% de las semillas sembradas.

Se ha observado que las hojas en fase de maduración son afectadas por hongos que producen el limbo foliar. No se ha identificado el agente causal.

- **Usos e importancia social de la especie.**

Ornamental, En su lugar de origen se lo utiliza para construir los rodillos caseros, cabos de herramientas, también se utiliza la madera en torneado. Es muy conocido implementado en áreas urbanas por su belleza paisajística.

Otro uso potencial. Para los frutos del arupo rosado, sería un colorante natural, pues se observó que en agua es capaz de desprender grandes cantidades de colorante rojo o tinto, el cual podría ser utilizado para tinturar tejidos artesanales y adornos.

*f) Jacaranda mimosifolia D.Don (Jacaranda)*

- **Familia:** Bignoniaceae.
- **Descripción botánica.**

Es un árbol mediano de 8- 10 m de altura, que puede llegar hasta los 20 metros en estado adulto en su lugar de origen. Follaje tardíamente caduco. Hojas opuestas, decusadas, bipinnadas de 20- 60 cm de largo, pecioladas, con 14- 24 pares de pinnas subopuestas, de color verde medio en el haz y más claro en el envés. Floración hermafrodita. Flores de 4- 5 cm, de largo, tubulosas, ligeramente curvas, con el limbo desigualmente 5- lobulado, de color azul violáceo y cáliz pequeño, acampanado, pubescente. Fructificación cápsula seca, suborbicular, de 6- 8 cm de diámetro, de borde algo ondulado, muy comprimida lateralmente, con el ápice acuminado, de color verde medio que pasa a castaño cuando madura, dehiscente por valvas leñosas. Semillas numerosas, livianas, con ala membranácea, de 1- 2 cm de diámetro (Legname, 1966).

- **Ecología y distribución de la especie.**

Descrito como árbol de procedencia sudamericana que crece espontáneo en Brasil y Argentina. (Hueck, 1978). Ha sido cultivado ampliamente en América Tropical y Subtropical donde se utiliza como árbol ornamental. Crece entre 2000 a 2900 msnm. (Salazar, 2000)

- **Descripción silvicultural y manejo de la especie.**

Para realizar la propagación se puede optar por la multiplicación sexual o asexual. Se realiza por semillas, son recolectados cuando el árbol deja caer cápsulas secas en las cuales se encuentran de 50 a 80 semillas aproximadamente, luego pasan el proceso de germinación el cual se lo realiza directamente en bolsas de polietileno. La germinación se efectúa aproximadamente de 30 a 45 días (Hartman, 1972).

Conocida también como propagación indirecta. Se efectúa con partes de una planta, provistas de yemas y con capacidad de enraizamiento para originar nuevos individuos o insertando dichas yemas a otras plantas. (Sáenz, H.; Sánchez, L. 1993) citado por (Quinapallo y Velez, 2013). Según Aldaz y Ochoa, 2011 mencionan que las estacas obtenidas del tercio superior de la copa del árbol de *Delostoma integrifolia* perteneciente a la familia Bignoniaceae, debe poseer una longitud de 30cm, 3 yemas o más. Se las coloca en bolsas de polietileno para el prendimiento óptimo.

- **Usos e importancia social de la especie.**

Posee madera semidura y semipesado, de color blanco amarillento, apto para confección de muebles y carpintería en general. Los frutos son muy utilizados para trabajos de artesanía, en tanto que las hojas y la corteza se emplean en medicina popular. Es una especie de alto valor ornamental, adecuada para parques, jardines y plazas, (Bogino, S. M. y Gómez, M. 2006.)

Es un árbol resistente a las condiciones urbanas por lo que está indicado en plantaciones de parques. Es una de las especies que más CO<sub>2</sub> consume, unos 1832 Kg por año. La madera se utiliza en ebanistería y carpintería.

**g) *Spathodea campanulata* P. Beauv (Tulipán africano)**

- **Familia:** Bignoniaceae.
- **Descripción botánica.**

Árbol de tamaño mediano, alcanza una altura de 10-35 m, hoja caduca, con una corona redonda y pesada de follaje denso y oscuro, a veces algo aplanado; Corteza pálida, de color marrón grisáceo y lisa. Las hojas imparipinnadas opuestas son estipuladas. Cada hoja consta de 5- 7 pares de folletos opuestos y uno terminal. Los folletos son oblongelípticos, de aproximadamente 1 cm de largo y 0,5 cm de ancho, entero, ampliamente acuminado, desigual en la base, verde oscuro en la parte superior y verde claro en la parte inferior; hay inflamaciones glandulares en la base de la lámina generalmente un par; la nervadura central y los nervios son amarillos, elevados y ligeramente pubescentes; la nerviación es reticulada; El pecíolo corto y grueso mide unos 0,7 cm de largo; ahí Son lentas conspicuas en el raquis; La base del raquis está hinchada (Olivera, 2009).

Fruto de color marrón oscuro, siendo una vaina leñosa, 15-25 cm de largo y dividido en el suelo en 2 válvulas en forma de bote, liberando muchas alas planas semillas 1-4 vainas generalmente se desarrollan a partir de 1 grupo de flores; semillas delgadas, Plana y rodeada por un ala pubescente.

- **Ecología y distribución de la especie.**

Especie hermafrodita, lasa florecen desde los 3 o 4 años de edad. Crece naturalmente en África en bosques secundarios en la zona de bosque alto y en caducifolios, en transición y Bosques de sabana. Coloniza incluso sitios muy erosionados, aunque la forma y la tasa de crecimiento sufren considerablemente en condiciones difíciles.

Altitud: 0-2 000 m, temperatura media anual: 27-30 grados. C, precipitación media anual: 1300-2 000 mm (Costas, 1994; Rodríguez, 2006).

- **Características edafoclimáticas.**

Tipo de suelo: el tulipán africano se desarrolla mejor en margas fértiles, profundas y con buen drenaje. La textura del suelo puede variar desde margoso. Arenas a arcillas, el pH está entre 4.5-8 y el drenaje del suelo puede variar de pobre a excesivo.

- **Usos e importancia social de la especie.**

La corteza tiene propiedades laxantes y antisépticas, y las semillas, flores y raíces se usan como medicina. La corteza se mastica y se rocía sobre las mejillas hinchadas. La corteza también puede hervirse en agua utilizada para bañarse recién nacidos.

Ornamental, se ha plantado en todo el trópico. Las flores florecen con gran vigor, y los árboles se pueden ver desde grandes distancias. Arbol decorativo popular para avenidas tiene raíces poco profundas y una tendencia a que las ramas se rompan en una tormenta (Olivera, 2009).

***h) Populus alba L. (Álamo)***

- **Familia:** Salicaceae.
- **Descripción botánica.**

Árbol caducifolio hasta de 25 m de altura, de tronco recto y cilíndrico, y copa por lo general amplia e irregularmente ovoide. La corteza es blanco verdosa o grisácea y se agrieta longitudinalmente con la edad. Las hojas son alternas, anchas y de forma muy variable (dentado-angulosas o palmeado-lobuladas), simétricas o no, verde claras por el haz y con un característico tomento blanquecino o plateado por el envés.

Florece precozmente, entre febrero y abril. Las flores femeninas y las masculinas aparecen separadas en distintos pies de planta, especie dioica y agrupadas en ramos colgantes alargados amentos. Los frutos son cápsulas que se abren en dos partes o valvas al madurar, y liberan las semillas envueltas en un tejido algodonoso que favorece su dispersión por el viento.

- **Ecología y distribución de la especie.**

Árbol propio de suelos frescos y húmedos que casi siempre está presente en las proximidades de los cursos de agua: manantiales, márgenes de barranco con caudal permanente. Prefiere las zonas bajas y no sobrepasa los 1200 m de altitud, pues no aguanta mucho las heladas. Sus estrategias de dispersión hacen que cada vez sea más visible en lugares húmedos de las medianías, zonas que se sitúan entre 600 y los 1500 m de altitud. A veces comparte con otras especies los dominios (Costas, 1994; Rodríguez, 2006).

Habita en el centro y el sur de Europa, el oeste de Asia y el norte de África. En Canarias, esta especie fue rápidamente introducida por los conquistadores castellanos y actualmente se encuentra asilvestrada en casi todas las islas del archipiélago.

- **Características edafoclimáticas.**

La especie se desarrollará mejor en suelos con pH ácido, neutro o alcalino. Su parte subterránea crecerá con vigor en soportes con textura arenosa, franca, arcillosa o muy arcillosa, éstos se pueden mantener generalmente secos o húmedos: temperatura, exposición al sol, humedad ambiental, textura del soporte relativamente bajas. Un aspecto interesante a comentar es que no tolera los

encharcamientos, por lo que la zona de plantación debe estar muy bien drenada (López, 1994; Rueda, 2007).

En cuanto a sus necesidades lumínicas, podemos aseverar que es muy exigente, sólo puede situarse en un lugar con exposición directa al sol para no repercutir negativamente en su crecimiento de forma normal. Con respecto a su dureza contra condiciones adversas podemos decir que el rango mínimo de temperaturas con las que puede lidiar son las de la Zona 3 soportando inclusive heladas, aguanta perfectamente brisas marinas y su tasa de crecimiento en condiciones óptimas es rápida (Alanís y Bermúdez, 2000).

- **Descripción silvicultural y manejo de la especie.**

Es una especie que se caracteriza por el color contrastante del follaje, la textura de la corteza y el porte de tamaño intermedio, lo que la hace atractiva para alineación, jardines o banquetas (Martínez y Chacalo, 1994). El chopo blanco tiene hábito de crecimiento redondeado y tolera el despunte de la copa, por lo que administradores del arbolado urbano han implementado la reducción del tamaño con fines “estéticos”, lo que ha provocado repercusiones negativas en la vitalidad del árbol.

La poda en especies arbóreas es una actividad de manejo necesaria en varias circunstancias (Lilly, 2001). Sin embargo, la reducción de la altura o copa de los árboles sin fundamentos técnicos (desmoche o despunte) generalmente ocasiona problemas en el crecimiento y desarrollo del arbolado (Kuhns y Reiter, 2007).

El álamo blanco debe cultivarse a pleno sol y Tolera casi cualquier suelo, húmedo o seco. Las partes inferiores de las hojas pueden atraer y retener la suciedad y el polvo los hace poco atractivos. Su gran tamaño y su madera quebradiza lo limitan a abrirse. Plantas espaciales como parques y vertederos.

Aún no hemos encontrado información fiable sobre qué tipo de enfermedades o plagas pueden afectar a esta especie, pero estamos trabajando activamente para encontrar la información.

- **Usos e importancia social de la especie.**

Es una especie arbórea comúnmente utilizada en ambientes urbanos y semiurbanos en México. En breve estarán disponibles descripciones detalladas de los usos alimenticios de esta especie. Por ahora nos limitaremos a escribir qué partes se pueden aprovechar. Son las siguiente: corteza interna y hojas (Martínez, 2008).

*i) Podocarpus oleifolius Parl (Olivo).*

- **Origen:** Ecuador PODOCARPACEAE
- **Descripción botánica.**

Árbol de hasta 20 m. de alto. DAP hasta 50 cm. Corteza exfoliada. Hojas alternas, lanceolada, ápice agudo, borde liso, base aguda, de 3 x 0.7 cm, nerviación secundaria inconspicua. Conos masculinos foliosos, los femeninos tienen en el ápice una excreción carnosa, en dentro contenidas varias semillas.

- **Ecología y distribución de la especie.**

Esta especie se extiende desde Guatemala hasta el Perú. La especie es más frecuente en la franja comprendida entre los 1.500 y los 3.500 metros de altitud, aunque existen registros a menor altura. Hasta el presente ha sido herborizada en territorio de Amazonas. Árbol de dosel, de bosque húmedo y muy húmedo subandino y andino. La especie se ha encontrado florecida en enero, mayo, junio, julio y octubre y fructificado en enero, febrero, abril y noviembre (López, 1994; Rueda, 2007).

- **Características edafoclimáticas.**

Es propia de cañadas y laderas húmedas, se distribuye altitudinal mente desde los 1400 - 3200 msnm, creciendo en suelos profundos o medianamente profundos con subsuelo rocoso, aunque también puede desarrollarse en laderas con menor humedad y expuestas a vientos secos, pero entonces con menor crecimiento (Alanís y Bermúdez, 2000).

- **Descripción silvicultural y manejo de la especie.**

En algunos bosques es codominante y asociado con especies de los géneros *Clusia*, *Weinmania*, *Ocotea*, *Drymis*, *Hedyosmum* y *Brunellia*. Generalmente crece en bosques con pendientes superiores al 50%, que corresponden a topografías que van desde escarpadas a fuertemente escarpadas.

- **Usos e importancia social de la especie.**

La madera de esta especie al igual que la de otras coníferas es muy apreciada por su calidad, razón por la cual tiene amplia demanda en especial para labores de ebanistería.

*j) Parajubaea cocoides* Burret (Cocotero)

- **Familia:** Arecaceae.
- **Descripción botánica.**

Árbol de 10 – 20 m de altura, diámetro hasta 40cm., sin espinas. Corteza externa café-grisáceo, agrietado levemente. Compuestas, pinnadas, dobladas, forman un penacho en la parte superior, con 200 pinnas aproximadamente a cada lado, miden de 40-47 x 1.6 -1.8 cm, la vaina se desintegran en fibras largas grises. Inflorescencia interfoliar, erecta, volviéndose péndula en el fructificación, monoicas; Flores masculinas sésiles anaranjadas, 3 sépalos café oscuro, connatos en la base, triangulares; 3 pétalos, libres, ovada, estambres 14– 18. Frutos redondos en racimos colgantes, liso, café-verdoso, y base amarilla, 5 cm. de largo y se encuentran de 1–2 semillas, son aceitosas (Alanís y Bermúdez, 2000).

- **Ecología y distribución de la especie.**

En Ecuador se observa esta palma con flores y frutos durante todo el año y en Colombia se ha registrado su floración y fructificación en octubre. No existen publicaciones sobre sus polinizadores, pero las flores son visitadas por gran cantidad de abejas. No se conocen los dispersores naturales de sus frutos debido a que la especie no ha sido registrada en la naturaleza y su distribución se debe enteramente a que la gente la cultiva en distintas ciudades y jardines del callejón interandino (López, 1994; Rueda, 2007).

Hasta hace poco solo se conocían registros de cultivo de esta especie en los Andes ecuatorianos y el sur de Colombia entre 1 500–3 000 m y no se conocían poblaciones silvestres ni su origen en la naturaleza.

- **Características edafoclimáticas.**

Se desarrollará mejor en suelos con pH ácido, neutro o alcalino. Su parte subterránea crecerá con vigor en soportes con textura arenosa, franca o arcillosa, éstos se pueden mantener generalmente húmedos. En cuanto a sus necesidades lumínicas, podemos aseverar que es medianamente exigente, puede situarse en un lugar con sombra o con exposición directa al sol indistintamente. Con respecto a su dureza contra condiciones adversas podemos decir que no

puede sobrevivir a las heladas y su tasa de crecimiento en condiciones óptimas es media (López, 1994; Rueda, 2007).

- **Descripción silvicultural y manejo de la especie.**

Aún no hemos encontrado información fiable sobre qué tipo de enfermedades o plagas pueden afectar a esta especie.

- **Usos e importancia social de la especie.**

Como fuente de aceite comestible. Muchos aceites de palmas nativas son ricos en vitaminas y antioxidantes y pueden ser clasificados en dos grupos según su composición de ácidos grasos. Identificada como una especie patrimonial en territorio ecuatoriano (Alanís y Bermúdez, 2000).

**Anexo 4. Ilustraciones.**



*Ilustración 1.* Áreas de recreación Unidad Educativa Imbaya.  
**Elaborado por:** José Andrés Tito Chulde



*Ilustración 2.* Avenida Julio Miguel Aguinaga.  
**Elaborado por:** José Andrés Tito Chulde



*Ilustración 3.* Parque central Imbaya.  
**Elaborado por:** José Andrés Tito Chulde



*Ilustración 4.* Parque Andrade Marin.  
**Elaborado por:** José Andrés Tito Chulde