



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**

**GESTIÓN DEL ARBOLADO URBANO EN EL CANTÓN URCUQUÍ, PROVINCIA
DE IMBABURA.**

AUTOR

José David Quiroz Tello

DIRECTOR

Ing. José Gabriel Carvajal Benavides, Mgs.

IBARRA – ECUADOR

2020



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

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

GESTIÓN DEL ARBOLADO URBANO EN EL CANTÓN URCUQUÍ, PROVINCIA DE IMBABURA.

Trabajo de titulación revisado por el director y miembros asesores, por lo cual se autoriza la
presentación como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

APROBADO POR TRIBUNAL DE TRABAJO DE TITULACIÓN

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

Ing. Carlos Ramiro Arcos Unigarro, Mgs.
Asesor de trabajo de titulación

Ing. Hugo Orlando Paredes Rodríguez, Mgs.
Asesor de trabajo de titulación

Ibarra – Ecuador

2020



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

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

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100349450-5		
APELLIDOS Y NOMBRES:	José David Quiroz Tello		
DIRECCIÓN:	San Antonio de Ibarra, calle Camilo Pompeyo y 20 de Julio		
EMAIL:	jdquirozt@utm.edu.ec david_21239@hotmail.com		
TELÉFONO FIJO:	062 550 799	TELÉFONO MÓVIL:	0999346246

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	"GESTION DEL ARBOLADO URBANO EN EL CANTÓN URCUQUÍ, PROVINCIA DE IMBABURA."
AUTOR (ES):	José David Quiroz Tello
FECHA: DD/MM/AAAA	14/09/2020
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Forestal
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. José Gabriel Carvajal Benavides, Mgs.

2. CONSTANCIAS

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 que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 14 días del mes de septiembre de 2020

EL AUTOR:

José David Quiroz Tello

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA - UTN

Fecha: 14 de septiembre del 2020

José David Quiroz Tello **GESTIÓN DEL ARBOLADO URBANO EN EL CANTÓN URCUQUÍ, PROVINCIA DE IMBABURA.**; Trabajo de titulación. Ingeniero Forestal. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Forestal.

Ibarra, 14 de septiembre 2020

DIRECTOR: Ing. José Gabriel Carvajal Benavides, Mgs.

El objetivo general del Trabajo de Titulación fue: Caracterizar el arbolado urbano en el cantón Urcaquí, provincia de Imbabura para proponer un modelo de gestión que ofrezca los servicios ambientales, sociales y económicos acorde a lo recomendado por la Organización Mundial de la Salud.



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



.....
José David Quiroz Tello
Autor

DEDICATORIA

A mi familia por su amor incondicional desde el inicio, mi madre y su ternura mi padre y su sacrificio, gracias por su esfuerzo y amor.

A mis abuelitos por ese cariño y apoyo desde mi infancia, y los consejos que siempre son acertados ayudando a la formación de un nieto más.

A mis hermanos Mayra y Diego por el acompañamiento en las diferentes etapas de la vida, siendo un apoyo constante en mi formación.

A Iveth y a mi hija que viene en camino, la inspiración que me hacía falta.

AGRADECIMIENTO

A quienes de alguna u otra forma aportaron de manera desinteresada y sincera en mi formación profesional, a mis amigos forestales que se han convertido en hermanos, Samuel Espinosa, Andrés Montoya, Gabriela Pantoja, Gabriela Buitrón, Ricardo España, Juan Cuasquer, Alex Freire, Kenny Rubio y Rodolfo Alcoaser, que con gran ilusión empezamos la construcción de una meta en las aulas de la Universidad Técnica del Norte y nos hemos apoyado a lo largo de este caminar que se vuelve una realidad.

A los miembros del Gobierno Parroquial Rural de Tumbabiro, de manera especial a la Sra. Jenny Rivera Fernández por darme la oportunidad de desarrollarme profesionalmente en el campo laboral.

Al Ing. Walter Palacios apreciado amigo, por la sabiduría transmitida a lo largo de mis estudios y sobre todo por la paciencia paternal brindada.

Al equipo director y asesor cuyos aportes rinden tributo a la experiencia adquirida y hacen de esta investigación un trabajo de calidad.

A todos quienes forman parte de la carrera de Ingeniería Forestal y la Universidad Técnica del Norte por darme la oportunidad de cumplir mi sueño, y brindarme la herramienta para una vida llena de éxitos.

TABLA DE CONTENIDOS

	Págs.
APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE TRABAJO DE TITULACIÓN.....	i
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UTN.....	ii
CESIÓN DE DERECHOS DEL AUTOR	iii
REGISTRO BIBLIOGRÁFICO	iv
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT.....	xii
CAPÍTULO I.....	13
INTRODUCCIÓN	13
1.1 Objetivos.....	15
1.1.1 General.....	15
1.1.2 Específicos.....	15
1.2 Preguntas directrices.....	15
CAPÍTULO II	16
MARCO TEÓRICO	16
2.1 Fundamentación legal.....	16
2.1.1 Código orgánico del ambiente.....	16
2.1.2 Plan Nacional de Desarrollo 2017 – 2021	16
2.1.3 Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD).....	17
2.1.4 Línea de investigación	18
2.2 Fundamentación teórica.....	18
2.2.1 Áreas verdes urbanas	18

	Págs.
2.2.2 Silvicultura urbana.....	20
2.2.2.1 Bosque urbano	21
2.2.2.2 Ventajas y desventajas del arbolado urbano y periurbano.....	22
2.2.3 Beneficios de las áreas verdes	23
2.2.3.1 Beneficios ambientales	24
2.2.4 Tipos de áreas verdes.....	27
2.2.5 Planificación de áreas verdes urbanas	28
2.2.5.1 Condiciones del lugar	29
2.2.5.2 Características de las especies	30
2.2.5.3 Criterios para la selección de árboles	30
2.2.6 Problemas en el mantenimiento del arbolado urbano y periurbano	31
2.2.7 Principales problemas para áreas arboladas	31
2.2.8 La política forestal en el Ecuador	32
CAPÍTULO III.....	35
MATERIALES Y MÉTODOS	35
3.1 Ubicación del sitio	35
3.1.1 Política	35
3.1.2 Geográfica.....	35
3.1.3 Límites	35
3.2 Datos climáticos.....	35
3.3 Materiales y equipos.	35
3.3.1 Materiales	35
3.3.2 Equipos	36
3.4 Metodología.....	36
3.4.1 Censo diagnóstico del arbolado urbano actual en los principales parques, calles, avenidas del cantón Urcuquí.....	36

	Págs.
3.4.1.1 Trabajo de Campo.....	37
3.4.1.2 Ubicación.....	37
3.4.1.3 Características dasométricas	38
3.4.1.4 Evaluación de condición.....	38
3.4.2 Análisis de afectación a la infraestructura en los principales parques, calles, avenidas del cantón Urcuquí y proponer medidas correctoras acorde a los criterios de la arboricultura.....	39
3.4.3 Elaboración de un plan de acciones en el manejo de la silvicultura urbana para el cantón Urcuquí.....	39
CAPÍTULO IV	41
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	41
4.1 Censo diagnóstico del arbolado urbano actual en los principales parques, calles, avenidas del cantón Urcuquí.....	41
4.1.1 Ubicación.....	41
4.1.2 Características dasométricas	45
4.1.3 Evaluación de condición.....	47
4.1.3.1 Condición estructural y fitosanitaria.....	47
4.1.3.2 Fase fisiológica	49
4.1.3.3 Peligros y riesgos	50
4.1.3.4 Intervención	51
4.1.4 Análisis de afectación a la infraestructura en los principales parques, calles, avenidas del cantón Urcuquí y proponer medidas correctoras acorde a los criterios de la arboricultura.....	53
4.2 Elaboración de un plan de acciones en el manejo de la silvicultura urbana para el cantón Urcuquí.....	54
4.2.1 Sensibilización de la importancia del arbolado urbano	55

	Págs.
4.2.1.1 Capacitaciones a los actores involucrados en el tema de importancia y beneficios del arbolado urbano.....	55
4.2.1.2 Gestión de la denominación de árboles patrimoniales	55
4.2.2 Gestión del arbolado urbano	56
4.2.2.1 Retiro de elementos muertos y peligrosos	56
4.2.2.2 Plantación de reposición en parques, calles y predios en los que se hayan retirado elementos muertos o peligrosos.....	57
4.2.2.3 Podas de eliminación de ramas muertas y podas correctoras	60
4.2.2.4 Mejora de las condiciones edáficas en suelos.....	61
4.2.3 Control y monitoreo.....	62
4.2.3.1 Diseño de un cronograma de seguimiento y control de las actividades	62
4.2.3.2 Gestión fitosanitaria bianual	62
 CAPÍTULO V	 63
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	63
5.1 Conclusiones.....	63
5.2 Recomendaciones	63
 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	 64
 ANEXOS	 67

ÍNDICE DE TABLAS

	Págs.
Tabla 1. Condiciones y parámetros de evaluación del arbolado urbano.....	38
Tabla 2. Información general del arbolado urbano por parroquia	42
Tabla 3. Estadística descriptiva del número de individuos del arbolado urbano por parroquia	43
Tabla 4. Familias y especies del arbolado urbano	44
Tabla 5. Estadística descriptiva general del arbolado urbano.....	45
Tabla 6. Estadística descriptiva por especie del arbolado urbano.....	46
Tabla 7. Condición estructural y fitosanitaria del arbolado urbano	48
Tabla 8. Tipo, justificación y prioridad de intervención en el arbolado urbano	52
Tabla 9. Recomendaciones de manejo.....	52
Tabla 10. Acciones del Plan de Gestión del arbolado urbano del Cantón Urququí.....	54
Tabla 11. Selección de especies y técnicas de plantación.....	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de individuos por tipo de arbolado y parroquia.....	42
Figura 2. Estado fitosanitario del arbolado urbano.....	48
Figura 3. Fase fisiológica del arbolado urbano por parroquia.	50
Figura 4. Peligros y riesgos del arbolado urbano.....	51
Figura 5. Plantación de un nuevo árbol	59
Figura 6. Poda correctos e incorrectos.....	61

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Mapa de ubicación del cantón San Miguel de Urququí	67
Anexo 2. Condiciones y fases fisiológica por especie.....	69
Anexo 3. Tipo de intervención, peligros y riesgos por especie	73
Anexo 4. Justificación, prioridad de intervención y recomendaciones por especie	74
Anexo 5. Evaluación del arbolado.....	75
Anexo 6. Visita técnica.....	76

TÍTULO: GESTIÓN DEL ARBOLADO URBANO EN EL CANTÓN URCUQUÍ, PROVINCIA DE IMBABURA.

Autor: José David Quiroz Tello

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

Año: 2020

RESUMEN

La arboricultura urbana procura ayudar a los árboles a estar sanos, seguros y atractivos, en este contexto el estudio se desarrolló en el cantón Urcuquí, provincia de Imbabura prevé gestionar el arbolado urbano a través de la caracterización mediante un censo diagnóstico que permita analizar la afectación a la infraestructura civil y proponer medidas correctoras acorde a los criterios de la arboricultura para elaborar un plan de acciones en el manejo de la arboricultura para el cantón. Se aplicó la evaluación visual de arbolado, además de la medición de las variables dasométricas. Se encontraron 22 áreas con arbolado urbano. Se registraron 688 individuos de los cuales el 71.08% corresponden a especies exóticas y el restante 28.92% como nativas distribuidos en 25 familias y 39 especies; siendo las familias más frecuentes Cupressaceae, Bignoniaceae y Myrtaceae. Se registró un promedio en diámetro a la altura del pecho de 25.69 cm, altura total de 8.67 m y edad de 33.95. El 46.5% de los ejemplares se consideran en condición estructural buena; mientras que la condición fitosanitaria buena fue el 57.7%. En lo que respecta a la condición fisiológica el 45.4% es maduro, 26.0% adulto, 26.3% jóvenes y 2.3% senescentes. En cuanto a los riesgos únicamente 37 ejemplares presentan peligros o riesgos, siendo el principal el volcamiento, sobre todo en el caso de árboles muertos. Se considera que el 5.5% de los ejemplares evaluados presentan una alta prioridad de intervención; mientras que la afectación a la infraestructura fue del 2.76% en calles y parques; mientras que únicamente 0.44% presentan afecciones al tendido eléctrico. El plan de acciones en el manejo de la arboricultura para el cantón Urcuquí contempla la remoción y reemplazo de ejemplares, así como también podas que contribuyan al desarrollo de los árboles y eviten afectaciones actuales y futuras.

Palabras clave: Arboricultura urbana, afectación del arbolado, gestión del arbolado, condición fitosanitaria, variables dasométricos, especies exóticas.

**TITLE: MANAGEMENT OF THE URBAN TREES IN THE URCUQUI CANTON,
PROVINCE OF IMBABURA.**

Author: José David Quiroz Tello

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

Year: 2020

ABSTRACT

Urban arboriculture seeks to help trees be healthy, safe and attractive, in this context the study was developed in the Urcuquí canton, Imbabura province plans to manage urban woodland through characterization through a diagnostic census to analyze the affectation civilian infrastructure and propose corrective measures in line with the Criteria of Arboriculture to develop a plan of actions in the management of arboriculture for the canton. Visual assessment of woodland was applied, in addition to the measurement of dasometric variables. 22 systems with urban woodland were found. 668 individuals were recorded, of which 71.08% correspond to exotic species and the remaining 28.92% as natives distributed in 25 families and 39 species: being the most frequent families Cupressaceae, Bignoniaceae y Myrtaceae. A diameter at chest height of 25.69 cm, total height of 8.76 m and age 33.95 was recorded. 46.5% of specimens were considered in good structural condition, while the good phytosanitary condition was 57.7%. As far as physiological condition is concerned 45.4% is mature, 26.0% adult, 26.3% young and 2.3 senescent. As regards the risks only 37 specimens present hazards or risks, the main one being the fall, especially in the case of dead trees. 5.5% of the evaluated specimens are considered to have a high priority of intervention; while the impact on infrastructure was 2.76% on streets and parks; while only 0.44% have power lines. The plan of actions in the management of the Arboriculture for the Urcuquí canton involves the removal and replacement of specimens, as well as pruning that contributes to the development of trees and avoid current and future impacts.

Key words: Urban arboriculture, woodland affectation, tree management, phytosanitary condition, dasometric variables, exotic species.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Unos de los problemas más importantes a nivel global es el incremento de las emisiones de CO₂, lo cual entre otros factores favorece el efecto invernadero, que a su vez es causa del cambio climático. Otro aspecto que es necesario citar es el incremento de espacios urbanos consolidados, que al requerir mayor concentración de habitantes en menor espacio generalmente van en detrimento de los espacios verdes, lo cual genera el llamado efecto Albedo o islas de calor, con los consecuentes daños a la salud y calidad de vida de la población, en la actualidad el 54% de la población mundial se encuentra en las ciudades, se estima que para el año 2050 el 66% vivirá en zonas urbanas (Fogel, 2012).

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Censo, Ecuador no cuenta con la distribución necesaria de espacios verdes, debido a que el 95% de municipios existentes no cumplen con lo establecido por la Organización Mundial de Salud (OMS) que es un mínimo de 9m² de espacio verde por habitante y siendo idóneo un índice de 14m² de área verde por habitante, en todas las urbes y actualmente existe solo 4,69m² de espacios verdes por habitante con un déficit mayor al 50% por habitante aproximadamente (Fajre y Silva, 2001).

A esto se conjuga la poca o mala divulgación de información local a nivel de documentos científicos en materia de silvicultura urbana que permita un mejor ordenamiento y planificación, diseño, y manejo de áreas verdes esto conlleva a que se pierdan aspectos importantes como la ecología, fisiología y morfología de especies nativas y exóticas que se introducen en la infraestructura urbana y la cual se ve afectada con altos costos de control y mantenimiento (Gallardo, Tabares, Hernández, Sierra, y Giraldo, 2014).

En la actualidad, como respuesta a las necesidades urbanísticas, de salud y sobre todo como herramienta fundamental para mitigar el cambio climático se reconoce al arbolado urbano como una respuesta efectiva, a estas problemáticas, el cual aparece rodeado de ciencias propias y específicas que derivan de las ciencias forestales, entre las

que se puede citar la Arboricultura (es la ciencia que comprende la selección, propagación, cuidado y tala selectiva de plantas perennes y leñosas, como árboles y arbustos, el estudio de su crecimiento y que incluye y modifica a las prácticas tradicionales. La Arboricultura Moderna trata sobre nuevas y mejores maneras de ayudar a los árboles a estar sanos, seguros y atractivos (Shigo, 1994), la biomecánica aplicada a estructuras arbóreas, Dendrocronología, Dendrogeomorfología, la micología y su interrelación con los árboles, entre otras.

En la investigación se decidió levantar un diagnóstico del número y conveniencia de árboles existentes dentro del casco urbano del cantón Urcuquí, para la generación de nueva información sobre el estado de las áreas arboladas (arbolado de avenidas o viario en parterres y aceras) y parques urbanos.

Se diagnosticó mediante un censo la distribución del arbolado del cantón Urcuquí que permitió establecer cuál de todos los criterios es el principal problema y en conjunto con el análisis a la afectación de la infraestructura, información que servirá de soporte técnico al Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de San Miguel de Urcuquí en la toma de decisiones y así se logre una mejor ordenación y planificación futura de la infraestructura verde y arbórea del cantón.

También se buscó contribuir con el desarrollo de una urbe más sostenible con especies nativas que ofrecen múltiples bienes y servicios al cantón como son: la mejora en la calidad del aire (aumento de la concentración de oxígeno, humedad relativa, compuestos orgánicos volátiles, presencia de polen), la captación de CO₂, la mejora del paisaje (con la consecuente mejora de la calidad de salud psicológica de la población), retención de escorrentía superficial, incremento de la biodiversidad, entre otros muchos factores ambientales, psicológicos, sociales y económicos que el arbolado urbano puede ofrecer. Cabe recalcar que la OMS reconoce que se debe contar con un mínimo de un árbol por cada tres habitantes en zonas urbanas.

1.1 Objetivos

1.1.1 General

Caracterizar el arbolado urbano en el cantón Urcuquí, provincia de Imbabura para proponer un modelo de gestión que ofrezca los servicios ambientales, sociales y económicos acorde a lo recomendado por la OMS.

1.1.2 Específicos

- Realizar un censo diagnóstico del arbolado urbano actual en los principales parques, calles y avenidas del cantón Urcuquí.
- Analizar la afectación a la infraestructura civil o gris en los principales parques, calles y avenidas principales del cantón y proponer medidas correctoras acorde a los criterios de la Arboricultura.
- Elaborar un plan de acciones en el manejo de la silvicultura urbana y/o de la Arboricultura para el cantón Urcuquí.

1.2 Preguntas directrices

- ¿Cuál es la cantidad y la calidad del arbolado urbano existente en el cantón Urcuquí?
- ¿Existe infraestructura verde, corredores ecológicos o arbolado causando afectación a la infraestructura civil, cuáles son las causas y las medidas correctoras?
- ¿Existe un plan de acciones para el manejo de la silvicultura urbana en el cantón Urcuquí?

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

1.3 Fundamentación legal

1.3.1 Código orgánico del ambiente.

En libro segundo del patrimonio natural, capítulo II 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.

1.3.2 Plan Nacional de Desarrollo 2017 – 2021

El presente estudio se enmarca en el objetivo, políticas y lineamientos estratégicos siguientes:

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

Políticas:

3.1 Conservar, recuperar y regular el aprovechamiento del patrimonio natural y social, rural y urbano, continental y marino-costero, que asegure y precautele los derechos de las presentes y futuras generaciones.

3.3 Promover buenas prácticas ambientales que aporten a la reducción de la contaminación, a la conservación, a la mitigación y a la adaptación a los efectos del cambio climático, e impulsar las mismas en el ámbito global.

3.5 Impulsar la generación de bio-conocimiento como alternativa a la producción primario-exportadora, así como el desarrollo de un sistema de bioseguridad que precautele las condiciones ambientales que pudieran afectar a las personas y otros seres vivos.

1.3.3 Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD)

El COOTAD (2012) menciona sobre los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) en el Art. 424.- Porcentaje del área verde fraccionada.

En toda urbanización y fraccionamiento del suelo, se entregará a la municipalidad, mínimo el diez por ciento y máximo el veinte por ciento calculado del área útil del terreno urbanizado o fraccionado, en calidad de áreas verdes y comunales. Tales bienes de dominio y uso públicos no podrán ser cambiados de categoría. Dentro del rango establecido, no se considerarán a los bordes de quebrada y sus áreas de protección, riberas de los ríos y áreas de protección, zonas de riesgo, playas y áreas de protección ecológica. Se prohíbe todo tipo de exoneración a la contribución de áreas verdes y comunales, excepto en función del lote mínimo vigente según la planificación territorial, en cuyo caso se compensará con el pago en dinero según el avalúo catastral (Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización [COOTAD], 2017, p.185- 186).

1.3.4 Línea de investigación

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

1.4 Fundamentación teórica

1.4.1 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, contribuyendo en el desarrollo de una sociedad urbana, enfocado en lo recreativo, estético y de la salud (Rivas, 2004).

Las diferentes culturas demostraron interés por las especies arbóreas a través del tiempo, considerando a los árboles como parte de la belleza de la ciudad, además de que se les otorgaba gran importancia. 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 (Fajre & Silva, 2001).

En la actualidad se reconoce al arbolado como parte de la infraestructura básica mínima de una población y resulta imprescindible en los nuevos proyectos de desarrollo urbanístico.

A efectos del estudio de la investigación será necesario establecer algunos términos que se usarán en lo sucesivo:

a. Árbol: planta perenne, de tronco leñoso y elevado, que se ramifica a cierta altura del suelo (Diccionario de la Real Academia Española).

b. Árboles: son organismos perennes de larga vida, leñosos y que se compartimentan (Shigo, 1994).

c. Arbolado: conjunto de árboles.

d. Árbol patrimonial: árboles, arbustos, palmeras y otros ejemplares vegetales de porte arborescente que, por sus características biológicas, paisajísticas, históricas, culturales o sociales, hayan sido inventariados y declarados bienes patrimoniales, son de interés público y se consideran un bien protegido y a conservar.

e. Arbolado urbano: ejemplares arbóreos, arbustivos de porte arborescente y palmeras presentes en zonas urbanas.

f. Arbolado público: aquel asentado sobre terreno de dominio y uso público. Incluye el arbolado viario ubicado en alineación de calles, avenidas, aceras, parterres y redondeles; así como el arbolado existente en bulevares, plazas, parques y demás áreas verdes urbanas. La responsabilidad de su mantenimiento recae sobre la gestión municipal.

g. Arbolado privado: Aquél que se halla ubicado en terreno de dominio y uso privado. La responsabilidad de su protección y mantenimiento recae sobre el propietario del predio.

h. Arbolado privado de uso público: aquel que se halla ubicado en terreno de dominio privado y uso público. La responsabilidad de su mantenimiento recae sobre el propietario del predio.

i. Árbol urbano como un sistema: el árbol es un organismo complejo que aloja a otros organismos como algas, hongos, musgos, líquenes, epífitas, insectos y otros organismos interdependientes tanto en copa como en sistema radicular.

j. Arboretos: Son espacios dedicados a la conservación de plantas madre para la reproducción en vivero de plantas y árboles que serán sembrados en el Distrito. También puede tener fines educativos y de investigación.

k. Arboricultura: es la ciencia que comprende la selección, propagación, cuidado y tala selectiva de plantas perennes y leñosas, como árboles y arbustos, el estudio

de su crecimiento y que incluye y modifica a las prácticas tradicionales. La Arboricultura Moderna trata sobre nuevas y mejores maneras de ayudar a los árboles a estar sanos, seguros y atractivos (Shigo, 1994).

l. Arborización: plantación de especies arbóreas en el suelo para que de forma natural desplieguen sus raíces en el subsuelo y crezcan.

m. Arbusto: Vegetal leñoso cuyos tallos se ramifican desde su base, que pueden ser de tamaños variables, desde menos de 1m hasta 30 m.

n. Área de Vegetación o Zona de Seguridad: la superficie de terreno en la que existe mayor probabilidad de contener el sistema radicular completo de la vegetación. En el caso de los árboles y los arbustos, corresponde a un radio equivalente al de la línea de goteo (área en el suelo correspondiente a la sombra de la copa) más dos metros. En los ejemplares de porte columnar (aspecto de columna), se debe añadir cuatro metros al radio de la zona de goteo.

o. Áreas vegetadas: toda superficie cubierta con plantas cubre suelos, herbáceas, arbustos, arbolado y palmeras.

p. Bosque urbano: superficie arbórea ubicada en límites urbanos.

q. Corredor verde: área verde de impacto barrial, de menor extensión que el parque, con equipamiento que favorece las actividades propias del lugar. Tiene características longitudinales, con vocación de paseo peatonal. También puede entenderse como corredor verde a los elementos que cumplen funciones de conectividad entre áreas verdes (Ledesma, 2008).

1.4.2 Silvicultura urbana

Es la orientación planificada, integrada y sistemática del ordenamiento de árboles en zonas urbanas, orientado al bienestar fisiológico, sociológico y económico de la comunidad en la ciudad. Esta estrategia multifacética trata de zonas boscosas, grupo de árboles donde

viven densos conglomerados de personas, abarcando una gran variedad de hábitats, calles, parques, avenidas, y potreros (Gallardo, Tabares, Hernández, Sierra, y Giraldo, 2014).

Los ejemplos de este tipo de planificación integrada son escasos y para que la incorporación de árboles a la estructura social y física de pueblos y ciudades resulte fructífera, es preciso incorporar la silvicultura en la planificación urbana general. Este tipo de planificación integrada esta recién comenzando a ponerse en práctica a muchos países desarrollados (Gallardo, Tabares, Hernández, Sierra, y Giraldo, 2014).

1.4.2.1 Bosque urbano

La arborización 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 arboles sembrados (Fogel, 2012), por ello es conveniente fomentar la plantación urbana de árboles que ofrezcan los beneficios citados y mantener los árboles existentes en óptimas condiciones, para que sean Sanos, seguros y atractivos (Ledesma, 2008).

Bajo este contexto, la Organización Mundial para la Salud aconseja un mínimo de 9 metros cuadrados de área verde por habitante (Herrán, 2012), pero hemos de entender áreas verdes arboladas para los fines de esta investigación, ya que debido a temas constructivos u otros motivos se considera área verde a áreas encespadas e incluso a canchas y espacios recreativos.

Los bosques urbanos son la espina dorsal de la infraestructura verde que conecta las áreas urbanas a las rurales y mejora la huella ambiental de las ciudades (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2017).

a. Bosques y arbolados periurbanos: Los bosques y las masas boscosas que rodean los poblados y ciudades y que pueden suministrar bienes y servicios tales como leña, fibras, frutas, otros productos forestales no madereros (PFNM), agua limpia, recreación y turismo.

b. Plantaciones comerciales o no comerciales con especies introducidas. Se trata de masas verdes con poca o ninguna aportación de servicios ambientales.

c. Parques municipales y bosques urbanos (> 0,5 ha). Grandes parques urbanos o municipales con una variedad de cobertura vegetal y, al menos, parcialmente equipados con instalaciones para el tiempo libre y la recreación.

d. Parques y jardines pequeños con árboles (<0,5 ha). Pequeños parques municipales equipados con instalaciones para la recreación/tiempo libre y jardines y áreas verdes privados.

e. 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 (Humanitatis, 2012).

1.4.2.2 Ventajas y desventajas del arbolado urbano y periurbano

EL arbolado urbano ofrece algo más de cien servicios entre ambientales, sociales y económicos. Una de las mayores ventajas que aporta es la mejora de la calidad de aire, lo cual tiene una importante implicación para la salud y calidad de vida de la población. El arbolado urbano al estar distribuido de manera adecuada sirve como elemento conector entre las masas vegetales periurbanas, formando las llamadas redes verdes urbanas o bio-redes.

Es tanta la cantidad de beneficios que aporta que se ha estimado entre 1,8 y 3 USD de ganancia en beneficios ambientales por cada 1usd invertido para el efecto.

De entre los elementos que se pueden considerar como negativos o desventajas podemos citar las afectaciones a infraestructuras ocasionadas por la mala elección de las especies a incorporar en los cascos urbanos, los inconvenientes ocasionados por floraciones o fructificaciones incómodas para transeúntes, presencia de espinas, caída parcial o total de estructuras debido principalmente a la mala elección de especies. Por

ello es prioritaria la incorporación de criterios de Silvicultura Urbana que aporten con los aspectos técnicos inherentes a la selección de especies idóneas a plantar en los espacios urbanos consolidados como son:

- Tamaño inicial y máximo esperable de los ejemplares a incorporar
- Conocimiento de los hábitos de crecimiento, floración y fructificación
- Intrusividad de sistemas radiculares, aspecto de alto interés para evitar las afectaciones a sistemas de acueductos, redes subterráneas, cimientos, etc.
- Hábitos esperables de fractura o vuelco, etc.

Bajo estas premisas, que son la cantidad de servicios ofrecidos y la inmensa gama de soluciones y recursos técnicos para la solución de los conflictos que pudieran aparecer entre el arbolado y las infraestructuras urbanas, resulta casi despreciable la condicionante de incremento y mantenimiento del arbolado urbano por temor a daño a las infraestructuras civiles.

1.4.3 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. 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 (González, 2002).

Como equipamiento social son un soporte en el esparcimiento y la recreación, 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 (Rivas, 2012).

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 (McPherson, 2002), 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 (Rivas, 2012).

1.4.3.1 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 (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2014).

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. Entre los beneficios ambientales más importantes, están los siguientes:

a. Modificación de microclimas: Lo realizan mediante la protección contra la radiación solar, regulación de temperatura y reducción de la velocidad del viento (Bogota, 1995).

b. 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 (Olmos, 1991).

c. 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 (Olmos, 1991).

d. Absorción de CO₂: La emisión de CO₂ realizada por los procesos industriales y de movilidad incrementa los problemas relacionados al efecto invernadero, siendo este citado componente de alto interés para la elaboración de azúcares y polímeros derivados de ésta (celulosa) mediante el proceso fotosintético, utilizados en la elaboración de las estructuras vegetales. Por este motivo resulta idónea la plantación de arbolado, que servirá como sumidero para la captura de CO₂.

e. Ozono: Las altas temperaturas aceleran su formación. Según varios 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 (FAO, 2017).

f. Agua: Mediante los siguientes beneficios:

- 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. Además, los árboles transpiran y generan vapor de agua que se convierte en nubes (FAO, 2017).

- Control de inundaciones: 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 (FAO, 2017).

- Tratamiento de Aguas Residuales: 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 (Fajre & Silva, 2001).

g. Biodiversidad: Las áreas verdes generan diversidad biológica. Provee de un hábitat para especies vegetales, animales silvestres y crea ecosistemas de interés.

Diferentes especies de árboles han evolucionado en simbiosis 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 (Nowak, Dwyer, & Childs, 1997).

h. 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 (Nowak, et al., 1997).

i. 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 (International Society of Arboriculture [ISA], 2010).

j. 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 (ISA, 2010).

k. 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 (Bolaños, 2015).

l. 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. (Bolaños, 2015). 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 (Lavell, 2014).

m. 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 (Jaume Terradas, 2011).

Adelaide es 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 han desarrollado 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 (Jaume Terradas, 2011).

1.4.4 Tipos de áreas verdes

La vegetación urbana está representada por conjuntos de árboles de diferentes orígenes y que desempeñan diferentes papeles. Los individuos vegetales en los centros urbanos varían dependiendo de las características del lugar en donde son plantados. 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 (Jaume Terradas, 2011).

a. 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 (Humanitatis, 2012).

b. 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 (Humanitatis, 2012).

c. Calles y avenidas: El arbolado viario al ser de control y administración pública, es susceptible de un manejo adecuado, según lo previsto por el Ministerio de Ambiente del Ecuador, para lo cual se delega su gestión a los GAD municipales y metropolitanos. Es aquí donde los municipios pueden tener una fuerte implicación en la mejora de la calidad de vida de sus habitantes a la vez que se mitigan los efectos del cambio climático.

1.4.5 Planificación de áreas verdes urbanas

La incorporación de arbolado como componente fundamental de las áreas verdes debe reconocer: el lugar correcto de plantación, el ejemplar correcto a ser plantado y la manera idónea de realizar la plantación. Cabe recalcar que lo políticamente aceptado va en detrimento de lo técnicamente aceptado, no hay peores plantaciones que las realizadas por niños o por personal sin capacitación técnica, basta de desperdiciar los recursos públicos en acciones electorales, que no garantizan el establecimiento de los arbolitos, su desarrollo en el tiempo y menos la entrega de los servicios que esperamos del arbolado.

El planeamiento de la arborización consiste en determinar cuándo, cómo, dónde y porque sembrar la vegetación arbustiva y arbórea. 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 (Salazar , y otros, 2006).

Sin embargo, la ciencia del arbolado urbano, la Arboricultura ofrece una serie de medidas correctoras como son:

- Incorporación de aislamientos en el cableado eléctrico en las áreas en conflicto con arbolado.
- La plantación de especies nativas o foráneas recomendadas de porte pequeño y de crecimiento lento, a la vez que se prefieren las especies arbóreas de sistemas radiculares no intrusivos.
- El uso de reguladores hormonales de crecimiento.
- La adecuada gestión de poda mínima de mantenimiento del arbolado que puede alcanzar los cableados energizados como última opción.

Cabe mencionar que, según lo demostrado, la interacción de árboles sanos y bien manejados con los cables de telefonía e internet no representa riesgos de ningún tipo de riesgo para el arbolado, la gente o estos servicios.

1.4.5.1 Condiciones del lugar

Se debe realizar un recorrido previo 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 (Mexico, 2010). E inclusive se debe considerar la calicata de ciertos puntos para saber si es posible plantar.

1.4.5.2 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:

- Rusticidad: Resistencia a plagas, enfermedades y variaciones climáticas.
- Cortar una rama a un árbol es exactamente equivalente a amputar la pata a un perro, se debe tener una muy poderosa razón para ello (Hallé, 2015).
- Los troncos y ramas de los árboles no deben poseer espinas ni frutos molestos
- El árbol debe presentar buen efecto estético y fitosanitario.
- Se debe seleccionar el árbol adecuado para cada lugar, respetar los gálibos de tráfico peatonal y vehicular.
- Se debe conocer la conformación arquitectural media de cada especie
- Se debe poder prever el tamaño máximo esperable
- La intrusividad radicular

1.4.5.3 Criterios para la selección de árboles

Bajo un previo estudio y análisis dentro de un criterio racional se lleva a cabo el procedimiento de selección de los árboles a ser plantados. Se debe tener en cuenta que hay árboles que toman muchos años en alcanzar su fase madura en contraste con otras especies de vegetación (Lavell, 2014).

Los árboles atraviesan cuatro fases de desarrollo fisiológico (en arbolado urbano no resulta muy útil conocer la edad cronológica) que son: juvenil, adulta, madura y senescente. El lugar de plantación depende del tamaño máximo esperable del árbol a plantar y entra en consideración el hecho de que el árbol dejará de ejercer su función al tiempo en que sea plantado en un lugar inadecuado para su desarrollo.

En Ecuador no se puede hablar de hojas caducas o perennes, prácticamente tenemos una perpetua primavera debido a la perpendicularidad del sol, las épocas secas y lluviosas pueden generar “agostamientos”, en dónde hay una mayor caída de follaje, pero nunca una desnudez total con parada vegetativa, por tanto, esta condición debe ser prioritaria a la hora de seleccionar los ejemplares a plantar. Los estudios dendrocronológicos resultan muy complejos debido a este condicionante, además recomienda la plantación de especies con sistemas radiculares no intrusivos según los criterios anteriormente citados.

1.4.6 Problemas en el mantenimiento del arbolado urbano y periurbano

El problema de mantenimiento de la vegetación tiene como objetivo realizar el planeamiento de las labores de manutención para un periodo futuro de un año. El resultado es determinar cuáles son los tramos de red del sistema de distribución que deben ser sometidos a mantenimiento de la vegetación, y en qué periodo del año se deben llevar a cabo estas intervenciones, de tal manera que se pueda minimizar el nivel de energía no servida, el porcentaje promedio de violación a la zona de seguridad y el costo de mantenimiento (Foladori, 2001).

A esto debe agregarse el mantenimiento de arbolado, por un lado, con estructuras muertas o decadentes que pueden representar riesgos de fractura o colapso, conocido como la gestión del arbolado de riesgo y por otro con las estructuras que afectan los gálibos establecidos para tráfico humano y vehicular, particularmente en el arbolado viario.

1.4.7 Principales problemas para áreas arboladas

Diversos estudios en la materia, la principal problemática para las áreas verdes y árboles en la ciudad es la falta de planeación en la materia y una ausencia de planes de manejo integral de la vegetación, que tiene como consecuencia la plantación de árboles en lugares inapropiados, la selección inapropiada de especies, así como deficiencias en el mantenimiento de los árboles (García, 1988).

Los impactos negativos en las áreas verdes, que conllevan a un daño ambiental, tienen que ver, entonces, con el manejo y el mantenimiento de las áreas verdes. Sin embargo, no se puede dejar de lado los criterios ambientales y sociales, relativos sobre todo a la creación y a la accesibilidad de estos espacios. Entre los problemas más relevantes están los siguientes:

- Problemas con la Infraestructura urbana
- Levantamiento de pavimento
- Compactación del suelo
- Problemas de agua
- Poca esperanza de vida
- Arbolado de riesgo

1.4.8 La política forestal en el Ecuador

Según el Decreto Ejecutivo No. 505, publicado en el Registro Oficial No. 118 de 28 de enero de 1999, se fusionó en una sola entidad el Ministerio de Medio Ambiente y el Instituto Ecuatoriano Forestal y de Áreas Naturales y Vida Silvestre – INEFAN, de cuya fusión, la entidad resultante es el Ministerio del Ambiente (MAE), lo que lo constituye en la máxima autoridad forestal.

Mediante el acuerdo al artículo 42 de la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre, el Ministerio del Ambiente es el encargado de supervigilar todas las etapas primarias de producción, tenencia, aprovechamiento y comercialización de materias primas forestales.

En el 2002, el Ministerio del Ambiente formuló un conjunto de políticas y estrategias que permitan establecer un equilibrio entre el aprovechamiento sustentable de los recursos del bosque, la conservación de su biodiversidad y el necesario crecimiento económico que propenda a mejorar las condiciones de vida de la población.

Actualmente, la política forestal del estado ecuatoriano es el marco de referencia que determina las futuras decisiones en el sector forestal y señala el rumbo a seguir por el MAE y demás actores (instituciones, organizaciones, grupos o individuos).

La política forestal está constituida por objetivos y líneas estratégicas, entre ellas: Detener el proceso de pérdida de los bosques nativos; conservar los bosques y recursos existentes; restaurar las tierras de aptitud forestal y asegurar la participación de las poblaciones rurales y de pueblos y nacionalidades indígenas y negras en los procesos de toma de decisiones, planificación y seguimiento de programas forestales y de conservación (Ambiente, 2004).

En 2016 se incorporó dentro de las políticas del MAE a través del Acuerdo Ministerial 018 al arbolado urbano, cuyos criterios técnicos fueron delineados pobremente en el Anexo Técnico 1 del AM 059. Para las mesas de trabajo en 2017 para la elaboración del anexo técnico del COA se convocó a los especialistas de arbolado urbano del país, que actualmente suman apenas dos.

a. El Acuerdo Ministerial 018 de 2016:

Art. 1.- Establecer las directrices nacionales para la conservación, uso y manejo de los árboles en zonas urbanas, como elemento integrante del Patrimonio Natural del país, que deben ser observadas e implementadas por los organismos y entidades que integran el Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental; así como por todas las personas, colectivos y comunidades.

b. El Acuerdo Ministerial 059:

Art. 1.- Aprobar la Normativa Técnica Nacional para la Conservación, Uso y Manejo de los Árboles en Zonas Urbanas detallada en el Anexo 1 y que forma parte del presente instrumento, de conformidad con las directrices previstas en el Acuerdo Ministerial No. número 018 publicado en el Registro Oficial Suplemento 701 de 29 de febrero de 2016.

Art. 2.- La normativa antes indicada, se aplicará a nivel nacional en zonas urbanas y deberá ser observada e implementada por los organismos y

entidades que integran el Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental, así como por todas las personas, colectivos y comunidades.

Art. 3.- El Ministerio del Ambiente, en calidad de Autoridad Ambiental Nacional, a través de la Dirección Nacional Forestal y sus Direcciones Provinciales, así como los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales o Metropolitanos, a través de sus respectivas instancias de control, dentro del ámbito de sus competencias, serán responsables de velar por la adecuada aplicación del presente acuerdo.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

1.5 Ubicación del sitio

1.5.1 Política

La investigación se llevó a cabo en la provincia de Imbabura, cantón San Miguel de Urququí, parroquias: San Miguel de Urququí, Pablo Arenas, Cahuasquí, Buenos Aires, San Blas y Tumbabiro. (*Ver anexo I*).

1.5.2 Geográfica

El cantón Urququí, se encuentra a 78° 11' 50" O de longitud, 0° 25' 13" de latitud N, a 2320 msnm. (Urququí, 2014).

1.5.3 Límites

Urququí limita al este y al norte con el cantón Ibarra, al sur y suroeste con los cantones Antonio Ante y Cotacachi y al oeste con la provincia de Esmeraldas. (Urququí, 2014).

1.6 Datos climáticos

La temperatura media anual es de 17 °C, la precipitación media anual oscila entre 500-750 mm. (Urququí, 2014).

1.7 Materiales y equipos.

1.7.1 Materiales

- Hoja de campo.

- Podadora aérea.
- Podadora de mano.
- Sonda de exploración edáfica.
- Martillo de goma.
- Fundas plásticas.
- Arnés.
- Útiles de escritorio.

1.7.2 Equipos

- Computador.
- GPS de navegación.
- Cámara fotográfica.
- Clinómetro.
- Cinta diamétrica.
- Cinta métrica.
- Binoculares.

1.8 Metodología

1.8.1 Censo diagnóstico del arbolado urbano actual en los principales parques, calles, avenidas del cantón Urcuquí

Para la identificación de las áreas arboladas se realizó mediante cartografía, el recorrido en campo, se detalló los principales parques, calles y avenidas. Se identificó las áreas con presencia de arbolado urbano y se procedió a georreferenciar el área de estudio con puntos GPS, con lo cual se elaboró un mapa base para facilitar la toma de datos.

Debido a los costos elevados y a la dificultad de conseguir los equipos de evaluación instrumental se optó por realizar exclusivamente evaluación visual de arbolado, conocido como método EVA o VTA (Visual Tree Assessment), la cual consiste en observar los principales defectos mecánicos en los árboles, evaluar las condiciones del

entorno, condición fitosanitaria y estructural de cada ejemplar arbóreo para determinar su condición de seguridad, sanitaria y en base a ello proponer las medidas correctoras mediante las acciones silviculturales pertinentes (Reyes, Ponce, Vallejos, Mosquera, & Coelho, 2018) (*Ver anexo 2*).

1.8.1.1 Trabajo de Campo.

En el mapa base se ubicó las áreas a ser censadas, el cual se anotaron todos los árboles establecidos en parques, avenidas, y áreas de recreación, los mismos que presentaron una formación de copa sobre los dos metros de altura, y se determinó los siguientes aspectos para cada árbol.

- Ubicación.
- Características dasométricas.
- Evaluación de condición fitosanitaria y arquitectural.
- Evaluación de afectación.

1.8.1.2 Ubicación.

Dentro de la ubicación o localización del arbolado se tomó en cuenta los siguientes aspectos:

a. Asignación: Se refiere al número asignado a cada uno de los árboles evaluados, siguiendo un orden secuencial ascendente en cada área.

b. Fecha: Se registró la fecha de evaluación del árbol. El orden fue el siguiente: día/mes/año.

c. Ubicación del arbolado: Se refiere a la ubicación en términos de coordenadas, utilizando el GPS.

d. Árbol: Se registró familia, género, especie y nombre común de cada árbol, en caso de problemas en identificación, se tomó fotografías de hojas, flores y fuste, seguido de una recolección de muestras botánicas, las cuales se procedió a la identificación en el Herbario de la Universidad Técnica del Norte.

1.8.1.3 Características dasométricas

Así mismo en el censo se llevó a cabo la evaluación de las características descriptivas individuales de cada árbol, para lo que se consideró los siguientes aspectos dasométricos:

- Altura total en metros.
- Diámetro a la altura del pecho (DAP) en centímetros. – Se considerará a los ejemplares de cada especie que tengan DAP mayor o igual a 10 centímetros (cm).

1.8.1.4 Evaluación de condición

Para evaluar la condición del arbolado se tomó la metodología en el cual se designó los siguientes parámetros de valor. (Polo, 2016).

Tabla 1

Condiciones y parámetros de evaluación del arbolado urbano

Condición	Parámetro			
Condición estructural	Buena	Regular	Mala	
Condición fitosanitaria	Buena	Regular	Mala	
Fase fisiológica	Juvenil	Adulto	Maduro	Senescente
Tipo de intervención	Tala	Cirugía (poda)	Reubicación o trasplante	Ninguna
Peligros y riesgos	Riesgo fractura	Riesgo por deslave	Riesgo colapso	Riesgo vuelco
	Riesgo por fuertes vientos		Electrocución	
Justificación	Daño en obras, fachadas de edificios o monumentos Construcción: represente peligros por riesgos asociados...			

Prioridad de intervención	Árbol muerto o enfermo		
	Alta	Media	Baja
Recomendaciones	Reposición (cantidad y especie)	Mantenimiento	Protección
	Indicar si necesita valoración técnica especializada		

Fuente: Polo, 2016

1.8.2 Análisis de afectación a la infraestructura en los principales parques, calles, avenidas del cantón Urcuquí y proponer medidas correctoras acorde a los criterios de la arboricultura

Como resultado de la Evaluación Visual, se pudo colegir la afectación a las infraestructuras, entre ellas se evaluó los conflictos con redes eléctricas, afectaciones a aceras y calzadas, condición de los alcorques y la interacción con mamposterías. De los datos a compilar necesariamente se tomaron en cuenta:

- Altura y área de proyección de la copa: nivel de distribución de la copa en relación a la distribución de sus raíces.
- Tipo de raíces, Intrusividad SI NO.
- Área desarrollo es la distancia al bordillo, Espacio en el que se desarrolla el árbol, hasta una superficie pavimentada o asfaltada.
- Inclinaciones y la relación con maderas de reacción.
- Hábitos de fractura o vuelco.

1.8.3 Elaboración de un plan de acciones en el manejo de la silvicultura urbana para el cantón Urcuquí

La información que se obtuvo en el censo diagnóstico sirvió como línea base para proponer un plan de medidas correctoras de las deficiencias encontradas en el cantón Urcuquí, con la cual se consideró la inclusión de las mismas como Plan de Gestión del Arbolado Urbano de Urcuquí. Entre estas se puede citar:

- Cantidad de árboles que requieren poda.
- Cantidad de árboles que representan riesgo.
- Cantidad de ejemplares que se deben talar.
- Cantidad de árboles con requerimientos fitosanitarios.
- Cantidad de árboles que se deben reponer.
- Cantidad de árboles que se pueden incorporar en parques, parterres y aceras.
- Relación entre especies nativas y especies foráneas.
- Cantidad de árboles que pueden ser declarados de interés público, entre otras.

El plan de gestión fue puesto en conocimiento de las autoridades locales para que se considere dentro de las actividades de implementación y mejoras urbanas (Polo, 2019).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1.9 Censo diagnóstico del arbolado urbano actual en los principales parques, calles, avenidas del cantón Urcuquí

1.9.1 Ubicación.

En las seis parroquias del cantón Urcuquí se encontraron 22 áreas con arbolado urbano, correspondiendo el 59.09% a parques, el 27.27% a calles y avenidas, mientras que, el restante 13.64% a edificaciones; es preciso mencionar que en se consideró como edificaciones al cementerio (tanto su área de ingreso, como al interior de este) así como también al arbolado del cantón Urcuquí.

Por su parte Tito (2019) 21 sistemas arbolados en el cantón Antonio Ante que posee un área de 81 Km², si bien la diferencia es mínima, el cantón Urcuquí posee un área de 779 Km², es decir que en Urcuquí existe un menor número de sistemas arbolados en proporción con la superficie.

En cambio, Ponce (2019) en Jipijapa, cantón con una extensión de 1540 Km², encontró únicamente 10 sistemas arbolados, valor sumamente inferior al registrado en la investigación tanto en número de sistemas como en proporción de la superficie del cantón; esto se puede deber a que el autor citado solo registró parques y no calles y avenidas.

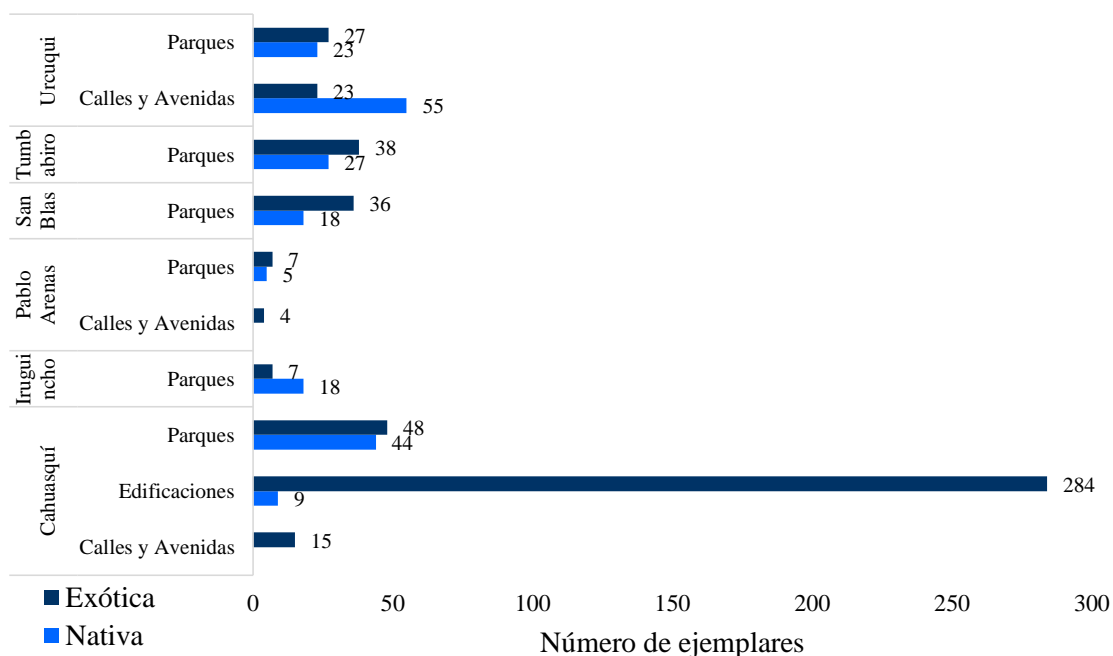
Moreira (2017) en Quevedo, registró 52 sitios arbolados en un área de 303 Km² por lo que se considera que en comparación con el cantón Urcuquí y los autores citados es el cantón que mayor número de áreas arboladas registra.

En la tabla 2 se observa que, en términos generales, las parroquias Cahuasquí y Urcuquí, son las que presentan una mayor diversidad de especies; así también se aprecia que los parques poseen un mayor número de especies; además se evidencia la prevalencia de las especies nativas sobre las exóticas.

Tabla 2*Información general del arbolado urbano por parroquia*

Parroquia	Tipo	Familia	Género	Especies	Origen	
					Nativa	Exótica
Cahuasquí	Calles y Avenidas	1	1	1	1	
	Edificaciones	7	8	8	5	3
Iruquincho	Parques	12	16	18	8	10
	Parques	7	11	11	7	4
Pablo Arenas	Calles y Avenidas	2	2	2	2	
	Parques	4	5	5	3	2
San Blas	Parques	13	16	17	8	9
Tumbabiro	Parques	11	17	17	10	7
Urcuquí	Calles y Avenidas	10	11	12	8	4
	Parques	10	14	14	8	6

En lo que respecta al número de ejemplares se registraron 688 individuos de los cuales el 71.08% corresponden a especies exóticas y el restante 28.92% como nativas; en la figura 1 se aprecia que la parroquia de Cahuasquí supera ampliamente al resto del cantón, debido a que, en el cementerio, considerado como edificación, posee una gran cantidad de árboles como ornato.

**Figura 1.** *Distribución de individuos por tipo de arbolado y parroquia*

En cuanto al análisis estadístico del número de árboles por parroquia y tipo de arbolado se observa que, la parroquia Cahuasquí posee el mayor número de ejemplares, y a la vez es la más heterogénea, principalmente debido al número de árboles presentes

en el cementerio, es por ello también que posee el mayor promedio; por el contrario, Iruguincho, al poseer arbolado únicamente en el Parque Central, no posee un valor de coeficiente de variación, y su media corresponde al número total de individuos ubicados en dicho parque.

Tabla 3

Estadística descriptiva del número de individuos del arbolado urbano por parroquia

Parroquia	N	Media	D.E.	E.E.	Var(n)	CV	Mín.	Máx.	Suma
Cahuasquí	7	57.14	76.92	5071.84	29.07	134.62	7	226	400
Iruguincho	1	25	0	0	0	0	25	25	25
Pablo Arenas	2	8	5.66	16	4	70.71	4	12	16
San Blas	2	27	16.97	144	12	62.85	15	39	54
Tumbabiro	4	16.25	18.17	247.69	9.09	111.83	1	37	65
Urcuquí	6	21.33	19.28	309.89	7.87	90.39	5	46	128

En su estudio en Antonio Ante, Tito (2019) documentó 671 individuos 72.88% de los cuales correspondían a especies exóticas y el 27.12% a nativas, el número de individuos es relativamente inferior al registrado en Urcuquí; sin embargo, la proporción entre nativas y exóticas es prácticamente similar, lo que evidencia que en los dos cantones existe la tendencia de emplear especies exóticas en la arboricultura urbana.

A su vez en Jipijapa Ponce (2019) menciona que, se encontraron 134 individuos de 13 especies, siendo cinco de las mismas nativas y ocho introducidas, es decir que al igual que en el cantón investigado existe una predominancia del uso de especies foráneas.; además que la cantidad de ejemplares registrada por el autor es muy inferior a lo documentado por Tito y el presente estudio.

Por su parte Moreira (2017) en Quevedo, registró 1536 individuos de 82 especies, lo que ratifica con lo antes mencionado que este cantón posee un mayor arbolado urbano que el registrado en el cantón estudiado, así como también por las investigaciones citadas en Antonio Ante y Jipijapa.

En la tabla 4 se presenta la información sobre las familias, géneros y especies registradas en el censo diagnóstico del cantón Urcuquí, donde se evidencia que el arbolado urbano se encuentra en distribuido en 25 familias, 37 géneros y 39 especies,

siendo el 61.54% clasificadas como nativas. Además, se observa que la especie *Cupresus macrocarpa* (Ciprés) se destaca con el 38.52% de los individuos evaluados, esto se debe principalmente a que esta especie es la empleada en el arbolado tanto de la entrada como al interior del cementerio en la parroquia de Cahuasquí que, como ya se mencionó con anterioridad, es el lugar que presentó el mayor número de ejemplares. A su vez, se debe mencionar que las familias Myrtaceae y Bignoniaceae, con seis y cuatro especies respectivamente, son las que sobresalen de las demás registradas, es preciso mencionar que, las familias Bignoniaceae y Myrtaceae, se encuentran en segundo y tercer lugar respectivamente en cuanto al número de ejemplares después de la familia Cupressaceae.

Tabla 4

Familias y especies del arbolado urbano

Familia	Género	Nombre científico	Nombre común	Origen	n	%
Adoxaceae	Sambucus	<i>Sambucus nigra</i>	Tilo	Nativa	3	0.44
Anacardiaceae	Schinus	<i>Schinus molle</i>	Molle	Nativa	22	3.20
Annonaceae	Anona	<i>Anona cherimola</i>	Chirimoya	Nativa	6	0.87
Apocynaceae	Nerium	<i>Nerium oleander</i>	Laurel de flor	Exótica	3	0.44
Araliaceae	Oreopanax	<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	Pumamaqui	Nativa	1	0.15
Araucariaceae	Araucaria	<i>Araucaria araucana</i>	Araucaria	Exótica	17	2.47
Arecaceae	Parajubea	<i>Parajubea cocoides</i>	Palma coco	Nativa	5	0.73
Arecaceae	Phoenix	<i>Phoenix canariensis</i>	Palma fenix	Exótica	25	3.63
Asteraceae	Verbesina	<i>Verbesina spp</i>	Guzmán	Nativa	3	0.44
Betulaceae	Alnus	<i>Alnus acuminata</i>	Aliso	Nativa	1	0.15
Bignoniaceae	Delostoma	<i>Delostoma integrifolium</i>	Yalumán	Nativa	5	0.73
Bignoniaceae	Jacaranda	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacaranda	Nativa	19	2.76
Bignoniaceae	Spathodea	<i>Spathodea campanulata</i>	Tulipán africano	Exótica	38	5.52
Bignoniaceae	Tecoma	<i>Tecoma stans</i>	Cholán	Nativa	18	2.62
Cupresaceae	Cupresus	<i>Cupresus macrocarpa</i>	Ciprés	Exótica	265	38.52
Euphobiaceae	Euphorbia	<i>Euphorbia laurifolia</i>	Lechero	Nativa	1	0.15
Fabaceae	Acacia	<i>Acacia melanoxylon</i>	Acacia	Exótica	9	1.31
Fabaceae	Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucaena	Nativa	6	0.87
Fabaceae	Vachellia	<i>Vachellia macracantha</i>	Espino	Nativa	10	1.45
Lauraceae	Persea	<i>Persea americana</i>	Aguacate	Nativa	5	0.73
Meliaceae	Cedrela	<i>Cedrela montana</i>	Cedro	Nativa	2	0.29
Meliaceae	Cedrela	<i>Cedrela amgustifolia.</i>	Cedro	Nativa	1	0.15
Moraceae	Ficus	<i>Ficus benamina</i>	Ficus	Nativa	38	5.52
Moringaceae	Moringa	<i>Moringa oleifera</i>	Morera	Nativa	3	0.44
Myricaceae	Morella	<i>Morella pubescens</i>	Laurel de cera	Nativa	14	2.03
Myrtaceae	Callistemon	<i>Callistemon citrinus</i>	Cepillo rojo	Exótica	47	6.83
Myrtaceae	Callistemon	<i>Callistemon salignus</i>	Cepillo blanco	Exótica	23	3.34
Myrtaceae	Casuarina	<i>Casuarina equisetifolia</i>	Casuarina	Exótica	2	0.29
Myrtaceae	Myrcianthes	<i>Myrcianthes hallii</i>	Arrayan	Nativa	1	0.15
Myrtaceae	Psidium	<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	Nativa	1	0.15
Myrtaceae	Syzygium	<i>Syzygium jambos</i>	Pomarrosa	Nativa	1	0.15
Oleaceae	Chionanthus	<i>Chionanthus pubescens</i>	Arupo	Nativa	31	4.51
Oleaceae	Fraxinus	<i>Fraxinus chinensis</i>	Fresno	Exótica	5	4.07
Pinaceae	Pinus	<i>Pinus radiata</i>	Pino	Exótica	43	0.73
Platanaceae	Platanus	<i>Platanus acerifolia</i>	Plátano de sombra	Exótica	4	6.25
Proteaceae	Grevillea	<i>Grevillea robusta</i>	Roble australiano	Exótica	3	0.58

Rosaceae	Eriobotrya	<i>Eriobotrya japonica</i>	Níspero	Exótica	3	0.44
Rosaceae	Prunus	<i>Prunus armeniaca</i>	Albaricoque	Exótica	2	0.44
Sapindaceae	Sapindus	<i>Sapindus saponaria</i>	Camochicha	Nativa	2	0.29

Tito (2019), en Antonio Ante, registró 32 especies correspondiente a 19 familias con 23 especies exóticas y nueve nativas, siendo las familias con mayor frecuencia de individuos Myrtaceae y Bignoniaceae; si bien dichas familias coinciden en el estudio realizado, la familia que posee el 38.52% de los individuos es Cupressaceae, es preciso aclarar que, este masivo número de ejemplares se debe principalmente a los registrados en el cementerio de Cahuasquí.

Por su parte Ponce (2019), en Jipijapa, 13 especies pertenecientes a 10 familias, siendo las familias más representativas Fabaceae y Myrtaceae, estos resultados coinciden parcialmente con lo registrado en Urucuquí estudio y con lo que menciona Tito, debido a que la familia Myrtaceae se encuentra presente con prevalencia en los tres cantones.

1.9.2 Características dasométricas

Se registraron 688 ejemplares en el arbolado urbano de Urucuquí, con valores promedios de diámetro a la altura del pecho (DAP) de 25.69 (± 21.63) cm, altura total de 8.67 (± 5.03) m y edad de 33.95 (± 21.00) años, donde se evidencia que los valores están sumamente dispersos y muy heterogéneos; este comportamiento se debe principalmente a la diversidad de especies registradas, y la elevada heterogeneidad en lo que respecta a las edades conocidas de los ejemplares.

Tabla 5

Estadística descriptiva general del arbolado urbano

Estadístico	DAP (cm)	Altura (m)	Edad aprox. (años)
N	688	688	554
Media	25.69	8.67	33.95
D.E.	21.63	5.03	21.00
Var(n)	467.34	25.28	440.21
E.E.	0.82	0.19	0.89
CV	84.20	58.01	61.86
Mín.	1.80	1.50	4.00
Máx.	256.50	19.00	70.00
Suma	17 676,67	5967,30	18806.00

En el comportamiento a nivel de especies se observa que *Phoenix canariensis* posee el mayor DAP seguida por *Schinus molle*; a su vez en la variable altura sobresalen *Cupresus macrocarpa* y *Alnus acuminata*; mientras que en lo que respecta a la edad se debe aclarar que no se pudo estimar la edad aproximada de todos los ejemplares, debido a que en el GAD municipal no poseen esta información, además de que los pobladores tampoco lo recordaban; sin embargo, con los datos obtenidos se destacan *Schinus molle*, *Phoenix canariensis* y *Cupresus macrocarpa* como los de mayor edad promedio.

Tabla 6

Estadística descriptiva por especie del arbolado urbano.

Especie	DAP (cm)		Altura (m)		Edad aprox. (años)	
<i>Acacia melanoxylon</i>	24.79	(±16.42)	6.44	(±2.69)	16.29	(±17.38)
<i>Alnus acuminata</i>	25.00		11.0		20.00	
<i>Anona cherimola</i>	7.68	(±2.4)	4.67	(±0.52)		
<i>Araucaria araucana</i>	14.76	(±9.00)	5.82	(±2.32)	11.82	(±4.64)
<i>Callistemon citrinus</i>	9.63	(±4.20)	3.16	(±0.66)	8.29	(±1.18)
<i>Callistemon salignus</i>	13.74	(±3.37)	3.83	(±1.55)	10.00	
<i>Casuarina equisetifolia</i>	13.70	(±3.25)	6.00	(±2.83)	10.00	(±2.83)
<i>Cedrela amgustifolia.</i>	3.75	(±0.78)	2.25	(±0.35)	7.00	
<i>Cedrela montana</i>	6.80		3.50		10.00	
<i>Chionanthus pubescens</i>	11.41	(±5.13)	3.97	(±1.22)	12.19	(±9.02)
<i>Cupresus macrocarpa</i>	28.81	(±18.46)	13.70	(±3.22)	48.05	(±9.02)
<i>Delostoma integrifolium</i>	10.46	(±4.77)	2.90	(±0.89)	10.0	
<i>Eriobotrya japonica</i>	11.40	(±2.25)	5.33	(±0.58)	8.00	
<i>Euphorbia laurifolia</i>	6.20		2.00			
<i>Ficus benjamina</i>	9.46	(±3.68)	2.67	(±0.62)	5.06	(±0.56)
<i>Fraxinus chinensis</i>	24.64	(±10.33)	6.40	(±1.52)	8.00	
<i>Grevillea robusta</i>	30.87	(±2.06)	10.33	(±2.08)	20.00	
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	37.76	(±17.52)	9.05	(±1.21)	44.64	(±24.45)
<i>Leucaena leucocephala</i>	14.48	(±4.17)	5.00	(±0.84)	11.00	(±7.81)
<i>Morella pubescens</i>	11.09	(±4.60)	3.89	(±1.27)	12.38	(±6.32)
<i>Moringa oleifera</i>	12.8	(±4.99)	3.17	(±0.76)	10.00	
<i>Myrcianthes hallii</i>	7.90		4.00		10.00	
<i>Nerium oleander</i>	7.63	(±1.38)	3.67	(±1.15)	6.67	(±2.89)
<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	9.90		3.00		10.00	
<i>Parajubea cocoides</i>	26.58	(±2.94)	7.40	(±1.52)	70.00	
<i>Persea americana</i>	14.42	(±9.00)	5.60	(±2.51)	50.00	
<i>Phoenix canariensis</i>	91.19	(±10.31)	7.16	(±2.51)	51.25	(±27.50)
<i>Pinus radiata</i>	30.20	(±10.94)	10.48	(±3.59)	42.49	(±16.07)
<i>Platanus acerifolia</i>	24.50	(±5.85)	5.00			
<i>Prunus armeniaca</i>	8.65	(±2.47)	2.50	(±0.71)		
<i>Psidium guajava</i>	8.00		4.00			
<i>Sambucus nigra</i>	22.37	(±8.06)	5.00	(±0.87)		
<i>Sapindus saponaria</i>	37.15	(±4.74)	8.00	(±1.41)	55.00	(±7.07)
<i>Schinus molle</i>	46.78	(±26.09)	7.11	(±1.66)	58.33	(±7.91)
<i>Spathodea campanulata</i>	20.8	(±16.07)	5.32	(±1.56)	11.38	(±6.60)
<i>Syzygium jambos</i>	7.00		2.50		5.00	
<i>Tecoma stans</i>	18.04	(±14.30)	4.89	(±1.08)	25.69	(±21.71)
<i>Vachellia macracantha</i>	37.66	(±31.90)	6.50	(±1.90)	34.00	(±24.30)
<i>Verbesina spp</i>	16.87	(±6.53)	4.33	(±1.44)		

Tito (2019) determinó en Antonio Ante una altura promedio de 6.62 m con el 53.4% de los árboles con diámetros hasta 20 cm; la altura es inferior al registrado en el cantón registrado 8.67 m, a su vez el 48.11 alcanzaron este diámetro, los valores son relativamente similares, lo que corrobora la similitud entre el arbolado de los dos cantones.

Moreira (2017) en Quevedo determinó valores promedios por parroquia de dap y altura total entre 15 - 22 cm y 2.92 - 4.97 m respectivamente, valores inferiores a los observados en los dos cantones de la provincia de Imbabura a pesar de tener una mayor cantidad de sistemas arbolado y de individuos éstos son más pequeños.

1.9.3 Evaluación de condición

1.9.3.1 Condición estructural y fitosanitaria

El 46.5% de los ejemplares se consideran en condición estructural buena, la mayoría de ellos (149) se encuentran en la parroquia Cahuasquí, en el cementerio (edificaciones) que corresponde principalmente a *Cupressus macrocarpa*; además se observa que en las calles de la parroquia Pablo Arenas no se registró ningún individuo en esta calificación. Así también se calificó al 48.11% como ejemplares regulares; mientras que únicamente el 5.4% se consideraron malos, encontrándose en mayor número en la parroquia de Cahuasquí.

Por otra parte, se clasificaron con condición fitosanitaria buena al 57.7% de los ejemplares evaluados; seguido por 39.4% considerados regulares, si bien este porcentaje es inferior, 235 de los 400 ejemplares registrados en la parroquia de Cahuasquí se encuentran en esta categoría; a su vez únicamente el 2.9% de los ejemplares se calificaron como malos.

Tabla 7

Condición estructural y fitosanitaria del arbolado urbano

Parroquia	Tipo	Condición estructural			Condición fitosanitaria		
		Buena	Regular	Mala	Buena	Regular	Mala
Cahuasquí	Calles	8	7	0	15	0	0
	Edificaciones	150	130	14	49	235	9
	Parques	42	48	2	89	3	0
Iruguincho	Parques	13	10	2	22	1	2
Pablo Arenas	Calles	0	4	0	4	0	0
	Parques	5	7	0	12	0	0
San Blas	Parques	22	26	6	46	7	1
Tumbabiro	Parques	33	29	3	60	2	3
Urcuquí	Calles	25	56	4	64	9	5
	Parques	23	24	6	36	14	0
Total		321	341	37	397	271	20

El 31.5% de los ejemplares evaluados se calificaron como sin manejo, mientras que el 10.8% presentaron problemas en su estado fitosanitario, siendo el principal el ataque de hongos y/o insectos que afectaron al 5.7% del arbolado urbano.

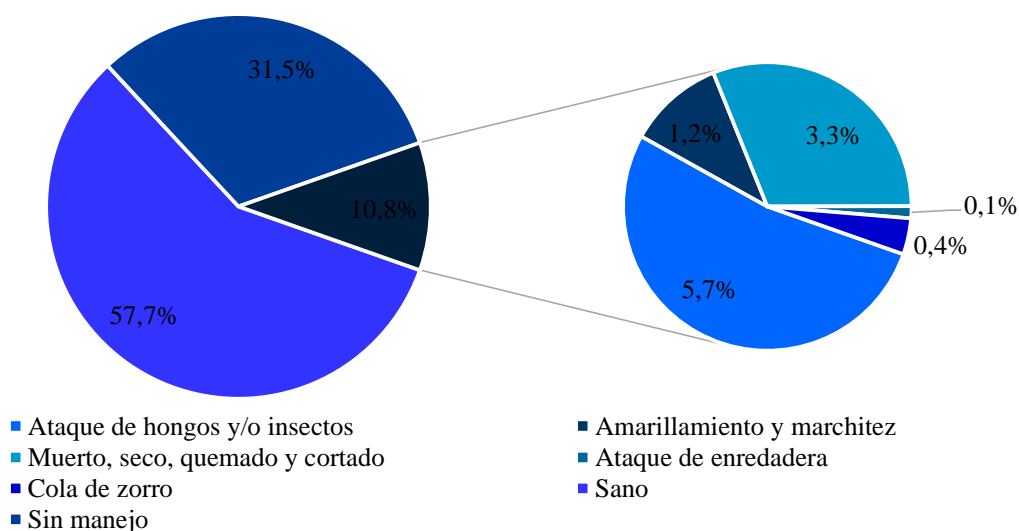


Figura 2. Estado fitosanitario del arbolado urbano

Por su parte Tito (2019) calificó al 87.78% de los individuos como sanos; mientras que el 8.20% y el 4.02% restantes presentaron plagas o estuvieron muertos respectivamente; se debe mencionar que el autor no califica otras condiciones como enfermedades u otras condiciones fitosanitarias; por lo que si bien el porcentaje de

ejemplares sanos obtenido en Urcuquí es menor, si se considera también a los individuos que no presentaron manejo, pero que no tuvieron problemas sanitarios, este valor asciende al 89.24% valor similar al registrado por el autor citado. En cuanto a la presencia de plagas y árboles muertos en el presente estudio se registró un valor inferior que los presentados por Tito.

A su vez Chow y Cruz (2009) en Managua, Nicaragua, calificaron únicamente al 10% de los árboles como sanos y 1.87% como muertos o podridos, lo que permite inferir que en este municipio nicaragüense el arbolado se encuentra en una condición inferior al registrado en el cantón estudiado.

Borgiani, De Arruda, Sánchez, Monteiro y Coral (2016) en Sao Paulo, Brasil registraron el 54.51% de los individuos como estructuralmente buenos; sin embargo 73.95% presentaron algún tipo de plaga, lo que evidencia que existe una mayor incidencia de afecciones en esta urbe brasileña, probablemente se debe a las condiciones de mayor humedad relativa y temperatura que en el sitio de estudio, lo que contribuye a una mayor actividad biológica.

1.9.3.2 Fase fisiológica

El arbolado urbanel cantón Urcuquí se califica principalmente como maduro o adulto, con el 45.4% y 26.0% respectivamente; mientras que el 26.3% son catalogados como árboles jóvenes y únicamente el 2.3% senescentes; se debe acotar que, en esta última clasificación, solo se encuentran los ejemplares ubicados en el parque central de la parroquia de Urcuquí correspondiente a las especies *Cupressus macrocarpa*, *Jacaranda mimosifolia*, *Parajubea coccoides*, *Pinus radiata*, *Schinus molle* y *Vachellia macracantha*

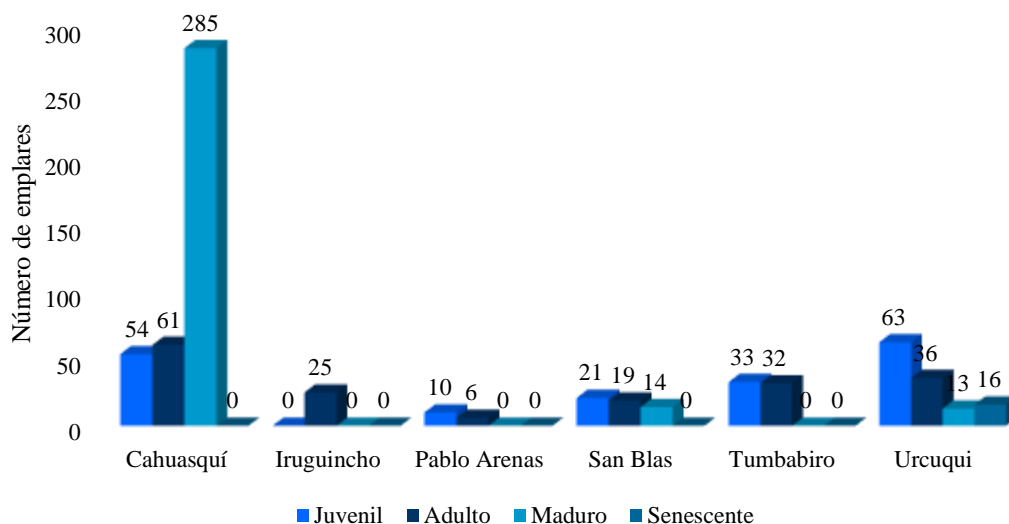
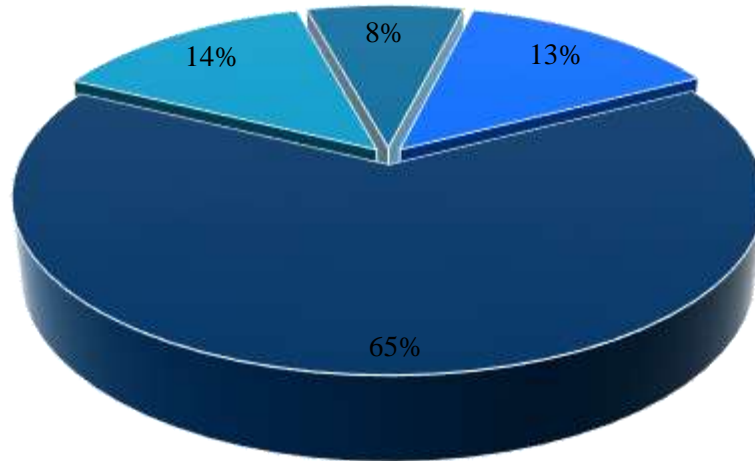


Figura 3. Fase fisiológica del arbolado urbano por parroquia

Puntieri y Grosfeld (2009) mencionan que muchos de los árboles de mayor edad de que se tiene noticia en las urbes habitan en plazas o parques debido a que éstos son conservados y en algunos casos se consideran patrimoniales.

1.9.3.3 Peligros y riesgos

De los 688 ejemplares registrados únicamente el 37 presentan peligros o riesgos, siendo el principal el volcamiento, sobre todo en el caso de árboles muertos; en el caso del peligro de electrocución únicamente se evidencia en tres ejemplares ubicados en el parque central en la parroquia de Tumbabiro. Se debe mencionar que la parroquia Pablo Arenas no registró ningún ejemplar con peligros o riesgos.



■ Riesgo colapso ■ Riesgo vuelco ■ Riesgo por fuertes vientos.. ■ Electrocución

Figura 4. Peligros y riesgos del arbolado urbano

Según Martínez y Díaz (2016) el riesgo más frecuente del arbolado urbano es el vuelco debido principalmente al pobre desarrollo radicular que presentan los individuos, debido a que muchas veces en las infraestructuras circundantes impiden o limitan el desarrollo de las raíces.

1.9.3.4 Intervención

Al considerarse el 57.7% de los ejemplares analizados como sanos, además de no representar riesgos o peligro alguno, no se considera necesaria la intervención; mientras que al 38.8% se les deben realizar podas; por el contrario, se determinó que es necesario la tala de 24 árboles, equivalentes al 3.5% del arbolado evaluado. La principal justificación, sobre todo en el caso de remoción, es la presencia de árboles muertos o enfermos; así como también, la afectación a la construcción, como es el caso del tendido eléctrico y veredas. Se considera que el 5.5% de los ejemplares evaluados presentan una alta prioridad de intervención; mientras que el 35.9% poseen una prioridad media. Se debe recalcar que, la parroquia de Pablo Arenas es la de menor prioridad de intervención.

Tabla 8*Tipo, justificación y prioridad de intervención en el arbolado urbano*

Intervención		Cahuasquí	Iruguincho	Pablo Arenas	San Blas	Tumbabiro	Urququí
Tipo de intervención	Tala	14	2	0	1	2	5
	Poda	233	1	0	7	3	23
	Ninguna	153	22	16	46	60	100
Justificación	Afección a la construcción	19	0	0	0	0	0
	Muerto o enfermo	27	3	0	8	4	28
Prioridad de intervención	Alta	17	2	0	1	8	10
	Media	230	1	0	7	2	7
	Baja	153	22	16	46	55	111

En lo que respecta a las recomendaciones que se deben llevar en el arbolado urbano se presentan dos actividades esenciales, la de reposición y el mantenimiento, en la tabla 9 se presentan el número ejemplares por parroquia y por actividad de manejo.

Tabla 9*Recomendaciones de manejo*

Parroquia	Tipo	Reposición	Mantenimiento
Cahuasquí	Calles y avenidas	0	15
	Edificaciones	14	279
	Parques	0	92
Iruguincho	Parques	2	23
Pablo Arenas	Calles y avenidas	0	4
	Parques	0	12
San Blas	Parques	1	53
Tumbabiro	Parques	2	63
Urququí	Calles y avenidas	5	73
	Parques	0	50
Total		24	664

Por su parte Borgiani, y otros (2016) mencionan que el arbolado urbano de Sao Paulo requiere en un 56.80% de podas y el 17.45% de sustitución, esta última actividad principalmente por la presencia de árboles muertos o enfermos, estos resultados difieren con lo registrado en la investigación realizado, ya que denotan que en la ciudad brasileña se requiere una mayor necesidad de intervención.

1.9.4 Análisis de afectación a la infraestructura en los principales parques, calles, avenidas del cantón Urcuquí y proponer medidas correctoras acorde a los criterios de la arboricultura

Se determinó que la afectación a la infraestructura fue del 2.76% en calles y parques; mientras que únicamente 0.44% presentan afecciones al tendido eléctrico; en función de estos resultados se pueden anotar las siguientes medidas correctoras:

a. Para aceras rotas:

Este problema solo se suscitó en 19 ejemplares en la parroquia Cahuasquí, donde se propone evaluar la posibilidad de arreglos en la obra civil sin afectar a las necesidades de infiltración de aire y agua hacia el sistema radicular o talar el ejemplar e instalar un ejemplar de otra especie que no desarrolle este inconveniente.

b. Para calzadas afectadas:

No es preciso realizar ninguna actividad ya que no se evidenció este tipo de afectación.

c. Para tendido eléctrico afectados:

Únicamente en la parroquia de Tumbabiro, donde se recomienda realizar podas a los tres ejemplares que presentaron este inconveniente.

En lo que respecta a la afectación Tito (2019) menciona que, la afectación alta y media corresponden al 10%, y 2% respectivamente, así también el 3% de afectación aérea; valores superiores a los registrados en el estudio realizado; esto se debe a que en Antonio Ante los principales sistemas arbolados corresponden calles y avenidas donde el autor registró mayor afectación en las aceras; mientras que en Urcuquí el 34.74% del arbolado se encuentra en el Cementerio ubicado en la parroquia de Cahuasquí; mientras que únicamente el 14.10% de los ejemplares se encuentran en calles y avenidas.

Por su parte Chow y Cruz (2009) en Managua, Nicaragua, registraron un 27.2% de individuos que presentan afectación al tendido eléctrico, esto posiblemente se debe a que su estudio se realizó en calles y avenidas donde los árboles se encontraban muy cerca del cableado eléctrico.

1.10 Elaboración de un plan de acciones en el manejo de la silvicultura urbana para el cantón Urcuquí.

En función de los resultados obtenidos, se puede realizar un Plan de Gestión del arbolado urbano del Cantón Urcuquí, que naturalmente obedecerá a un Plan Rector con visión a largo plazo.

En el citado Plan Rector se pueden establecer las directrices que se utilizarán a un plazo entre 20 y 30 años, las cuales deberán ser consensuadas por la parte técnica principalmente, la comunidad como actor clave para que el alcance sea el adecuado y los actores políticos como entidad que garantice la ejecución del proyecto, que se establezca mediante una ordenanza. Mientras que en el plan de gestión se irán repartiendo las actividades en orden de prioridad; así, en el caso del cantón Urcuquí se realizarán en función de lo presentado en la tabla 10:

Tabla 10

Acciones del Plan de Gestión del arbolado urbano del Cantón Urcuquí

ACCIONES	OBJETIVOS	ACTIVIDADES
Sensibilización de la importancia del arbolado urbano	Incrementar los niveles de conciencia, interés y sensibilización de los actores involucrados sobre la importancia y beneficios del arbolado urbano	Capacitaciones a los actores involucrados en el tema de importancia y beneficios del arbolado urbano. Gestión de la denominación de árboles patrimoniales
Gestión del arbolado urbano	Orientar la Gestión del arbolado urbano del cantón San Miguel de Urcuquí con la finalidad de poseer ejemplares sanos, seguros y atractivos	Retiro de elementos muertos y peligrosos Plantación de reposición en parques, calles y predios en los que se hayan retirado elementos muertos o peligrosos Podas de eliminación de ramas muertas y podas correctoras Mejora de las condiciones edáficas en suelos...

Control y Monitoreo	Dar seguimiento y control para verificar el cumplimiento de las acciones establecidas	Diseño de un cronograma de seguimiento y control de las actividades Gestión fitosanitaria bianual
---------------------	---	--

1.10.1 Sensibilización de la importancia del arbolado urbano

Si bien la gestión y manejo del arbolado urbano es una actividad de competencia directa de los GADs municipal y parroquiales, muchas de las afecciones que los árboles pueden presentar son debido a las malas acciones de los pobladores, ya a veces realizan acciones que impactan negativamente sobre los ejemplares, en este sentido es necesario sensibilizar a la población sobre la importancia del arbolado urbano.

1.10.1.1 Capacitaciones a los actores involucrados en el tema de importancia y beneficios del arbolado urbano.

Para el desarrollo de las capacitaciones se deben realizar las siguientes actividades:

- Mapeo de actores.
- Diferenciación de segmentos.
- Preparación de material para las diferentes capacitaciones.
- Cronograma de actividades de capacitaciones.
- Informes de las capacitaciones.

1.10.1.2 Gestión de la denominación de árboles patrimoniales

Con la participación de los actores identificados en la gestión del arbolado urbano y la ciudadanía y con la finalidad de dar mayor relevancia al arbolado urbano se buscará la denominación por parte de la municipalidad de árboles patrimoniales y la especie símbolo del cantón.

- Identificación de posibles árboles patrimoniales.
- Selección técnica y participativa de árboles patrimoniales.

- Identificación de posibles especies símbolo.
- Selección participativa de la especie símbolo.
- Elaboración de una cartilla de identificación, descripción y ubicación de los árboles patrimoniales del cantón Urcuquí.

1.10.2 Gestión del arbolado urbano

A continuación, se detallan las actividades que se deben realizar para el manejo del arbolado urbano del cantón Urcuquí.

1.10.2.1 Retiro de elementos muertos y peligrosos

Se prevé la remoción de 24 ejemplares en el cantón, para lo cual se propone seguir el procedimiento sugerido por Piedra (2000) donde se debe considerar:

- Técnicas para el apeo, el troceo y el destocoado de árboles, arbustos y palmas.
- Maquinaria, equipo y herramienta por utilizar.
- Patrón de derribo por utilizar para facilitar las operaciones subsecuentes.
- Restricciones presentes para efectuar las operaciones.
- Medidas de prevención al ejecutar el derribo de árboles.
- Medidas de seguridad para los trabajadores.
- Lugar donde se apilará el producto obtenido.
- Transporte del producto obtenido.
- Corrección de los disturbios al suelo.

Asimismo, el autor menciona que se deben tomar en cuenta las variables siguientes:

- Las condiciones del terreno.
- La cobertura del terreno.
- La altura y el diámetro del árbol.
- La dirección de la caída.

- Los defectos del árbol.
- La dirección de los vientos dominantes.
- Árboles derribados sobre edificios u otros bienes, debido a fuertes vientos o tormentas.

- La cantidad de ramaje.
- La cantidad de árboles.
- La especie del árbol.
- La utilización que se le dará a los productos obtenidos del árbol.

Para el apeo propiamente dicho se debe seguir los siguientes pasos.

- Determinar la inclinación del árbol y la dirección de caída deseada.
- Eliminar posibles estorbos alrededor del árbol para que pueda trabajar con seguridad.

- Determinar una o varias rutas de escape.
- Realizar el corte llamado cuña o boca, que a su vez tiene un corte de piso y un corte de techo.

- Realizar el corte de caída o derribo.
- Usar cuñas para asegurar la caída del árbol hacia la dirección deseada.

1.10.2.2 Plantación de reposición en parques, calles y predios en los que se hayan retirado elementos muertos o peligrosos

Una vez eliminados los individuos en la fase anterior se debe reponer los individuos con la finalidad de no disminuir el número de ejemplares del arbolado urbano, para lo cual se considerará el empleo de especies nativas que presenten flores o follajes llamativas además que en el caso del tilo en este caso posee uso tradicionalmente medicinal.

Tabla 11*Selección de especies y técnicas de plantación*

Especies	Parque	Avenida	Área desarrollo (m²)	Lineal (m)	Triangulo (m)	Características
<i>Sambucus nigra</i>	X	x	3	-	3*3*3	Simpódico
<i>Ficus benjamina</i>	X	-	3	-	3*3*3	Caducifolio
<i>Syzygium jambos</i>	X	X	3	3	2*2*2	Simpódico
<i>Chionanthus pubescens</i>	X	-	3	-	3*3*3	Simpódico
<i>Parajubaea cocoides</i>	X	-	3	-	5*5*5	Monopódico
<i>Tecoma stans</i>	X	-	3	-	5*5*5	Simpódico
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	X	X	3	5	5*5*5	Simpódico
<i>Schinus molle</i>	X	X	3	7	7*7*7	Simpódico
<i>Spathodea campanulata</i>	X	X	3	7	7*7*7	Simpódico

Para la selección de plantas en vivero para la reposición se deben tomar en cuenta los aspectos sugeridos por Polo (2016).

- Un cepellón de tamaño adecuado. Siempre que sea posible, asegúrese de que existen suficientes raíces sanas para mantener un crecimiento saludable.
- Un tronco libre de heridas mecánicas o heridas originadas por una poda incorrecta.
- Una forma fuerte, con ramas bien distribuidas y firmemente unidas al tronco.

Así también Polo (2016) seguir los siguientes aspectos a considerar para la plantación:

- Que el hoyo sea amplio, cuando menos tres veces el diámetro del cepellón (pan de tierra) pero solo tan profundo como éste; el hoyo debe tener forma lenticular ya que acompaña a la arquitectura del sistema radicular.
- Se debe identificar el cuello del árbol (punto de ensanchamiento de la raíz), se debe localizar este punto para determinar qué tan profundo debe ser el hoyo para una plantación apropiada.

- Colocar el árbol a la profundidad apropiada, es mejor plantar el árbol un poco más arriba y procurar que el punto de ensanchamiento de las raíces quede de 5 a 7 cm. sobre el nivel del suelo.

- Colocar tutores si es necesarios, se colocan dos tutores amarrados con un material biodegradable, flexible y holgado que mantendrán al árbol derecho, proporcionando flexibilidad y minimizando los daños al tallo. Se debe remover los tutores y amarres después del primer año de crecimiento.

- Rellenar el hoyo poco a poco, aproximadamente a un tercio de su capacidad, y apriete el suelo alrededor de la base del cepellón, se debe tener cuidado de no dañar el tronco o las raíces en el proceso, rellenar el resto del hoyo, apretándolo firmemente para eliminar las cavidades de aire que pueden secar las raíces.

- Aplicar mulch alrededor del árbol, una capa de 5 a 10 cm. es lo ideal.

- Se sugiere basarse en el siguiente esquema.

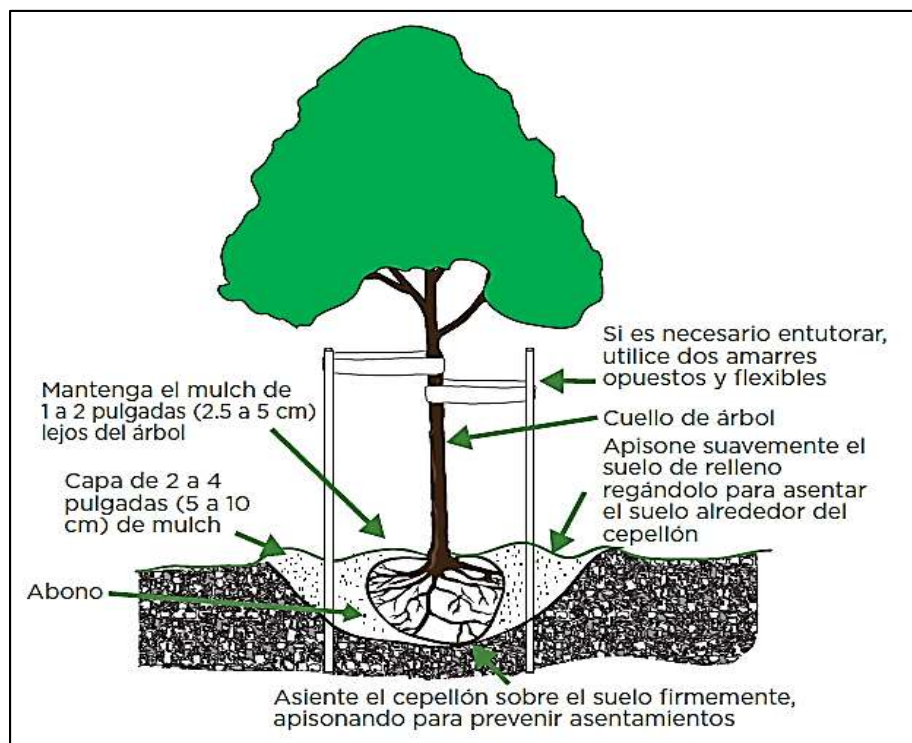


Figura 5. *Plantación de un nuevo árbol*

Fuente: Polo, 2016

1.10.2.3 Podas de eliminación de ramas muertas y podas correctoras

Según Polo (2016) la poda aporta varios beneficios si se aplica correctamente:

- Elimina ramas muertas, enfermas o infestadas de insectos.
- Mejora la estructura del árbol y su belleza.
- Realza su vigor.
- Ayuda a mantener la seguridad, despeja la perspectiva visual y el espacio de tránsito de peatones y vehículos.

Piedra (2000) menciona los siguientes aspectos a considerar para realizar correctamente las podas.

- Ubicar el ángulo correcto y hacerlo con una herramienta bien afilada.
- El corte debe ser limpio y uniforme, sin dejar residuos o desgarres de tejido.
- La unión entre el tallo y sus ramas varía en cada caso y puede ser débil o fuerte, dependiendo del ángulo de inserción de la rama:
 - El corte perfecto es aquel que extirpa el tejido de la rama sin dañar el del tallo, protegiendo así el mecanismo de defensa del árbol.
 - La mejor indicación del corte perfecto es la ausencia de pudrición en el tallo y el sellado rápido y efectivo del corte.

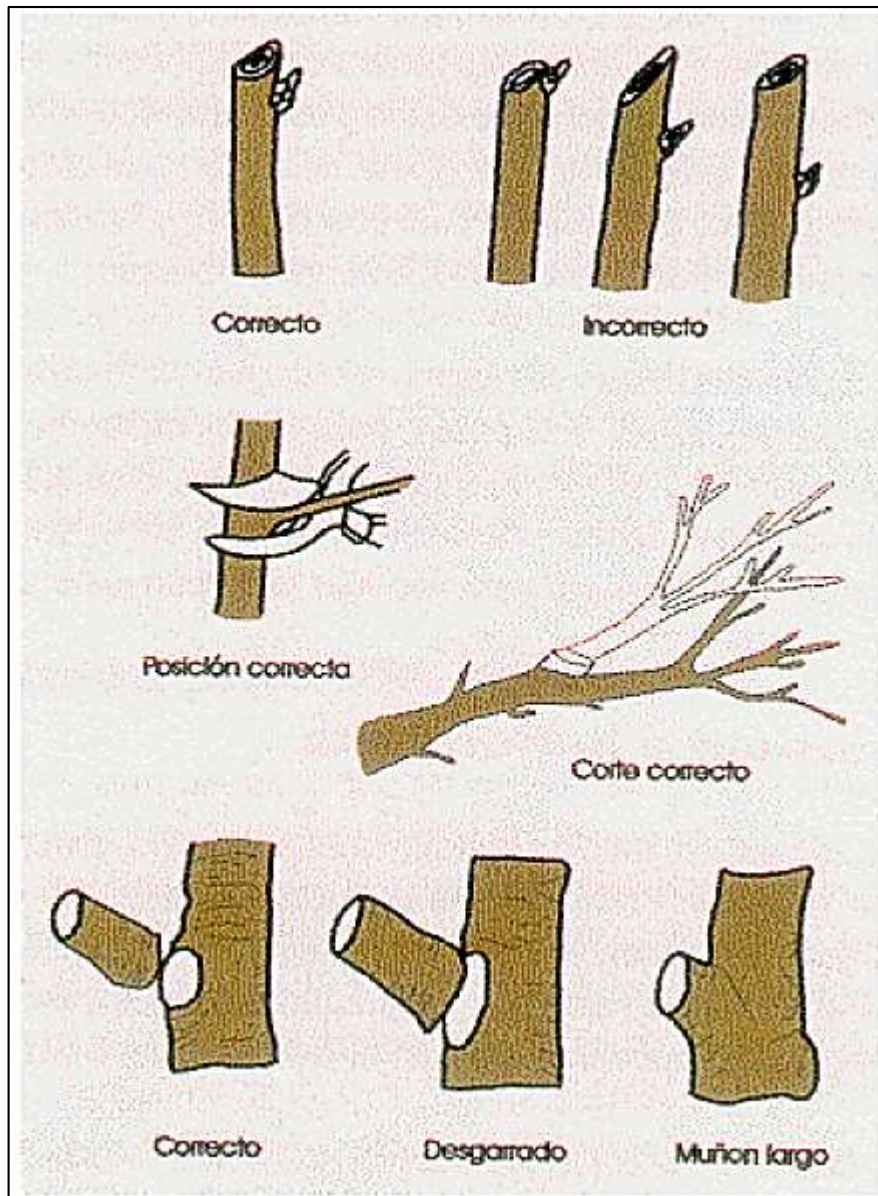


Figura 6. Poda correctos e incorrectos
Fuente: Piedra 2000

1.10.2.4 Mejora de las condiciones edáficas en suelos

- Esta actividad se basará en las acciones que sugiere Polo (2016).
- Descompactación de suelos para mejorar las características de permeabilidad para el agua y el aire, se lo puede realizar de manera manual o por inyección de aire; siendo este último la mejor opción para no causar lesiones al sistema radicular.
- Excavación de zanjas, canales y limpieza de cuellos, se debe considerar además el recambio de sustrato en cuellos contaminados (por ejemplo: con orín).

1.10.3 Control y monitoreo

Con la finalidad de dar seguimiento a las actividades de manejo se prevé las siguientes acciones.

1.10.3.1 Diseño de un cronograma de seguimiento y control de las actividades

- Elaboración del borrador del cronograma.
- Socialización de la propuesta de cronograma.
- Elaboración del cronograma valorado.

1.10.3.2 Gestión fitosanitaria bianual

- Identificación de ejemplares afectados.
- Identificación de plagas y enfermedades.
- Medidas de eliminación o control de plagas y enfermedades tales como menciona Polo (2016).

- Endoterapia que consiste en la incorporación de nutrientes y medicamentos mediante inyección directa a los vasos del xilema para su distribución a todo el sistema. Este es un tratamiento muy específico que trata exclusivamente con las plagas detectadas en los árboles y debe ser administrado por técnicos especialistas.

- Ferti-irrigación se basa en la aplicación de macro y micronutrientes, fitohormonas, quelatos y otros compuestos que al estar disueltos en agua se asimilan rápidamente por las raíces, mejorando las funciones generales de las plantas. Se debe partir de un análisis de suelos y compararlos con análisis bromatológicos de las hojas para evaluar las verdaderas necesidades del árbol.

- Fumigación es un método de tratamiento fitosanitario, en el cual se rocía el follaje, ramas y troncos. Se lo debe realizar con precaución y como último recurso debido a la severa afección que puede haber hacia la fauna, flora y las personas.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- En las cinco parroquias del cantón Urcuquí se registraron 688 individuos correspondiente a 25 familias, 37 géneros y 39 especies; con una predominancia de especies nativas, también se identificó individuos exóticos, con mayor presencia de *Cupresus macrocarpa*.
- Se evidenció una mínima afectación a la infraestructura y tendido eléctrico, para lo cual se propone en el primer caso el reemplazo de los ejemplares y en el segundo podas.
- El plan de acciones en el manejo de la Arboricultura para el cantón Urcuquí contempla la remoción y reemplazo de ejemplares, así como también podas que contribuyan al desarrollo de los árboles y eviten afectaciones actuales y futuras.

5.2 Recomendaciones

- Mantener la información actualizada arbolado urbano del cantón Urcuquí con énfasis en las condiciones y estado fitosanitario.
- Aplicar las medidas correctoras propuestas en el estudio con la finalidad de disminuir y/o erradicar las afecciones encontradas.
- Ejecutar el plan de acciones en el manejo de la Arboricultura para el cantón Urcuquí, como medida a largo plazo de gestionar el arbolado urbano.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asamblea Nacional. (2004). Ley forestal.
- Asamblea Nacional. (2017). Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización. Bogotá, A. (1995). Obtenido de <http://www.ambientebogota.gov.co/documents/10157/2066438/Benefurbanos.pdf>.
- Bolaños, C. (2015). El Norte Diario Regional Independiente. Obtenido de <http://www.elnorte.ec/ibarra/actualidad/60936-parque-automotor-8-ibarra-aumenta.html>.
- Borgiani, R., De Arruda, Y., Sanchez, J., Monteiro, M., y 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>.
- Chow, F., y Cruz, J. (2009). Caracterización florística, estructural y silvicultural del arbolado urbano en nueve vías principales del municipio de Managua Universidad Nacional Agraria. Nicaragua.
- Fajre, y Silva, M. (2001). Plan urbano ambiental de la ciudad de Buenos Aires.
- FAO. (2016). Obtenido de <http://www.fao.org/resources/infographics/infographics-details/es/c/411598/>.
- FAO. (2017). Directrices para la silvicultura urbana y periurbana. Roma.
- Fogel, R. (2012). Cambio climático, alteraciones ambientales y pobreza en Paraguay, Buenos Aires, Argentina: Consejos Latinoamericanos de Ciencias Sociales.
- Foladori, G. (2001). Los Problemas Ambientales Urbanos y sus Causas. Curitiba.
- Gallardo, J., Tabares, A., Hernández, Sierra-Giraldo. (2014). Manual de silvicultura urbana para Manizales. CHEC, Alcaldía de Manizales, CORPOCALDAS y Universidad de Caldas. Manizales. 130 p.
- García, A. (1988). *La contaminación acústica*. Valencia: Universitat de València.
- González, C. (2002). Obtenido de <http://digital.csic.es/bitstream/10261/24578/1/Beneficios%20del%20arbolado%20urban%20o.pdf>.

Grandos, J. T. (1998). La reducción del tráfico de automóviles: política urgente de promoción de la salud.

Herrán, C. (2012). El cambio climático y sus consecuencias para América Latina.

Humanitatis, S. (2012). Urbanismo y planificación de áreas verdes. ISA. (2010). Obtenido de http://www.isahispana.com/portals/0/docs/treecare/benefits_of_trees_spanish.pdf.

Jaume Terradas, T. F. (2011). Ecología Urbana.

Lavell, A. (2014). Gestión de Riesgos Ambientales Urbanos. En Flacso.

Ledesma, M. (2008). Obtenido de https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_libro_arbolado_publico_ledesma.pdf.

Martínez, P., y Díaz, M. (2016). El riesgo del arbolado urbano. Contexto, concepto y evaluación. Ediciones Paraninfo, SA.

Moreira, M. (2017). Estructura y caracterización dasométrica del arbolado en las parroquias Urbanas del Cantón Quevedo. UTEQ. Quevedo.

Nowak, D., Dwyer, J., y Childs, G. (1997). Obtenido de <http://www.corraldebustos.gov.ar/media/archivos/paginas/Beneficios%20y%20costos%20de%20arbolado%20urbano.pdf>.

Olmos, B. (1991). El medio Ambiente Urbano y la Vegetación. Estudio de vegetación de la. Edit. Generalitat Valenciana. Conselleria D'Agricultura i Pesca.

ONU. (2014). VOA Voz de America. Obtenido de <https://www.voanoticias.com/a/reporte-mega-ciudades-problemas/1955186.html>.

Piedra, T. (2000). Manual técnico para la poda, derribo y trasplante de árboles y arbustos de la Ciudad de México. México, DF: Gobierno del Distrito Federal.

Pitola, L. C. (2012). CAPACIDAD SUMIDERO DE CARBONO DEL ARBOLADO URBANO DE ROSARIO: PRIMERA APROXIMACIÓN.

Polo, J. (2016). Manuales técnicos de arbolado urbano. Secretaría de Ambiente del Distrito Metropolitano de Quito.

Ponce, C. (2019). Evaluación de áreas verdes y arbolado existente en la zona urbana del cantón Jipijapa. UNESUM. Jipijapa.

Puntieri, J., y Grosfeld, J. (2009). Arbolado urbano en la Patagonia andina: buscando el equilibrio. Desde la Patagonia: difundiendo saberes, 9, 2-9. Obtenido de https://desdelapatagonia.uncoma.edu.ar/wp-content/uploads/2019/01/Revista-N9_COMPLETA.pdf.

RENGEL, E. S. (6 de junio de 2013). SACHA (Sociedad Chilena de Acústica). Obtenido de <http://www.socha.cl/?p=514>.

Reyes, J., Ponce, M., Vallejos, O., Mosquera, D., y Coelho, A. P. (2018). Comparación de cuatro métodos de evaluación del riesgo de árboles urbanos.

Rivas, D. (2004). Obtenido de http://www.rivasdaniel.com/Articulos/Arboricultura_DasonomiaUrbana.pdf.

Rivas, D. (2012). Obtenido de http://www.rivasdaniel.com/Pdfs/Beneficios_Arboles_Urbanos.pdf.

Salazar, A., Pizarro, V., De la Puente, C., Olivares, M., Henríquez, P., Arellano, A., Silva, J. (2006). Manual de áreas verdes.

SUKOPP. (1990). Las zonas verdes como factor de calidad de vida en las ciudades. En F. G. Lopera, CIUDAD Y TERRITORIO Estudios Territoriales, XXXVII (144) 2005.

TARR, J. (1998). The city and the natural environment.

Tito, A. (2019). Plan de silvicultura urbana y periurbana en el cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura. Universidad Técnica del Norte. Ibarra.

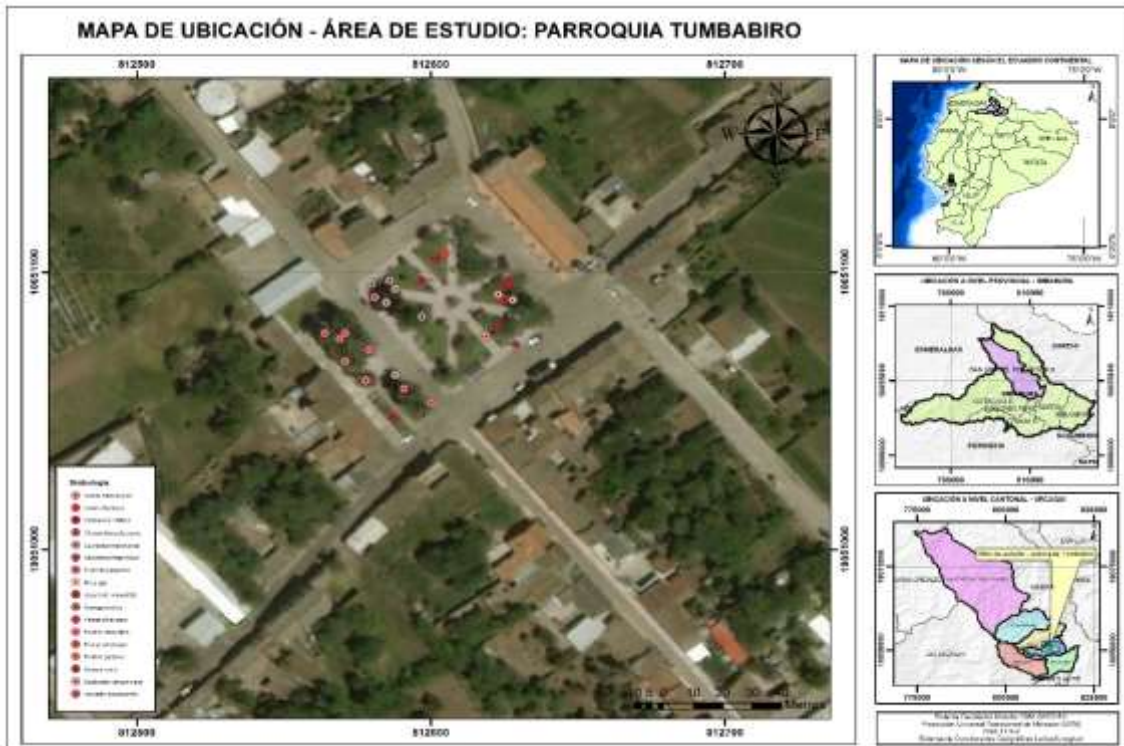


Figura 3. Arbolado urbano de la parroquia de Tumbabiro.
Elaborado por: José David Quiroz Tello



Figura 4. Arbolado urbano de la parroquia de Tumbabiro, comunidad Chiriacu.
Elaborado por: José David Quiroz Tello

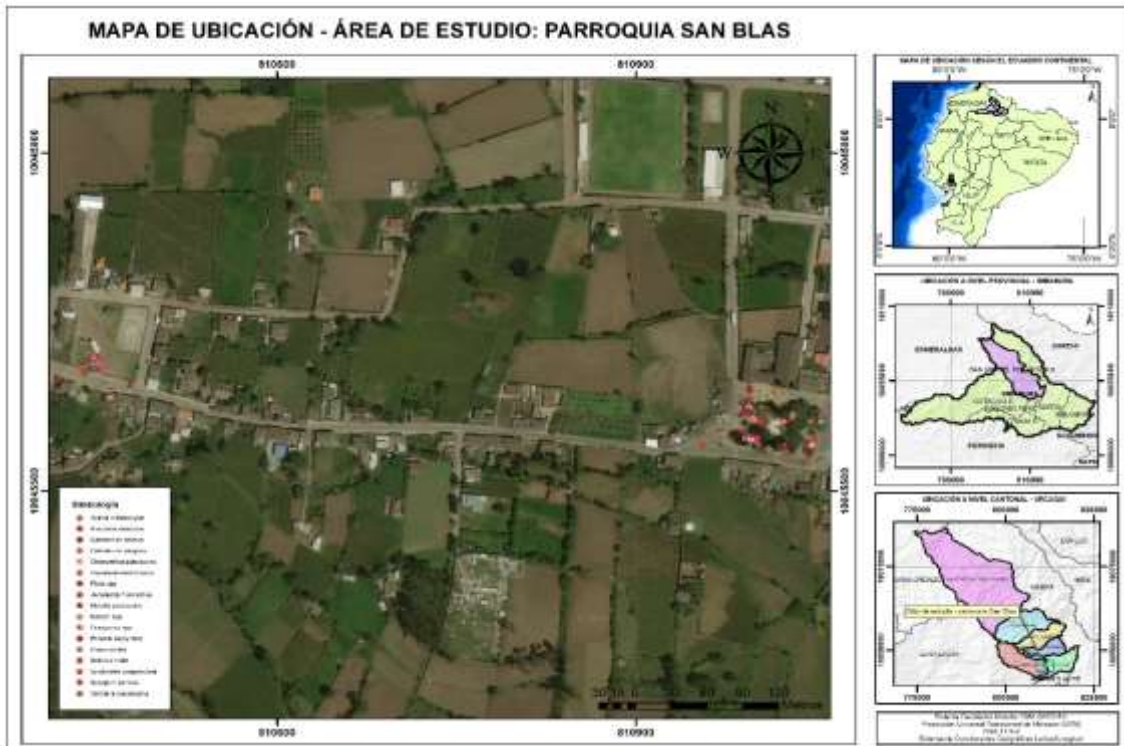


Figura 5. Arbolado urbano de la parroquia de San Blas.
Elaborado por: José David Quiroz Tello



Figura 6. Arbolado urbano de la parroquia de Pablo Arenas.
Elaborado por: José David Quiroz Tello

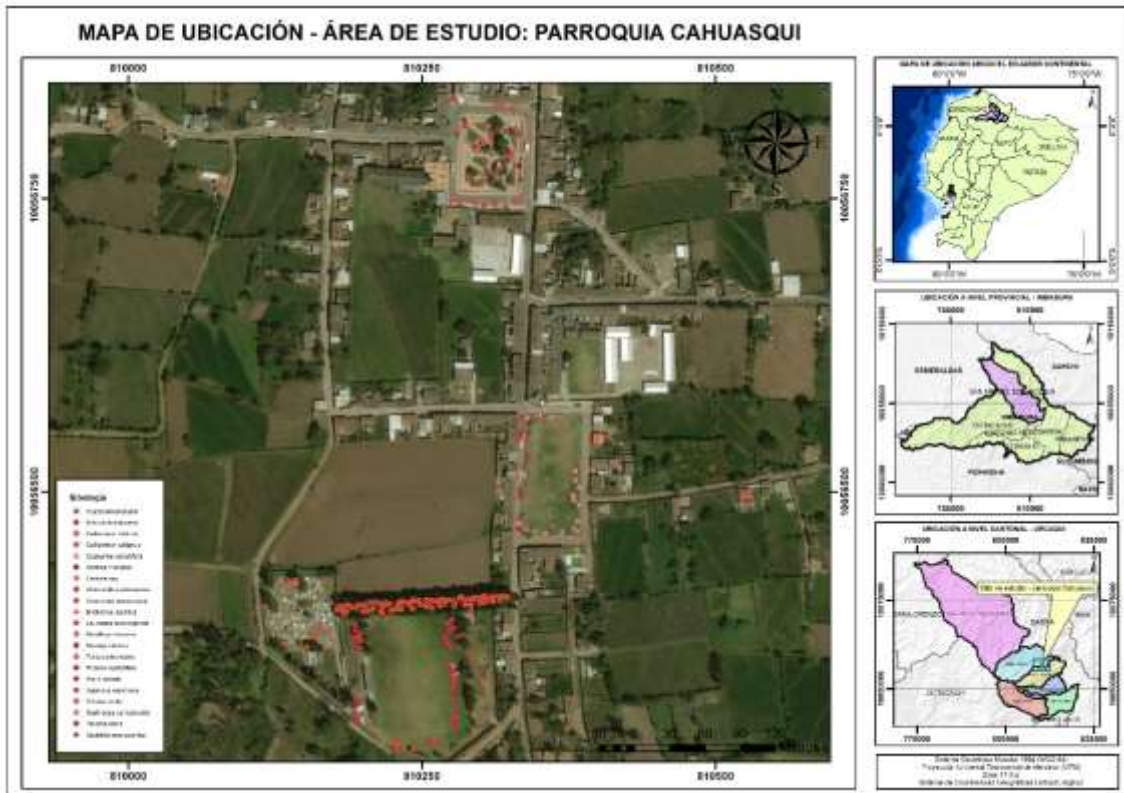


Figura 7. Arbolado urbano de lá paróquia de Cahuasqui.
Elaborado por: José David Quiroz Tello

Anexo 2. Sistema de arbolado por parroquia y tipo del cantón Urcuquí

Parroquia	Tipo	Sistema
Cahuasquí	Calles y Avenidas	Contorno Parque Central Cementerio
	Edificaciones	Cementerio entrada Estadio
	Parque	Parque Central Parque del Reloj Plaza Nueva
Iruguincho		Parque Central
Pablo Arenas	Calles y Avenidas	Calle Antonio José de Sucre Iglesia
San Blas		Parque Central Parque Subcentro
Tumbabiro	Parque	Chiriyacu Cruz Tola
		Parque Central San Francisco
		Av. San Miguel Arcángel
Urcuquí	Calles y Avenidas	Calle Antonio Ante Calle P. Julio Matovelle Cuatro esquinas
	Parque	Parque atrás del municipio.. Parque Central

Anexo 3. Condiciones y fases fisiológica por especie

Nombre científico	C. estructural			C. fitosanitaria			F. fisiológica			
	Buena	Regular	Mala	Buena1	Regular1	Mala1	Juvenil	Adulto	Maduro	Senescente
<i>Acacia melanoxylon</i>	7	2	0	9	0	0	5	3	1	0
<i>Alnus acuminata</i>	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0
<i>Anona cherimola</i>	0	6	0	6	0	0	2	4	0	0
<i>Araucaria araucana</i>	17	0	0	17	0	0	9	9	0	0
<i>Callistemon citrinus</i>	25	19	3	45	0	2	41	6	0	0
<i>Callistemon salignus</i>	13	7	3	22	0	1	16	8	0	0
<i>Casuarina equisetifolia</i>	1	1	0	2	0	0	1	1	0	0
<i>Cedrela amgustifolia.</i>	2	0	0	2	0	0	2	0	0	0
<i>Cedrela montana</i>	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0
<i>Chionanthus pubescens</i>	1	28	2	29	0	2	9	21	1	0
<i>Cupresus macrocarpa</i>	129	125	12	31	232	2	8	14	243	1
<i>Delostoma integrifolium</i>	0	3	2	5	0	0	5	0	0	0
<i>Eriobotrya japonica</i>	0	3	0	3	0	0	2	1	0	0
<i>Euphorbia laurifolia</i>	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Ficus benjamina</i>	15	32	1	38	0	0	37	0	0	0
<i>Fraxinus chinensis</i>	2	3	0	5	0	0	1	0	0	0
<i>Grevillea robusta</i>	3	0	0	3	0	0	0	3	0	0
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	4	14	1	13	6	0	0	11	3	5
<i>Leucaena leucocephala</i>	2	4	0	6	0	0	3	1	0	0
<i>Morella pubescens</i>	0	11	3	11	2	1	8	5	0	0
<i>Moringa oleifera</i>	1	2	0	3	0	0	2	1	0	0
<i>Myrcianthes hallii</i>	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0
<i>Nerium oleander</i>	2	1	0	3	0	0	2	1	0	0
<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0
<i>Parajubea cocoides</i>	4	0	1	5	0	0	0	0	0	5
<i>Persea americana</i>	0	5	0	4	1	0	1	2	2	0
<i>Phoenix canariensis</i>	25	0	0	25	0	0	4	12	3	0
<i>Pinus radiata</i>	27	12	4	30	5	8	1	10	30	2
<i>Platanus acerifolia</i>	0	4	0	0	4	0	0	0	0	0
<i>Prunus armeniaca</i>	2	0	0	2	0	0	2	0	0	0
<i>Psidium guajava</i>	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0
<i>Sambucus nigra</i>	0	3	0	1	2	0	1	0	0	0
<i>Sapindus saponaria</i>	1	0	1	1	1	0	0	0	2	0
<i>Schinus molle</i>	0	20	2	13	7	2	1	0	7	2
<i>Spathodea campanulata</i>	28	9	1	35	2	1	11	21	1	0
<i>Syzygium jambos</i>	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0
<i>Tecoma stans</i>	5	12	1	16	2	0	1	13	4	0
<i>Vachellia macracantha</i>	0	10	0	6	4	0	2	4	3	1
<i>Verbesina spp</i>	0	3	0	1	2	0	2	0	0	0

Anexo 4. Tipo de intervención, peligros y riesgos por especie

Nombre científico	T. intervención				Peligros y riesgos		
	Tala	Cirugía (poda)	Ninguna	Riesgo colapso	Riesgo vuelco	Riesgo por fuertes vientos..	Electrocución
<i>Acacia melanoxylon</i>	0	0	9	0	0	0	0
<i>Alnus acuminata</i>	0	0	1	0	0	0	0
<i>Anona cherimola</i>	0	0	6	0	0	0	0
<i>Araucaria araucana</i>	0	0	17	0	0	0	0
<i>Callistemon citrinus</i>	1	1	45	0	1	0	0
<i>Callistemon salignus</i>	1	0	22	0	1	0	0
<i>Casuarina equisetifolia</i>	0	0	2	0	0	0	0
<i>Cedrela amgustifolia.</i>	0	0	2	0	0	0	0
<i>Cedrela montana</i>	0	0	1	0	0	0	0
<i>Chionanthus pubescens</i>	2	0	29	0	2	0	0
<i>Cupresus macrocarpa</i>	10	224	31	0	10	0	0
<i>Delostoma integrifolium</i>	0	0	5	0	0	0	0
<i>Eriobotrya japonica</i>	0	0	3	0	0	0	0
<i>Euphorbia laurifolia</i>	1	0	0	0	1	0	0
<i>Ficus benjamina</i>	0	0	38	0	0	0	0
<i>Fraxinus chinensis</i>	0	0	5	0	0	0	0
<i>Grevillea robusta</i>	0	0	3	0	0	0	0
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	0	6	13	5	0	5	2
<i>Leucaena leucocephala</i>	0	0	6	0	0	0	0
<i>Morella pubescens</i>	1	2	11	0	1	0	0
<i>Moringa oleifera</i>	0	0	3	0	0	0	0
<i>Myrcianthes hallii</i>	0	0	1	0	0	0	0
<i>Nerium oleander</i>	0	0	3	0	0	0	0
<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	0	1	0	0	0	0	0
<i>Parajubea cocoides</i>	0	0	5	0	0	0	0
<i>Persea americana</i>	0	1	4	0	0	0	0
<i>Phoenix canariensis</i>	0	0	25	0	0	0	0
<i>Pinus radiata</i>	5	8	30	0	5	0	0
<i>Platanus acerifolia</i>	0	4	0	0	0	0	0
<i>Prunus armeniaca</i>	0	0	2	0	0	0	0
<i>Psidium guajava</i>	0	0	1	0	0	0	0
<i>Sambucus nigra</i>	0	2	1	0	0	0	0
<i>Sapindus saponaria</i>	0	1	1	0	0	0	0
<i>Schinus molle</i>	2	7	13	0	2	0	0
<i>Spathodea campanulata</i>	1	2	35	0	1	0	1
<i>Syzygium jambos</i>	0	0	1	0	0	0	0
<i>Tecoma stans</i>	0	2	16	0	0	0	0
<i>Vachellia macracantha</i>	0	4	6	0	0	0	0
<i>Verbesina spp</i>	0	2	1	0	0	0	0

Anexo 5. Justificación, prioridad de intervención y recomendaciones por especie

Nombre científico	Justificación		Prioridad de intervención			Recomendaciones	
	Afectación a construcción	Árbol muerto o enfermo	Alta	Media	Baja	Reposición	Mantenimiento
<i>Acacia melanoxylon</i>	0	0	0	0	9	0	9
<i>Alnus acuminata</i>	0	0	0	0	1	0	1
<i>Anona cherimola</i>	0	0	0	0	6	0	6
<i>Araucaria araucana</i>	0	0	0	0	17	0	17
<i>Callistemon citrinus</i>	18	1	1	1	45	1	46
<i>Callistemon salignus</i>	0	1	1	0	22	1	22
<i>Casuarina equisetifolia</i>	0	0	0	0	2	0	2
<i>Cedrela amgustifolia.</i>	0	0	0	0	2	0	2
<i>Cedrela montana</i>	0	0	0	0	1	0	1
<i>Chionanthus pubescens</i>	0	2	2	0	29	2	29
<i>Cupresus macrocarpa</i>	0	17	11	223	31	10	255
<i>Delostoma integrifolium</i>	0	0	0	0	5	0	5
<i>Eriobotrya japonica</i>	0	0	0	0	3	0	3
<i>Euphorbia laurifolia</i>	0	1	1	0	0	1	0
<i>Ficus benjamina</i>	0	0	0	0	38	0	38
<i>Fraxinus chinensis</i>	0	0	0	0	5	0	5
<i>Grevillea robusta</i>	0	0	0	0	3	0	3
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	0	6	5	3	16	0	19
<i>Leucaena leucocephala</i>	0	0	0	0	6	0	6
<i>Morella pubescens</i>	0	3	1	2	11	1	13
<i>Moringa oleifera</i>	0	0	0	0	3	0	3
<i>Myrcianthes hallii</i>	0	0	0	0	1	0	1
<i>Nerium oleander</i>	0	0	0	0	3	0	3
<i>Oreopanax ecuadorense</i>	0	1	0	1	0	0	1
<i>Parajubea cocoides</i>	0	0	0	0	5	0	5
<i>Persea americana</i>	0	1	0	1	4	0	5
<i>Phoenix canariensis</i>	0	0	0	0	25	0	25
<i>Pinus radiata</i>	0	10	7	6	30	5	38
<i>Platanus acerifolia</i>	0	4	0	0	4	0	4
<i>Prunus armeniaca</i>	0	0	0	0	2	0	2
<i>Psidium guajava</i>	0	0	0	0	1	0	1
<i>Sambucus nigra</i>	0	2	2	0	1	0	3
<i>Sapindus saponaria</i>	0	1	0	0	2	0	2
<i>Schinus molle</i>	1	9	5	3	14	2	20
<i>Spathodea campanulata</i>	0	3	1	1	36	1	37
<i>Syzygium jambos</i>	0	0	0	0	1	0	1
<i>Tecoma stans</i>	0	2	0	2	16	0	18
<i>Vachellia macracantha</i>	0	4	1	3	6	0	10
<i>Verbesina spp</i>	0	2	0	1	2	0	3

Anexo 6. Evaluación del arbolado



Anexo 7. Visita técnica

