



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA INGENIERÍA FORESTAL**

**“DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA  
DEL ARBOLADO URBANO DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA,  
PROVINCIA DE CHIMBORAZO”**

**Trabajo de Integración Curricular**

**Tipo:** Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA FORESTAL**

**AUTORA:**

**MELANIE VANESSA CHANGOLUISA VELOSO**

Riobamba – Ecuador

2024



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA INGENIERÍA FORESTAL**

**“DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA  
DEL ARBOLADO URBANO DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA,  
PROVINCIA DE CHIMBORAZO”**

**Trabajo de Integración Curricular**

**Tipo:** Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA FORESTAL**

**AUTORA:** MELANIE VANESSA CHANGOLUISA VELOSO

**DIRECTORA:** ING. VILMA FERNANDA NOBOA SILVA MSc.

Riobamba – Ecuador

2024

© 2024, Melanie Vanessa Changoluisa Veloso

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Melanie Vanessa Changoluisa Veloso, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 04 de junio de 2024

**Melanie Vanessa Changoluisa Veloso**

**172818524-8**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA INGENIERÍA FORESTAL**

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; tipo: Proyecto de Investigación, **DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DEL ARBOLADO URBANO DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO**, realizado por la señorita: **MELANIE VANESSA CHANGOLUISA VELOSO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

**FIRMA**

**FECHA**

Dr. Danny Daniel Castillo Vizuet  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

\_\_\_\_\_

2024-06-04

Ing. Vilma Fernanda Noboa Silva MSc.  
**DIRECTORA DEL TRABAJO DE  
INTEGRACIÓN CURRICULAR**

\_\_\_\_\_

2024-06-04

Ing. Rolando Fabián Zabala Vizuet MSc  
**ASESOR DEL TRABAJO DE  
INTEGRACIÓN CURRICULAR**

\_\_\_\_\_

2024-06-04

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a dos personas extraordinarias que han sido pilares fundamentales en mi camino hacia este logro. A mi querido padre, cuyo incansable esfuerzo y sacrificio han hecho posible que hoy esté aquí, frente a este documento que representa tanto más que palabras impresas tu constante apoyo ha guiado el camino hacia mis metas académicas, y por eso te estaré eternamente agradecida. A mi amada madre, cuyo amor incondicional y compañía han sido mi roca en los momentos de duda y desafío, tu aliento constante y tu presencia emocional han sido mi luz en los días más oscuros de esta travesía académica. A ambos, gracias por creer en mí, por estar a mi lado en cada paso del camino y por ser mis más grandes motivadores. Y a mi tía, que fue como una madre para mí y que siempre estará en mi corazón, aunque ya no esté físicamente, su amor y enseñanzas siguen guiando mis pasos cada día. Este logro es también suyo, y mi gratitud hacia ustedes es infinita. Con amor y agradecimiento eterno,

Melanie

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a las personas que fueron fundamentales en el desarrollo y culminación de este trabajo de investigación. Mi gratitud hacia la ingeniera Vilma Noboa, mi directora, por su dedicación, orientación y apoyo incondicional a lo largo de este proceso, su experiencia y sabiduría fueron indispensables para el éxito de este proyecto. Al ingeniero Rolando Zabala, mi asesor, por su valiosa guía y asesoramiento técnico, que contribuyeron significativamente a la calidad y profundidad de esta investigación. Agradezco también al Ingeniero Adán Ramírez por su apoyo incondicional, siempre dispuesto a ayudar y a brindar su conocimiento cuando más lo necesitaba. Al Inge Mauri, cuya compañía y apoyo fueron significativos y fundamentales durante todo este trayecto su apoyo constante me brindó la fortaleza necesaria para superar los desafíos. Quiero expresar mi profundo agradecimiento a mis amigos Eduardo y Kevin, quienes han sido mis compañeros y fieles amigos durante todo este trayecto universitario, su apoyo incondicional y aliento han sido un pilar fundamental en los momentos difíciles. A cada una de estas personas, mi más profundo agradecimiento por ser parte de este viaje y por contribuir a hacer realidad este logro. Con sincera gratitud.

Melanie

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xii
RESUMEN.....	xiii
SUMMARY .....	xiv
INTRODUCCIÓN .....	1

### CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN .....	3
1.1 Planteamiento del problema .....	3
1.2 Objetivos.....	3
1.2.1 <i>General</i> .....	3
1.2.2 <i>Específicos</i> .....	3
1.3 Justificación.....	3

### CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO .....	5
2.1 Marco Legal .....	5
2.2 Censo Forestal.....	1
2.2.1 <i>Parámetros de medición</i> .....	2
2.2.1.1 <i>Diámetro a la altura del pecho (DAP)</i> .....	2
2.2.1.2 <i>Altura</i> .....	3
2.3 Análisis estructural.....	3
2.3.1 <i>Análisis vertical</i> .....	3
2.3.2 <i>Análisis horizontal</i> .....	3
2.3.3 <i>Abundancia</i> .....	4
2.4 Índices de diversidad .....	4
2.4.1 <i>Índice valor de importancia</i> .....	4
2.4.2 <i>Índice de Shannon- Weaver</i> .....	5
2.4.3 <i>Índice de Simpson</i> .....	6
2.5 Áreas verdes urbanas .....	6

<b>2.5.1</b>	<b><i>Importancia del arbolado urbano</i></b> .....	<b>7</b>
2.5.1.1	<i>Beneficios ecológicos del arbolado</i> .....	7
2.5.1.2	<i>Relación del arbolado y calidad de vida de los ciudadanos</i> .....	8
<b>2.5.2</b>	<b><i>Silvicultura urbana</i></b> .....	<b>8</b>
<b>2.5.3</b>	<b><i>Medición del arbolado urbano</i></b> .....	<b>9</b>

### **CAPÍTULO III**

<b>3.</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	<b>10</b>
<b>3.1</b>	<b>Caracterización del lugar</b> .....	<b>10</b>
3.1.1	<i>Localización</i> .....	10
3.1.2	<i>Ubicación geográfica</i> .....	11
3.1.3	<i>Características climáticas</i> .....	11
<b>3.2</b>	<b>Materiales y Métodos</b> .....	<b>11</b>
3.2.1	<i>Materiales de campo</i> .....	11
3.2.2	<i>Materiales y equipos de oficina</i> .....	11
3.2.2.1	<i>Softwares/Apps</i> .....	12
<b>3.3</b>	<b>Población y muestra</b> .....	<b>12</b>
3.3.1	<i>Población</i> .....	12
3.3.2	<i>Muestra</i> .....	12
<b>3.4</b>	<b>Fuentes de recopilación de información</b> .....	<b>12</b>
<b>3.5</b>	<b>Metodología</b> .....	<b>13</b>
3.5.1	<i>Diseño del censo</i> .....	13
3.5.1.1	<i>Tipo de investigación</i> .....	13
3.5.1.2	<i>Fase de campo</i> .....	13
3.5.1.3	<i>Censo de las áreas verdes en estudio</i> .....	15
3.5.2	<i>Composición florística</i> .....	15
3.5.3	<i>Estructura del arbolado urbano</i> .....	16
3.5.3.1	<i>Variables Cuantitativas</i> .....	16
3.5.3.2	<i>Variables Cualitativas</i> .....	16
3.5.4	<i>Ubicación espacial del arbolado</i> .....	16

### **CAPÍTULO IV**

<b>4.</b>	<b>MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS</b> .....	<b>17</b>
<b>4.1</b>	<b>Censo del arbolado urbano de la ciudad de Riobamba</b> .....	<b>17</b>

4.1.1	<i>Composición del arbolado urbano</i> .....	21
4.2	Diversidad de especies que compone el arbolado urbano .....	23
4.2.1	<i>Análisis cualitativo del arbolado urbano</i> .....	23
4.2.2	<i>Índices de diversidad del arbolado urbano</i> .....	24
4.3	Ubicación espacial de las especies dentro del arbolado urbano. ....	27
4.4	Discusión.....	31

## CAPÍTULO V

5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	33
5.1	Conclusiones.....	33
5.2	Recomendaciones.....	34

## BIBLIOGRAFÍA

## ANEXOS

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2-1:</b>	Abundancia de individuos en una comunidad.....	4
<b>Tabla 2-2:</b>	Parámetros del índice de valor de importancia.....	5
<b>Tabla 3-1:</b>	Categorización de las áreas urbanas .....	12
<b>Tabla 3-2:</b>	Parques del área urbana de Riobamba.....	13
<b>Tabla 4-1</b>	Listado de especies identificadas en el arbolado urbano. ....	18
<b>Tabla 4-2:</b>	Distribución de individuos según la categoría.....	19
<b>Tabla 4-3:</b>	Zonas con arbolado urbano dentro de la ciudad .....	20
<b>Tabla 4-4:</b>	Individuos e índices de diversidad presentes en el arbolado urbano .....	24
<b>Tabla 4-5:</b>	Interpretación del índice de Simpson. ....	26
<b>Tabla 4-6:</b>	Interpretación del índice de Shannon .....	27

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 2-1:</b>	Artículos relacionados con el patrimonio natural en la Constitución del Ecuador.....	6
<b>Ilustración 2-2:</b>	Objetivos y actividades relacionadas al arbolado urbano.....	7
<b>Ilustración 2-3:</b>	Artículos relacionados con el patrimonio cultural en las Leyes Orgánicas del Ecuador.....	8
<b>Ilustración 2-4:</b>	Acuerdos ministeriales relacionadas al arbolado urbano en Ecuador.....	1
<b>Ilustración 3-1:</b>	Mapa de localización del área de estudio. ....	10
<b>Ilustración 3-2:</b>	Áreas dentro del límite urbano a inventariar.....	15
<b>Ilustración 4-1:</b>	Zonas con arbolado urbano dentro de los límites de la Ciudad de Riobamba .....	17
<b>Ilustración 4-2:</b>	Frecuencia según las familias registradas dentro del arbolado urbano .....	21
<b>Ilustración 4-3:</b>	Frecuencia según las especies registradas dentro del arbolado urbano.....	22
<b>Ilustración 4-4:</b>	Frecuencia relativa con relación a la forma de fuste.....	23
<b>Ilustración 4-5:</b>	Frecuencia relativa con relación al estado fitosanitario. ....	24
<b>Ilustración 4-6</b>	Índices de Shannon y Simpson en relación con cada zona de estudio. ....	26
<b>Ilustración 4-7:</b>	Distribución espacial del arbolado en Parques .....	28
<b>Ilustración 4-8:</b>	Distribución espacial del arbolado en Avenidas .....	29
<b>Ilustración 4-9:</b>	Distribución espacial de todo el arbolado urbano en la ciudad de Riobamba .....	30

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

- ANEXO A:** HOJA DE CAMPO PARA EL LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN
- ANEXO B:** PERMISO DEL MUNICIPIO PARA EL LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.
- ANEXO C:** CERTIFICADO DE IDENTIFICACIÓN DEL CHEP
- ANEXO D:** MONTAJE DE MUESTRAS PARA LA IDENTIFICACIÓN
- ANEXO E:** IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS EN EL HERBARIO
- ANEXO F:** REGISTRO DE VARIABLES DASOMÉTRICAS DE CADA ÁRBOL
- ANEXO G:** TOMA DE COORDENADAS UTM DE LOS ESPECÍMENES EN EL ARBOLADO

## RESUMEN

El presente estudio aborda la problemática de la insuficiencia de espacios verdes en Riobamba, Ecuador, una situación crítica dado que el 42% de las provincias del país no cumple con las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) de tener al menos nueve metros cuadrados de espacios verdes por habitante. Riobamba, en particular, presenta solo 2.07 m<sup>2</sup> de espacios verdes por habitante, así el objetivo general del estudio es determinar la composición y estructura del arbolado urbano en la ciudad de Riobamba. Los objetivos específicos incluyen realizar un censo de especies arbóreas, determinar índices de diversidad y abundancia, y elaborar un mapa de la ubicación espacial de las especies. La investigación se llevó a cabo en el área urbana de Riobamba, cubriendo 3 174.95 hectáreas. Se censaron las especies arbóreas en parques (PQ) y avenidas (AV). La fase de campo consistió en censar 45 zonas arboladas, registrando variables cualitativas y cuantitativas de cada árbol. Se identificaron las especies mediante comparación con muestras del Herbario Politécnica del Chimborazo (CHEP). Se registraron 5 250 individuos pertenecientes a 43 especies, 37 géneros y 22 familias. Las especies más abundantes fueron *Acacia melanoxylon* (1 045 individuos) y *Callistemon sp.* (508 individuos). El 67.4% de las especies son exóticas. El índice de Simpson indicó una diversidad de media a alta, mientras que el de Shannon mostró una diversidad generalmente baja. La distribución espacial reveló una variabilidad significativa entre zonas, con AV01 (452 individuos) como la más poblada y PQ19 (4 individuos) como la menos poblada, por lo que se concluye que la predominancia de especies exóticas sobre las nativas destaca la necesidad de estrategias para promover la biodiversidad y sostenibilidad.

**Palabras clave:** <Arbolado Urbano>, <Riobamba>, <Ubicación espacial>, <Diversidad>, <Áreas Verdes>, <Composición florística>.

0963-DBRA-UPT-2024

09-07-2024

## SUMMARY

The present study addresses the problem of insufficient green spaces in Riobamba, Ecuador, a critical situation given that 42% of the country's provinces do not comply with the World Health Organization (WHO) recommendations of having at least nine square meters of green spaces per inhabitant. Riobamba, in particular, has only 2.07 m<sup>2</sup> of green spaces per inhabitant. Thus, the study's general objective was to determine the composition and structure of urban trees in Riobamba. Specific goals include conducting a census of tree species, determining diversity and abundance indices, and mapping the spatial location of species. The research was carried out in the urban area of Riobamba, covering 3,174.95 hectares. Tree species were censused in parks (PQ) and avenues (AV). The field phase consisted of censusing 45 wooded areas and recording each tree's qualitative and quantitative variables. The species were identified by comparison with Chimborazo Polytechnic Herbarium (CPH) samples. 5,250 individuals belonging to 43 species, 37 genera, and 22 families were recorded. *Acacia melanoxylon* (1,045 individuals) and *Callistemon* sp. (508 individuals) were the most abundant species. 67.4% of the species are exotic. Simpson's index indicated medium to high diversity, while Shannon's showed generally low diversity. The spatial distribution revealed significant variability between areas, with AV01 (452 individuals) as the most populated and PQ19 (4 individuals) as the least populated. So, it is concluded that the predominance of exotic species over native ones highlights the need for strategies to promote biodiversity and sustainability.

Keywords: <URBAN WOODS>, <SPACIAL LOCATION>, <DIVERSITY>, <GREEN AREAS>, <FLORIST COMPOSITION>, <RIOBAMBA (CITY)>

Riobamba, July 15<sup>th</sup>, 2024

PhD. Dennys Tenelanda López

ID number: 0603342189

## INTRODUCCIÓN

El rápido aumento de las zonas urbanas ha provocado alteraciones fundamentales en el panorama físico, así como en la percepción de la población acerca del entorno natural (Priego, 2004, pág. 3). Las sociedades contemporáneas, caracterizadas por modelos productivos innovadores, se distancian cada vez más de los recursos naturales que históricamente han sustentado y asegurado su supervivencia, la huella ecológica de cada urbe es cada vez más grande y traspasa los continentes (Priego, 2004, pág. 4). De manera similar a las zonas de vegetación natural, los árboles presentes en las áreas verdes son elementos significativos del sistema de vida natural y cumplen una función esencial en la sostenibilidad de los centros urbanos (Tyrväine et al., 2005, págs. 81-114). Estos espacios, que funcionan como lugares de encuentro e integración social, también contribuyen a la eliminación de polvo, la disminución del ruido, la retención del dióxido de carbono y la prevención contra la escorrentía, mejorando así la calidad de vida y el bienestar de los residentes (MAATE, 2018).

En 2012, Ecuador registro un índice de 13,01 metros cuadrados de áreas verdes urbanas por cada habitante, cifra que superaba el estándar sugerido de nueve metros cuadrados por persona, establecido por la Organización Mundial de la Salud (OMS); sin embargo, el estudio en cuestión demostró que únicamente poco más de la mitad, el 54%, de los municipios o gobiernos autónomos descentralizados del país cumplían con la sugerencia de este organismo internacional (INEC, 2012, págs. 7-8). Los residentes muestran una creciente sensibilidad y apertura hacia la relevancia de la arborización, reconocidos como elementos esenciales del paisaje, la infraestructura y la calidad de vida en entornos metropolitanos (Kuchelmeister, 2007, pág. 36-41).

En entornos urbanos, los espacios verdes adquieren una importancia fundamental al convertirse en sitios para reuniones, intercambios y apreciación paisajística. La evidencia respalda que la mera contemplación de la naturaleza en la ciudad induce estados fisiológicos más relajados, reduciendo significativamente los niveles de estrés, mejorando la satisfacción laboral y el bienestar personal, disminuyendo la fatiga mental y en última instancia, influyendo en los estados de ánimo de los ciudadanos (Priego, 2004, pág. 5).

La urgencia de examinar los ambientes urbanizados y otras comunidades bióticas tiene sus raíces a finales de la década de 1970, cuando el término ecología urbana emergió (Alanís et al., 2014, págs. 93-101). En años recientes, esta subdisciplina ha ganado más importancia, dado que la creación de espacios verdes en entornos metropolitanos es ampliamente reconocida como una herramienta para el desarrollo en las ciudades (Tyrväinen et al., 2005, págs. 81-114).

En Riobamba, los parques barriales y las áreas habilitadas al uso recreativo se localizan en los sectores centrales de la ciudad, se destinan 564 000m<sup>2</sup> para cultura y deportes, y 485 343 m<sup>2</sup> para recreación y área verde, teniendo en cuenta que la OMS fija como óptimo 12 m<sup>2</sup> de espacios verdes por habitantes y como mínimo 10 m<sup>2</sup>; en promedio, el cantón dispone de 2.48 m<sup>2</sup> por habitante para recreación y áreas verdes, lo cual significa un déficit importante (GADM Riobamba, 2009).

A pesar de lo mencionado, en diversas partes del mundo se han emprendido investigaciones para comprender la diversidad y la condición actual de las comunidades, tanto naturales como artificiales, presentes en áreas civiles. Algunos estudios se han limitado a realizar inventarios de los árboles plantados en las ciudades, mientras que otros han abordado aspectos ecológicos más amplios, como la diversidad y la estructura de la vegetación (Alanís et al., 2014, págs. 93-101).

## CAPÍTULO I

### 1. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1.1 Planteamiento del problema

De acuerdo con los datos proporcionados por el Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos (INEC), el 42% de las provincias en Ecuador carece de una cantidad suficiente de espacios verdes con relación a su población. La Organización Mundial de la Salud (OMS) sugiere que cada área geográfica debe contar con al menos nueve metros cuadrados de espacios verdes por habitante. Según el INEC (2012, pág. 27), Chimborazo mantiene un índice verde urbano de cuatro punto uno metros cuadrados por habitante, bajo este contexto Riobamba es uno de los 209 cantones que no cumple con esta recomendación de la OMS, porque presenta el menor valor registrado en la provincia, con dos punto cero siete (2.07) m<sup>2</sup>, subrayando la necesidad de calcular y comprender la composición y estructura del arbolado para una gestión eficaz de los recursos naturales en entornos metropolitanos, promoviendo la sostenibilidad, la salud y el bienestar de la comunidad.

#### 1.2 Objetivos

##### 1.2.1 General

Determinar la composición y estructura del arbolado urbano de la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo.

##### 1.2.2 Específicos

- Realizar un censo de las especies de árboles presentes en el arbolado urbano.
- Determinar los índices de diversidad, riqueza y abundancia en el arbolado urbano.
- Elaborar un mapa de la ubicación espacial de las especies presentes en el arbolado urbano

#### 1.3 Justificación

En la actualidad, ramas como la ecología, la silvicultura y el manejo forestal han adquirido mayor relevancia, en virtud de que se reconoce ampliamente que el establecimiento de áreas verdes en contextos urbanos constituye una herramienta fundamental para fomentar el desarrollo sostenible en las ciudades (Tyrväinen et al., 2005, págs. 81-114).

Considerando que el Ecuador en el 2008 inaugura un cambio en el modelo de desarrollo orientado hacia el “Sumak Kawsay” siendo la primera Constitución en el mundo que reconoce los derechos de la naturaleza (Morales, 2013, pág.71), se establece que dentro de este marco, en el Art. 55 del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD) entre las atribuciones y responsabilidades exclusivas de los gobiernos autónomos descentralizados municipales se encuentra la de “preservar, mantener y difundir el patrimonio arquitectónico, cultural y natural del cantón y construir los espacios públicos para estos fines” (COOTAD, 2010, pág. 28). Esto se reafirma en el artículo 27 del Código Orgánico del Ambiente (COA) el cual menciona que “regular y controlar el manejo responsable de la fauna y arbolado urbano” es una facultad de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Metropolitanos y Municipales en materia del ámbito Ambiental.

Bajo este contexto, analizar la composición y estructura de las masas forestales resulta clave para asegurar la sostenibilidad de los ecosistemas (Rendón-Pérez et al., 2021, págs. 2-3), por lo tanto, la estructura de un bosque es un reflejo directo de su diversidad, por ello, contar con un estudio profundo y efectuar un monitoreo continuo de las características del arbolado, son aspectos fundamentales que permiten garantizar la permanencia de estos ecosistemas a través de acciones adecuadas de gestión y conservación (Rendón-Pérez et al., 2021, págs. 2-3).

Un arbolado diverso y bien estructurado proporciona sombra, mejora la calidad del aire, y crea espacios más agradables para la recreación y el ejercicio físico, lo que contribuye positivamente a la salud (FAO, 2015., pág. 53). La biodiversidad urbana evalúa la presencia de especies nativas, la interacción con la fauna y la creación de hábitats sostenibles, así también, la resiliencia ante desastres, tomando en cuenta que la información sobre la resistencia de las especies y la distribución espacial de los árboles es esencial para la planificación de emergencias y la reducción de riesgos (UNICEF et al., 2000, pág. 9).

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

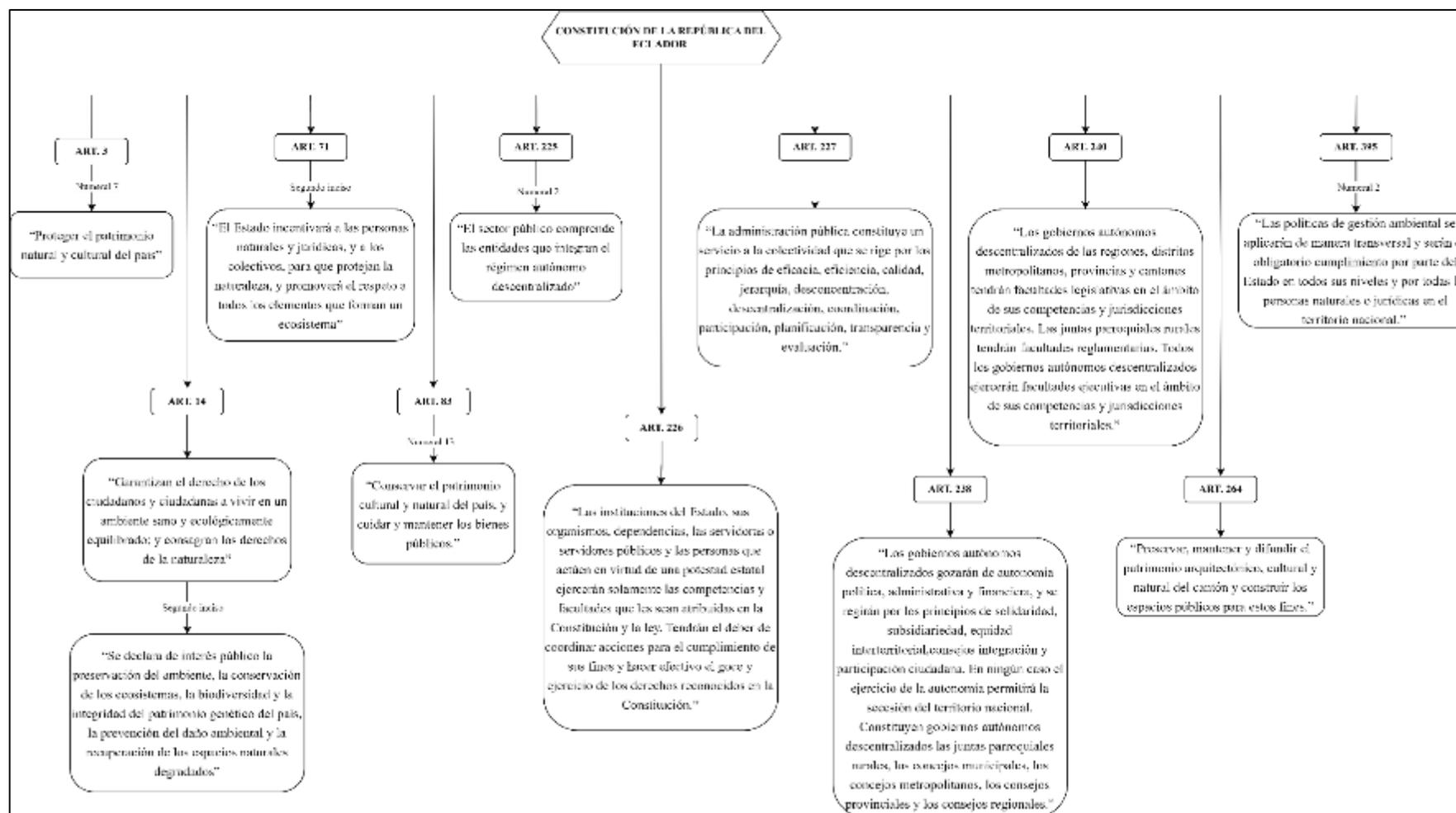
#### 2.1 Marco Legal

El reconocimiento de derechos a la Naturaleza ha sido un tema explorado en varios sistemas jurídicos, desde hace varias décadas, la legislación proporciona un contexto jurídico necesario para comprender y analizar el arbolado urbano desde una perspectiva legal (Echeverría, 2022). El reconocimiento constitucional de la personalidad jurídica de la Naturaleza o Pachamama constituye un corte en la historia del Derecho Constitucional contemporáneo, no sólo en lo referente a la protección de la Naturaleza y el ambiente, sino también respecto a los sujetos de derechos (Melo, 2013, págs. 43-54).

En Ecuador, a medida que se iba desarrollando la legislación ambiental, se fueron incorporando varios principios que estuvieran en pro de la protección de la naturaleza (Maldonado, 2020, pág. 23-24). En 1940, la Ley de Reforestación Obligatoria incluyó el principio de tutela efectiva, que busca una protección real y tangible del ambiente (Ospina, 2016, pág. 63). Posteriormente, con la Ley de Prevención de la Contaminación, se adoptó el principio de responsabilidad de "quien contamina paga", estableciendo que quien genere daños ambientales debe asumir los costos de reparación (Trujillo, 2021, pág. 51-52).

En 1983, Ecuador introdujo mediante una reforma constitucional el derecho a vivir en un ambiente sano, posteriormente en 1996, se reconoció el derecho al desarrollo sustentable y a vivir en un ambiente ecológicamente equilibrado (Trujillo, 2021, pág. 51-52). Más adelante la nueva Constitución de 1998 otorgó derechos a los pueblos y nacionalidades sobre sus conocimientos ancestrales, además de la obligación de ser consultados sobre normas y proyectos que afecten sus tierras y modos de vida.

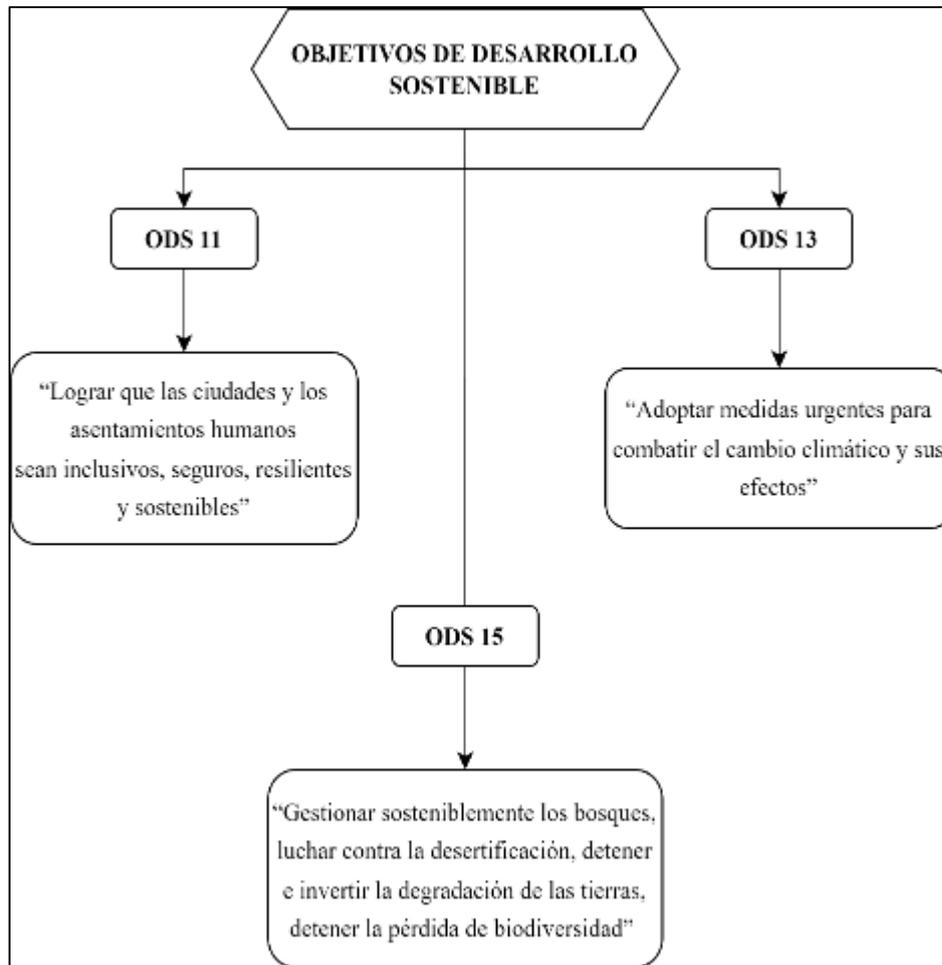
La Constitución ecuatoriana de 2008 marcó un hito al reconocer a la naturaleza misma como sujeto de derechos, esta carta magna generó cambios trascendentales en materia ambiental, plasmando una amplia regulación sobre la concepción y protección del ambiente (Maldonado, 2020, pág. 23). A continuación, se enumeran los artículos relacionados al patrimonio natural en la Carta Magna del Ecuador.



**Ilustración 2-1:** Artículos relacionados con el patrimonio natural en la Constitución del Ecuador

Realizado por: Changoluisa M., 2024.

En el marco internacional, es tendencia el enmarcar las actividades a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, a continuación, se mencionan los relacionados al arbolado urbano:

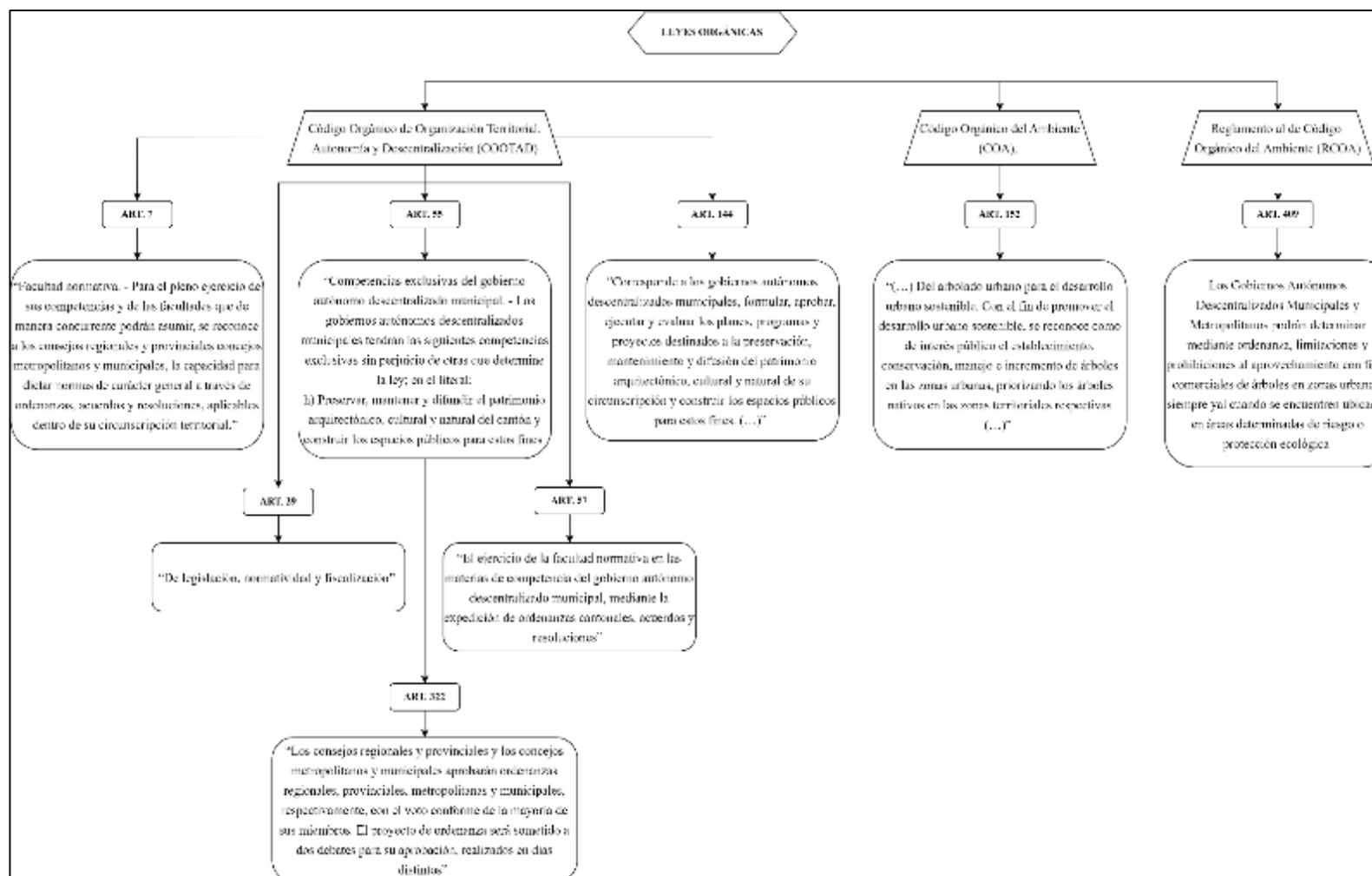


**Ilustración 2-2:** Objetivos y actividades relacionadas al arbolado urbano

Realizado por: Changoluisa M., 2024.

En Ecuador, el arbolado urbano está regulado por la Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión del Suelo (LOOTUGS), que establece normas para la protección, conservación y manejo de los árboles en áreas urbanas (). Además, lineamientos nacionales que también regulan el arbolado urbano en cada ciudad, estas normativas suelen establecer la obligación de contar con un plan de arborización, la protección de especies nativas, la poda adecuada de árboles, entre otros aspectos (MAE, 2016).

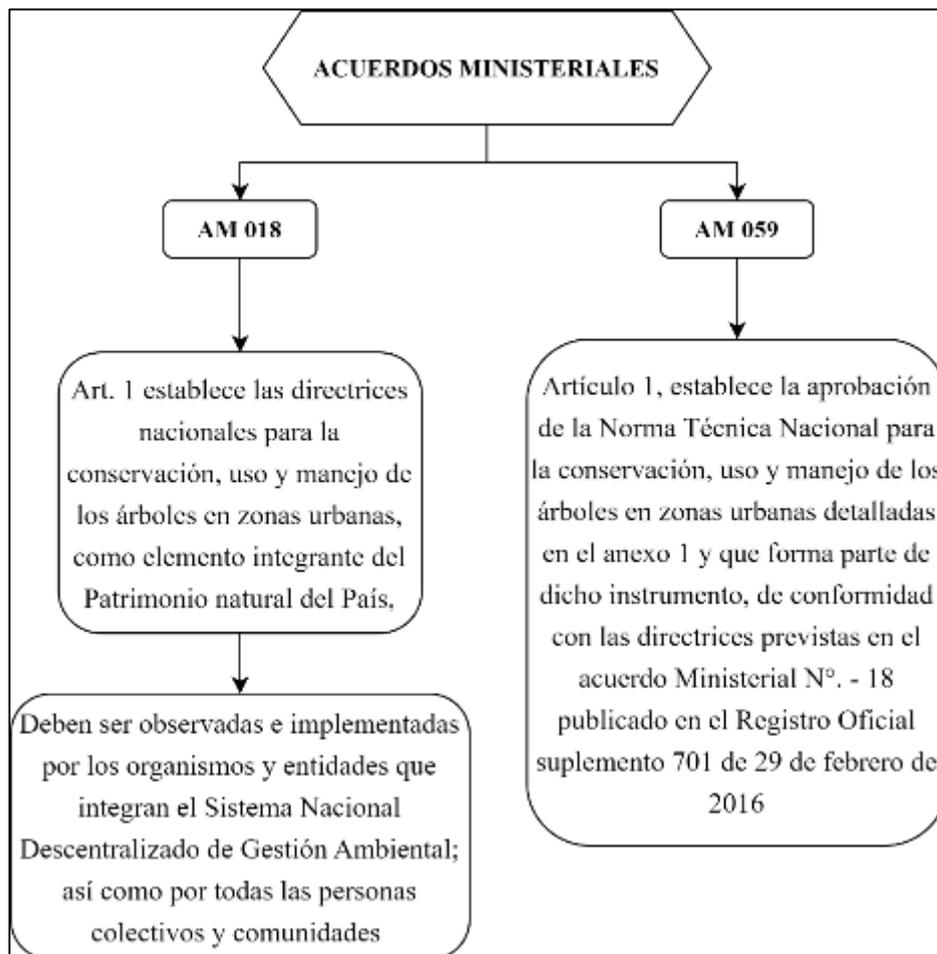
Dentro de las leyes orgánicas que regulan la actividad relacionada al arbolado urbano a nivel nacional están el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización. A continuación, se mencionan los artículos relacionados



**Ilustración 2-3:** Artículos relacionados con el patrimonio cultural en las Leyes Orgánicas del Ecuador.

Realizado por: Changoluisa M., 2024.

Dentro de los reglamentos y ordenanzas de la República del Ecuador se destacan dos acuerdos ministeriales los cuales se detallan a continuación:



**Ilustración 2-4:** Acuerdos ministeriales relacionadas al arbolado urbano en Ecuador

Realizado por: Changoluisa M., 2024.

## 2.2 Censo Forestal

Un inventario forestal consiste en el proceso organizado y metódico de recopilar y registrar datos e información relevante sobre los recursos forestales con el propósito de evaluación o análisis. En este proceso, se detallan aspectos como las especies forestales en la zona de estudio, variables de crecimiento de los árboles y condiciones del bosque incluyendo factores como geología, condiciones del lugar y salud de los árboles (Dau et al., 2018, pág. 210). La ejecución de un inventario forestal implica la aplicación de principios y técnicas provenientes de diversas disciplinas, por lo tanto, los profesionales forestales deben estar capacitados en herramientas, tecnologías y conocimientos técnicos enfocados en el manejo, medición, cartografiado e identificación de los

componentes de los ecosistemas forestales, lo cual resulta clave para su adecuada planificación y aprovechamiento, así como técnicas estadísticas (Orozco y Brumér, 2002, pág. 3).

Es crucial llevar un registro detallado y actualizado de todos los espacios verdes presentes en la ciudad, así como de las diferentes especies vegetales que los conforman. Esto facilita una planificación y administración efectiva de las áreas verdes urbanas, ya que la información sistematizada permite un acceso rápido y fácil, almacenando datos esenciales sobre cada área, tanto en términos económicos como ambientales, resultando en ahorros valiosos (Robles, 2015).

### **2.2.1 Parámetros de medición**

La dasometría, que se refiere a la medición forestal, consiste en la evaluación del volumen de árboles en su totalidad, así como de sus componentes individuales (Rodríguez et al., 2013). Para cuantificar y caracterizar las especies arbóreas de un ecosistema forestal, resultan indispensables dos mediciones clave: el diámetro del tronco a la altura convencional de 1,3 metros desde el suelo (DAP), y la altura total que alcanza el árbol (Kees et al., 2020, pág. 8).

#### **2.2.1.1 Diámetro a la altura del pecho (DAP)**

La medición del Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) implica tomar la medida a 1.30 metros sobre el nivel del suelo, utilizando una cinta diamétrica. En caso de que los árboles presenten deformaciones a esta altura, se registra el diámetro en el punto donde finaliza la deformación. La medida se anota sin decimales; es decir, se redondea al número entero más cercano según la proximidad a la medida real (Pinelo, 2004, pág. 21). En terrenos inclinados, los árboles se miden desde la parte más alta de la pendiente. En situaciones especiales, como la presencia de gambas, defectos o bifurcaciones que impidan la medición del diámetro a esa altura, se aplican procedimientos particulares (Pinelo, 2004, pág. 21).

Durante la medición de cada árbol, es esencial verificar que no se estén considerando en la medición bejucos, parásitos u otras plantas que puedan afectar la precisión de la medida. Asimismo, para determinar la altura a la cual se mide el DAP de cada árbol, se sugiere emplear un objeto señalador o baliza delgada de 1.30 metros de longitud, con una marca a los 30 centímetros. Esta marca sirve para verificar si los brinzales han alcanzado los 30 centímetros de altura total (Pinelo, 2004, pág. 21).

### *2.2.1.2 Altura*

La medida vertical desde el tocón, ubicado aproximadamente a 50 centímetros sobre el suelo, hasta el inicio de la copa o hasta donde exista alguna restricción como deformaciones, daños o un diámetro inferior a 25 centímetros (Pinelo, 2004). En terrenos inclinados, los árboles plantados o establecidos se miden desde el punto más elevado del terreno (Rodríguez et al., 2013).

## **2.3 Análisis estructural**

La evaluación estructural de una comunidad vegetal se lleva a cabo con el propósito de analizar sociológicamente una muestra y determinar su clasificación en la asociación. Este análisis puede realizarse con base en las necesidades prácticas específicas de la silvicultura o siguiendo los principios teóricos de la sociología vegetal (Alvis, 2009, pág. 117).

### *2.3.1 Análisis vertical*

La disposición vertical refleja la distribución de las especies en la zona objeto de inventario. Los bosques naturales tropicales, dada su alta heterogeneidad, comprenden una amplia diversidad de especies con diversas edades. Según la FAO, en estos bosques se pueden identificar tres estados sucesionales: Brinzal, Latizal y Fustal (Alvis, 2009, pág. 120).

El Brinzal incluye plántulas o árboles jóvenes generados mediante la regeneración natural, que tienen alturas de hasta 1.50 metros y un diámetro inferior a 5 cm (Alvis, 2009, pág. 120). El Latizal se refiere a arbustos con alturas entre 1.50 y 3 metros con diámetros de tronco a la altura del pecho que oscila entre 5 y 15 cm, mientras que el Fustal representa árboles establecidos con un DAP mayor a 15 cm (Alvis, 2009, pág. 120).

### *2.3.2 Análisis horizontal*

Esta estructura facilita la evaluación del desempeño de árboles individuales y especies en la comunidad vegetal. La evaluación de esta estructura se puede realizar mediante índices que reflejan la presencia de especies, así como su importancia ecológica dentro del ecosistema (Alvis, 2009, pág. 117). Ejemplos de estos índices son la abundancia, frecuencia y dominancia, cuya suma relativa da como resultado el Índice de Valor de Importancia (IVI) (López-Hernández, 2017, págs. 39-51).

### 2.3.3 Abundancia

La abundancia permite conocer qué tan frecuente o predominante se encuentra una especie particular dentro del ecosistema analizado (Ruiz, 2012, pág. 10). Se puede clasificar en abundancia absoluta, que indica el número de individuos por especie, y en abundancia relativa, que representa la proporción de individuos de cada especie con respecto al total de individuos en el ecosistema (Pauta, 2016, pág. 17). Como se la explica a continuación:

Abundancia absoluta (Aba) = número de individuos por especie con respecto al número total de individuos encontrados en el área de estudio ( $n_i$ )

Abundancia relativa (Ab%)  $Ab\% = (n_i / N) \times 100$

Donde:  $n_i$  = Número de individuos de la  $i$ ésima especie

$N$  = Número de individuos totales en la muestra

**Tabla 2-1:** Abundancia de individuos en una comunidad

Números de individuos por especie	Clasificación
<5	Muy raro
5-15	Raro
15-30	Escaso
30-100	Abundante
>100	Muy Abundante

**Fuente:** Ecología de comunidades, 2016: p. 4

**Realizado por:** Changoluisa M., 2024.

## 2.4 Índices de diversidad

Para determinar la biodiversidad vegetal las áreas con cobertura boscosa se utilizaron los índices de Shannon-Wiener ( $H'$ ) y Simpson ( $D$ ), los cuales se basan en la abundancia relativa de especies.

### 2.4.1 Índice valor de importancia

El índice de valor de importancia (IVI) identifica las especies que influyen en la naturaleza y la estructura de un hábitat, este índice proporciona datos sobre la conformación vegetal de un área determinada, al combinar los valores proporcionales de tres aspectos clave: la densidad, la frecuencia y la dominancia de las especies presentes (Curtis y McIntosh, 2008, pág. 478).

Se consideraron los siguientes parámetros:

**Tabla 2-2:** Parámetros del índice de valor de importancia

Parámetro	Fórmula
<b>IVI</b>	IVI: Dominancia relativa + Densidad relativa + Frecuencia relativa
<b>Dominancia relativa</b>	$Dr = \frac{\text{Dominancia absoluta por especie}}{\text{Dominancia absoluta de todas las especies}} \times 100$
<b>Dominancia absoluta</b>	$Da = \frac{\text{Área basal de una especie}}{\text{Área muestral}}$
<b>Densidad relativa</b>	$dr = \frac{\text{Densidad absoluta por cada especie}}{\text{Densidad absoluta de todas las especies}} \times 100$
<b>Densidad absoluta</b>	$da = \frac{\text{Nº de individuos de una especie}}{\text{Área muestreada}}$
<b>Frecuencia relativa</b>	$Fr = \frac{\text{Frecuencia absoluta por especie}}{\text{Frecuencia absoluta de todas las especies}} \times 100$
<b>Frecuencia absoluta</b>	$Fa = \frac{\text{Nº de muestreos en los que se presenta cada especie}}{\text{Nº total de muestreados}}$

**Fuente:** Curtis y McIntosh, 2008: p.478.

**Realizado por:** Changoluisa M., 2024.

#### 2.4.2 Índice de Shannon- Weaver

Es uno de los métodos más frecuentemente empleados para evaluar la diversidad de especies vegetales en un hábitat específico. La determinación de este índice implica calcular el promedio de la incertidumbre asociada con prever, en una muestra dada, a qué especie pertenecería un individuo seleccionado al azar o de manera aleatoria.

Los valores típicamente oscilan entre 1 y 4.5, y se considera que un índice de 3 representa una condición "diversa" (Lorea et al., 2008, pág. 44). Este índice se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$H' = \sum Pi * \ln Pi$$

Donde:

H = Índice de Shannon-Wiener

Pi = Abundancia relativa

Ln = Logaritmo natural

Es posible calcularlo utilizando tanto el logaritmo natural (Ln) como el logaritmo en base 10 (Lg10). Sin embargo, al interpretar y redactar informes, es crucial recordar y señalar claramente el tipo de logaritmo empleado (Pérez, 2006, pág. 44-45).

### 2.4.3 Índice de Simpson

Conforme a lo indicado por Pérez (2006, pág. 45), el índice de Simpson es otro enfoque frecuentemente empleado para evaluar la diversidad de una comunidad vegetal. Este índice evalúa la dominancia de la especie más abundante en la muestra, sin considerar la contribución de las demás especies. El valor máximo se alcanza cuando cada especie cuenta con un solo individuo (Lorea et al., 2008, pág. 44). Para realizar un cálculo preciso de este indicador, se emplea la siguiente fórmula:

$$ISD = 1 - \sum (P_i)^2$$

Donde:

S = Índice de Simpson

N<sub>i</sub> = N° de individuos en la iésima especie

N° = N° total de individuos.

## 2.5 Áreas verdes urbanas

La FAO (2000) establece la definición de árboles fuera del bosque (AFB) como aquellos que son cultivados fuera de áreas boscosas y no están clasificados como parte de bosques, terrenos forestales u otras tierras boscosas. Esta categoría engloba a los árboles que crecen en entornos urbanos, los cuales, debido a su origen, ubicación o funciones ecosistémicas, se clasifican en las categorías de árboles y bosques urbanos.

Contardi (1980), mencionado por Martínez (2004), define como espacio verde cualquier superficie que contenga vegetación dentro del entramado urbano. La CONAMA (1980), también citada por Martínez (2004), conceptualiza las "áreas verdes" como los espacios dentro de los entornos urbanos o sus periferias que están ocupados por árboles, arbustos o plantas y que pueden destinarse a diversas funciones, como recreación, esparcimiento, aspectos ecológicos, ornamentación, protección, recuperación o rehabilitación del entorno, entre otros.

Son posiblemente el componente esencial por excelencia en los entornos ciudadanos, ya que dan forma y distintivo al panorama de las ciudades y localidades. Además, constituyen referentes simbólicos y proveen innumerables ventajas ante el entorno construido hostil, al regular y armonizar microclimas, así como aspectos ambientales cruciales relacionados con la movilidad, la industria y, en resumen, con la dinámica inherente a las ciudades y centros urbanos (Llanos, 2012).

### **2.5.1 *Importancia del arbolado urbano***

Contar con parques, jardines y plazas arboladas dentro del entramado urbano no solo mejora la calidad de vida de los residentes desde un punto de vista ambiental y de salud, sino que también brinda lugares de encuentro comunitario que favorecen el deporte, la recreación y la integración entre los ciudadanos (Gutiérrez, 2021, pág 130). También, ayuda a mitigar el impacto generado por niveles elevados de densidad y construcción, generando efectos beneficiosos como la reducción del polvo, disminución del ruido, fomento de la biodiversidad y protección del suelo (Kuchelmeister, 2000, pág. 51).

La conciencia acerca de cómo los bosques urbanos benefician la calidad de vida en las ciudades está en aumento. Estos bosques aportan beneficios tangibles, como alimentos, energía, madera y forraje, que satisfacen las necesidades locales. La práctica de la silvicultura urbana con múltiples propósitos resulta especialmente crucial para la población urbana empobrecida (Kuchelmeister, 2000, pág. 51).

Es relevante señalar que el espacio verde proporciona funciones y servicios ambientales que resultan en ahorros considerables, aunque cuantificarlos exactamente es un desafío para la economía ambiental. La falta de estos espacios conlleva costos significativos, como gastos en remedios ambientales y control de la contaminación, ya que los espacios verdes actúan como pulmones que también reducen el ruido. Otros costos incluyen la canalización de aguas pluviales y las repercusiones en la salud física y mental debido a una calidad de vida deficiente. Laghai y Bahmanpour (2012, pág. 240) resumen de manera clara las funciones y servicios ambientales proporcionados por el espacio urbano.

#### **2.5.1.1 *Beneficios ecológicos del arbolado***

La FAO advierte que la expansión acelerada de las ciudades en estos continentes está ocurriendo sin una estrategia planificada para el uso de la tierra, y la consecuente presión humana está teniendo efectos muy muy dañinos en las áreas boscosas, los paisajes naturales, las zonas verdes urbanas y sus entornos circundantes, poniendo en riesgo su conservación y sostenibilidad (FAO et al., 2023, pág. 69). El crecimiento urbano desordenado en conjunto a las consecuencias del calentamiento global, están provocando un deterioro ambiental como el aumento en los niveles de contaminación ambiental, una disminución en la disponibilidad de alimentos y otros recursos naturales, así como un incremento en las condiciones de pobreza y en la frecuencia de eventos climáticos extremos como sequías, inundaciones, olas de calor, etc. (Cordero et al., 2015, pág. 109).

Los árboles en entornos urbanos, a veces apreciados solo por su sombra o su contribución estética al paisaje urbano, desempeñan un papel esencial en la ciudad. Estos pueden contribuir a atenuar algunos de los efectos adversos de la urbanización, fortaleciendo así la capacidad de las ciudades para enfrentar estos cambios (Briz et al., 2017, págs. 317).

Las áreas verdes en las ciudades no solo brindan servicios ambientales y recreativos, sino que además albergan fauna silvestre y promueven una mayor biodiversidad, aspectos que son clave para la sostenibilidad y el equilibrio de los ecosistemas urbanos a futuro y el disfrute de sus habitantes (Nowak et al., 1997, pág. 25). No obstante, en algunos casos la presencia de animales silvestres también puede acarrear inconvenientes como deterioros materiales, riesgos sanitarios y afectaciones a otros animales de compañía que deben contemplarse y gestionarse adecuadamente (Nowak et al., 1997, pág. 25).

#### *2.5.1.2 Relación del arbolado y calidad de vida de vida de los ciudadanos*

Varios estudios han evidenciado que los entornos con árboles y otras formas de vegetación inducen estados fisiológicos más relajados en los individuos en comparación con paisajes carentes de estas características naturales (Frutos et al., 2009, págs. 18-19). Además, los incrementos en los costos de cuidados de salud podrían estar relacionados con la presencia de vegetación urbana, ya que podrían surgir reacciones alérgicas a plantas, polen, animales e insectos, o incluso miedo hacia árboles, bosques y entornos afines (Frutos et al., 2009, págs. 18-19).

Los parques y áreas verdes ofrecen oportunidades para llevar a cabo actividades físicas saludables. Además, se ha documentado que la presencia de árboles en paisajes urbanos conlleva beneficios indirectos para la salud física y mental en países industrializados (Ulrich, 1984); disfrutar de espacios verdes puede revitalizar a las personas. La mejora de la calidad del aire mediante la incorporación de vegetación tiene un impacto positivo en la salud, evidenciado por una menor incidencia de enfermedades respiratorias. Asimismo, los bosques urbanos pueden desempeñar un papel en la seguridad alimentaria.

#### *2.5.2 Silvicultura urbana*

En naciones industrializadas, expertos en silvicultura urbana emplean de manera intercambiable términos como "cultivo de zonas verdes urbanas" o "ingeniería forestal urbana" junto con "silvicultura urbana" (Miller, 1997). Así, la silvicultura urbana se refiere a árboles y áreas arboladas

en entornos urbanos, incluyendo árboles en jardines, huertos, calles, parques, así como pequeños bosques remanentes en terrenos baldíos y abandonados (Kuchelmeister, 2007, pp. 36-41).

En países más desarrollados la gestión y manejo de las áreas verdes dentro de las ciudades se ha enfocado principalmente en potenciar su componente recreativo y en maximizar los beneficios ambientales que estas aportan (Kuchelmeister, 2000, pág. 50). Por otro lado, en naciones menos desarrolladas, el objetivo principal de la silvicultura urbana debería ser abordar las necesidades básicas (Kuchelmeister y Braatz, 1993). En este contexto, la gestión de recursos con fines múltiples se presenta como la estrategia más adecuada.

La silvicultura urbana ha experimentado un rápido progreso en América del Norte gracias a esfuerzos concertados y asignación de recursos significativos. Aunque en Europa existe una larga tradición de silvicultura urbana, la investigación aún se encuentra en una etapa bastante fragmentada (Randrup et al., 1999).

### **2.5.3 *Medición del arbolado urbano***

La Organización Mundial de la Salud destaca la importancia fundamental de los espacios dentro de las ciudades debido a los beneficios significativos que aportan a la salud física y emocional de las personas (ONU HABITAT, 2015, pág. 166). Estos lugares no solo sirven como áreas para el disfrute y el esparcimiento, sino que también fomentan las relaciones sociales. Según Gómez (2005, pág. 425), la Organización Mundial de la Salud ha recomendado para las ciudades un indicador conocido como el Índice de Verde Urbano (IVE), que establece una cantidad de 9 m<sup>2</sup> por habitante.

El IVE se refiere al patrimonio de áreas verdes o zonas de especial interés natural o histórico-cultural, gestionado por entidades públicas en el territorio, dividido por el número de habitantes en las zonas urbanas (INEC, 2012, pág. 1).

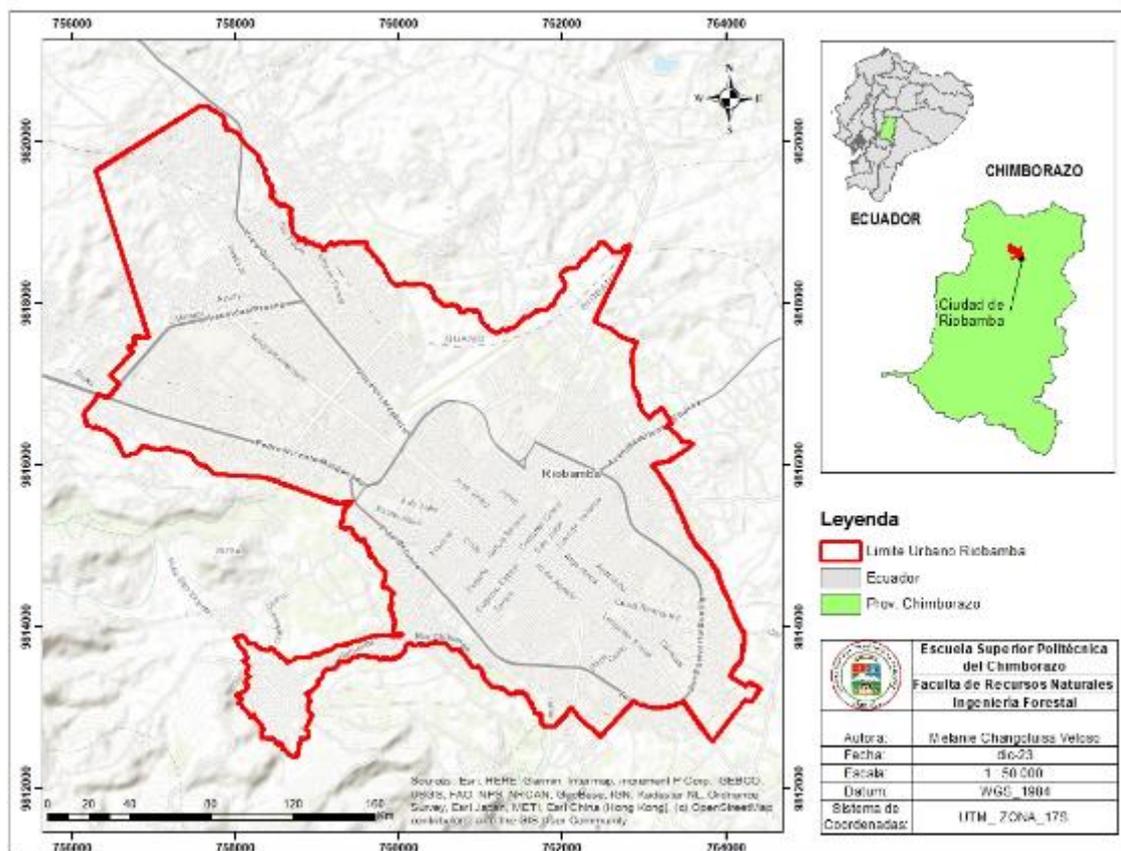
## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 Caracterización del lugar

##### 3.1.1 Localización

La investigación se realizó en el área urbana de la Ciudad de Riobamba, Provincia de Chimborazo (Ilustración 5). Riobamba, conocida también como San Pedro de Riobamba, es una ciudad ecuatoriana ubicada geoespacialmente como cabecera cantonal del Cantón Riobamba. Es reconocida como la capital de la Provincia de Chimborazo y destaca por ser la localidad más extensa y densamente poblada en su región circundante. Está ubicada en el centro de la región Interandina del Ecuador, cercana al punto geográfico central del país.



**Ilustración 3-1:** Mapa de localización del área de estudio.

Realizado por: Changoluisa M., 2024.

### **3.1.2** *Ubicación geográfica*

**Lugar:** Riobamba, Chimborazo, Ecuador.

**Latitud:** -1.67098

**Longitud:** -78.64712

**Coordenadas UTM:**

**X:** 761771

**Y:** 9815149

**Altitud:** 2754 msnm.

### **3.1.3** *Características climáticas*

El clima en Riobamba es regularmente frío con dos estaciones, húmeda y seca. Por su ubicación entre varios nevados, la Sultana de los Andes recibe un afluente de vientos desde la cordillera, lo que genera una sensación térmica de frío (GADM Riobamba, 2022).

**Temperatura media:** 13,4 °C

**Precipitación media anual:** 564,5 mm

**Humedad relativa:** 15,8% (Portilla, 2018: pp. 39-40).

## **3.2** *Materiales y Métodos*

### **3.2.1** *Materiales de campo*

- Clinómetro
- Ficha de campo
- GPS Satelital
- Forcípula
- Lápiz

### **3.2.2** *Materiales y equipos de oficina*

- Carpetas
- Computador
- Hojas de campo
- Impresora
- Papel

### 3.2.2.1 Softwares/Apps

- ArcMAP
- UTM GEO MAP
- Excel

## 3.3 Población y muestra

### 3.3.1 Población

La presente investigación se realizó en el área urbana del cantón Riobamba, se consideraron las áreas con arbolado urbano de la ciudad con ocupación e infraestructura pública y particular compuesta por un total de 3 174.95 hectáreas (Subsecretaría de Tierras, 2023).

### 3.3.2 Muestra

Se tomaron en cuenta las especies arbóreas presentes en las áreas verdes de uso y acceso público dentro de la ciudad de Riobamba. Esto incluyó el arbolado localizado en parques, jardines, parterres y avenidas. Para su análisis, estos espacios verdes urbanos se clasificaron en dos categorías principales: parques y avenidas, de acuerdo con lo descrito en la Tabla 3-1.

**Tabla 3-1:** Categorización de las áreas urbanas

Categoría	Característica
Parque	Área que posee espacios libres para pasear.
Avenida	Área por donde circulan vehículos, se llama también paso lateral que bordea la ciudad.

**Fuente:** Romero E., 2021: p,17

**Realizado por:** Changoluisa M., 2024.

## 3.4 Fuentes de recopilación de información

Para la identificación de la estructura y composición del arbolado urbano se recopiló información a través de la colecta de datos de campo con la ayuda de instrumentos y procesamiento de información con el uso de imagen satelital y sistemas de información geográfica.

## 3.5 Metodología

### 3.5.1 Diseño del censo

#### 3.5.1.1 Tipo de investigación

Este estudio se llevó a cabo mediante un trabajo de campo que implicó la recolección física de muestras o especímenes representativos, así como el levantamiento *in situ* de información tanto cuantitativa (numérica) como cualitativa (descriptiva) sobre las diferentes variables presentes en las áreas verdes urbanas de la ciudad de Riobamba.

#### 3.5.1.2 Fase de campo

Se llevó a cabo un censo en todas las áreas verdes urbanas de Riobamba que cumplían con las características descritas en la Tabla 3-1. De este modo, se censaron un total de 45 zonas arboladas dentro del perímetro urbano de la ciudad (Ilustración 6). Estas áreas censadas se encuentran detalladas y enumeradas en la Tabla 3-2.

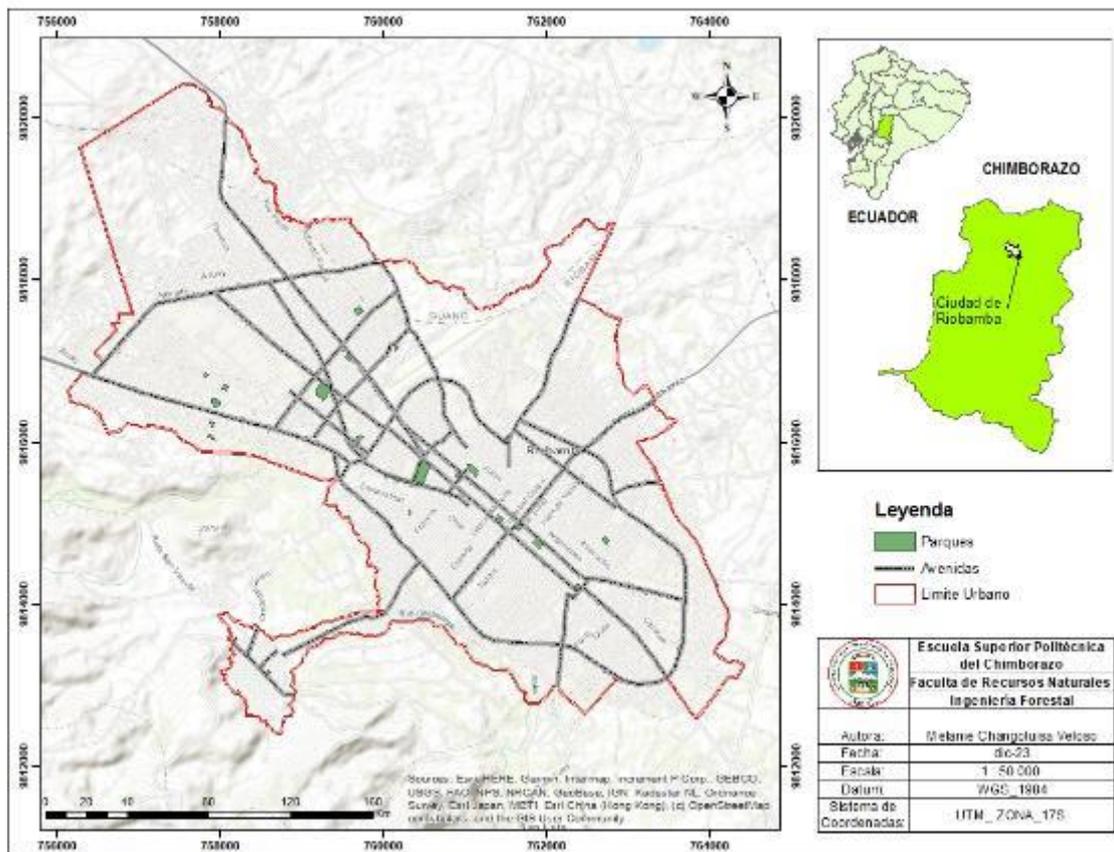
**Tabla 3-2:** Parques del área urbana de Riobamba

N°	Código	Categoría	Nombre	Coordenadas	
				X	Y
1	PQ1	Parque	21 de Abril	761138	9815667
2	PQ2	Parque	Barriga	760897	9815568
3	PQ3	Parque	Cemento de Chimborazo	761523	9816015
4	PQ4	Parque	COMIL	750518	9815740
5	PQ5	Parque	Dolorosa	761425	9815065
6	PQ6	Parque	ECU 911	761677	9814970
7	PQ7	Parque	Fernando Daquilema	761891	9814781
8	PQ8	Parque	Guayaquil	760325	9815514
9	PQ9	Parque	Juan Montalvo	759590	9817059
10	PQ10	Parque	Libertad	759297	9816654
11	PQ11	Parque	Los Olivos	762700	9814759
12	PQ12	Parque	Madre	759714	9816039
13	PQ13	Parque	Maestros	762363	9814180
14	PQ14	Parque	Maldonado	757926	9816489

15	PQ15	Parque	MOOP	757919	9816044
16	PQ16	Parque	Puruha	757856	9816832
17	PQ17	Parque	Retamas	758074	9816663
18	PQ18	Parque	Saboya	758577	9813131
19	PQ19	Parque	San Martín	759708	9817657
20	PQ20	Parque	Sesquicentenario	760319	9815132
21	PQ21	Parque	Sucre	759297	9816654
22	AV1	Avenida	9 de Octubre	760031	9813916
23	AV2	Avenida	11 de Noviembre	760130	9814871
24	AV3	Avenida	Alfonso Chávez	759297	9817439
25	AV4	Avenida	Atahualpa	758237	9816274
26	AV5	Avenida	Canonino Ramos	758711	9817165
27	AV6	Avenida	Carlos Zambrano	757112	9817609
28	AV7	Avenida	Celso Rodríguez	759679	9815874
29	AV8	Avenida	Daniel León Borja	759191	9816357
30	AV9	Avenida	Edelberto Bonilla Oleas	758998	9816610
31	AV10	Avenida	Eloy Alfaro	759338	9816318
32	AV11	Avenida	Gonzalo Dávalos	759922	9816023
33	AV12	Avenida	Héroes de Tapi	760255	9815542
34	AV13	Avenida	Antonio José de Sucre	761532	9815820
35	AV14	Avenida	Juan Félix Proaño	761811	9816203
36	AV15	Avenida	La Prensa	762782	9816194
37	AV16	Avenida	Leonidas Proaño	762192	9813592
38	AV17	Avenida	Leopoldo Freire	762389	9814169
39	AV18	Avenida	Lizarzaburu	762738	9814288
40	AV19	Avenida	Miguel de León	760888	9815505
41	AV20	Avenida	Milton Reyes	762573	9814089
42	AV21	Avenida	Pedro Vicente Maldonado	758998	9816610
43	AV22	Avenida	Saint Amand Montrond	759338	9816318
44	AV23	Avenida	Sergio Quirola	759922	9816023
45	AV24	Avenida	Unidad Nacional	760255	9815542

**Realizado por:** Changoluisa M., 2024.

Se utilizó la aplicación UTM GEO MAP y un GPS satelital en unidades UTM.



**Ilustración 3-2:** Áreas dentro del límite urbano a inventariar.

Realizado por: Changoluisa M., 2024.

### 3.5.1.3 Censo de las áreas verdes en estudio

El censo contempló todos los individuos arbóreos, arbustivos y palmáceos con DAP mayor o igual a cinco centímetros, para cada uno de los individuos se registró la información en una ficha de campo habilitada para recopilar la información botánica, dendrológica y fitosanitaria (ANEXO A).

### 3.5.2 Composición florística

Para conocer las especies del arbolado urbano en las avenidas y parques de la ciudad de Riobamba se realizó un análisis descriptivo de la clasificación taxonómica y de la procedencia (nativa y exótica). La identificación de las muestras se realizó mediante la comparación de las muestras presentes en la colección del Herbario Politécnica del Chimborazo (CHEP).

### **3.5.3 Estructura del arbolado urbano**

Para la determinación de la estructura vegetal se empleó un censo donde se sistematizó la información a obtenerse mediante el registro de variables cualitativas y cuantitativas de cada uno de los individuos (árboles) del arbolado urbano del cantón las cuales se registraron dentro del trabajo de campo para lo cual se empleó una hoja de registro de información descrita en el Anexo A.

#### **3.5.3.1 Variables Cuantitativas**

Se efectuó el registro de campo considerando las características dasométricas, nombre científico, nombre común y familia de todos los árboles que componen la estructura dentro de las áreas verdes de la zona urbana del cantón (Anexo A).

#### **3.5.3.2 Variables Cualitativas**

Se consideraron los siguientes parámetros: la rectitud de fuste, estado fitosanitario y daño mecánico de acuerdo a las categorías descritas en el anexo A, y se registraron para cada uno de los individuos (árboles) presentes en las áreas verdes de la zona de estudio.

### **3.5.4 Ubicación espacial del arbolado**

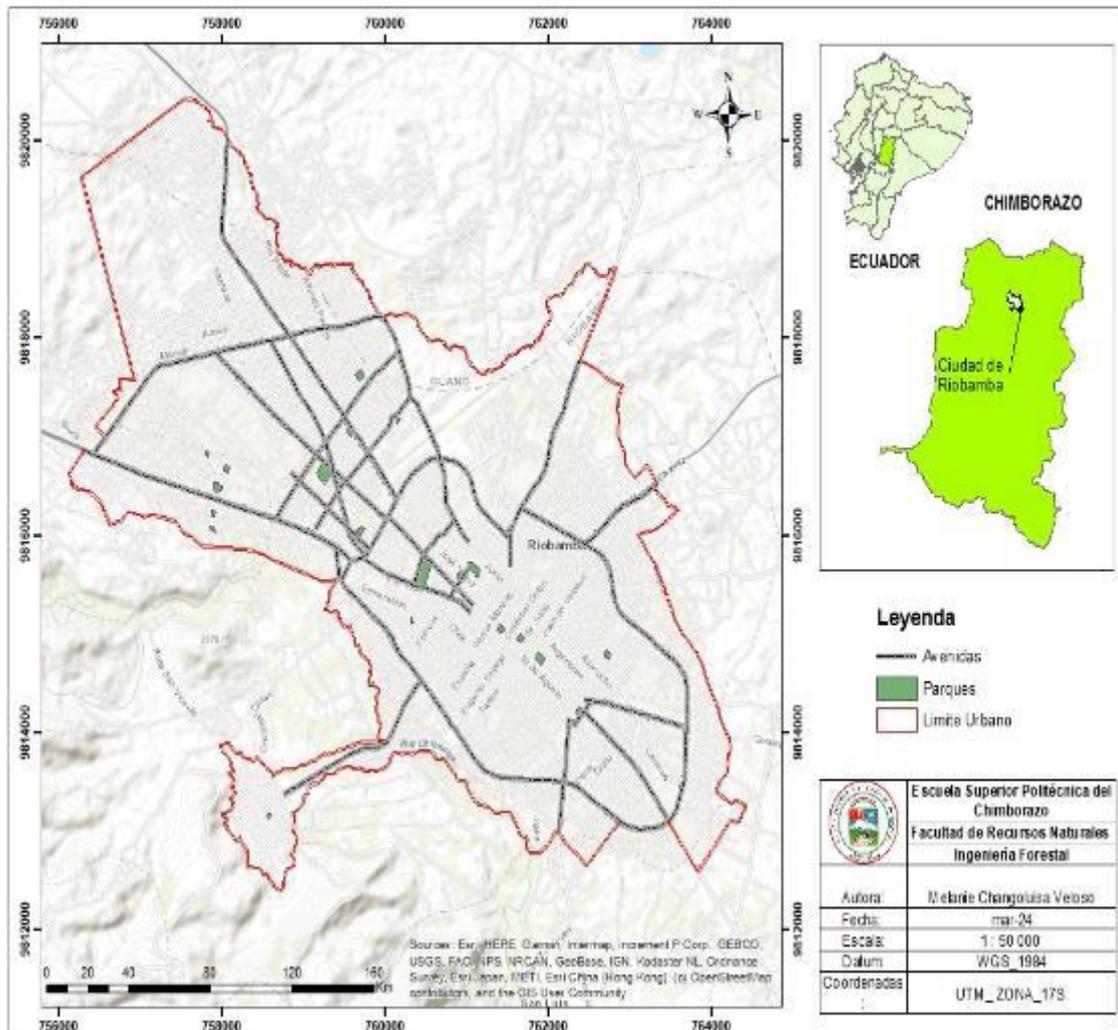
Se procedió a localizar espacialmente los individuos dentro de cada uno de los sitios de estudio utilizando una aplicación de GPS navegador en unidades UTM zona 17 Sur, Además se categorizaron las áreas con arbolado urbano de acuerdo con lo descrito en la tabla 3-1.

## CAPÍTULO IV

### 4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1 Censo del arbolado urbano de la ciudad de Riobamba

Se censó un total de 45 zonas comprendidas de 21 parques y 24 avenidas (Ilustración 4-1).



**Ilustración 4-1:** Zonas con arbolado urbano dentro de los límites de la Ciudad de Riobamba

Realizado por: Changoluisa M., 2024.

Se registró un total de 43 especies, las cuales se encuentran distribuidas en 37 géneros y 22 familias. Dentro de las 43 especies identificadas, se encontró que 14 (32.6%) especies fueron nativas y 29 (67.4%) especies fueron exóticas (Tabla 4-1).

**Tabla 4-1:** Listado de especies identificadas en el arbolado urbano.

Familia -nombre científico	Avenida		Parque		TOTAL
	Exótico	Nativo	Exótico	Nativo	
<b>Adoxaceae</b>	<b>0</b>	<b>33</b>	<b>0</b>	<b>24</b>	<b>57</b>
<i>Sambucus nigra</i>		33		24	57
<b>Agavaceae</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>37</b>	<b>0</b>	<b>48</b>
<i>Yucca aloifolia</i>	11		37		48
<b>Anacardiaceae</b>	<b>52</b>	<b>0</b>	<b>65</b>	<b>0</b>	<b>117</b>
<i>Schinus molle</i>	25		65		90
<i>Schinus terebinthifolius</i>	27				27
<b>Araucariaceae</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>12</b>
<i>Araucaria heterophylla</i>	5		7		12
<b>Arecaceae</b>	<b>202</b>	<b>0</b>	<b>43</b>	<b>0</b>	<b>245</b>
<i>Parajubaea cocoides</i>	20		1		21
<i>Phoenix canariensis</i>	182		42		224
<b>Betulaceae</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
<i>Alnus acuminata</i>		1			1
<b>Bignoniaceae</b>	<b>411</b>	<b>53</b>	<b>18</b>	<b>143</b>	<b>625</b>
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	411		18		429
<i>Tecoma stans</i>		53		139	192
<i>Delostoma integrifolium</i>				4	4
<b>Cupressaceae</b>	<b>20</b>	<b>0</b>	<b>26</b>	<b>0</b>	<b>46</b>
<i>Cupressus macrocarpa</i>	20		26		46
<b>Euphorbeaceae</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>2</b>
<i>Euphorbia cotinifolia</i>	1		1		2
<b>Fabaceae</b>	<b>1267</b>	<b>0</b>	<b>509</b>	<b>4</b>	<b>1780</b>
<i>Acacia dealbata</i>	119		315		434
<i>Acacia baileyana</i>	197		99		296
<i>Acacia melanoxylon</i>	950		95		1045
<i>Caesalpinia spinosa</i>				4	4
<i>Spartium junceum</i>	1				1
<b>Juglandaceae</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>3</b>
<i>Juglans neotropica</i>		2		1	3
<b>Malvaceae</b>	<b>148</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>155</b>
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	148		7		155
<b>Moraceae</b>	<b>19</b>	<b>26</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>75</b>
<i>Castilla elastica</i>		2			2
<i>Ficus benjamina</i>	19		15		34
<i>Morus alba</i>		24		15	39
<b>Myristicaceae</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>6</b>
<i>Eucalyptus globulus</i>			6		6
<b>Myrtaceae</b>	<b>975</b>	<b>0</b>	<b>152</b>	<b>17</b>	<b>1144</b>
<i>Myrcianthes halli</i>				16	16
<i>Callistemon sp.</i>	399		109		508

<i>Callistemon viminalis</i>	269		43		312
<i>Eugenia myrtiflora</i>	307				307
<i>Psidium guajava</i>				1	1
<b>Oleaceae</b>	<b>145</b>	<b>1</b>	<b>47</b>	<b>0</b>	<b>193</b>
<i>Ligustrum japonicum</i>			13		13
<i>Chionanthus pubescent</i>		1			1
<i>Fraxinus chinensis</i>	145		33		178
<i>Olea europaea</i>			1		1
<b>Platanaceae</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>4</b>
<i>Platanus occidentalis</i>			4		4
<b>Podocarpaceae</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>7</b>
<i>Podocarpus sprucei</i>				7	7
<b>Rosaceae</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>13</b>
<i>Prunus dulcis</i>			4		4
<i>Prunus serotina</i>	2		7		9
<b>Rutaceae</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
<i>Citrus X limonum</i>			1		1
<b>Salicaceae</b>	<b>471</b>	<b>2</b>	<b>145</b>	<b>4</b>	<b>622</b>
<i>Populus alba</i>	289		104		393
<i>Populus nigra</i>	182		39		221
<i>Dovyalis abyssinica</i>	0		2		2
<i>Salix humboldtiana</i>		2		4	6
<b>Scrophulariaceae</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
<i>Buddleja incana</i>		1		1	2
<b>TOTAL</b>	<b>3729</b>	<b>119</b>	<b>1094</b>	<b>216</b>	<b>5158</b>

**Realizado por:** Changoluisa M., 2024.

El censo realizado en las áreas verdes urbanas de la ciudad de Riobamba permitió identificar las diferentes especies que conforman el arbolado urbano. Se registraron un total de 5 250 individuos, de los cuales 92 se encontraban muertos en pie: 34 dentro de parques y 58 en avenidas. Estos ejemplares se encuentran distribuidos en 21 parques y 24 avenidas de la ciudad, como se detalla en la Tabla 6.

**Tabla 4-2:** Distribución de individuos según la categoría

Categoría	N° De Individuos	Especies	Géneros	Familias
<b>Parques</b>	1 344	34	31	21
<b>Avenidas</b>	3 906	31	26	18

**Realizado por:** Changoluisa M., 2024.

En la tabla 7 se proporciona una visión general de la distribución de los individuos en diferentes zonas dentro de la ciudad, donde en la categoría de parques destaca PQ8 con un total de 372 individuos y en la categoría de avenida destaca AV1 con 467 individuos.

**Tabla 4-3:** Zonas con arbolado urbano dentro de la ciudad

<b>Categoría</b>	<b>Código</b>	<b>Zona</b>	<b>N° Individuos</b>
<b>Parques</b>	PQ01	21 de Abril	80
	PQ02	Barriga	41
	PQ03	Cemento de Chimborazo	23
	PQ04	COMIL	39
	PQ05	Dolorosa	11
	PQ06	ECU 911	118
	PQ07	Fernando Daquilema	24
	PQ08	Guayaquil	372
	PQ09	Juan Montalvo	6
	PQ10	Libertad	50
	PQ11	Los Olivos	7
	PQ12	Madre	50
	PQ13	Maestros	14
	PQ14	Maldonado	42
	PQ15	MOOP	34
	PQ16	Puruha	206
	PQ17	Retamas	14
	PQ18	Saboya	31
	PQ19	San Martín	4
	PQ20	Sesquicentenario	139
	PQ21	Sucre	39
<b>Avenidas</b>	AV01	9 de Octubre	467
	AV02	11 de Noviembre	286
	AV03	Alfonso Chávez	218
	AV04	Atahualpa	386
	AV05	Canonino Ramos	268
	AV06	Carlos Zambrano	22
	AV07	Celso Rodríguez	177
	AV08	Daniel León Borja	121
	AV09	Edelberto Bonilla Oleas	304
	AV10	Eloy Alfaro	23
	AV11	Gonzalo Dávalos	79
	AV12	Héroes de Tapi	86
	AV13	Antonio José de Sucre	47
	AV14	Juan Félix Proaño	66
	AV15	La Prensa	115
	AV16	Leonidas Proaño	181
	AV17	Leopoldo Freire	130
	AV18	Lizarzaburu	181
	AV19	Miguel de León	45
	AV20	Milton Reyes	149
	AV21	Pedro Vicente Maldonado	261

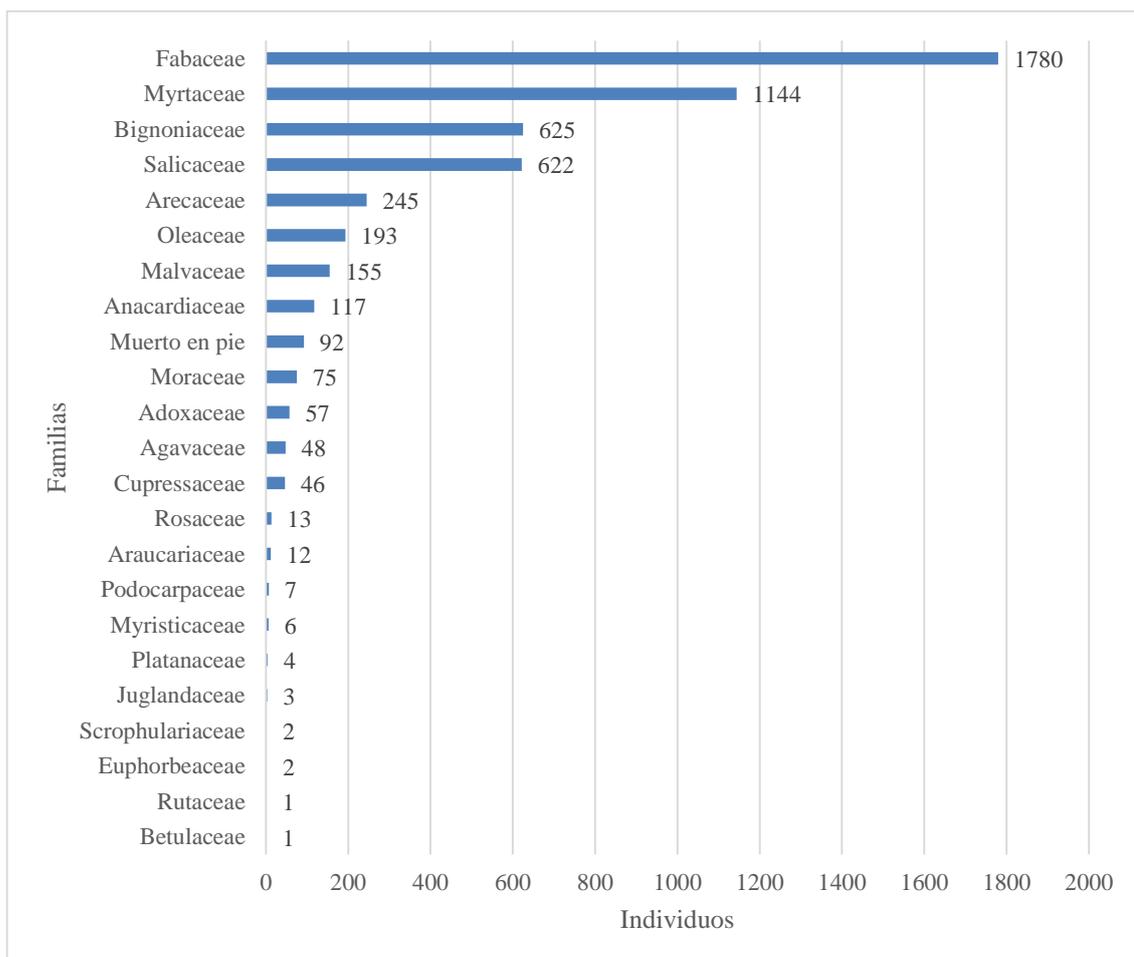
AV22	Saint Amand Montrond	123
AV23	Sergio Quirola	106
AV24	Unidad Nacional	65

Realizado por: Changoluisa M., 2024.

#### 4.1.1 Composición del arbolado urbano

Se registró un total de 22 familias dentro del arbolado urbano por lo cual se identificó un total de 5 250 individuos con hábitos de crecimiento de árboles, arbustos y palmas.

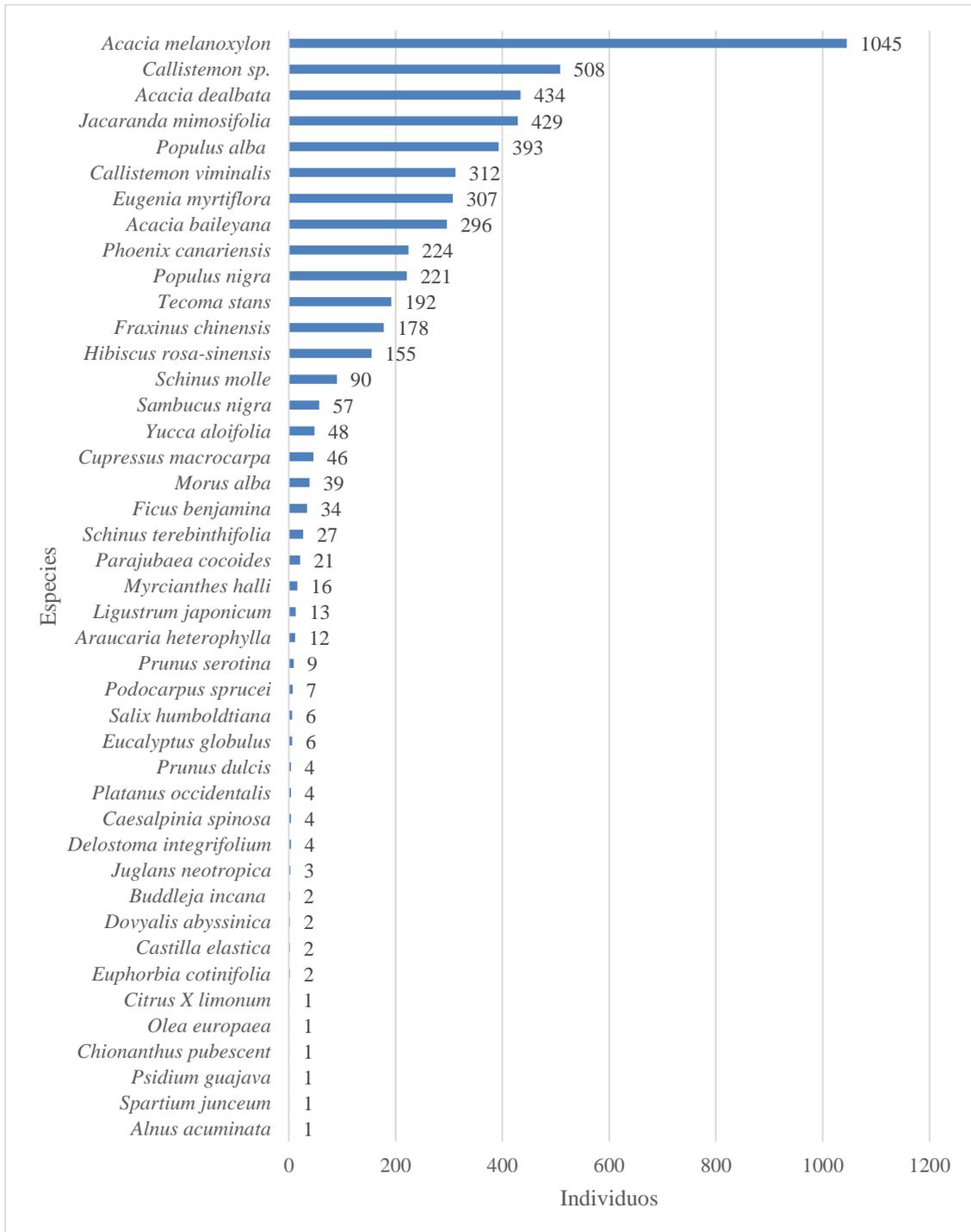
Las familias botánicas más representativas dentro del arbolado urbano de la ciudad de Riobamba fueron: Fabaceae, Myrtaceae, Salicaceae, Bignoniaceae y Arecaceae con 1 780, 1 144, 625 y 622 respectivamente, a diferencia de las familias Betulaceae y Rutaceae con un solo individuo, además se registraron un total de 92 individuos cuyas familias no están identificadas dada las condiciones fitosanitarias de los individuos (Gráfico 1).



**Ilustración 4-2:** Frecuencia según las familias registradas dentro del arbolado urbano

Realizado por: Changoluisa M., 2024.

El análisis de la abundancia absoluta para las 45 unidades de muestreo dentro de la ciudad expone más especies representativas como *Acacia melanoxylon* con 1 045, *Callistemon sp.* con 508, *Acacia dealbata* 434 y *Jacaranda mimosifolia* con 429 individuos.



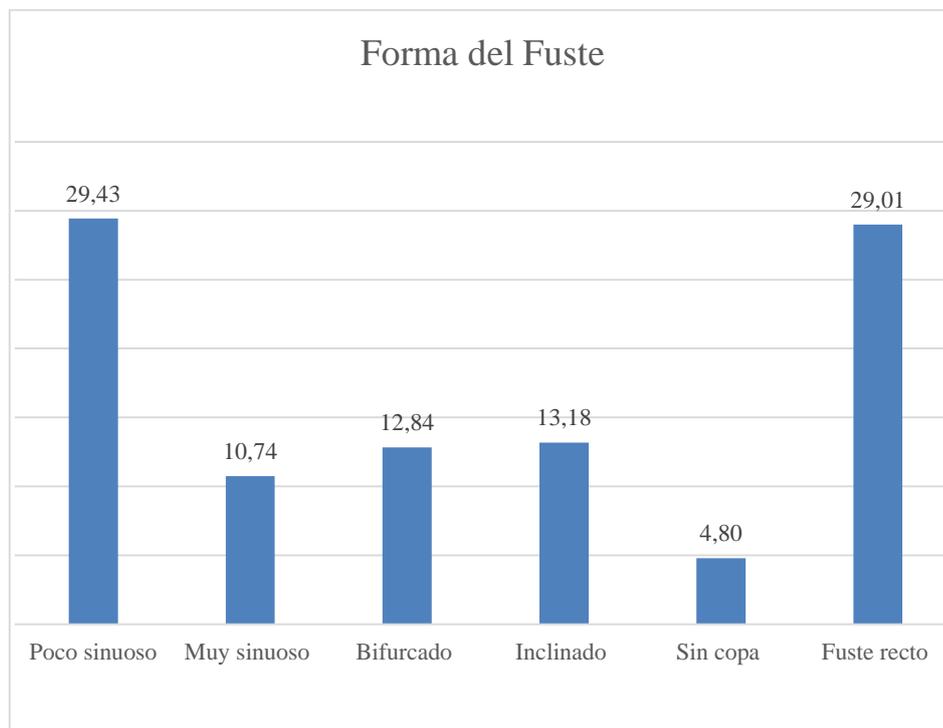
**Ilustración 4-3:** Frecuencia según las especies registradas dentro del arbolado urbano

Realizado por: Changoluisa M., 2024.

## 4.2 Diversidad de especies que compone el arbolado urbano

### 4.2.1 Análisis cualitativo del arbolado urbano

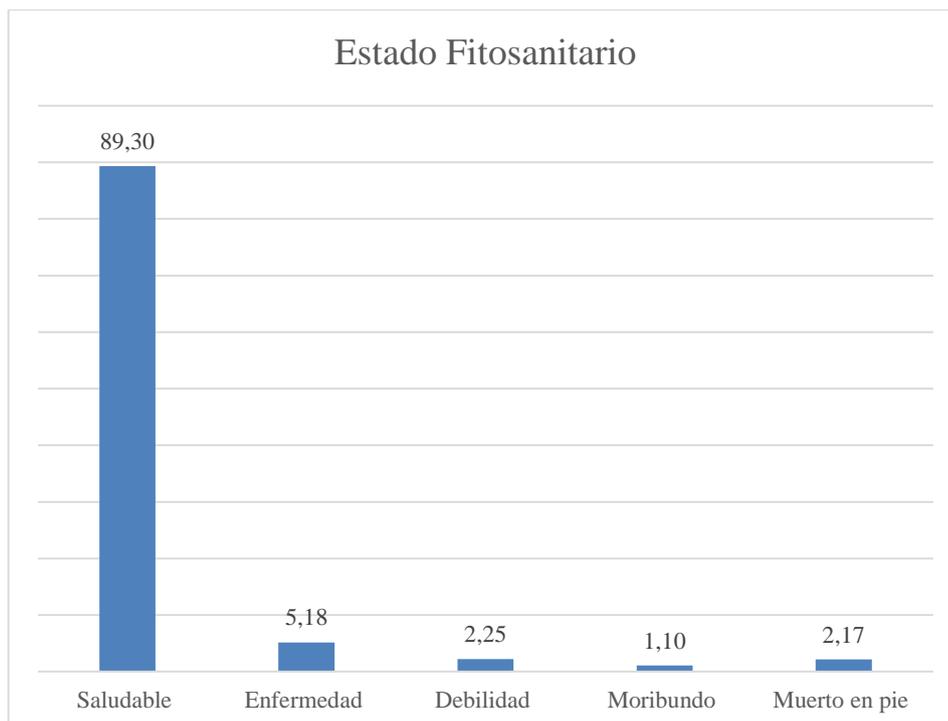
Las evaluaciones de los parámetros cualitativos dentro de las áreas urbanas de la ciudad de Riobamba describen características del fuste de acuerdo a su forma: poco sinuoso con 29.43% seguido de muy sinuoso con 10.74%, bifurcado con 12.84%, inclinado 13.18% sin copa 4.8% y finalmente con el fuste recto el 29.01% (Ilustración 4-4).



**Ilustración 4-4:** Frecuencia relativa con relación a la forma de fuste

**Realizado por:** Changoluisa M., 2024.

Según la ilustración, el estado fitosanitario de los individuos localizados en las áreas urbanas de la ciudad, la categoría de saludable contiene el 89.3% a diferencia de la categoría Muerto en pie con el 2.17% lo que expone que gran parte del arbolado urbano presenta un buen estado fitosanitario (Ilustración 4-5).



**Ilustración 4-5:** Frecuencia relativa con relación al estado fitosanitario.

Realizado por: Changoluisa M., 2024.

#### 4.2.2 Índices de diversidad del arbolado urbano

Dentro de las 45 zonas de estudio del censo realizado en el área urbana de la ciudad de Riobamba se registraron 5 158 individuos vivos, exceptuando los 92 individuos muertos en pie, donde las zonas AV01, AV04 y PG08 con 452, 386 y 359 respectivamente registraron la mayor cantidad de individuos, a diferencia de las zonas PQ13, PQ17, PG5, PQ11, PQ9 y PQ19 con 14, 14, 11, 7, 6 y 4 respectivamente (Tabla 4-4).

**Tabla 4-4:** Individuos e índices de diversidad presentes en el arbolado urbano

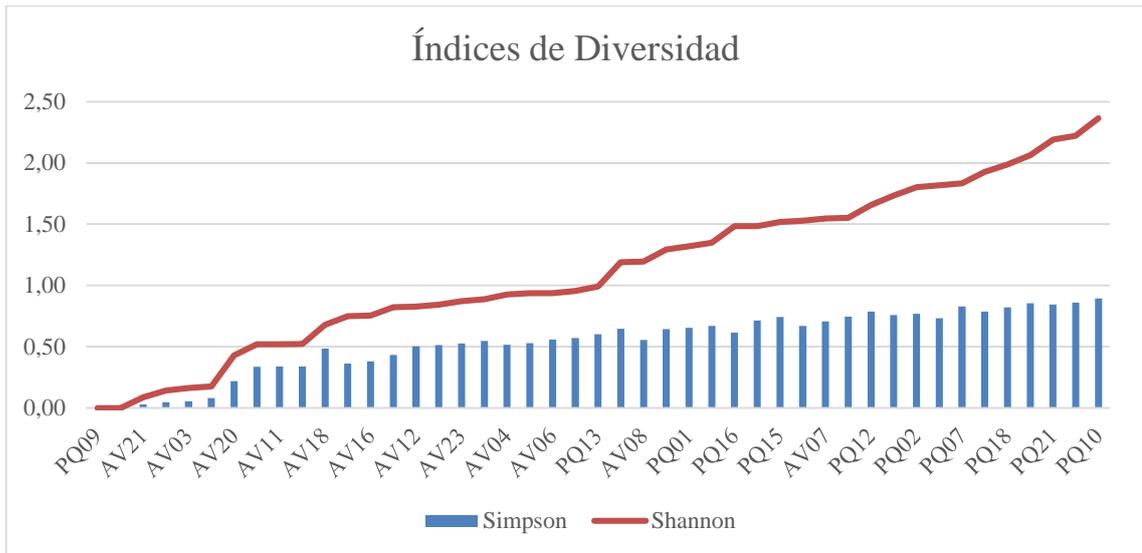
Zona	Especies	Individuos	Simpson	Shannon
PQ01	7	80	0.65	1.32
PQ02	10	37	0.77	1.80
PQ03	5	23	0.67	1.35
PQ04	3	27	0.55	0.89
PQ05	5	11	0.64	1.30
PQ06	15	118	0.86	2.22
PQ07	7	23	0.83	1.83
PQ08	13	359	0.79	1.93
PQ09	1	6	0.00	0.00
PQ10	13	48	0.89	2.37
PQ11	3	7	0.57	0.96
PQ12	6	50	0.79	1.66

PQ13	3	14	0.60	0.99
PQ14	10	41	0.86	2.06
PQ15	6	34	0.74	1.52
PQ16	14	205	0.61	1.48
PQ17	2	14	0.34	0.52
PQ18	10	31	0.82	1.99
PQ19	1	4	0.00	0.00
PQ20	7	139	0.71	1.48
PQ21	13	39	0.84	2.19
AV01	9	452	0.74	1.55
AV02	20	271	0.73	1.82
AV03	5	218	0.05	0.16
AV04	6	386	0.52	0.93
AV05	6	262	0.36	0.75
AV06	3	22	0.56	0.94
AV07	12	174	0.71	1.55
AV08	8	120	0.55	1.20
AV09	6	297	0.43	0.82
AV10	2	23	0.34	0.52
AV11	2	79	0.34	0.52
AV12	5	86	0.50	0.83
AV13	2	47	0.08	0.18
AV14	5	66	0.65	1.19
AV15	4	115	0.53	0.94
AV16	6	181	0.38	0.76
AV17	4	122	0.05	0.14
AV18	2	181	0.49	0.68
AV19	4	45	0.51	0.84
AV20	3	146	0.22	0.43
AV21	3	261	0.03	0.09
AV22	11	123	0.67	1.53
AV23	3	106	0.53	0.87
AV24	10	65	0.76	1.74

**Realizado por:** Changoluisa M., 2024.

La diversidad de especies varía significativamente, desde 1 especie en las zonas menos diversas (PQ09 y PQ19) hasta 15 especies en la más diversa (PQ06). La abundancia de individuos también muestra gran variabilidad, oscilando entre 4 (PQ19) y 359 (PQ08).

Destacan zonas como PQ06 con alta diversidad y abundancia (15 especies, 118 individuos), PQ16 (14 especies, 205 individuos) y PQ08 con la mayor abundancia, pero diversidad moderada (13 especies, 359 individuos). Algunas áreas presentan baja diversidad y pocos individuos, como PQ09 y PQ19.



**Ilustración 4-6:** Índices de Shannon y Simpson en relación con cada zona de estudio.

**Realizado por:** Changoluisa M., 2024.

El índice de diversidad de Simpson reveló variaciones significativas entre las zonas estudiadas. Las áreas PQ10, PQ06 y PQ14, entre otras, mostraron una diversidad alta, mientras que zonas como PQ9 y PQ19 presentaron una diversidad baja, según la escala propuesta por Aguirre (2011) (Tabla 4-5).

El análisis de los datos arrojó que el 15.56% de las zonas tiene diversidad baja, el 46.67% diversidad media y el 37.78% diversidad alta. Estos valores sugieren una diversidad de especies arbóreas de media a baja en el área de estudio, lo que indica una mayor diversidad y equidad entre las especies.

**Tabla 4-5:** Interpretación del índice de Simpson.

Valores	Significancia
0-0.33	Diversidad baja
0.34-0.66	Diversidad media
>0.67	Diversidad alta

**Fuente:** Aguirre, 2011.

**Realizado por:** Changoluisa M., 2024.

El índice de diversidad de Shannon registro valores en un intervalo de cero y 2.27, destacando la zona PQ10 con el máximo de 2.37, en contraste con las zonas PQ9 y PQ19 que registraron cero, lo cual refleja el grado de diversidad en estas áreas.

Según la escala propuesta por Aguirre (2011) (Tabla 4-6) el 75.56% de las zonas presentan una diversidad baja mientras que solamente el 24.44% de las zonas tienen una densidad media. Estos valores reflejan una baja diversidad de especies arbóreas, lo que implica una dominancia significativa de una o pocas especies en estos sectores.

**Tabla 4-6:** Interpretación del índice de Shannon

Rangos	Significado
0 - 1.35	Diversidad baja
1.36 – 3.5	Diversidad media
Mayor a 3.5	Diversidad alta

**Fuente:** Aguirre, 2011.

**Realizado por:** Changoluisa M., 2024.

El índice de Simpson, cuando presenta valores reducidos, señala una diversidad más elevada y una distribución más equilibrada entre las especies. Si bien el índice de Shannon apunta a una diversidad general baja, el índice de Simpson ofrece una perspectiva complementaria.

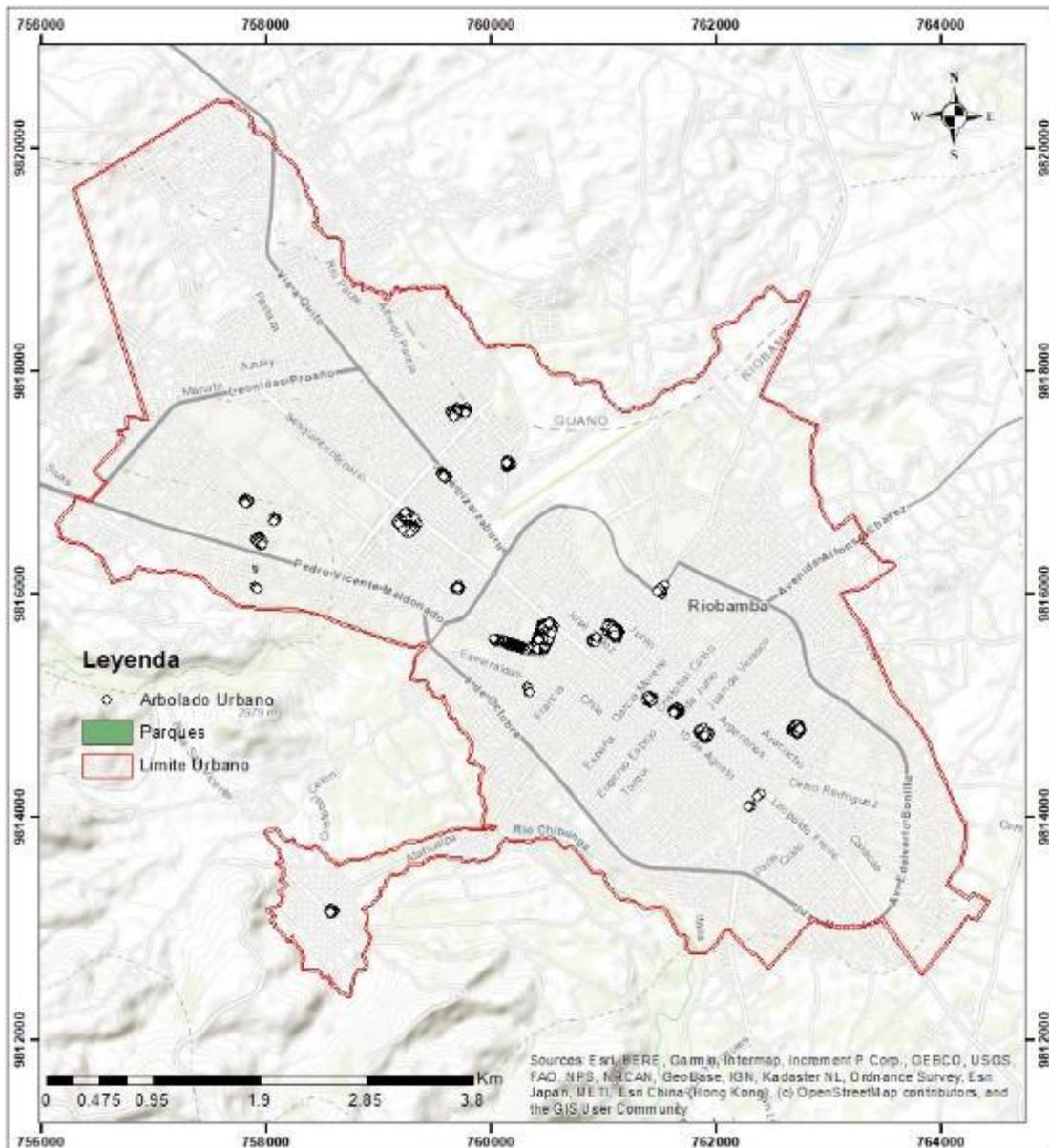
Este último revela que, aun con la predominancia de algunas especies, se mantiene un nivel aceptable de equidad en la distribución de las especies dentro de estas áreas.

### **4.3 Ubicación espacial de las especies dentro del arbolado urbano.**

Dado lo descrito en la Tabla 3-1 en la categoría de Parques se registraron 1 310 individuos sanos dispersos en las 21 áreas recreacionales de la ciudad de Riobamba (Ilustración 4-7).

Así las zonas con mayor cantidad de individuos es PQ08 (Gauyaquil) con 359 al contrario de PQ19 (San Martín) que presenta solo cuatro individuos, así se demuestra que existe una gran variación en el número de individuos por zona que va desde 4 hasta 359.

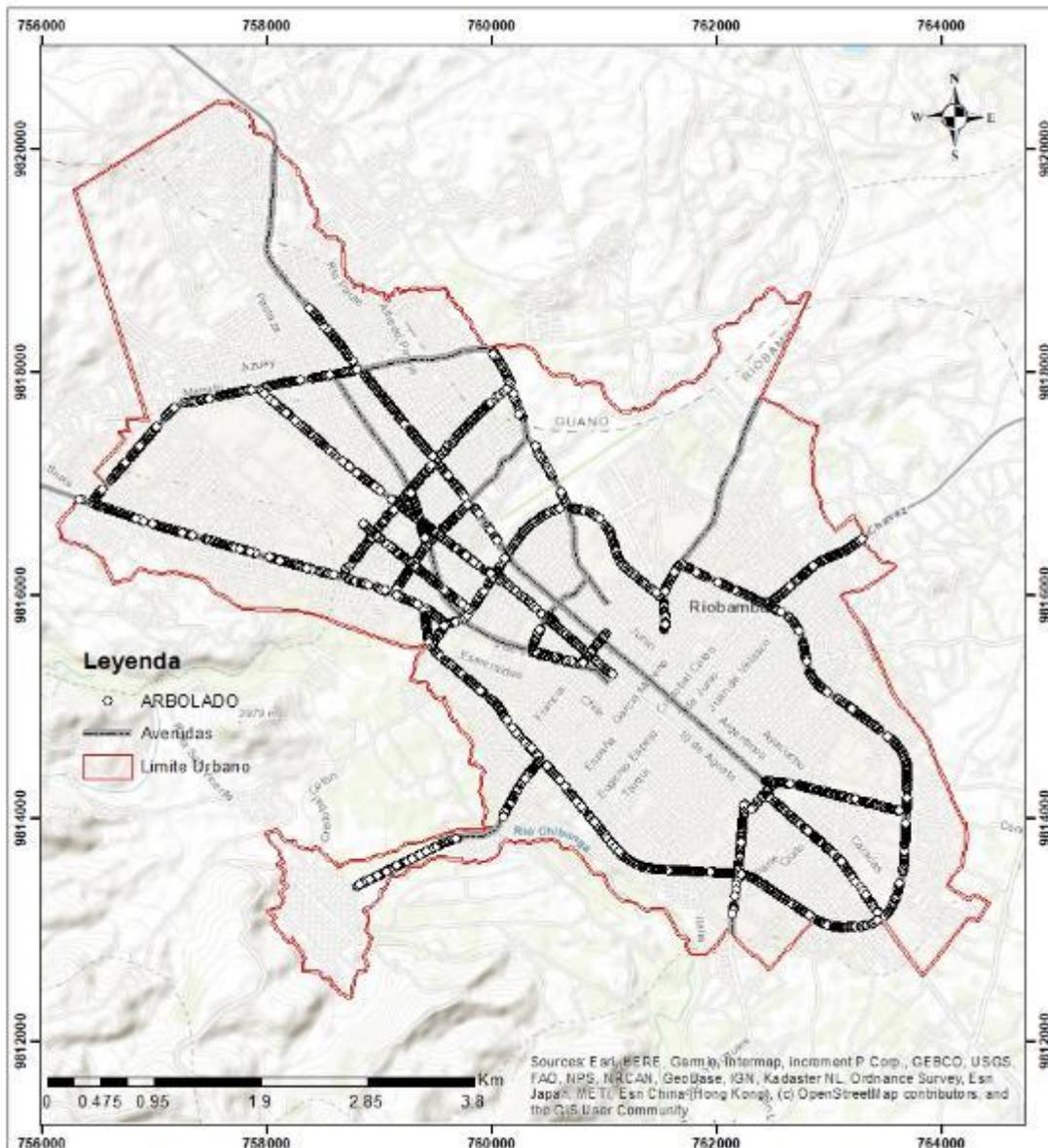
Existen zonas con una población muy baja (menos de 10 individuos) y al menos 12 de las 21 zonas presentan menos de 50 individuos.



**Ilustración 4-7:** Distribución espacial del arbolado en Parques

Realizado por: Changoluisa M., 2024.

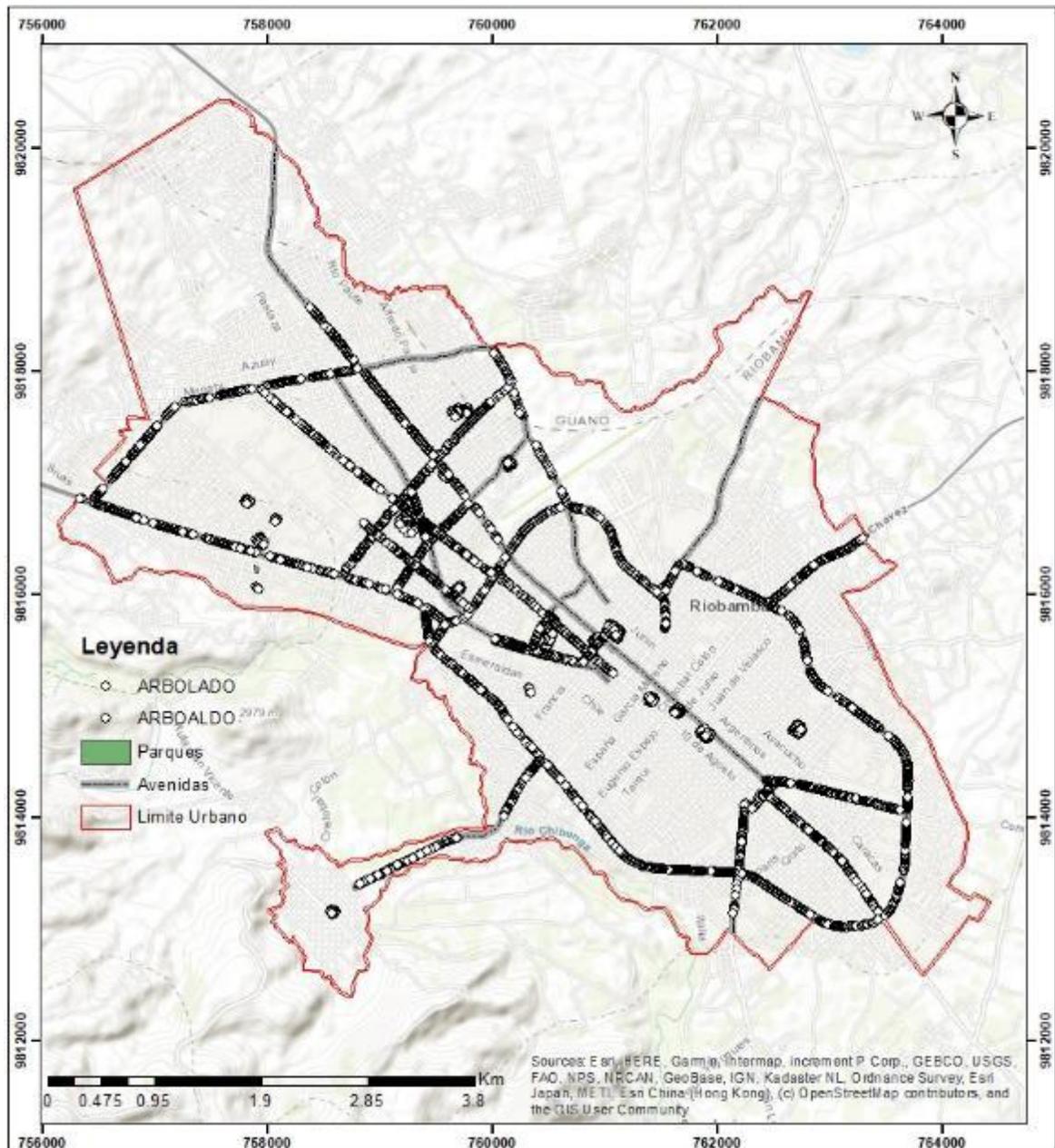
Así también, se registraron 3 848 individuos dentro de las 24 zonas que comprenden la categoría de Avenidas (Ilustración 4-8). Siendo que la zona más poblada es AV01 (9 de Octubre) con 452 individuos al contrario de la zona AV06 (Carlos Zambrano) que presentó solo 22 individuos. En el caso de avenidas existe una distribución más equilibrada, siendo 15 de las 24 zonas tienen entre 100 a 300 individuos y solo dos zonas presentan menos de 50 individuos.



**Ilustración 4-8:** Distribución espacial del arbolado en Avenidas

**Realizado por:** Changoluisa M., 2024.

En conjunto la ubicación espacial de los 5 250 individuos registrados dentro del área urbana de la ciudad de Riobamba se presenta en la Ilustración 4-9. Así las zonas AV tienden a ser más pobladas que las PQ, existiendo así una disparidad entre las zonas, siendo que AV01 (9 de Octubre) presenta 452 individuos mientras que PQ19 (San Martín) con solamente 4 individuos.



**Ilustración 4-9:** Distribución espacial de todo el arbolado urbano en la ciudad de Riobamba

Realizado por: Changoluisa M., 2024.

La distribución espacial de los árboles en el arbolado urbano muestra una variabilidad significativa entre las diferentes zonas, lo que sugiere una distribución no uniforme del dosel arbóreo en la ciudad.

#### 4.4 Discusión

En el área urbana de Riobamba se registraron 5 250 individuos pertenecientes a 43 especies, 37 géneros y 22 familias de árboles, arbustos y palmas, en 45 zonas de estudio. Específicamente, se censaron 21 parques donde se identificaron 1 344 individuos de 34 especies, a diferencia de lo expuesto por Jimmy Ocles (2021) en una investigación sobre el cálculo del índice verde del componente forestal del área urbana del cantón de Riobamba, que registró 105 áreas de muestreo con 159 individuos de 25 especies, al enfocarse únicamente en parques.

El análisis de abundancia reveló que *Acacia melanoxylon*, con 1 045 individuos, y *Callistemon sp.*, con 508 individuos, fueron las especies más representativas en el área urbana de Riobamba. Esto contrasta con el estudio de Darwin Pucha (2023) sobre la flora y estructura del arbolado urbano en Loja, donde *Salix humboldtiana* con 1178 individuos registrados. Cabe destacar que, a pesar de que el área de estudio en Loja (6038,88 ha) es casi el doble que Riobamba, la diferencia en cuanto a la especie predominante resultó ser poco significativa.

Si bien Ecuador posee una considerable diversidad biológica con más de 18.000 especies registradas, los análisis en zonas urbanas muestran una realidad diferente, con predominio de especies exóticas que representan el 67,4% del total. Destaca que la selección de especies en parques y avenidas parece guiarse mayormente por valores ornamentales. No obstante, en el caso de los árboles, su elección suele basarse en su capacidad para brindar sombra en áreas públicas y privadas (Rodríguez et al., 2018). Esta observación coincide con la investigación de Caranqui (2020), quien señala que la mayoría de las especies encontradas en el arbolado urbano de Riobamba son de origen introducido. Según Molina (2017), en zonas urbanas predominan las especies introducidas, que además de no contribuir a la estructura ecológica, causan daños costosos en infraestructura pública.

La evaluación del arbolado urbano de Riobamba reveló que el 29,01% de los árboles presentan fuste recto, y el 89,3% de los individuos se encontraban en buen estado fitosanitario. Estos valores difieren de los reportados por Lenin Garrido (2023) en Ibarra, donde el 54,62% de los árboles no mostraban inclinación del fuste y el 66,39% se encontraban sanos. Esta diferencia podría atribuirse a que en Riobamba las podas se realizan cuando las plantas ya están maduras, propiciando un crecimiento rápido y descontrolado que afecta la forma y el equilibrio estético de los ejemplares.

Según López-López et al. (2018), los bosques urbanos están integrados principalmente por plantas ubicadas en avenidas y parques. En este estudio, se encontraron diferencias significativas en la estructura del arbolado urbano, en términos de abundancia y dominancia, al comparar parques y avenidas. Estas diferencias pueden deberse a factores como la elección de especies vegetales, características genéticas y su rol ecológico (Decurcio, 2013; Machado-Carcasés et al., 2016).

Mientras que Cordero et al. (2015) reportaron un índice de diversidad de Shannon de 2.44, interpretado como un valor medio de biodiversidad urbana en el estudio realizado en Cuenca, en Riobamba se registraron valores de entre 0 y 2.27 para este índice. Esto indica que la mayoría del arbolado urbano de Riobamba presenta una diversidad general baja en las diferentes áreas censadas. Sin embargo, según la escala propuesta por Aguirre (2011), las zonas de estudio presentaron una diversidad de media a alta según el índice de Simpson, debido a que solo el 15.56% de las zonas registran valores entre cero a 0.33.

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

- El presente estudio destaca por una diversa riqueza con 43 especies, 37 géneros y 22 familias en una muestra de 5 250 individuos en parques y avenidas. Cabe señalar, que el 67.4% de las especies del arbolado urbano de la ciudad de Riobamba son exóticas. En términos de presencia, la familia Fabaceae es la más abundante en parques y avenidas de la ciudad con 3 especies identificadas. En particular, *Acacia melanoxylon* se distingue como la especie con mayor abundancia en las avenidas y parques de la ciudad. La composición y estructura del arbolado urbano entre las categorías estudiadas es significativamente diferente.
- El índice de diversidad de Simpson registró valores entre cero a 0.89, indicando así una diversidad de media a alta en el arbolado urbano; mientras el índice de Shannon mostró valores significativos dentro de las unidades PQ10, PQ06 y PQ21 donde el 75.56% de las zonas se presenta una densidad baja, a diferencia del 24.44% donde se encuentran las zonas PQ12, AV24, PQ02, AV02, PQ07, PQ08, PQ18, PQ14, PQ21, PQ06 y PQ10 los cuales registraron valores menores a 1.5 representando así una Diversidad Baja.
- Las áreas AV1, AV4, PG8 y AV9 registraron la mayor cantidad de individuos, en tanto que las áreas PQ14, PQ13, PQ17, PG5, PQ11, PQ9 y PQ19 registraron la menor cantidad de individuos dentro del arbolado urbano de la ciudad de Riobamba. La distribución espacial de los árboles en el arbolado urbano muestra una variabilidad significativa entre las diferentes zonas, lo que sugiere una distribución no uniforme del dosel arbóreo en la ciudad.

## 5.2 Recomendaciones

- Los resultados de la presente investigación sugieren la conveniencia de diversificar la composición y estructura de especies vegetales en avenidas y parques urbanos, incrementando la diversidad de las especies arbóreas y arbustivas que, además de la belleza paisajística, brinden servicios ecosistémicos adicionales y se complementen entre sí para potenciar los beneficios ambientales, regulación térmica, captura de dióxido de carbono, etc.
- Se recomienda incorporar especies arbóreas nativas en parques y avenidas de la ciudad, priorizando aquellas más aptas para un adecuado desarrollo en el entorno urbano. Esto asegurará un crecimiento óptimo al evitar afectaciones por las condiciones ambientales, además de prevenir el deterioro físico causado por ciertas especies. Para ello, es fundamental contar con los conocimientos, información y equipamiento necesarios para una adecuada toma de decisiones. Se recomienda utilizar plantas de porte mediano, con un DAP de 10 a 15 cm y alturas de 4 a 6 metros o más, ya que son más fáciles de transportar, plantar y mantener, además de tener generalmente un costo más bajo (Flores, 2005, págs. 20-32).
- De acuerdo con Flores (2005, págs. 20-32) para un adecuado desarrollo de los ejemplares arbóreos, se requieren zonas de al menos 1m<sup>2</sup> para permitir buena aireación radicular. Además, se debe aplicar acolchado (corteza de pino, paja) para controlar malezas, mantener la humedad del suelo y el sistema de riego, se recomienda una distancia de 8m entre árboles para un crecimiento óptimo y reducir competencia. Respecto a la selección de especies, se sugiere seleccionar aquellas con una longevidad mínima del doble de la esperanza de vida promedio de la población actual, ya que las de crecimiento rápido suelen ser más débiles y de vida más corta.
- Se recomienda la implementación de un plan de manejo silvicultural para el arbolado urbano, como parte de la planificación de la infraestructura verde, con el fin de alcanzar la sostenibilidad ambiental. Este plan debe contemplar la necesidad de podas, las cuales deben realizarse únicamente si son estrictamente necesarias y sin alterar la forma natural característica de las plantas, con el objetivo de favorecer su crecimiento óptimo.

## BIBLIOGRAFÍA

1. **ALANÍS, Eduardo, et al.** Estructura y composición del arbolado urbano de un campus universitario del noreste de México. *Revista Iberoamericana de Ciencias*. México., 2014, Vol. I, págs. 93-101.
2. **ALVIS, José.** “Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del municipio de Popayán”. *Revista unicauca* [en línea] 2009, (Colombia) 7(1), pp. 115-122. . [Consulta: 23 diciembre 2024]. Disponible en: <https://revistas.unicauca.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/710/338>
3. **FAO.** Bosques, árboles y desastres. *Revista internacional sobre bosques y actividades e industrias forestales*. Vol. 66, pág 53.
4. **FAO.** El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2023: Urbanización, transformación de los sistemas agroalimentarios y dietas saludables a lo largo del continuo rural-urbano. Food & Agriculture Org., 2023.
5. **FUENTES, Wilson.** Estructura y composición florística del arbolado urbano e índice verde urbano en el Cantón Quevedo.
6. **FLORES, Alanís.** El arbolado urbano en el área metropolitana de Monterrey. *Ciencia uanl*, 2005, vol. 8, no 1, p. 20-32.
7. **CARANQUI, Jorge.** *Descripción de Especies Arbóreas Ornamentales en la Ciudad de Riobamba*. Riobamba-Ecuador: Editorial Académica Española, 2020. ISBN: 9786202810692. pp. 1-56.
8. **CURTIS, J. & MCINTOSH, R.** An Upland Forest Continuum in the Prairie-Forest Border Region of Wisconsin. *Jstor* [en línea], 2008, (United State of America) 32(3), pp. 476-496. [Consulta: 12 diciembre 2024]. Disponible en: <http://www.jstor.org/stable/1931725>.
9. **GADM Riobamba.** Dirección de Gestión de Planificación y Proyectos. *Municipio de Riobamba* . [En línea] 2009. [Citado el: 29 de Febrero de 2024.] Dirección de Gestión de Planificación y Proyectos.
10. **GADM Riobamba.** Dirección de Gestión de Turismo. Municipio de Riobamba [En línea] 2022. [Citado el: 14 de Febrero de 2024.] <https://riobamba.com.ec/es-es/chimborazo/riobamba/recomendaciones/clima-riobamba-a3q6ttzlr>
11. **GUTIÉRREZ, Marcela.** Los espacios verdes como determinantes de la salud en la población del Corredor Biológico Interurbano María Aguilar, Gran Área Metropolitana de Costa Rica.
12. **INEC.** Índice Verde Urbano 2012. *Instituto Nacional de Estadística y Censos*. [En línea] 2012. [Citado el: 14 de Noviembre de 2023.]

[https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas\\_Ambientales/Verde\\_Urbano/Presentacion\\_Indice%20Verde%20Urbano%20-%202012.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Verde_Urbano/Presentacion_Indice%20Verde%20Urbano%20-%202012.pdf).

13. **KEES, Sebastián; et al.** Protocolo Inventario Forestal. Gobierno de Chaco, Argentina.
14. **KUCHELMEISTER, Guido.** Contribuciones a la silvicultura urbana en un mundo progresivamente urbanizado. *Árboles y silvicultura en el milenio urbano*. IMU: Ingeniería Municipal, 2007, Vol. 225, págs. 36-41.
15. **LOPEZ, Juan; et al.** Composición y diversidad de especies forestales en bosques templados de Puebla, Mexico. *Maderas y Bosques*. 23 (1): 39-51.
16. **LOREA, Luis; et al** Abundancia y diversidad de lianas en un bosque del Chaco húmedo argentino. *Quebraco - Revista de Ciencias Forestales*. [En línea] 2008. ( Argentina ) 16 (41-50), pp. 1-50. [Consultado 21 enero 2024]. ISSN 0328-0543 Disponible en <http://www.redalyc.org/html/481/48112952004/>.
17. **MAATE.** Ecuador fomenta la construcción de ciudades verdes y saludables. *Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica*. [En línea] 2018. [Citado el: 14 de Noviembre de 2023.] <https://www.ambiente.gob.ec/ecuador-fomenta-la-construccion-ciudades-verdes-saludables/>.
18. **MALDONADO, Frank & YÁNEZ, K.** El constitucionalismo ambiental en Ecuador. *Actualidad Jurídica Ambiental*, vol. 97, p. 5-31.
19. **MARTÍNEZ, Claudio.** Valoración Económica De Áreas Verdes Urbanas De Uso Público En La Comuna De La Reina. Tesis magistral Universidad de Chile, 2004, pp. 118.
20. **MERINO, Bryan; et al.** Caracterización florística y estructura del arbolado urbano de la ciudad de Loja. *Bosques Latitud Cero*, 2023, vol. 13, no 2, p. 1-22.
21. **MORALES, Manolo.** Derechos de la naturaleza en la Constitución Ecuatoriana (Rights of Nature in Ecuador's Constitution). *Justicia Ambiental*, 2013, p. 71.
22. **NOWAK, David; et al.** Los beneficios y costos del enverdecimiento urbano. In: Krishnamurthy, L. and J.R. Nascimento (eds). *Áreas Verdes Urbanas en Latinoamérica y el Caribe* (Proc. of International Seminar on Urban Greening in Latin America and the Caribbean). Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, Universidad A.
23. **OCLES, Jimmy.** Cálculo del índice verde del componente forestal del área urbana del cantón de Riobamba provincia de Chimborazo. 2021.
24. **OROZCO, Lorena. & BRUMÉR, Cecilia.** *Inventarios Forestales Bosques Latifoliados*. [En línea]. Turrialba-Costa Rica, 2002. [Consultado 17 enero 2024]. Disponible en: [http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/2600/Inventarios\\_forestales\\_para\\_bosques\\_latifoliados.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/2600/Inventarios_forestales_para_bosques_latifoliados.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

25. **OSPINA, Pablo.** El surgimiento de las organizaciones estatales de control ambiental en el Ecuador (1930-1960), en: Pablo Andrade, coord., *La gobernanza ambiental en Ecuador*, Quito: Corporación Editora Nacional, p. 63.
26. **PAUTA, Lady.** Cálculo del índice de biodiversidad de especies florística en el bosque protector Aguarongo [En línea] ( Trabajo de Titulacion). (Pregrado) Universidad Politecnica Salesiana, Ecuador. 2016.pp. 1-38 [Consulta: 11 diciembre 2024]. Disponible en: Cálculo del índice de biodiversidad de especies florística en el Bosque Protector Aguarongo (ups.edu.ec)
27. **PÉREZ, Rocío.** “Verde Urbano y calidad ambiental: claves para una intervención más sostenible en el espacio urbano” *Revista ReseachGate*. [En línea] , 2006, (Ecuador) pp, 1-21. [Consulta: 22 diciembre 2024]. Disponible en: f [https://www.researchgate.net/publication/259012912\\_VERDE\\_URBANO\\_Y\\_CALIDAD\\_AMBIENTAL](https://www.researchgate.net/publication/259012912_VERDE_URBANO_Y_CALIDAD_AMBIENTAL)
28. **PINELO, Gustavo.** *Manual de inventario forestal integrado para unidades de manejo* [En línea] Guatemala. 2004. [Consultado 3 enero 2024]. Disponible en: <http://awsassets.panda.org/downloads/manualinventario.pdf>
29. **PORTILLA, Farfán.** *Agroclimatología del Ecuador*. Cuenca-Ecuador: Editorial Universitaria Abya-Yala, 2018. ISBN: 978-9978-10-310-4pp. 39-40.
30. **PRIEGO, Carlos.** El paisaje y los espacios públicos urbanos en el desarrollo de las sociedades. *Ministerio de Transición Ecológica*. [En línea] 2004. [Citado el: 10 de Noviembre de 2023.] [https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/ceneam/articulos-de-opinion/2004\\_05priego\\_tcm30-163537.pdf](https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/ceneam/articulos-de-opinion/2004_05priego_tcm30-163537.pdf).
31. **RENDÓN, Martha; et al.** Composición, diversidad y estructura de un bosque manejado del centro de México. *Madera y bosques*, 2021, vol. 27, no 1.
32. **ROBLES, Rosalba.** Propuesta de mejoramiento de áreas verdes urbanas de la ciudad de zamora. [En línea] (Trabajo de Titulación). (Pregrado) Universidad Nacional de Loja, Ecuador. 2015.pp. 1-300. [Consultado 25 de febrero 2021]. Disponible en: [https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/10028/1/TESIS%20FINAL%20ROSA\\_LBA%20ROBLES.pdf](https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/10028/1/TESIS%20FINAL%20ROSA_LBA%20ROBLES.pdf)
33. **RODRIGUEZ , Marco & CARGUA, Franklin.** Elaboración de un inventario forestal multipropósito con énfasis en el contenido de carbono de las diferentes clases de uso de tierra, parroquia achupallas, cantón alausí, provincia de chimborazo. [En línea] (Trabajo de Titulacion). (Pregrado) Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Ecuador. 2013. [Consultado 1 enero 2024]. Disponible en: <http://dspace.epoch.edu.ec/handle/123456789/2794>.
34. **ROMERO, Erika.** Estructura y composición del arbolado urbano e índice verde de la ciudad del Tena, ubicado en el cantón Tena, provincia de Napo. 2021.

35. **RUIZ, Mayra.** Estudio florístico del estado actual del bosque ripario en la microcuenca el Coyote, Condega, Estelí. 2012.
36. **SUBSECRETARIA DE TIERRAS.** *Regularización de Tierras Rurales y Territorios Ancestrales.* [CD] Riobamba : Subsecretaria de Tierras y Reforma Agraria, 2023.
37. **TRUJILLO, Juan.** «El Ecuador Y Su Cumplimiento Internacional En Materia De Derecho Al Medio Ambiente Sano a través De La incorporación De Los Principios Internacionales Del Derecho Ambiental En La Normativa Nacional». *USFQ Law Review*, vol. 8, n.º 2, octubre de 2021, pp. 43-75, doi:10.18272/ulr.v8i2.2267.
38. **TYRVÄINEN, Liisa; et al.** Benefics and Uses of Urban Forest and Trees. [aut. libro] Cecil Konijnendijk, y otros. *Urban forest and Trees.* 2005, págs. 81-114.
39. **UNICEF.** ¡Aprendamos a prevenir los desastres!: Los niños y las niñas también participamos en la reducción de riesgos: Riesgolandia. ¡En Aprendamos a prevenir los desastres!: Los niños y las niñas también participamos en la reducción de riesgos: Riesgolandia. p. 9.



ANEXO B: PERMISO DEL MUNICIPIO PARA EL LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.



Gobierno Autónomo  
Descentralizado Municipal  
del cantón Riobamba

Dirección de Gestión  
de Talento Humano

Riobamba, 17 de noviembre de 2023  
Oficio N° GADMR-GTH-2023-0498-OF-N

Señorita  
Melanie Vanessa Changoluisa Veloso  
**ESTUDIANTE DE LA CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL DE LA  
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
Riobamba – Chimborazo

De mi consideración:

Me es grato dirigirme a usted en mi calidad de Director de Gestión de Talento Humano y Desarrollo Institucional del GADM de Riobamba para extenderle un atento y cordial saludo en nombre del Arq. John Vinuesa Salinas, Alcalde del Cantón Riobamba.

Saludos cordiales, en atención a oficio s/n me permito comunicar a usted que el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Riobamba, a través de la Dirección de Gestión de Talento Humano y Desarrollo Institucional, **AUTORIZA** su requerimiento para recabar información estrictamente necesaria a fin de que pueda desarrollar su proyecto de investigación titulado: **“DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DEL ARBOLADO URBANO EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO”**.

Cabe indicar que el GADM de Riobamba dará las facilidades necesarias para que usted pueda desarrollar su proyecto de investigación.

Particular que comunico para los fines pertinentes.

Atentamente,



Abg. Miguel Augusto Muñoz Torres  
**DIRECTOR GENERAL DE GESTIÓN DE TALENTO HUMANO Y  
DESARROLLO INSTITUCIONAL.**

ACCIÓN	CARGO	FECHA	FIRMA
Elaborado Por: Juan Carlos Guadalupe	Técnico de Talento Humano	16/11/2023	 JUAN CARLOS GUADALUPE TISCI

**RIOBAMBA**  
Academia Ciudadana

Tel: (05) 2966001 ext. 115  
D: Veloz y S de Junco  
www.gadmriobamba.gob.ec

ANEXO C: CERTIFICADO DE IDENTIFICACIÓN DEL CHEP



Ofc.No.012.CHEP.2024

Riobamba, 08 de mayo del 2024

De mi consideración:

Reciba un atento y cordial saludo, por medio de la presente certifico que la señorita CHANGOLUISA VELOSO MELANIE VANESSA con CI: 172818524-8, entregó 16 muestras botánicas infértiles (listado), identificadas, comparando con muestras de la colección y verificación de nombres en el catálogo de plantas Vasculares del Ecuador; Nombre del Trabajo de Integración Curricular : "Determinación de la composición y estructura del arbolado urbano en la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo ", según la identificación realizada las muestras en su mayoría son de origen cultivadas y/o exóticas.

FAMILIA	ESPECIE	LOCALIDAD	ESTADO	ORIGEN
ANACARDIACEAE	<i>Schinus molle</i> L.	Riobamba	Infértil	Exótica
SALICACEAE	<i>Populus alba</i> L.	Riobamba	Infértil	Exótica
EUPHORBIACEAE	<i>Euphorbia cotinifolia</i> L.	Riobamba	Infértil	Exótica
FABACEAE	<i>Caesalpinia spinosa</i> (Molina) Kuntze	Riobamba	Infértil	Nativa cultivada
FABACEAE	<i>Acacia dealbata</i> Link.	Riobamba	Infértil	Exótica
ROSACEAE	<i>Prunus serotina</i> Cav.	Riobamba	Infértil	Exótica
SALICACEAE	<i>Salix humboldtiana</i> Willd.	Riobamba	Infértil	Nativa cultivada
MYRTACEAE	<i>Callistemon viminalis</i> (Sol. ex Gaertn.) G. Don	Riobamba	Infértil	Exótica
RUTACEAE	<i>Citrus X limonum</i> Risso (pro sp.)	Riobamba	Infértil	Exótica
MORACEAE	<i>Ficus elastica</i> Roxb. ex Hornem.	Riobamba	Infértil	Exótica
OLACACEAE	<i>Ligustrum japonicum</i> Thunb.	Riobamba	Infértil	Exótica
PINACEAE	<i>Pinus radiata</i> L.	Riobamba	Infértil	Exótica
MYRTACEAE	<i>Callistemon</i> sp.	Riobamba	Infértil	Exótica
OLACACEAE	<i>Chionanthus pubescens</i> Kunth.	Riobamba	Infértil	Nativa cultivada
SALICACEAE	<i>Populus nigra</i> L.	Riobamba	Infértil	Exótica
SALICACEAE	<i>Dovyalis abyssinica</i> (A. Rich). Warb.	Riobamba	Infértil	Exótica

Me despido, atentamente

Ing. Jorge Caranqui A.  
 RESPONSABLE HERBARIO CHEP



**ANEXO D: MONTAJE DE MUESTRAS PARA LA IDENTIFICACIÓN**



**ANEXO E: IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS EN EL HERBARIO**



**ANEXO F: REGISTRO DE VARIABLES DASOMÉTRICAS DE CADA ÁRBOL**



**ANEXO G: TOMA DE COORDENADAS UTM DE LOS ESPECÍMENES EN EL ARBOLADO**

