



1859

**unl**

Universidad  
Nacional  
de Loja

## Universidad Nacional de Loja

**Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables**

**Carrera de Ingeniería Forestal**

**Evaluación de enfermedades fungosas del arbolado urbano de los  
parques y avenidas de la ciudad de Loja**

Trabajo de Integración Curricular, previo a  
la obtención del título de Ingeniero Forestal.

**AUTOR:**

Josué David Armijos Díaz

**DIRECTORA:**

Ing. Paulina Vanesa Fernández Guarnizo *Mg. Sc.*

Loja – Ecuador

2023

Educamos para **Transformar**

## Certificación

Loja, 3 de marzo de 2023

Ing. Paulina Vanesa Fernández Guarnizo *Mg.Sc.*

**DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

### **CERTIFICO:**

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Integración Curricular denominado: **“Evaluación de enfermedades fungosas del arbolado urbano de los parques y avenidas de la ciudad de Loja”**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Forestal**, de la autoría del estudiante **Josué David Armijos Díaz**, con **cédula de identidad Nro.1150138301**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.



Firmado electrónicamente por:  
PAULINA VANESA  
FERNANDEZ GUARNIZO

Ing. Ing. Paulina Vanesa Fernández Guarnizo *Mg.Sc.*

**DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

## **Autoría**

Yo, **Josué David Armijos Díaz**, declaro ser autor del presente Trabajo de Integración Curricular y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Integración Curricular, en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.



**Firma:**

**Cédula de identidad:** 1150138301

**Fecha:** 22/11/2023

**Correo electrónico:** josue.armijos@unl.edu.ec

**Teléfono:** 0986397426

**Carta de autorización por parte del autor, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Integración Curricular.**

Yo **Josué David Armijos Díaz** declaro ser autor del Trabajo de Integración Curricular denominado: **“Evaluación de enfermedades fungosas del arbolado urbano de los parques y avenidas de la ciudad de Loja”**, como requisito para optar el título de **Ingeniero Forestal**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Integración Curricular que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, suscribo, en la ciudad de Loja, a los veintidós días del mes de noviembre de dos mil veintitrés.



**Firma:**

**Autor:** Josué David Armijos Díaz

**Cédula:** 1150138301

**Dirección:** Alemania y Paraguay

**Correo electrónico:** josue.armijos@unl.edu.ec

**Celular:** 0986397426

**DATOS COMPLEMENTARIOS**

**Directora del Trabajo de Integración Curricular:** Ing. Paulina Vanesa Fernández Guarnizo,  
*Mg.Sc.*

## **Dedicatoria**

Esta investigación está dedicada a:

A Dios quien ha sido mi guía, fortaleza y su mano de fidelidad y amor han estado conmigo hasta el día de hoy.

A mis padres Germania Díaz y Klever Armijos quienes con su cariño, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir mis metas y sueños, gracias por inculcar en mí el ejemplo de dedicación, esfuerzo y valentía, de no temer a las adversidades que se presentan en la vida y saberlas afrontar de la mejor manera.

A mis hermanos Johana, Alex, Jefferson, Thalía, Evelyn, por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento. A toda mi familia porque con sus consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Finalmente quiero dedicar el Trabajo de Integración Curricular a todas mis amigos y amigas, por apoyarme y extender su mano en momentos difíciles y por el amor brindado cada día.

*Josué David Armijos Díaz*

## **Agradecimiento**

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presentes.

Mi profundo agradecimiento a todas las autoridades y personal que hacen la Universidad Nacional de Loja, Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, Carrera de Ingeniería Forestal, por confiar en mí, abrirme las puertas y permitirme realizar todo el proceso investigativo dentro de su establecimiento educativo.

De igual manera al Ing. Darlin Gonzales, Ing. Deicy Lozano, quienes fueron parte del proceso de mi formación como profesional y sobre todo como persona; al Ing. Byron Becerra, técnico del laboratorio de Sanidad Vegetal, quien con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda desarrollar el Trabajo de Integración Curricular de mejor manera.

Quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento a la Ing. Paulina Fernández, quien fue la principal colaboradora durante todo este proceso, quien, con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración, ha sido capaz de ganarse mi lealtad y admiración, así como sentirme en deuda con ella por todo lo recibido durante el periodo de tiempo que ha durado esta investigación.

Y, por último, pero no menos importante, estaré eternamente agradecido con mis amigos Briggette Carpio, Viviana Aguirre, Danny Troya, quienes con su motivación y optimismo me han aportado con su granito de arena.

*Josué David Armijos Díaz*

## Índice de contenidos

<b>Portada.....</b>	<b>i</b>
<b>Certificación.....</b>	<b>ii</b>
<b>Autoría.....</b>	<b>iii</b>
<b>Carta de autorización.....</b>	<b>iv</b>
<b>Dedicatoria.....</b>	<b>v</b>
<b>Agradecimiento.....</b>	<b>vi</b>
<b>Índice de contenidos.....</b>	<b>vii</b>
Índice de tablas.....	xi
Índice de figuras.....	xii
Índice de anexos.....	xiii
<b>1. Título.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Resumen.....</b>	<b>2</b>
Abstract.....	3
<b>3. Introducción.....</b>	<b>4</b>
<b>4. Marco teórico.....</b>	<b>7</b>
4.1. Arbolado urbano.....	7
4.2. Infraestructura verde.....	7
4.3. Silvicultura urbana.....	7
4.4. Arboricultura.....	7
4.5. Enfermedades.....	7
4.5.1. <i>Bacterias</i> .....	8
4.5.2. <i>Virus</i> .....	8
4.5.3. <i>Nematodos</i> .....	8
4.5.4. <i>Hongos</i> .....	9
4.6. Enfermedades fungosas.....	9

4.7. Agente causal.....	10
4.8. Sintomatología.....	10
4.9. Especies vegetales prioritarias de parques y avenidas de la ciudad de Loja .....	12
4.9.1. <i>Leucaena leucocephala</i> .....	12
4.9.2. <i>Chionanthus pubescens</i> .....	12
4.9.3. <i>Morus alba</i> .....	13
4.9.4. <i>Eriobotrya japónica</i> .....	14
4.9.5. <i>Erythrina edulis</i> .....	14
4.9.6. <i>Sapindus saponaria</i> .....	15
<b>5. Metodología .....</b>	<b>16</b>
5.1. Área de estudio .....	16
5.2. Identificación de la sintomatología de las enfermedades fungosas primarias en el arbolado urbano de los parques y avenidas de la ciudad de Loja.....	17
5.2.1. <i>Tipo de investigación</i> .....	17
5.2.2. <i>Muestra representativa</i> .....	17
5.2.3. <i>Recolección de tejidos de árboles enfermos</i> .....	18
5.2.4. <i>Determinación de incidencia de la enfermedad</i> .....	19
5.3. Determinación del agente causal de las enfermedades fungosas primarias, que inciden en el arbolado urbano de los parques y avenidas de la ciudad de Loja. ....	19
5.3.1. <i>Observación directa</i> .....	19
5.3.2. <i>Cámara de húmeda</i> .....	19
5.3.3. <i>Siembra en medio de cultivo:</i> .....	20
<b>6. Resultados.....</b>	<b>21</b>
6.1. Especies evaluadas .....	21
6.2. Familias botánicas .....	21
6.3. Variables dasométricas .....	22
6.3.1. <i>Diámetro a la altura del pecho (DAP)</i> .....	22
6.3.2. <i>Altura total (HT)</i> .....	23



6.3.3. <i>Tamaño de copa (N-S) y (E-O)</i> .....	23
6.4. Variables climáticas.....	24
6.5. Fenología .....	25
6.6. Incidencia de sintomatologías .....	27
6.6.1. <i>Sintomatologías</i> .....	28
6.6.1.1. <i>Polvo Blanco</i> .....	29
6.6.1.2. <i>Costra negruzca</i> .....	30
6.6.1.3. <i>Necrosis</i> .....	30
6.6.1.4. <i>Amarillamiento</i> .....	31
6.6.1.5. <i>Manchas amarillas con pústulas de color marrón</i> .....	31
6.7. Determinación de síntomas y agente causal de las enfermedades fungosas primarias	32
6.7.1. <i>Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit</i> .....	32
6.7.1.1. <i>Síntomas y agente causal</i> .....	32
6.7.2. <i>Chionanthus pubescens Kunth.</i> .....	33
6.7.2.1. <i>Síntomas y agente causal</i> .....	33
6.7.3. <i>Morus alba L.</i> .....	35
6.7.3.1. <i>Síntomas y agente causal</i> .....	35
6.7.4. <i>Eriobotrya japonica (Thunb.) Lindl.</i> .....	36
6.7.4.1. <i>Síntomas y agente causal</i> .....	36
6.7.5. <i>Erythrina edulis Micheli</i> .....	37
6.7.5.1. <i>Síntomas y agente causal</i> .....	37
6.7.6. <i>Sapindus saponaria L.</i> .....	39
6.7.6.1. <i>Síntomas y agente causal</i> .....	39
6.7.7. <i>Clasificación taxonómica de los agentes causales</i> .....	40
<b>7. Discusión</b> .....	<b>42</b>
7.1. Aspectos ecológicos del arbolado urbano .....	42
7.1.1. <i>Abundancia de especies</i> .....	42
7.1.2. <i>Familias botánicas</i> .....	43
7.1.3. <i>Especies nativas y exóticas</i> .....	43

7.1.4. Variables dasométricas .....	44
7.1.5. Fenología .....	44
7.1.6. Variables climáticas.....	45
7.2. Incidencia de sintomatologías e identificación del agente causal presentes en parques y avenidas de la ciudad de Loja.....	45
<b>8. Conclusiones .....</b>	<b>48</b>
<b>9. Recomendaciones .....</b>	<b>49</b>
<b>10. Bibliografía .....</b>	<b>50</b>
<b>11. Anexos .....</b>	<b>59</b>

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Características de síntomas de mala salud según Icochea (1997). .....	11
<b>Tabla 2.</b> Ubicación de las seis especies en los parques y avenidas de la ciudad de Loja.....	17
<b>Tabla 3.</b> Muestra estadística representativa.....	18
<b>Tabla 4.</b> Especies perennes y caducifolias. ....	25
<b>Tabla 5.</b> Descripción de síntomas en individuos evaluados.....	27
<b>Tabla 6.</b> Agentes causales de los síntomas en la especie <i>Leucaena leucocephala</i> . ....	32
<b>Tabla 7.</b> Agentes causales de los síntomas en la especie <i>Chionanthus pubescens</i> .....	34
<b>Tabla 8.</b> Agentes causales de los síntomas en la especie <i>Morus alba</i> . ....	35
<b>Tabla 9.</b> Agentes causales de los síntomas en la especie <i>Eriobotrya japonica</i> .....	36
<b>Tabla 10.</b> Agentes causales de los síntomas en la especie <i>Erythrina edulis</i> .....	38
<b>Tabla 11.</b> Agentes causales de los síntomas en la especie <i>Sapindus saponaria</i> . ....	39
<b>Tabla 12.</b> Descripción taxonómica de los agentes causales de las sintomatologías presentes en las especies evaluadas. ....	40

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Mapa de ubicación de los parques y avenidas del estudio en la ciudad de Loja. ....	16
<b>Figura 2.</b> Número de individuos por especie. ....	21
<b>Figura 3.</b> Familias botánicas presentes en parques y avenidas de la ciudad de Loja. ....	22
<b>Figura 4.</b> Promedio de diámetro a la altura del pecho de cada especie. ....	22
<b>Figura 5.</b> Promedio de altura total de cada especie. ....	23
<b>Figura 6.</b> Promedio de tamaño de copa de cada especie. ....	24
<b>Figura 7.</b> Datos de temperatura y precipitación registrados en el año 2022. Los datos resaltados con mayor intensidad son los meses evaluados de este estudio (Septiembre – Noviembre).....	24
<b>Figura 8.</b> Datos de humedad relativa registrados en el año 2022. Los datos resaltados con mayor intensidad son los meses evaluados de este estudio (Septiembre – Noviembre)...	25
<b>Figura 9.</b> Número de individuos por especie que presentó o no presentó floración. ....	26
<b>Figura 10.</b> Número de individuos por especie que presentó o no presentó fructificación. ....	26
<b>Figura 11.</b> Porcentaje de afectación de síntomas en los individuos de cada especie. ....	28
<b>Figura 12.</b> Porcentaje de presencia de síntomas en el total de individuos evaluados. ....	29
<b>Figura 13.</b> Porcentaje de individuos de cada especie afectados por el síntoma polvo blanco.	29
<b>Figura 14.</b> Porcentaje de individuos de cada especie afectados por el síntoma costra negruzca. ....	30
<b>Figura 15.</b> Porcentaje de individuos de cada especie afectados por el síntoma necrosis.....	30
<b>Figura 16.</b> Porcentaje de individuos de cada especie afectados por el síntoma amarillamiento. ....	31
<b>Figura 17.</b> Porcentaje de individuos de cada especie afectados por el síntoma manchas amarillas con pústulas de color marrón. ....	31

## Índice de anexos

<b>Anexo 1.</b> Promedio de las variables climáticas registradas en las estaciones Jipiro, UTPL, Técnico y Época, del año 2022 (Septiembre – Noviembre) .....	59
<b>Anexo 2.</b> Hoja de campo para recolección de datos. ....	59
<b>Anexo 3.</b> Recolección en campo de tejidos con sintomatología de enfermedades. ....	61
<b>Anexo 4.</b> Toma de datos de variables dasométricas y fenológicas. ....	62
<b>Anexo 5.</b> Fase de laboratorio. ....	63
<b>Anexo 6.</b> Certificado de traducción. ....	66

## **1. Título**

Evaluación de enfermedades fungosas del arbolado urbano de los parques y avenidas de la ciudad de Loja

## 2. Resumen

Las áreas verdes proporcionan un conjunto de beneficios y servicios, aportando mejor calidad del ambiente y bienestar urbano; su estudio es importante en el contexto actual del cambio climático y conservación de la naturaleza. En la ciudad de Loja el arbolado urbano presente en parques y avenidas es relevante, brinda belleza escénica y beneficios ambientales; sin embargo, el manejo silvicultural es restringido provocando limitaciones en el desarrollo morfológico y fisiológico de las especies vegetales originando susceptibilidad para la presencia de problemas fitosanitarios destacándose las enfermedades fungosas. La investigación se enmarca en el campo de la sanidad vegetal en el estudio de enfermedades fungosas presentes en el arbolado urbano, evaluando la sintomatología y determinado el agente causal. La metodología aplicada fue de tipo cualitativa – descriptiva, en campo se evaluaron las seis especies más abundantes en parques y avenidas, considerando el 30 % de individuos por cada especie como muestra representativa, se recolectaron partes afectadas del árbol y se llevaron al laboratorio para el aislamiento e identificación del patógeno. Se determinaron síntomas como: necrosis, afectando principalmente a *Chionanthus pubescens*; *Morus alba*; *Eriobotrya japonica*, con el agente causal *Alternaria* sp; polvo blanco en *Leucaena leucocephala*, con el agente casual *Oidium* sp; amarillamiento en *Morus alba*, con el agente causal *Fusarium* sp; manchas amarillas con pústulas de color marrón en *Chionanthus pubescens*, con el agente causal *Melampsoridioum* sp; costra negruzca en *Sapindus saponaria*, con el agente causal *Capnodium* sp; y finalmente torque en *Morus alba*, con el agente causal *Taphrina deformans*. Los síntomas y agentes causales con mayor incidencia fueron necrosis (*Alternaria* sp) y polvo blanco (*Oidium* sp); y las especies con mayor presencia de síntomas fueron; *Morus alba* y *Chionanthus pubescens*. En atención a esto, sería importante implementar un plan de manejo acerca del estado fitosanitario de los árboles, además de utilizar plantas nativas para la arborización urbana.

**Palabras clave:** Fitopatología, hongos, patógeno, sintomatología, árboles urbanos.

## **Abstract**

The study of green areas is of particular importance in the current context of climate change and conservation of nature. They can provide environmental benefits and services that improve urban welfare and improve environmental quality. Urban trees that are located in parks and avenues offer scenic beauty and environmental benefits in Loja; however, silvicultural management is limited, resulting in limited development of plant species on a morphological and physiological level, which can lead to phytosanitary problems, particularly fungal diseases. Research is conducted in the field of plant health in evaluating the symptomatology and determining the causal agent of fungal diseases present in urban trees. The methodology applied was qualitative - descriptive. In the field the six most abundant species in parks and avenues were evaluated, considering 30% of individuals for each species as a representative sample, affected parts of the tree were collected and taken to the laboratory for isolation and identification of the pathogen. Symptoms were determined as: necrosis, affecting mainly *Chionanthus pubescens*; *Morus alba*; *Eriobotrya japonica*, with the causal agent *Alternaria* sp; white powder on *Leucaena leucocephala*, with the causal agent *Oidium* sp; yellowing on *Morus alba*, with the causal agent *Fusarium* sp; yellow spots with brown pustules on *Chionanthus pubescens*, with the causal agent *Melampsoridioum* sp; blackish scab on *Sapindus saponaria*, with the causal agent *Capnodium* sp; and finally torque on *Morus alba*, with the causal agent *Taphrina deformans*. In terms of symptoms and causal agents, necrosis (*Alternaria* sp) and white powder (*Oidium* sp) topped the list; and *Morus alba* and *Chionanthus pubescens* showed the greatest frequency of symptoms. In view of this, it would be important to implement a management plan for the phytosanitary status of the trees, in addition to using native plants for urban tree planting.

**Key words:** Phytopathology, fungi, pathogen, symptomatology, urban trees.



### 3. Introducción

El arbolado urbano proporciona un conjunto de servicios y beneficios para el ambiente y la sociedad; brindan sombra, producen oxígeno, regulan la humedad ambiental, disminuyen ruidos, ofrecen belleza escénica y mejoran el bienestar social de quienes viven en la urbe; por tanto, es necesario limitar cualquier actividad que dañe u obstruya su desarrollo. La calidad ambiental y el bienestar social, han cobrado gran importancia en los últimos años, dando reconocimiento al cuidado del ambiente, que preservados y mejorados constituyen una nueva manera de enfocar el arbolado urbano (Bonilla et al., 2019).

La plantación de árboles en áreas urbanas, como su mantenimiento necesitan de planificación y análisis, debido a las características biológicas de las especies a utilizar, al lugar que ocupan y su función con el entorno (Urcelay et al., 2012). Es usual que en las ciudades se presenten algunas condiciones físicas y biológicas adversas para el buen desarrollo de los árboles, entre ellos: la compactación del suelo, contaminación atmosférica, disponibilidad de agua y falta de espacio tanto horizontal como vertical; a esto se suma, la nula o deficiente ejecución de prácticas silviculturales como poda, manejo de plagas y enfermedades, fertilización, entre otras (Gallegos, 2005); estas condiciones provocan que los árboles presenten desarrollo deficientes y susceptibilidad para problemas fitosanitarios, destacándose principalmente la incidencia de enfermedades fungosas, reduciendo la función fisiológica de árbol y el servicio estético que cumplen (Chuchón, 2020).

El manejo del arbolado urbano en el Ecuador es inadecuado, no se da relevancia a los criterios técnicos de implementación, cuidado, distribución ecológica, fisiología, morfología y sanidad de especies nativas y/o exóticas (Cabrera et al., 2020); lo que conduce a la desvalorización y/o pérdida de la forestación urbana y, limitando la eficiencia en el cumplimiento de las funciones ambientales, estéticas y sociales; además, aumenta los gastos de mantenimiento y los riesgos de accidentes, en particular asociados a las podredumbres de los árboles causados por los hongos xilófagos; que provocan el debilitamiento, quiebre y vuelco de los ejemplares afectados; causando daños materiales y riesgo a la población (Aprea y Murace, 2019).

Una de las actividades silviculturales prioritarias a realizar es la evaluación del estado fitosanitario de las especies arbóreas, lo que conlleva a la determinación de signos y agente causal (Coto, 2007). La presencia de enfermedades en el arbolado es revelada a través de los síntomas, que son la respuesta del vegetal a la acción de un agente dañino y, se pueden

manifestar como cambios de color del follaje, resinación, marchitamiento, formación de tumores, etc. (Gallegos, 2005). Las enfermedades sanitarias más frecuentes son dadas por hongos microorganismos diversos con más de 8000 especies y fácil propagación, son organismos microscópicos carentes de clorofila, constituidos por filamentos ramificados llamados hifas que se desarrollan y entrelazan para formar el micelio (Urbina, 2011).

El gran desafío de una ciudad es lograr la adecuada convivencia entre el desarrollo urbano y la naturaleza; esto implica planificar el crecimiento de las urbes de modo que, tanto la población como las especies vegetales, cuenten con el espacio adecuado para establecerse y lograr un correcto desarrollo (Fernández y Vargas, 2011). En la ciudad de Loja, debido al crecimiento poblacional, exige una planificación del territorio adecuada y eficiente; sin embargo, no se ha considerado una atención al arbolado urbano, dado el alto número de especies exóticas, poca atención al manejo fitosanitario, podas inadecuadas, provocando que las áreas verdes no sean suficientes o no posean óptimas condiciones para la población del cantón Loja (Tello, 2012).

La presente investigación aporta con la línea de investigación de la Universidad Nacional de Loja denominada: “Aprovechamiento de los Recursos de la Biodiversidad y cambio climático”, con línea de investigación de la carrera de Ingeniería Forestal “Conservación y Gestión de la Biodiversidad” y, por último, esta investigación se encuentra dentro del proyecto denominado “Dinámica de Crecimiento y Servicios Eco sistémicos del Arbolado Urbano de la Ciudad de Loja”.

Esta investigación permitió determinar la sintomatología y el agente causal de las principales enfermedades fungosas presentes en el arbolado urbano de parques y avenidas de la ciudad de Loja, cuyos resultados aportan con conocimiento científico e información para la academia, gobiernos locales y otras entidades, para la toma de decisiones y brindar recomendaciones para la prevención y tratamiento.

Los objetivos que guiaron la presente investigación son:

### **Objetivo General**

- Generar información sobre el estado fitosanitario de las enfermedades fungosas que inciden en el arbolado urbano de los principales parques y avenidas de la ciudad de Loja.

### **Objetivos específicos**

- Evaluar la sintomatología de las enfermedades fungosas primarias en el arbolado urbano de los parques y avenidas de la ciudad de Loja.
- Determinar el agente causal de las enfermedades fungosas primarias, que inciden en el arbolado urbano de parques y avenidas de la ciudad de Loja.

## **4. Marco teórico**

### **4.1. Arbolado urbano**

Arte, ciencia y tecnología de manejo de árboles y recursos forestales en y alrededor de los ecosistemas de comunidades urbanas para proveer a la sociedad beneficios de los árboles en términos fisiológicos, sociológicos, económicos y estéticos (Ponce, 2015).

### **4.2. Infraestructura verde**

La infraestructura verde se la define como la red interconectada de espacios verdes que conserva valores y funciones naturales del ecosistema, además de proporcionar beneficios a las personas (Dobbs, 2020).

### **4.3. Silvicultura urbana**

La silvicultura urbana es una disciplina que surge de la necesidad de mejorar acciones y decisiones del ser humano respecto al árbol en la ciudad, y al mismo tiempo, promueve el cultivo y la defensa del árbol (Molina, 2009). Además, es una herramienta fundamental para el correcto desarrollo de los árboles dentro de las ciudades. Surge la necesidad que los encargados de su manejo ya sean gobiernos locales, organizaciones no gubernamentales o empresas privadas, tengan un manual técnico claro que aborde las necesidades del arbolado dentro del ecosistema. El manejo organizado y claro permite la prevención de daños en los árboles, que a su vez disminuye los riesgos sobre la infraestructura urbana y las vidas humanas (Vargas, 2021).

### **4.4. Arboricultura**

Es el cuidado de los árboles involucrando el manejo individual o poblacional en las ciudades, parques y en otros ambientes urbanos. La arboricultura incluye la selección apropiada de árboles para un sitio determinado, la plantación, la poda, la fertilización, el mantenimiento del estado saludable, así como el diagnóstico y el tratamiento de los problemas (Molina, 2009).

### **4.5. Enfermedades**

Las enfermedades son alteraciones fisiológicas, producidas por la acción persistente de agentes bióticos o abióticos. Como resultado ocurren modificaciones morfológicas, síntomas de la enfermedad, variables entre alteraciones apenas perceptibles y la muerte de una planta. Por lo tanto, las enfermedades son procesos biológicos, dinámicos, que pueden variar en magnitud e intensidad con el tiempo. Esto explica al menos parcialmente la gran variabilidad

que comúnmente se observa en la expresión de los síntomas. El conjunto de síntomas, que caracterizan a una patología, es el síndrome de la enfermedad (Latorre, 2004).

#### **4.5.1. Bacterias**

Las bacterias son organismos unicelulares, incoloros o amarillentos, tienen formas diversas y parasitan al hombre, a los animales y plantas causando enfermedades. Las bacterias fitopatógenas tienen formas bastonadas; algunas especies están provistas de uno o más flagelos, no forman esporas. Al igual que los hongos las bacterias pueden afectar tanto la parte foliar como las raíces (Ames, 1997).

Las bacterias poseen características que dificultan la reducción de sus poblaciones: tienen una enorme capacidad de dispersión, ya que se transmiten a través de material vegetal infectado, del aire, agua y vectores invertebrados, y poseen una elevada tasa de crecimiento en condiciones ambientales óptimas, que les permite colonizar y sobrevivir en medios diversos, algunos de los cuales inaccesibles, como los espacios internos de las plantas (Romero, 2020).

#### **4.5.2. Virus**

Los virus son parásitos intracelulares obligados que dependen de la maquinaria celular del huésped para su supervivencia. A pesar de los enormes esfuerzos en sanidad vegetal, las enfermedades virales siguen siendo muy difíciles de erradicar o controlar. Al contrario de otros microorganismos, como hongos o bacterias, no es posible aplicar tratamientos curativos contra los virus y en ello radica la dificultad de su control (Romero, 2020).

#### **4.5.3. Nematodos**

Los nematodos habitan en ambientes terrestres y acuáticos, representando más del 80 % de la diversidad taxonómica y funcional de metazoos del suelo. Su éxito biológico radica en su diversidad trófica (bacterívoros, fungívoros, predadores, omnívoros y parásitos de animales y plantas); de reproducción (sexual, asexual o hermafrodita); y de mecanismos de supervivencia frente a condiciones adversas. De hecho, los nematodos pueden establecer relaciones sinérgicas con otros patógenos de plantas como hongos, bacterias y virus, incrementando la gravedad de las enfermedades y las pérdidas de producción (Romero, 2020).

#### **4.5.4. Hongos**

Los hongos fitopatógenos son organismos microscópicos carentes de clorofila, formados por un conjunto de filamentos llamados hifas, el conjunto de hifas forma el micelio, siendo esta la parte vegetativa del hongo. Estos viven a expensas de la planta porque extraen de ella sus nutrientes. Pero algunos sólo viven a expensas de plantas vivas, de tal manera que cuando muere la planta que los hospeda, éstos también mueren, a esta clase de individuos se les conoce como parásitos obligados. Hay otro grupo de hongos que en parte de su ciclo son parásitos en plantas vivas y cuando éstas mueren, ellos continúan viviendo sobre sus despojos, estos organismos son conocidos como parásitos facultativos (Ames, 1997).

Los hongos se reproducen sexual y asexualmente, la reproducción asexual o imperfecta es la más importante para la propagación de la especie, debido a que permite la reproducción de numerosos individuos, y sobre todo porque se repite varias veces al año, este tipo de reproducción puede producirse por la simple fragmentación de las hifas. La reproducción sexual o perfecta se produce por los órganos sexuales, llamados gametangios; estos pueden formar células sexuales diferenciadas llamadas gametas, la gameta masculino se denomina anteridio y la femenina oogonio, esta clase de reproducción tiene tres fases: plasmogamia, cariogamia y meiosis (Estrada y Ramírez, 2019).

Los hongos son microorganismos eucariontes, uni o multicelulares, carentes de clorofila, heterótrofos, incapaces de utilizar la luz solar como fuente de energía y son osmotróficos, obteniendo los nutrientes por simple absorción desde el substrato en el cual se desarrollan, trátase de un organismo vivo, en el caso de los hongos parásitos, o de materias orgánicas en descomposición, en el caso de los hongos saprofitos (Latorre, 2004).

#### **4.6. Enfermedades fungosas**

Con el término enfermedad, aplicado a una planta, se hace referencia a cualquier condición en la misma que interfiera con su desarrollo normal (Verdeguer, 1985). La enfermedad para que se pueda desarrollar, necesita la presencia de una parte susceptible del hospedante, un agente patógeno y el ambiente adecuado, cuya interacción produce daños a la fisiología de la planta (Gómez et al., 2011)

Para identificar un organismo (hongo) como causante de enfermedad, es necesario aislarlo en cultivo puro. El aislamiento tiene como finalidad extraer al patógeno de las partes afectadas de la planta y purificarlo. El material (hojas, tallos, tubérculos y raíces) con síntomas

evidentes de enfermedad se recolecta en el campo, se lleva al laboratorio y se mantiene en refrigeración. Para el aislamiento de hongos, el material se lava y se desinfecta, se deja airear y luego se cortan pedazos de tejido del límite entre la parte sana y la afectada, los cuales se siembran en placas que contienen papa-dextrosa-agar (PDA). Las placas se colocan en una estufa a  $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  por 2 - 7 días, al cabo de los cuales se observan al microscopio para determinar las características de los organismos aislados.

La identificación es un proceso de observación e interpretación, consiste en reconocer al agente patógeno, tomando como punto de partida sus características morfológicas y bioquímicas, así como su rango de hospedantes y sus exigencias nutricionales. El procedimiento para determinar la identidad de un organismo incluye el uso de bibliografía especializada y claves genéricas y específicas (Icochea, 1997).

#### **4.7. Agente causal**

El parasitismo es una cualidad que caracteriza a los patógenos que son agentes causales infectivos, un patógeno es un agente capaz de provocar la enfermedad de tipo infecciosa. Los agentes causales de las enfermedades de las plantas pueden ser infectivos o no infectivos. Los primeros son patógenos, con un origen biótico, transmisibles entre plantas enfermas y sanas, mientras que los segundos corresponden a agentes de origen abiótico, no transmisibles. Los agentes causales bióticos pueden ser hongos, bacterias, fitoplasmas, virus, viroides, nematodos, plantas parásitas, protozoos y ciertas algas capaces de establecer una completa relación parasitaria con la planta hospedera. Los agentes causales abióticos generalmente son factores ambientales, desfavorables para el desarrollo normal de una planta, tales como, deficiencias y excesos de nutrientes en el suelo; temperaturas extremadamente altas o muy bajas; condiciones de acidez, salinidad o humedad del suelo (Latorre, 2004).

#### **4.8. Sintomatología**

Los síntomas de las enfermedades son la expresión de disturbios o anomalías fisiológicas en la planta hospedera. Plantas enfermas son aquellas cuyo desarrollo fisiológico y morfológico se ha alterado desfavorablemente y en forma progresiva, hasta tal punto, que se producen manifestaciones visibles a tal alteración, estas manifestaciones, que son características de cada enfermedad, se llaman síntomas (Arguedas, 2008).

El patógeno ataca frecuentemente más de una parte de la planta, ocasionando enfermedades separadas que pueden interactuar durante el ciclo de vida de la planta; estas se

pueden agrupar de acuerdo al tejido que es infectado: brotes, hojas, flores, frutos, sin embargo, por lo general los síntomas son más frecuentes en los tejidos aéreos de las plantas, a continuación, se presentan las características de síntomas de mala salud (Tabla 1):

**Tabla 1.** Características de síntomas de mala salud según Icochea (1997).

<b>CARACTERÍSTICA</b>	<b>NOTAS</b>
Cambio de color de copa	Cambio de color, pérdida de color (decoloración).
Cambio en configuración o forma	Agallas, hinchazones y nudos; superficie agrietada o hendida, hojas y tallos deformes, malformaciones.
Alteración del crecimiento	Estimulación del crecimiento; crecimiento atrofiado o reducido.
Pérdida o desarrollo prematuros	Caída precoz de hojas, envejecimiento o maduración.
Tizón	Caracterizado por amplia dispersión y aniquilación rápida de partes de la planta (ej.: hojas, flores, tallos).
Muerte descendente	Muerte progresiva de retoños, hojas o raíces, que comienza en las puntas.
Marchitez o colapso	Caída de plantas como resultado de un suministro insuficiente de agua.
Manchas y lesiones	Muchas palabras son usadas para describir estas pequeñas áreas localizadas, además de la común “mancha foliar”, por ejemplo, manchas, roñas, picaduras.
Cancro	Los canchros varían de aquellos con centros hundidos, a los otros que tienen bordes elevados y algunos con hinchazones generalizadas.
Podredumbres y descomposiciones	Podredumbres y descomposiciones, que comúnmente ocurren en el interior de los tallos o troncos más grandes.
Daño general	Descarga de fluidos, exudado (no bacteriano); daño mecánico; condiciones climáticas adversas
Otros crecimientos en árboles	Plantas parásitas, epífitas, líquenes, musgos, algas



#### 4.9. Especies vegetales prioritarias de parques y avenidas de la ciudad de Loja

##### 4.9.1. *Leucaena leucocephala*



**Nombre científico:** *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.

**Familia:** Fabaceae

**Distribución geográfica:** Especie introducida y cultivada en las provincias de Guayas, Loja y Manabí. Crece entre 0 - 1 000 m s.n.m. (Aguirre, 2012).

**Descripción botánica:** Árbol de follaje caducifolio de 6 - 8 m de altura y 10 cm de DAP. Fuste cilíndrico. Hojas compuestas, alternas, bipinnadas, caducas. Flores estaminoideas, blancas o amarillentas, no se pueden apreciar los pétalos ni sépalos, agrupadas en inflorescencia en racimos de cabezuelas blancas. Fruto una legumbre (vaina) de 5 - 6 cm de longitud, verde (tierno) y café (maduro), con semillas duras de color negro (Aguirre, 2012).

##### 4.9.2. *Chionanthus pubescens*



**Nombre científico:** *Chionanthus pubescens* Kunth.

**Familia:** Oleaceae

**Distribución geográfica:** El arupo es una especie nativa de Ecuador y Perú, distribuida en los valles de todas las provincias serranas, desde Loja hasta Carchi en altitudes entre 1 800 a 3 050 m s.n.m. (Peralta, 2017).

**Descripción botánica:** Árbol que alcanza hasta 8 metros de altura, caducifolio, con flores generalmente rosadas, con distintos grados de tonalidad, desde blanco hasta fucsia. Mediante la poda de formación puede alcanzar hasta los 10 m. Sus hojas son simples y opuestas, verdes y brillantes cuando están jóvenes. El fruto es una drupa de 1 cm de largo por 0,8 cm de diámetro cuando están maduros toman una coloración negra, contiene dos semillas (Peralta, 2017).

#### 4.9.3. *Morus alba*



**Nombre científico:** *Morus alba* L.

**Familia:** Moraceae

**Distribución geográfica:** Especie originaria de Asia, introducida en el Ecuador habiéndose difundido por la mayoría de ciudades de la sierra como planta ornamental en parques y avenidas por su adaptación hasta los 2 800 m s.n.m. (Pérez, 2015).

**Descripción botánica:** Es un árbol de tamaño pequeño, con copa muy ramificada, sus hojas son abundantes, caedizas, grandes, alternas, simples pecioladas, dentadas, ovales. Sus flores monoicas son pequeñas de color crema a verdoso. Sus frutos llamados moras son carnosas de color rojizo a morada; el tronco es recto, corto, nudoso y rugoso (Lechón, 2010).

#### 4.9.4. *Eriobotrya japonica*



**Nombre científico:** *Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl.

**Familia:** Rosaceae

**Distribución geográfica:** Especie introducida originaria de China, es distribuida en países tropicales de América, en el Ecuador es cultivada en regiones tropicales y subtropicales (Reig, 2010); crece naturalmente a una altitud de 914 – 2100 m s.n.m. (Langley, 2005).

**Descripción botánica:** Árbol de cuatro a seis metros, de copa redondeada, tronco grueso que ramifica a muy baja altura. Hojas verdes oscuras largas y grandes, lanceoladas, con margen aserrado. Flores blancas, se encuentran agrupadas en panículas en número elevado y se encuentran rodeadas por una hoja que forma una especie de penacho (corona) al final del ramo fructífero. El fruto es un pomo de forma esférica, con número variable de semillas, de gran tamaño (Castro y Pinto, 2008).

#### 4.9.5. *Erythrina edulis*



**Nombre científico:** *Erythrina edulis* Micheli.

**Familia:** Fabaceae

**Distribución geográfica:** Especie nativa, se encuentra distribuida en Venezuela, Colombia, Perú, Bolivia, Panamá, y Ecuador. Esta especie en el Ecuador se encuentra en provincias como, Esmeraldas, Guayas, Pichincha, Tungurahua, Los Ríos, Bolívar, Imbabura, Chimborazo, Cañar, Azuay, Loja, El Oro, Napo – Pastaza, con un rango altitudinal entre 1 300 a 2 800 m s.n.m. (García, 2008).

**Descripción botánica:** Es un árbol de hasta 10 m de altura, armado con aguijones pequeños y ramas pronunciadas. Presenta hojas coriáceas, envés de la hoja glabra; pinnadas con la vena principal o raquis pulverulento, con presencia de flores rojo anaranjadas. El fruto es una legumbre coriácea, ancha, oblonga y por lo general contiene seis semillas en cada vaina (García, 2008).

#### 4.9.6. *Sapindus saponaria*



**Nombre científico:** *Sapindus saponaria* L.

**Familia:** Sapindaceae

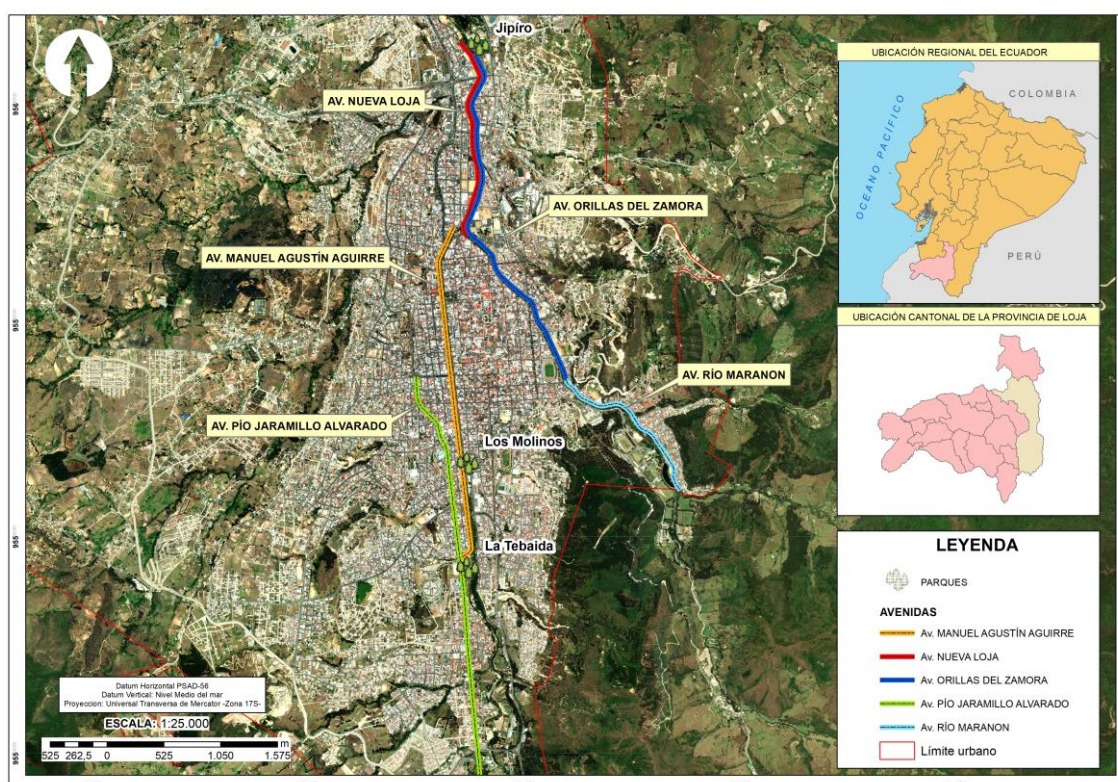
**Distribución geográfica:** Especie de amplia distribución desde México hasta Argentina. En Ecuador se encuentra en las provincias de Esmeraldas, Guayas, Imbabura, Los Ríos, Loja y Manabí. Crece entre 0 – 2 500 m s.n.m. en bosque seco y valles secos interandinos.

**Descripción botánica:** Árbol que alcanza entre 8 - 15 m de altura y de 45 - 50 cm de DAP, fuste muy ramificado. Copa redonda a ovalada, estrecha. Corteza escamosa (a veces lisa), grisácea a verdosa, levemente fisurada. Hojas compuestas, alternas, imparipinnadas con borde entero, lanceoladas. Fruto una drupa monosperma, con una cáscara semi-transparente, con una sola semilla de color negro, lustrosa, muy dura (Aguirre, 2012).

## 5. Metodología

### 5.1. Área de estudio

La presente investigación se realizó en la zona urbana de la ciudad de Loja, está situada al sur del Ecuador (Figura 1), a una altitud de 2 100 m s.n.m, y cubre una extensión superficial de 1 895 Km<sup>2</sup>, posee un clima ecuatorial mesotérmico semi - húmedo con una temperatura media de 15 °C, la precipitación anual de 900 mm. con una variación entre los 2 000 mm (Mendieta, 2020).



**Figura 1.** Mapa de ubicación de los parques y avenidas del estudio en la ciudad de Loja.

La investigación forma parte del proyecto denominado “Dinámica de crecimiento y servicios ecosistémicos del arbolado urbano de la ciudad de Loja” financiado por la Universidad Nacional de Loja, en el cual se realizó un inventario de especies arbóreas de parques y avenidas; de las cuales fueron seleccionadas por su abundancia seis especies forestales (Tabla 2).

**Tabla 2.** Ubicación de las seis especies en los parques y avenidas de la ciudad de Loja.

<b>Nombre Común</b>	<b>Especie</b>	<b>Parques y Avenidas</b>
Arupo	<i>Chionanthus pubescens</i> Kunth.	Parque Jipiro Parque Los Molinos Av. Manuel Agustín Aguirre
Chereco	<i>Sapindus saponaria</i> L.	Parque Jipiro Av. Manuel Agustín Aguirre
Guato	<i>Erythrina edulis</i> Micheli	Parque Jipiro Av. Nueva Loja Av. Orillas del Zamora
Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	Parque Jipiro Parque Lineal la Tebaida Av. Nueva Loja Av. Orillas del Zamora Av. Río Marañón
Morera	<i>Morus alba</i> L.	Parque Jipiro Av. Pio Jaramillo Alvarado
Níspero	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	Parque Jipiro Av. Pio Jaramillo Alvarado

## **5.2. Identificación de la sintomatología de las enfermedades fungosas primarias en el arbolado urbano de los parques y avenidas de la ciudad de Loja.**

### **5.2.1. Tipo de investigación**

Se aplicó una investigación cualitativa utilizando el método descriptivo, en donde se estableció el comportamiento, la sintomatología y el agente causal que provocan las enfermedades fungosas en el arbolado urbano. Por consiguiente, se realizó una observación directa y monitoreo *in situ* durante el periodo de recolección de datos.

Los meses en que se evaluó la presencia de enfermedades fungosas fue desde el mes de septiembre hasta noviembre del 2022, en estos meses se evaluaron variables climáticas como temperatura, precipitación y humedad relativa, las cuales fueron obtenidas de la página web Smartland, en donde se seleccionó estaciones como Jipiro, UTPL, Técnico y Época, a las cuales se sacó un promedio para caracterizar o describir el área de estudio (Anexo 1).

### **5.2.2. Muestra representativa**

Es la selección del 30% de individuos de la población total de cada especie, cuando esta era menor o igual a 10 individuos se realizaba el monitoreo de todos (Tabla 3). Para la selección de los árboles, se utilizó el método aleatorio (al azar), considerando su distribución espacial, y

un criterio propio de inclusión priorizando a aquellos individuos que mostraron síntomas de tener alguna enfermedad.

**Tabla 3.** Muestra estadística representativa.

<b>Nombre Científico</b>	<b>Individuos</b>	<b>Muestra (30%)</b>
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	49	15
<i>Chionanthus pubescens</i> Kunth.	48	14
<i>Morus alba</i> L.	37	11
<i>Eriobotrya japónica</i> (Thunb.) Lindl.	34	10
<i>Erythrina edulis</i> Micheli.	30	9
<i>Sapindus saponaria</i> L.	14	4

### 5.2.3. *Recolección de tejidos de árboles enfermos*

En campo, mediante observación directa se describió el estado fitosanitario general del árbol y la sintomatología presente a nivel de hojas, flores, frutos. La descripción se realizó con la ayuda de la “*Guía Ilustrada sobre el estado de salud de árboles: Reconocimiento e interpretación de síntomas y daños*” (Boa, 2008); registrando la información de cada individuo en una ficha de campo (Anexo 2). Las variables consideradas en el proyecto fueron evaluadas empleando instrumentos y equipos como GPS, podadora aérea, cinta métrica, haga, cámara fotográfica, bolsas de basura, bolsas ziploc, marcador, cinta, lupa, binoculares, entre otros.

Con ayuda de una podadora aérea se recolectó una muestra de material vegetal con presencia de síntomas, la cual fue colocada dentro de una funda plástica, para poder realizar la codificación e identificación de cada especie evaluada (Anexo 3), se realizó una aspersion ligera con agua con el objetivo de mantener la muestra en condiciones adecuadas. Además, se llevó un registro fotográfico que permitió describir la sintomatología de cada especie; de igual forma para obtener más datos sobre cada individuo, se registró el estado fenológico y las variables dasométricas (Anexo 4), como, diámetro a la altura del pecho (DAP), altura total (HT), tamaño de copa promedio N - S (m), tamaño de copa promedio E - O (m), floración (Terminando, en floración, iniciando, sin floración), fructificación (Terminando, en fructificación, iniciando, sin fructificación), comportamiento del follaje (siempre verde - perennes o semicaducifolios). Finalmente, las muestras colectadas, se ingresaron al laboratorio de Sanidad Vegetal de la UNL para un análisis minucioso de los síntomas e identificación del agente causal.

#### **5.2.4. Determinación de incidencia de la enfermedad**

Para el efecto se realizó un censo de los individuos de cada especie, con el propósito de establecer el número total de árboles evaluados, destacando la cantidad de árboles con sintomatología o daño; se aplicó la siguiente ecuación (Saltos, 2019).

$$I (\%) = \frac{n}{N} * 100$$

**Donde:**

**I** = incidencia del síntoma o daño

**n** = número de árboles con el síntoma o daño

**N** = número total de árboles evaluados

### **5.3. Determinación del agente causal de las enfermedades fungosas primarias, que inciden en el arbolado urbano de los parques y avenidas de la ciudad de Loja.**

El material vegetal recolectado se analizó aplicando tres métodos: observación directa, cámara húmeda y medio de cultivo, según los protocolos establecidos por el laboratorio de Sanidad Vegetal de la Universidad Nacional de Loja, (Anexo 5).

#### **5.3.1. Observación directa**

Para el caso de los patógenos que presentaron a simple vista las estructuras necesarias para su identificación, se realizó el montaje en microscopio y con la ayuda de claves de identificación se determinó las características morfológicas y se identificó el agente causal mediante ilustraciones de géneros de hongos imperfectos (Barnett et al, 1987).

#### **5.3.2. Cámara de húmeda**

Para este método, se inició seleccionando el material vegetal infectado, al cual se le realizó un lavado superficial con agua corriente, con la finalidad de retirar el sobrante de tierra o polvo que pudo haber presentado la muestra. Así mismo, con la llama de un mechero se desinfectó el material de laboratorio, como cajas Petri, papel filtro y pinzas. A continuación, se colocó el papel filtro en la base de la caja Petri, luego se humedeció con agua destilada para brindar condiciones de humedad adecuada y se colocó los pequeños trozos de tejido de las muestras, sobre el papel filtro distribuyéndolas de forma separada para evitar el contacto entre ellas, posteriormente se incubaron a 25 °C, durante cinco días o hasta el desarrollo de los signos.



Finalmente, pasado este tiempo se realizó el montaje de las muestras en un estereoscopio, para la identificación y análisis, mediante ilustraciones de géneros de hongos imperfectos (Barnett, *et al.* 1987).

### ***5.3.3. Siembra en medio de cultivo:***

Consistió en cortar pequeños trozos del tejido infectado, en el área comprendida entre el límite de la parte sana y la parte infectada de la muestra, llamada zona de transición, posterior a esto se realizó un lavado superficial y se creó el medio estéril. Este es un método de desinfección en el cual se utilizó cinco tapas de cajas Petri, para el lavado de las muestras se inició sumergiendo la muestra en agua destilada estéril durante cuatro minutos, hipoclorito de sodio al 2 por ciento, agua destilada estéril durante dos minutos, alcohol al 70 por ciento, agua destilada estéril durante dos minutos y para terminar el proceso de desinfección, se sumergió dos minutos más en agua destilada estéril.

A continuación, se procedió a secar las muestras, para luego ser colocadas en las cajas Petri con medio de cultivo papa-dextrosa-agar (PDA). Se incubaron a 25 °C, durante 7 días, pasado este tiempo, se realizó el montaje de las estructuras formadas y se realizó la identificación del hongo.

## 6. Resultados

En el estudio se evaluaron seis especies forestales pertenecientes a cinco familias botánicas, las cuales tuvieron en promedio un diámetro a la altura del pecho (DAP) de 17,6 cm, una altura total (HT) promedio de 6,92 m, y un tamaño de copa promedio de 9,5 m. Además, se evaluaron variables climáticas como temperatura, precipitación y humedad relativa, registrando los valores más altos en los meses de octubre y noviembre.

### 6.1. Especies evaluadas

Las especies evaluadas fueron seis: *Leucaena leucocephala*, *Chionanthus pubescens*, *Morus alba*, *Eriobotrya japonica*, *Erythrina edulis*, *Sapindus saponaria*; siendo *Leucaena leucocephala* la que presentó mayor abundancia con 49 individuos, y *Sapindus saponaria* la de menor abundancia con 14 individuos (Figura 2).

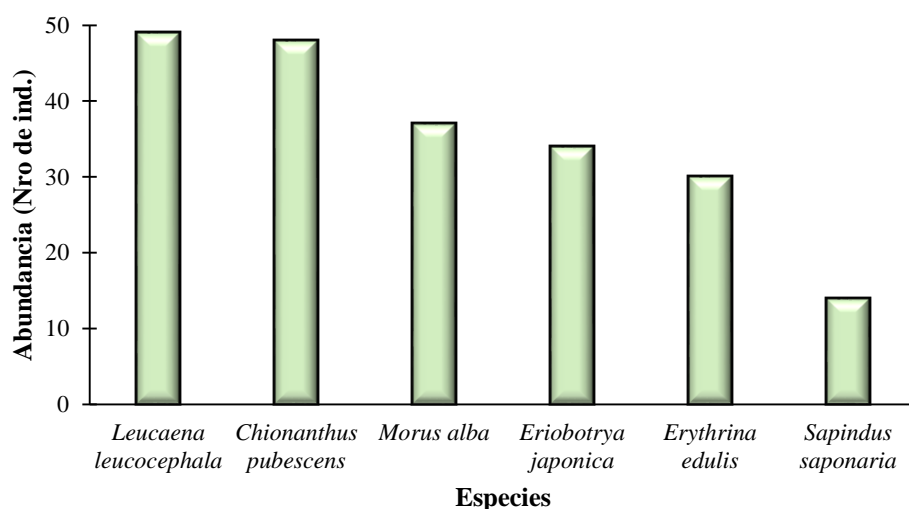
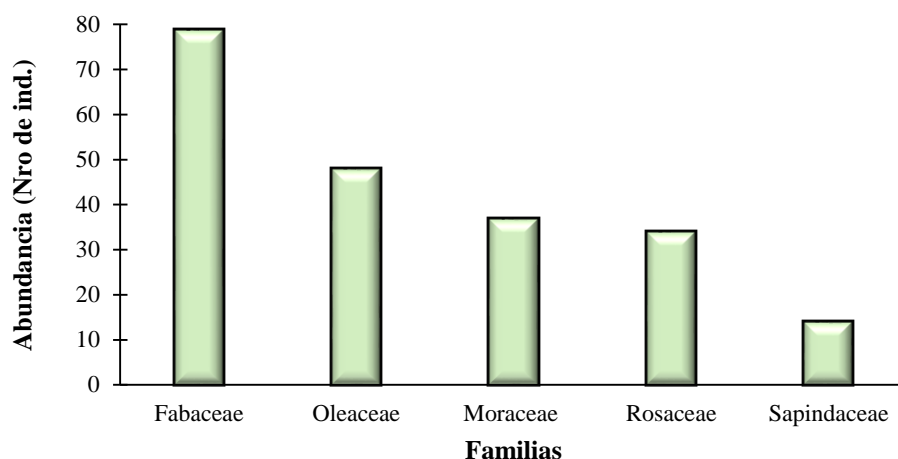


Figura 2. Número de individuos por especie.

### 6.2. Familias botánicas

El número total de familias evaluadas fueron cinco, siendo la de mayor abundancia la familia Fabaceae con 79 individuos, y la familia Sapindaceae la de menor abundancia con 14 individuos (Figura 3).

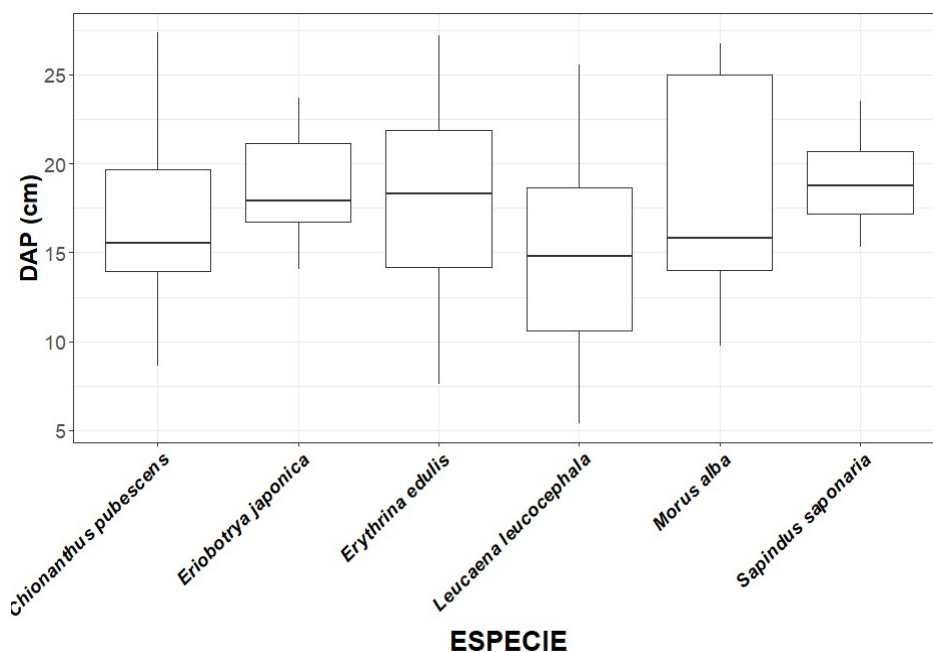


**Figura 3.** Familias botánicas presentes en parques y avenidas de la ciudad de Loja.

### 6.3. Variables dasométricas

#### 6.3.1. Diámetro a la altura del pecho (DAP)

En la Figura 4, se muestra una normalidad al comparar el diámetro entre las especies evaluadas, es de decir que no se presentó una diferencia significativa, registrando promedios entre 14 a 19 cm.



**Figura 4.** Promedio de diámetro a la altura del pecho de cada especie.

### 6.3.2. Altura total (HT)

En la Figura 5, se muestra que las especies evaluadas no presentaron una normalidad en la altura total (HT), registrando a la especie *Sapindus saponaria* con una diferencia estadística superior con un promedio de 8,83 m, en comparación con *Chionanthus pubescens*, registrando un promedio inferior de 4,97 m.

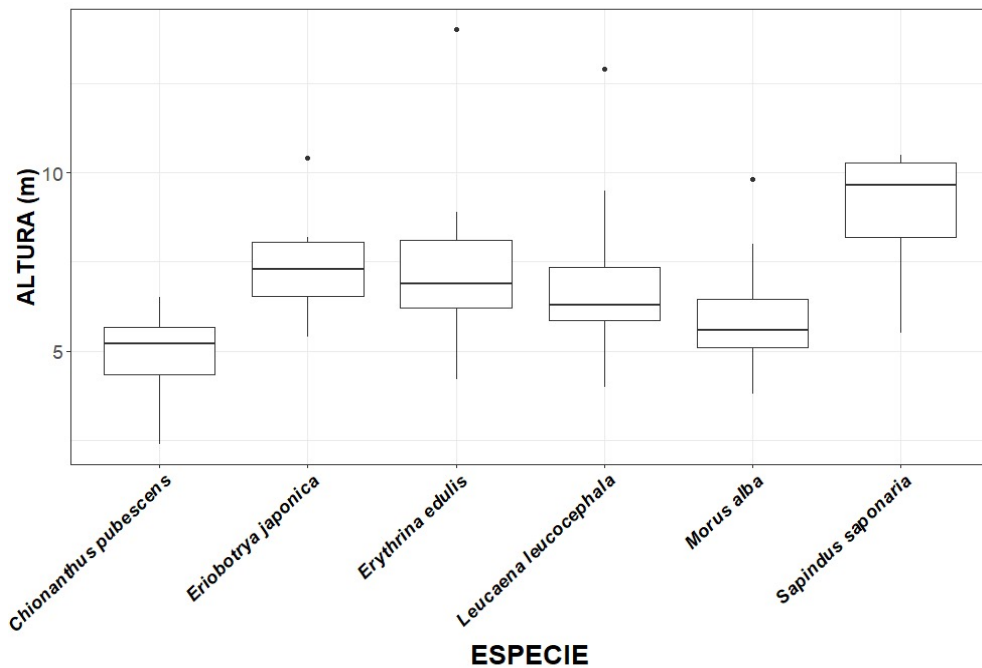
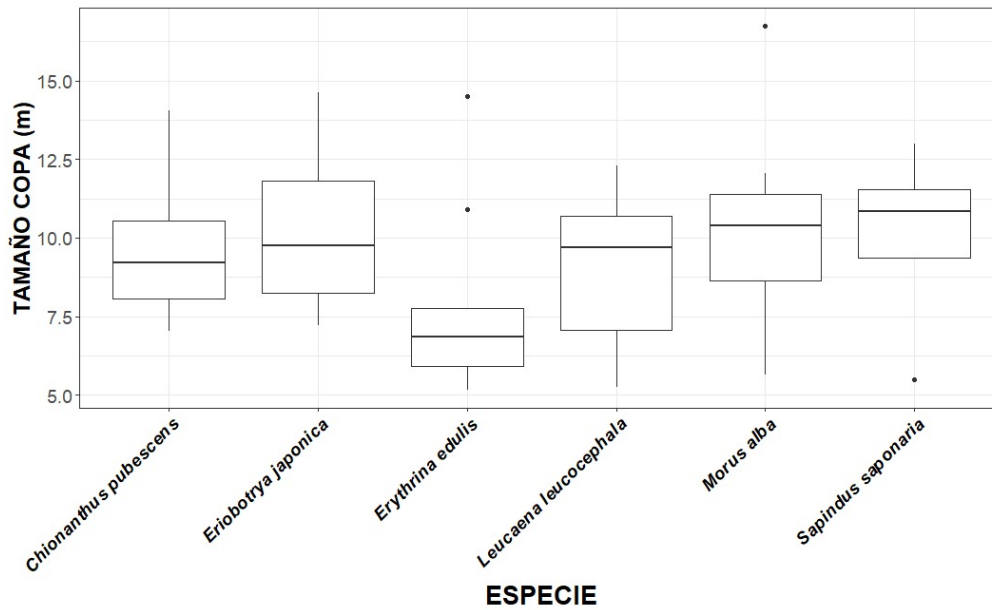


Figura 5. Promedio de altura total de cada especie.

### 6.3.3. Tamaño de copa (N-S) y (E-O)

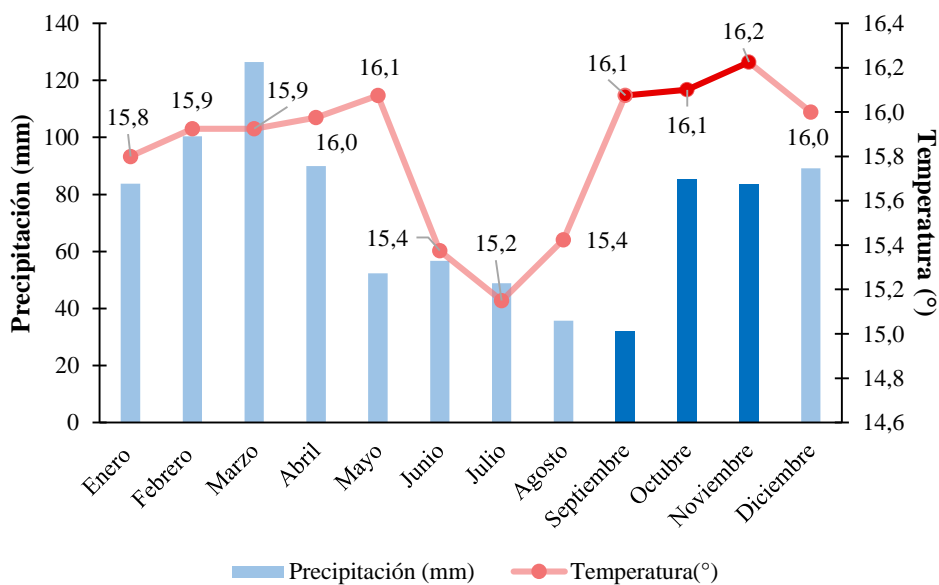
En la Figura 6, se muestra una normalidad al comparar el tamaño de copa entre las especies evaluadas, es de decir que no se presentó una diferencia significativa, registrando promedios entre 7 a 10 m.



**Figura 6.** Promedio de tamaño de copa de cada especie.

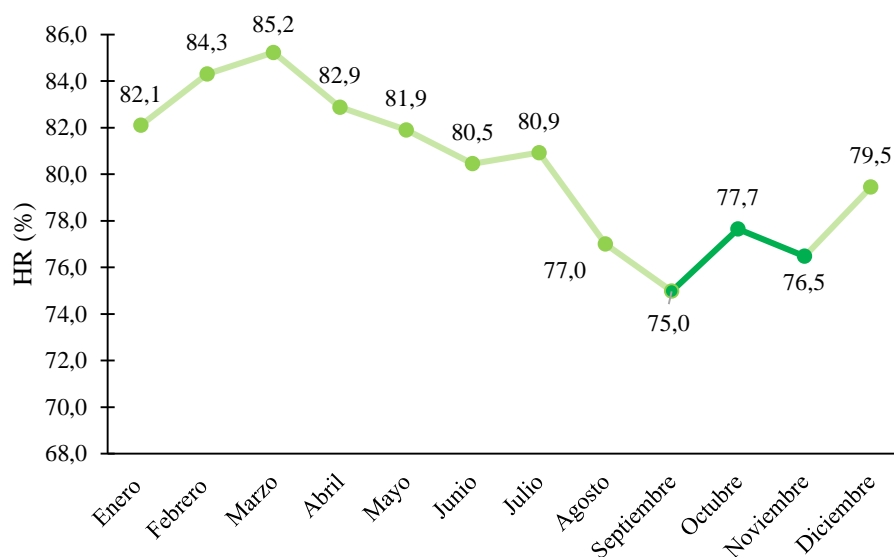
#### 6.4. Variables climáticas

En la Figura 7, podemos observar al mes de noviembre con el promedio más alto de temperatura registrando 16,2 °C, opuestamente a los meses de septiembre y octubre que presentaron temperaturas más bajas. En cuanto a la variable precipitación se pudo apreciar que el promedio más alto se registró en el mes de octubre llegando a 86 mm, por el contrario, al mes de septiembre que obtuvo el promedio más bajo de 32 mm.



**Figura 7.** Datos de temperatura y precipitación registrados en el año 2022. Los datos resaltados con mayor intensidad son los meses evaluados de este estudio (Septiembre – Noviembre).

En la Figura 8, se representa la humedad relativa promedio, presentando al mes de octubre con el promedio más alto registrando 77,7 % de humedad, a diferencia del mes de septiembre el cual registró un promedio más bajo con 75,0 %.



**Figura 8.** Datos de humedad relativa registrados en el año 2022. Los datos resaltados con mayor intensidad son los meses evaluados de este estudio (Septiembre – Noviembre).

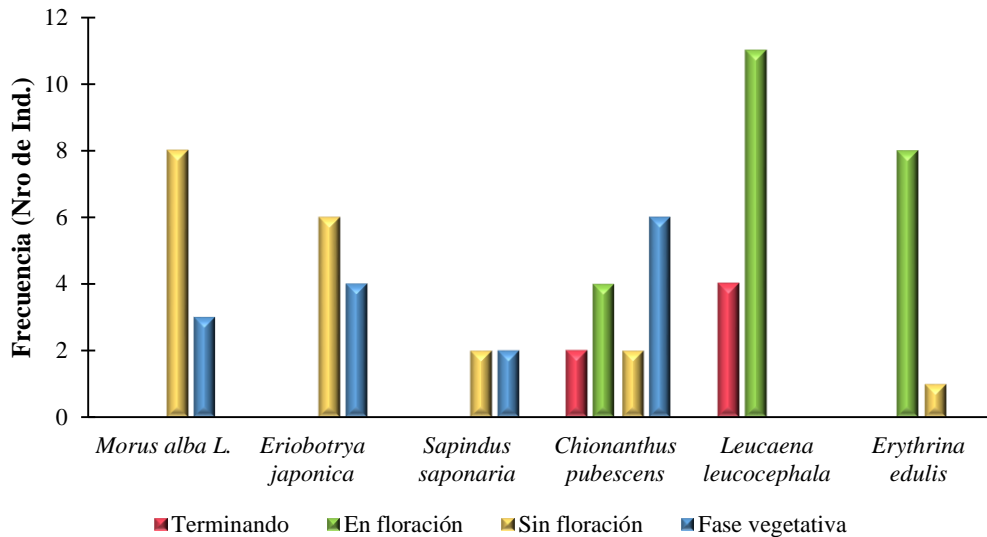
## 6.5. Fenología

La fenología tiene especial interés en aspectos como la floración y fructificación, así pues, en el presente estudio se determinó que la especie *Leucaena leucocephala* presentó mayor frecuencia de individuos en estado de floración. De la misma forma, *Morus alba* fue la especie con mayor frecuencia de individuos en estado de fructificación; por el contrario, a la especie *Chionanthus pubescens* que presentó la frecuencia más baja de individuos en ambos estados. Vinculado a esto, en la (Tabla 4), se muestran las especies perennes y caducifolias estudiadas.

**Tabla 4.** Especies perennes y caducifolias.

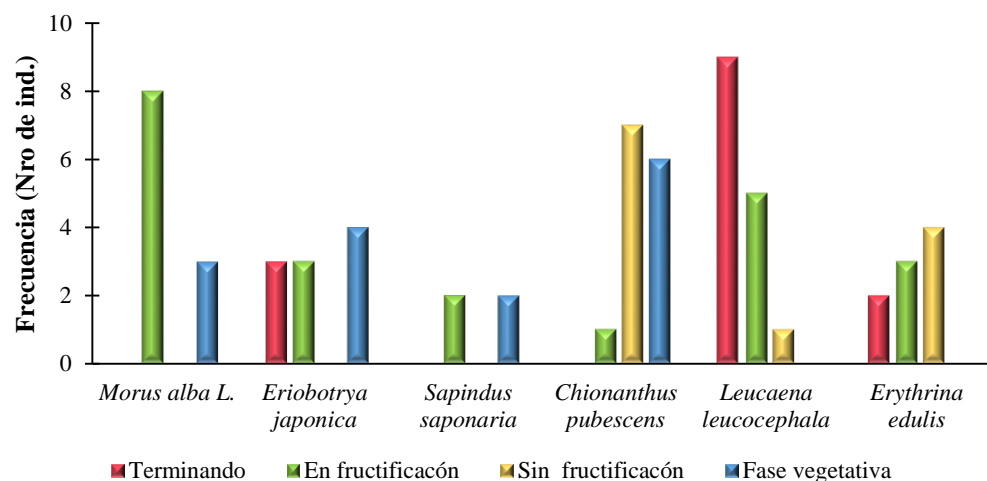
Especies siempre verdes o perennes		Especies caducifolias o semicaducifolias	
N. científico	N. común	N. científico	N. común
<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucaena	<i>Chionanthus pubescens</i>	Arupo
<i>Eriobotrya japonica</i>	Níspero		
<i>Morus alba</i>	Morera	<i>Erythrina edulis</i>	Guato
<i>Sapindus saponaria</i>	Checo		

En la Figura 9, se presenta el estado de floración, en la cual se determina que la especie con mayor frecuencia fue *Leucaena leucocephala* con 11 individuos, a diferencia de *Chionanthus pubescens* que presentó cuatro individuos, siendo la especie de menor frecuencia.



**Figura 9.** Número de individuos por especie que presentó o no presentó floración.

El estado de fructificación se presentó con mayor frecuencia en ocho individuos de la especie *Morus alba*; y de manera semejante al estado de floración, la especie *Chionanthus pubescens* fue la que mostró menor frecuencia, presentando un individuo en estado de fructificación (Figura 10).



**Figura 10.** Número de individuos por especie que presentó o no presentó fructificación.

## 6.6. Incidencia de sintomatologías

De las seis especies evaluadas, todas presentaron sintomatologías (Tabla 5), registrando a la especie *Morus alba* como la de mayor incidencia de síntomas, siendo afectada principalmente por necrosis y amarillamiento, además de ser la única en presentar el síntoma torque. Agregando a lo anterior, se exhibió a necrosis como el síntoma de mayor incidencia presente en todas las especies evaluadas.

**Tabla 5.** Descripción de síntomas en individuos evaluados.

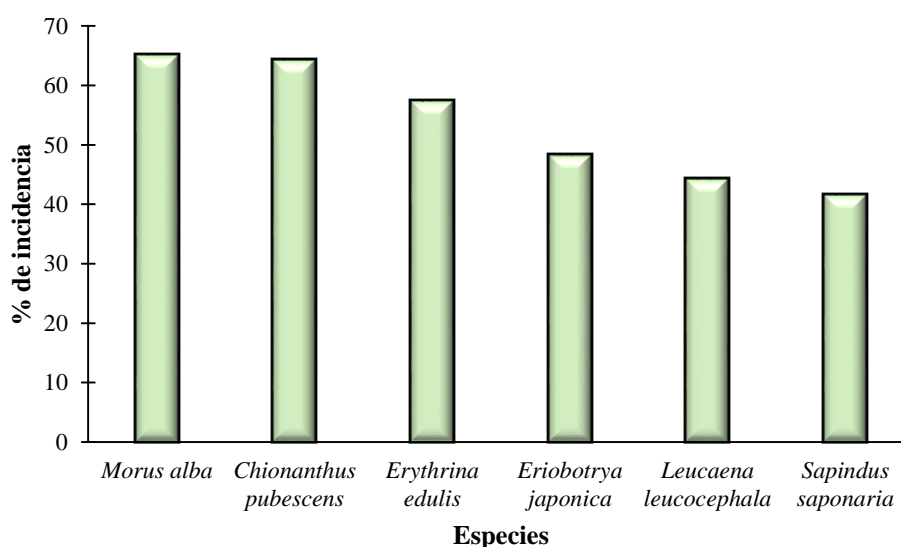
Especie hospedera		Nro. de árb. eva. con muestra al 30 %	Síntomas	Descripción
N. científico	N. común			
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	Leucaena	15	- Polvo blanco, - Costra negruzca - Necrosis - Amarillamiento - Manchas amarillas con pústulas de color marrón	<p><b>1. Polvo blanco:</b> Los síntomas pueden aparecer tanto en el haz como el envés de la hoja, en ambos casos se observan la presencia de un polvillo con crecimiento superficial de aspecto blanquecino, que puede limitarse a algunas zonas o bien ocupar toda la superficie de la hoja. La enfermedad afecta la capacidad fotosintética de la planta por lo que la puede llegar a marchitar.</p> <p><b>2. Costra negruzca:</b> Presenta una película negra que cubre la superficie foliar, esto se da por el ataque de “cochinillas” las cuales producen un daño indirecto ya que segregan abundantes sustancias azucaradas, cuyas sustancias son usadas como medio para la formación de la fumagina.</p> <p><b>3. Necrosis:</b> Muerte de tejido, se producen manchas foliares de color pardo a negro de forma circular o elíptica con bordes regulares e irregulares, por lo general se encuentran distribuidas por todo el limbo foliar.</p> <p><b>4. Amarillamiento:</b> Esta enfermedad provoca una marchitez vascular caracterizada por el amarillamiento</p>
<i>Chionanthus pubescens</i> Kunth.	Arupo	14	- Polvo blanco - Costra negruzca - Necrosis - Amarillamiento - Manchas amarillas con pústulas de color marrón	
<i>Morus alba</i> L.	Morera	11	- Polvo blanco - Costra negruzca - Necrosis - Amarillamiento - Torque - Manchas amarillas con pústulas de color marrón	
<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	Níspero	10	- Polvo blanco - Necrosis - Amarillamiento - Manchas amarillas con pústulas de color marrón	



Especie hospedera		Nro. de árb. eva. con muestra al 30 %	Síntomas	Descripción
N. científico	N. común			
<i>Erythrina edulis</i> Micheli	Guato	9	- Polvo blanco - Costra negruzca - Necrosis - Amarillamiento - Manchas amarillas con pústulas de color marrón	progresivo del follaje, que finalmente produce la defoliación.  <b>5. Torque:</b> Las hojas presentan una hipertrofia de los tejidos con el engrosamiento del limbo foliar lo que produce una deformación, con una coloración rojiza provocada por la pérdida de la clorofila, finalmente las hojas necrosan y caen.
<i>Sapindus saponaria</i> L.	Checo	4	- Polvo blanco - Costra negruzca - Necrosis - Manchas amarillas con pústulas de color marrón	<b>6. Manchas amarillas con pústulas de color marrón:</b> En las hojas se presentan pequeñas manchas cloróticas, en el haz y el envés se observan pústulas de color marrón con un halo de color amarillo, generalmente a medida que la enfermedad avanza causa un amarillamiento y defoliación de la planta.

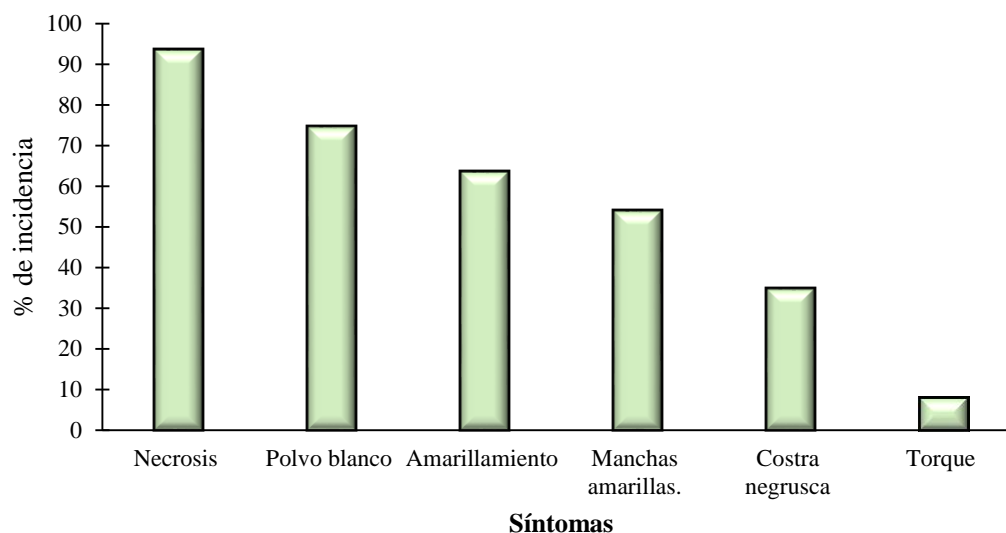
### 6.6.1. Sintomatologías

La especie *Morus alba*, exhibió la mayor incidencia de síntomas en un 65,2 % de sus individuos; por el contrario, a la especie *Sapindus saponaria*, que presentó una menor afectación con 41,7 % (Figura 11).



**Figura 11.** Porcentaje de afectación de síntomas en los individuos de cada especie.

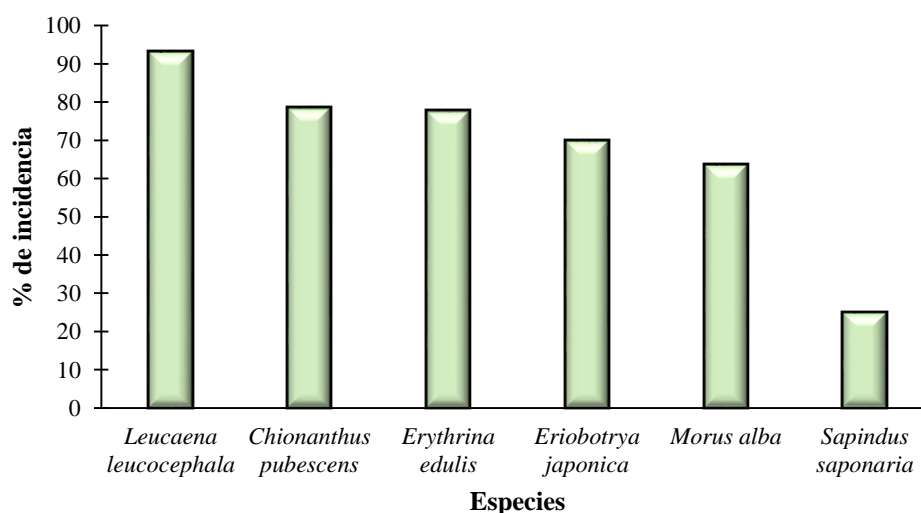
Necrosis fue el síntoma con mayor porcentaje de incidencia en el total de individuos evaluados por especie, con un 93,7 %; mientras que el síntoma torque se presentó solo en un 7,9 % (Figura 12), siendo necesario precisar que es el único síntoma que afectó a la especie *Morus alba*, en un 45,5 %.



**Figura 12.** Porcentaje de presencia de síntomas en el total de individuos evaluados.

#### 6.6.1.1. Polvo Blanco

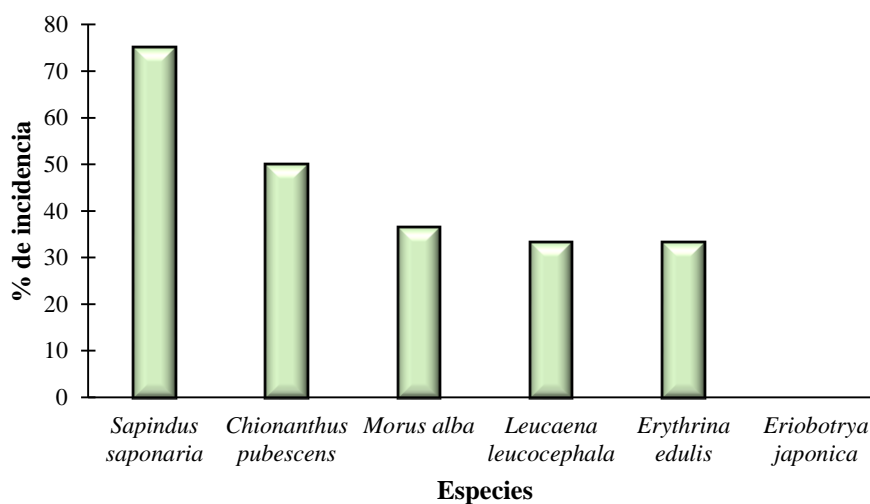
El síntoma polvo blanco afectó principalmente a la especie *Leucaena leucocephala*, en un 93,3 %, por el contrario, a *Sapindus saponaria* que presentó menor afectación, con un 25 % (Figura 13).



**Figura 13.** Porcentaje de individuos de cada especie afectados por el síntoma polvo blanco.

### 6.6.1.2. *Costra negruzca*

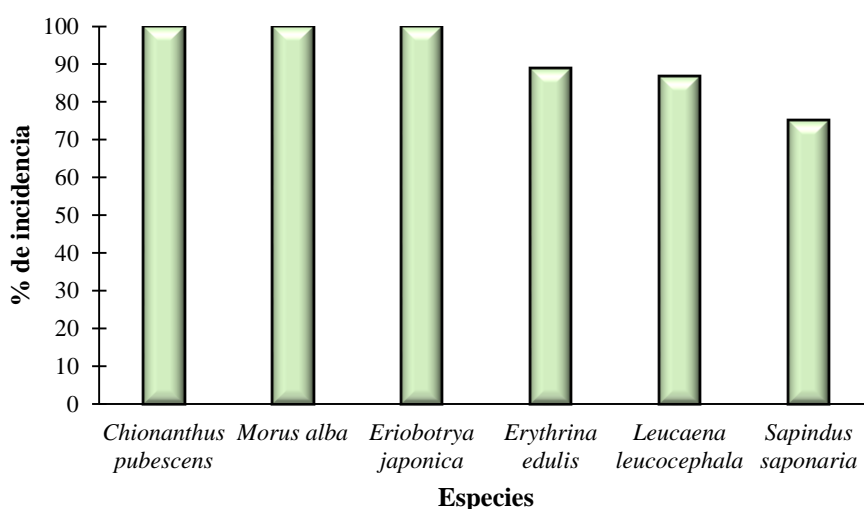
De las seis especies evaluadas, el síntoma costra negruzca estuvo presente en cinco especies, afectando principalmente a *Sapindus saponaria*, con 75 %; no se encontró signos de afectación en los individuos de *Eriobotrya japonica* (Figura 14).



**Figura 14.** Porcentaje de individuos de cada especie afectados por el síntoma costra negruzca.

### 6.6.1.3. *Necrosis*

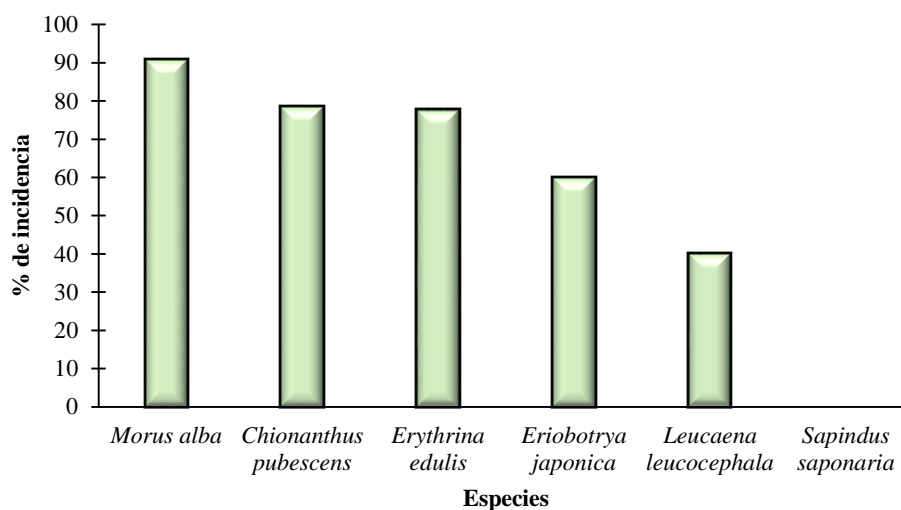
El síntoma necrosis afectó principalmente a las especies, *Chionanthus pubescens*, *Morus alba*, *Eriobotrya japonica*, con el 100 %; por el contrario, a *Sapindus saponaria* que presentó menor afectación, con 75 % (Figura 15).



**Figura 15.** Porcentaje de individuos de cada especie afectados por el síntoma necrosis.

#### 6.6.1.4. Amarillamiento

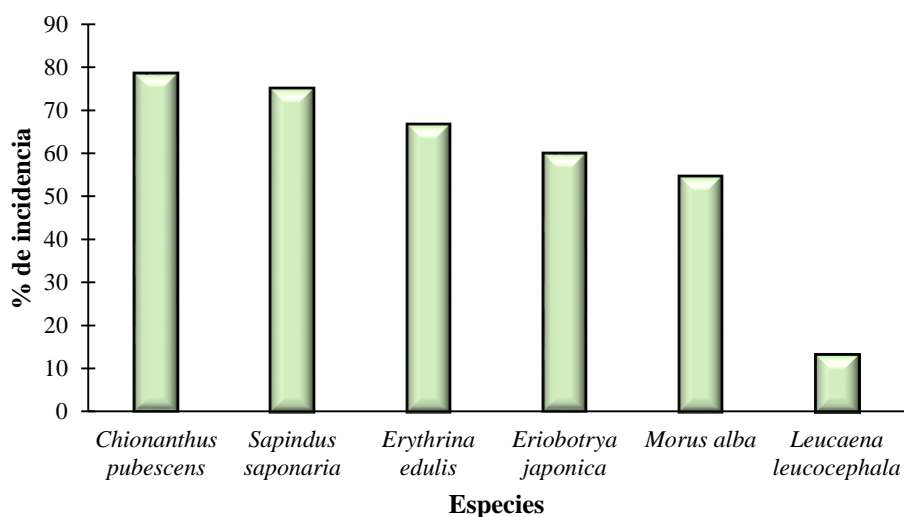
El síntoma amarillamiento, se presentó en cinco especies, afectando principalmente a *Morus alba*, con 90,9 %; y no se encontró afectación alguna en los individuos de *Sapindus saponaria* (Figura 16).



**Figura 16.** Porcentaje de individuos de cada especie afectados por el síntoma amarillamiento.

#### 6.6.1.5. Manchas amarillas con pústulas de color marrón

El síntoma de manchas amarillas con pústulas de color marrón, afecto principalmente a la especie *Chionanthus pubescens*, en un 78,6 %, por el contrario, a *Leucaena leucocephala* que presento menor afectación, con un 13,3 % (Figura 17).



**Figura 17.** Porcentaje de individuos de cada especie afectados por el síntoma manchas amarillas con pústulas de color marrón.

## 6.7. Determinación de síntomas y agente causal de las enfermedades fungosas primarias


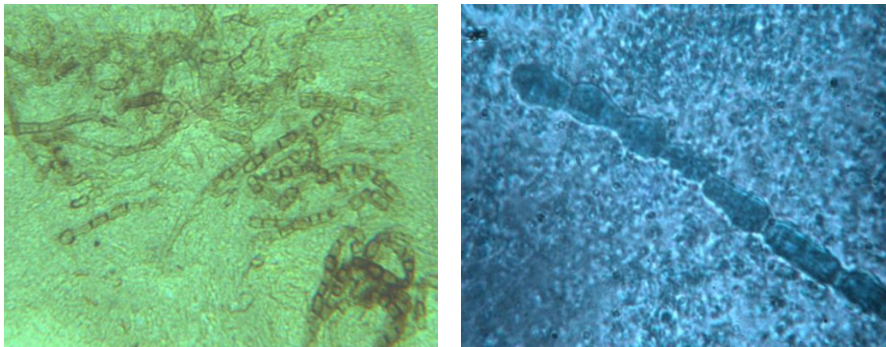
En todas las especies evaluadas se encontraron agentes causales de enfermedades fungosas, afectando principalmente a la especie *Morus alba*, la cual presentó *Oidium* sp.; *Capnodium* sp.; *Alternaria* sp.; *Fusarium* sp. y *Taphrina deformans*.

### 6.7.1. *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit

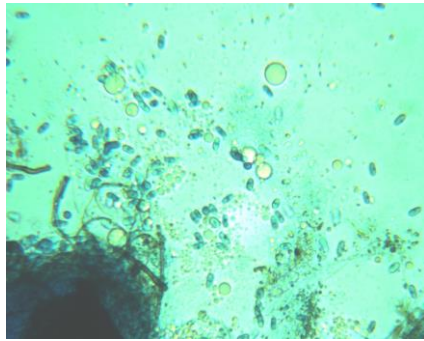
#### 6.7.1.1. Síntomas y agente causal

Los resultados indicaron que *Leucaena leucocephala*, presentó en sus hojas un polvo blanco causado por *Oidium* sp.; además, en el haz de la hoja se observó formación de costra negra producida por *Capnodium* sp., en la parte apical y bordes de la hoja se evidencio la presencia de necrosis originado por *Alternaria* sp (Tabla 6).

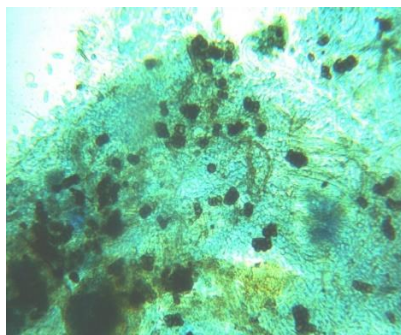
**Tabla 6.** Agentes causales de los síntomas en la especie *Leucaena leucocephala*.

Síntomatología muestra recolectada en campo	
	
Agente causal observado en estereoscopio	
a) <i>Oidium</i> sp.	
	

**b) *Capnodium* sp.**



**c) *Alternaria* sp.**



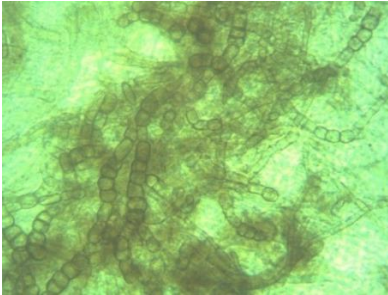
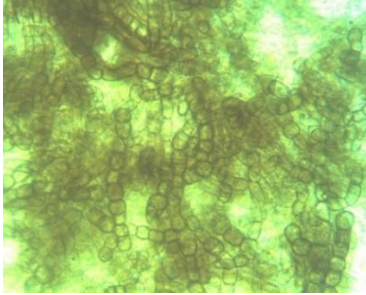
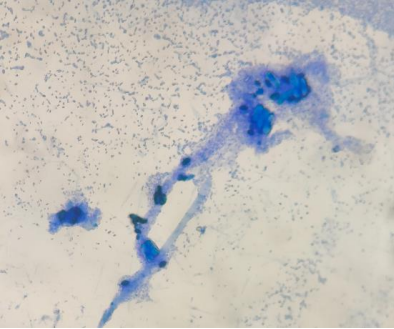




**6.7.2. *Chionanthus pubescens* Kunth.**

**6.7.2.1. Síntomas y agente causal**

De acuerdo al material vegetal evaluado se pudo evidenciar que *Chionanthus pubescens*, presentó síntomas tales como, polvo blanco en secciones pequeñas en el haz de la hoja causado por *Oidium* sp.; otra sintomatología observada fue la costra negruzca evidente a lo largo de la nervadura central de la hoja ocasionado por *Capnodium* sp.; en la parte central, apical y bordes de la hoja, se identifica necrosis dado por el agente causal *Alternaria* sp (Tabla 7).

**Tabla 7.** Agentes causales de los síntomas en la especie *Chionanthus pubescens*.



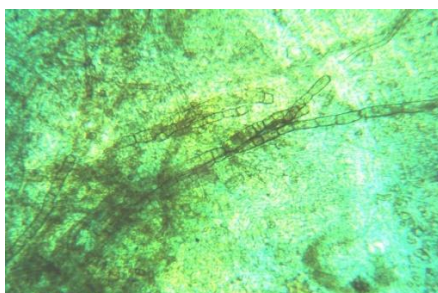
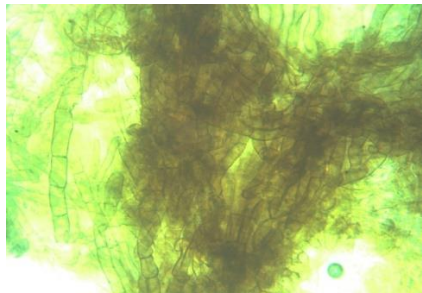

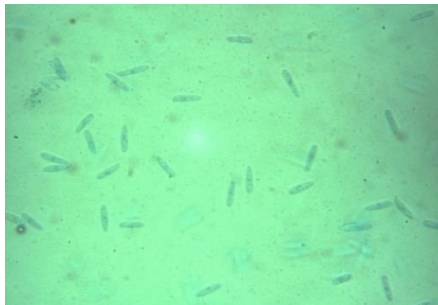
<b>Sintomatología muestra recolectada en campo</b>	
	
<b>Agente causal observado en estereoscopio</b>	
<b>a) <i>Oidium</i> sp.</b>	
	
<b>b) <i>Capnodium</i> sp.</b>	
	
<b>c) <i>Alternaria</i> sp.</b>	
	

### 6.7.3. *Morus alba* L.

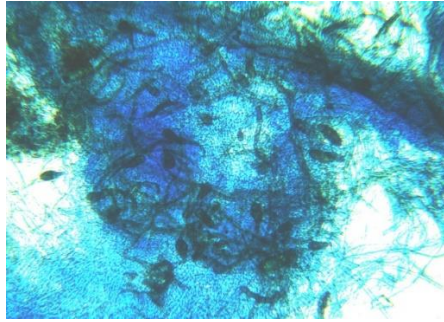
#### 6.7.3.1. Síntomas y agente causal

Las muestras de *Morus alba*, recolectadas en campo presentaron síntomas como: polvo blanco en el haz de la hoja ocasionado por *Oidium sp.*; costra negruzca en la parte apical de la hoja provocado por *Capnodium sp.*; necrosis en la parte central, apical y bordes de la hoja producido por *Alternaria sp.*; amarillamiento progresivo de la hoja a causa de *Fusarium sp.*; y una coloración rojiza en el haz de la hoja dado por *Taphrina deformans* (Tabla 8).

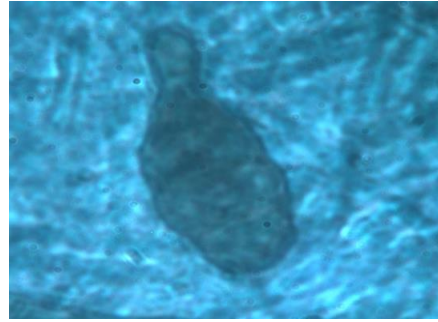
**Tabla 8.** Agentes causales de los síntomas en la especie *Morus alba*.

Síntomatología muestra recolectada en campo		
		
Agente causal observado en estereoscopio		
a) <i>Oidium sp.</i>		
b) <i>Capnodium sp.</i>		
c) <i>Alternaria sp.</i>		

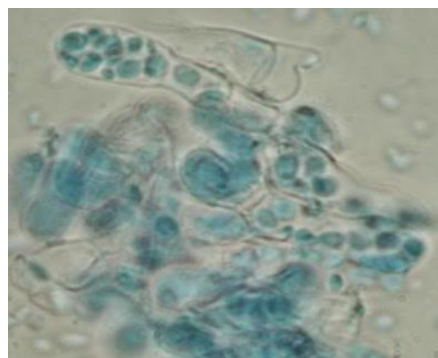
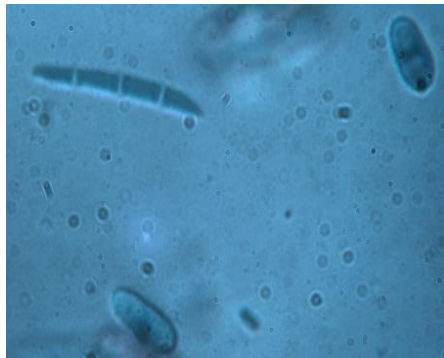




d) *Fusarium* sp.



e) *Taphrina deformans*



#### 6.7.4. *Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl.

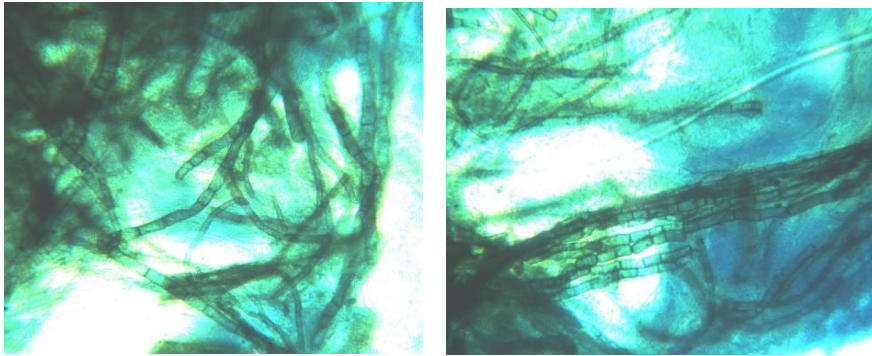
##### 6.7.4.1. Síntomas y agente causal

La especie *Eriobotrya japonica*, reveló síntomas como la presencia de polvo blanco en diferentes secciones del haz de la hoja producido por *Oidium* sp.; necrosis en los bordes y ápice de la hoja originado por *Alternaria* sp.; y finalmente, un moteado clorótico progresivo en la hoja ocasionado por *Melampsoridioum* sp (Tabla 9).

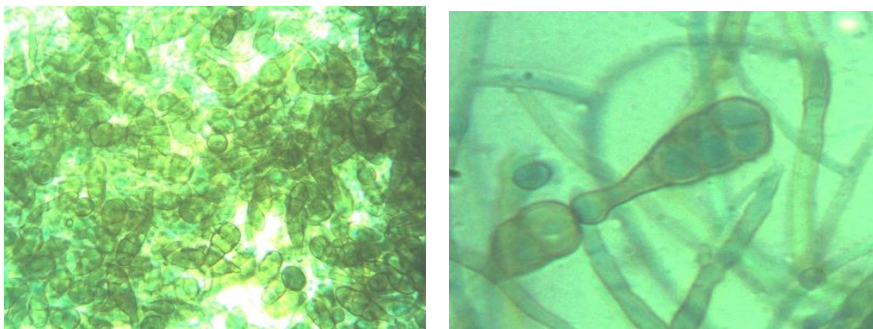
**Tabla 9.** Agentes causales de los síntomas en la especie *Eriobotrya japonica*.

Síntomatología muestra recolectada en campo	
Agente causal observado en estereoscopio	

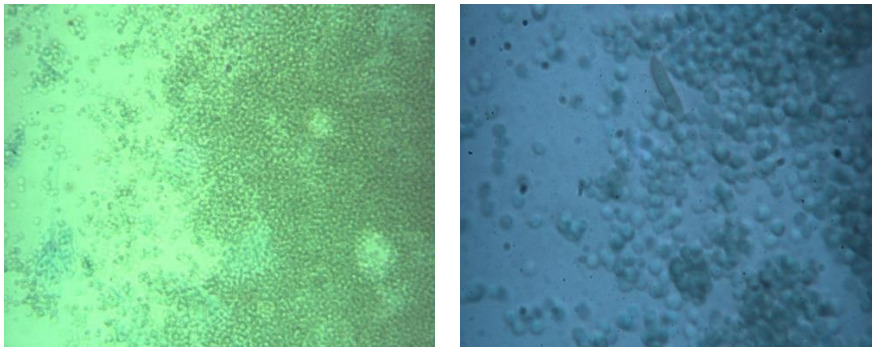
a) *Oidium sp.*



b) *Alternaria sp.*



c) *Melampsoridioum sp.*


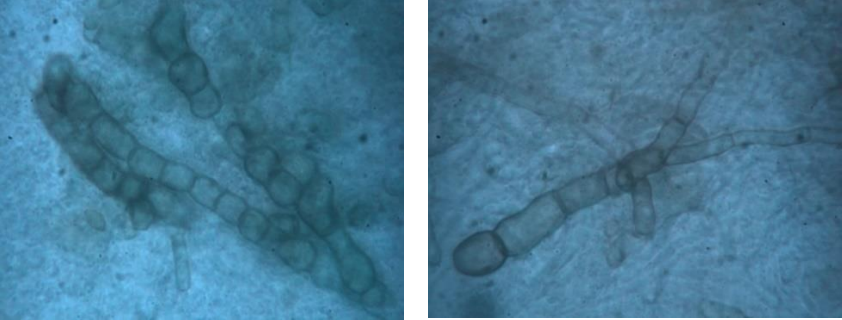
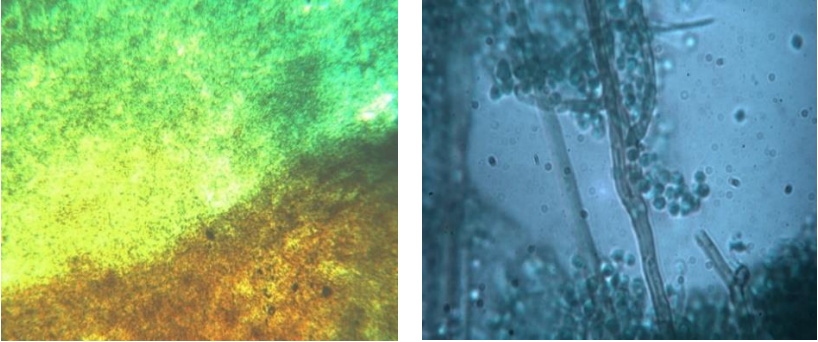



### 6.7.5. *Erythrina edulis* Micheli

#### 6.7.5.1. *Síntomas y agente causal*

Las muestras colectadas de *Eriobotrya japónica*, presentaron síntomas como polvo blanquecino en el haz y envés de la hoja promovido por *Oidium sp.*; un moteado clorítico progresivo en la hoja a causa de *Melampsoridioum sp.*; y costra negruzca en diferentes secciones del haz de la hoja dado por *Capnodium sp* (Tabla 10).

**Tabla 10.** Agentes causales de los síntomas en la especie *Erythrina edulis*.




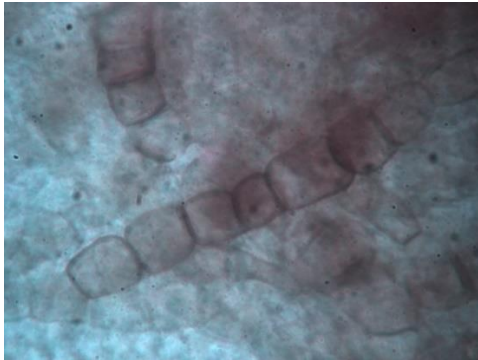
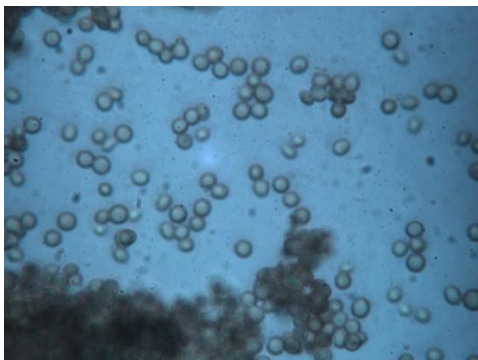
<b>Sintomatología muestra recolectada en campo</b>	
	
<b>Agente causal observado en estereoscopio</b>	
<p>a) <i>Oidium</i> sp.</p> 	
<p>b) <i>Melampsoridium</i> sp.</p> 	
<p>c) <i>Capnodium</i> sp.</p> 	

### 6.7.6. *Sapindus saponaria* L.

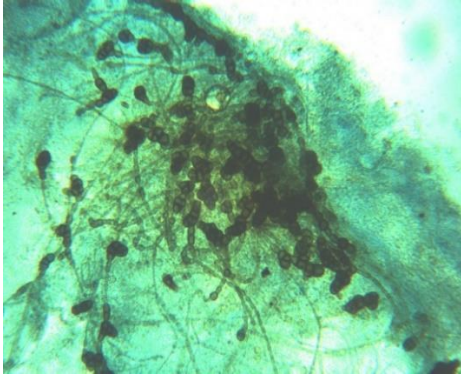
#### 6.7.6.1. Síntomas y agente causal

Las muestras vegetales de *Sapindus saponaria*, presentaron síntomas como, moteado clorótico progresivo en la hoja a causa de *Melampsoridioum sp.*; costra negruzca cubriendo el haz de la hoja por *Capnodium sp.*; polvo blanco en el haz de la hoja ocasionado por *Oidium sp.*; finalmente, la presencia de necrosis en la parte central, apical y bordes de la hoja por *Alternaria sp* (Tabla 11).

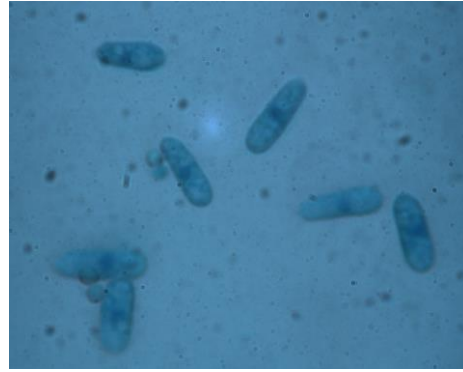
**Tabla 11.** Agentes causales de los síntomas en la especie *Sapindus saponaria*.

Sintomatología muestra recolectada en campo		
		
Agente causal observado en estereoscopio		
<b>a) Oidio</b>	<b>b) Roya</b>	
		

a) Necrosis



d) Fumagina



### 6.7.7. Clasificación taxonómica de los agentes causales

En la Tabla 12, se exponen los agentes causales de enfermedades, que afectaron la morfología de las especies evaluadas, encontrando patógenos como: *Oidium* sp. (Polvo blanco), *Capnodium* sp. (Costra negruzca), *Alternaria* sp. (Necrosis), *Fusarium* sp. (Amarillamiento), *Taphrina deformans* (Torque), *Melampsoridioum* sp. (Roya).

**Tabla 12.** Descripción taxonómica de los agentes causales de las sintomatologías presentes en las especies evaluadas.

• Polvo blanco / <i>Oidium</i> sp.		Especies afectadas
<b>Clase</b>	Leotiomycetes	<i>Leucaena leucocephala</i>
<b>Orden</b>	Erysiphales	<i>Chionanthus pubescens</i>
<b>Familia</b>	Erysiphaceae	<i>Morus alba</i>
<b>Género</b>	<i>Oidium</i>	<i>Eriobotrya japonica</i>
<b>Nombre científico</b>	<i>Oidium</i> sp.	<i>Erythrina edulis</i>
<b>Nombre común</b>	Oídio o cenicilla del follaje	<i>Sapindus saponaria</i>
• Costra negruzca / <i>Capnodium</i> sp.		Especies afectadas
<b>Clase</b>	Ascomycetes	<i>Leucaena leucocephala</i>
<b>Orden</b>	Capnodiales	<i>Chionanthus pubescens</i>
<b>Familia</b>	Capnodiaceae	<i>Morus alba</i>
<b>Género</b>	<i>Capnodium</i>	<i>Erythrina edulis</i>
<b>Nombre científico</b>	<i>Capnodium</i> sp.	<i>Sapindus saponaria</i>
<b>Nombre común</b>	Costra negruzca	
• Necrosis / <i>Alternaria</i> sp.		Especies afectadas

<b>Clase</b>	Dothideomycetes	<i>Leucaena leucocephala</i>
<b>Orden</b>	Pleosporales	<i>Chionanthus pubescens</i>
<b>Familia</b>	Pleosporaceae	<i>Morus alba</i>
<b>Género</b>	Capnodium	<i>Eriobotrya japonica</i>
<b>Nombre científico</b>	<i>Alternaria</i> sp.	<i>Sapindus saponaria</i>
<b>Nombre común</b>	Necrosis	

• **Amarillamiento / *Fusarium* sp.**

**Especies afectadas**

<b>Clase</b>	Sordariomycetes	<i>Morus alba</i>
<b>Orden</b>	Hypocreales	
<b>Familia</b>	Nectriaceae	
<b>Género</b>	Fusarium	
<b>Nombre científico</b>	<i>Fusarium</i> sp.	
<b>Nombre común</b>	Marchitamiento (amarillamiento)	

• **Torque / *Taphrina deformans*.**

**Especies afectadas**

<b>Clase</b>	Taphrinomycetes	<i>Morus alba</i>
<b>Orden</b>	Taphrinales	
<b>Familia</b>	Taphiranaceae	
<b>Género</b>	Taphrina	
<b>Nombre científico</b>	<i>Taphrina deformans</i> .	
<b>Nombre común</b>	Torque, lepra.	

• **Manchas amarillas con pústulas de color marrón / *Melampsoridioum* sp.**

**Especies afectadas**

<b>Clase</b>	Basidiomycetes	<i>Eriobotrya japonica</i>
<b>Orden</b>	Pucciniales	<i>Erythrina edulis</i>
<b>Familia</b>	Pucciniastraceae	<i>Sapindus saponaria</i>
<b>Género</b>	Melampsoridioum	
<b>Nombre científico</b>	<i>Melampsoridioum</i> sp.	
<b>Nombre común</b>	Manchas amarillas con pústulas de color marrón	

## 7. Discusión

### 7.1. Aspectos ecológicos del arbolado urbano

#### 7.1.1. Abundancia de especies

De las especies evaluadas, *Leucaena leucocephala* fue la especie con mayor número de individuos, seguido de *Chionanthus pubescens*, todo lo contrario, a *Sapindus saponaria* la cual presentó menor abundancia. En México de manera similar, de acuerdo a Mata et al., (2020), *Leucaena leucocephala* fue la especie con mayor número de individuos en una comunidad vegetal ribereña en el río Santa Catarina, Monterrey, Nuevo León, constituyendo un elemento clave para el mantenimiento de los ecosistemas fluviales, en especial, en aquellos que se encuentran circundados por zonas urbanas. En la arborización urbana según, Cárdenas et al., (2004), esta especie es empleada como planta ornamental en parques y avenidas, adecuada para la recuperación de áreas degradadas. Además, Vossler y Delucchi (2022), mencionan que la especie *Leucaena leucocephala* a pesar de ser una especie introducida, esta se promueve cada vez más para la agrosilvicultura y la ornamentación, por su fácil propagación y rápida adaptación a las condiciones ambientales, sirviendo como árbol ornamental y de sombra en jardines, parques y calles; resultados similares al obtenido en la investigación ya que es la especie de mayor abundancia presente en parques y avenidas de la ciudad de Loja.

Chamba (2022), menciona que *Chionanthus pubescens* presenta características importantes en el arbolado urbano, ya que son tolerantes ante las emisiones de CO<sub>2</sub>, ayuda en el aporte de oxígeno y por sus cualidades estéticas es utilizada para la ornamentación de la ciudad. Su resistencia a la contaminación ambiental le ha convertido en una especie potencial para formar parte de avenidas, parques y jardines que rodean a la ciudad de Loja, sobre todo para crear un ambiente más saludable para los habitantes; aseveraciones que coinciden con lo encontrado en esta investigación ya que esta especie es la segunda más abundante en los parques y avenidas de la ciudad Loja.

Estela (2022), argumenta que *Sapindus saponaria*, se desarrolla en suelos rústicos y pobres, adaptándose a cualquier tipo de suelo, con un riego moderado, además es excelente para el uso ornamental en calles y avenidas porque brinda buena sombra. Sánchez y Silva (2008), sostienen que esta especie se desarrolla en terrenos oligotróficos, es decir de pocos nutrientes y pobres en materia orgánica. Estas acotaciones difieren de lo encontrado en este estudio, ya que esta especie es la que presentó menor abundancia de individuos, sin embargo, es importante el

implementar esta especie ya que, al ser nativa, y adaptable, funciona como pieza de equilibrio para el ecosistema local.

### **7.1.2. Familias botánicas**

Las familias que presentaron mayor abundancia fueron la familia Fabaceae, seguido de la familia Oleaceae. En la opinión de Aguirre y Yaguna (2013), en su publicación árboles y arbustos de parques y avenidas de Loja, expresan que la familia Mimosaceae es la de mayor número de especies registradas; dato que no corresponde con lo obtenido en la investigación realizada ya que la familia de mayor abundancia encontrada fue Fabaceae, así como expresa Cabrera et al., (2021), en su estudio denominado áreas verdes y arbolado en la zona urbana del cantón Portoviejo, provincia de Manabí, Ecuador, la familia más representativa fue Fabaceae con nueve especies, al igual que Saldaña y Vera (2019), indican en su publicación diagnóstico de plagas y enfermedades presentes en las plantas de la zona urbana de la ciudad de Cuenca, que entre las familias más predominantes se encontraron Fabaceae y Oleaceae; resultados similares a los encontrados en esta investigación, las familias que registraron el mayor número de especies, así como de individuos, fueron Fabaceae y Oleaceae.

### **7.1.3. Especies nativas y exóticas**

De las seis especies evaluadas en nuestra investigación tres de ellas son nativas, *Chionanthus pubescens*, *Sapindus saponaria*, *Erythrina edulis*, y las tres restantes, *Leucaena leucocephala*, *Morus alba*, *Eriobotrya japonica*, son introducidas. Según, trabajos semejantes realizados por Cabrera et al., (2020), denominado áreas verdes y arbolado en la zona urbana del cantón Jipijapa. Manabí, muestra un total de 13 especies arbóreas, en 13 parques, con cinco especies nativas y ocho especies introducidas. Canizales et al., (2020) en su estudio denominado caracterización del arbolado urbano de la ciudad de Montemorelos, Nuevo León, manifiesta que se identificaron 13 especies, de las cuales siete son introducidas y seis nativas. Alanís (2005), sostiene que el empleo de especies nativas tiene como ventaja que las plantas están mejor adaptadas ecológicamente y crecen con facilidad; además, con estas especies se conseguirá una armonía con el ambiente y sería más bajo el costo de mantenimiento, sobre todo considerando que estas especies tienen bajos requerimientos hídricos. Tello (2012), ratifica y enfatiza que con especies nativas son pocos los problemas existentes, pero existen muchos más con las introducidas, especialmente las plantas ornamentales que se siembran por mantener la rusticidad en el paisaje, y porque se adaptan al clima en Loja.



#### **7.1.4. Variables dasométricas**

Siendo 19,10 cm el promedio mayor y 14,43 cm el promedio menor de DAP, con una altura máxima de 8,83 m y una mínima de 4,97 m, en comparación del arbolado urbano de Urcuquí en la Provincia de Imbabura donde Quiroz (2020), obtuvo un promedio mayor de 91,19 cm y un mínimo de 3,75 cm de DAP, con una altura máxima de 13,7 m y un mínimo de 2,25 m; por el contrario del arbolado urbano en el valle de Aburrá, Colombia donde Restrepo et al., (2015), alcanzó un promedio superior de 51,3 cm e inferior de 9,2 cm de DAP, y registrando una altura máxima de 17,3 m y el mínimo de 3,4 m; reflejando una evidente minoría en los promedios máximos de nuestros datos, esto puede deberse a que las variables dasométricas varían dependiendo la especie, edad y tamaño de los árboles y factores asociados al manejo silvicultural y a las condiciones de sitio.

En lo referente al tamaño de copa se obtuvo un promedio máximo de 8,83 m con un mínimo de 4,97 m, Poveda et al., (2021), en su investigación denominada influencia del tamaño de los árboles en la mejora del microclima urbano en Viçosa - MG, Brasil; obtuvo un promedio máximo de copa de 18 m y un mínimo de 4 m. El suministro de sombra que proporcionan las copas es alto, tan necesaria en parques, aceras y avenidas, los árboles pueden reducir la amplitud térmica y mejorar las condiciones microclimáticas en las ciudades a través de la evapotranspiración, las plantas son capaces de bajar la temperatura a su alrededor.

#### **7.1.5. Fenología**

Desde el punto de vista de CONAFOR, (2000) y CONABIO, (1987) la floración y fructificación de *Leucaena leucocephala*, puede ocurrir durante todo el año dependiendo de la precipitación o disponibilidad del agua. Teniendo en cuenta que la precipitación anual de Loja es de 1001 mm categorizada como subhúmeda a juicio de FAO, (2013) se puede deducir la causa de que la especie mencionada presentó el mayor dato de floración y se encontraba terminando su fructificación.

Por otra parte, GuíaVerde, (2020) y UMA, (2021) postulan que *Morus alba*, florece en el mes de abril y fructifica en el mes de mayo, lo que no concuerda con nuestro estudio, puesto que Loja se caracteriza por mantenerse en eterna primavera, tal como expresa FENEDIF, (2019), siendo este el principal motivo por el que esta especie presentó la menor floración a contrario de que si se encontró a varios individuos en etapa de fructificación recalándose su diferencia con la literatura de la misma.

Por último, *Chionanthus pubescens*, en su hábitat natural florece en meses de julio-septiembre, pero plantado en los parques los árboles florecen en forma individual como señala Ticse, (2018) es por ello que la mayoría de sus individuos se encontraron en fase vegetativa.

#### **7.1.6. Variables climáticas**

Las condiciones para la aparición, dispersión y desarrollo de enfermedades fúngicas que atacan a las plantas, se basan en variables como la temperatura, precipitación, humedad. Martínez (2019), menciona que las temperaturas óptimas para el desarrollo de un hongo van desde los 15 – 28 °C, Agrios (1997), asegura que la temperatura óptima de esporulación es a 27 °C pero es inhibida bajo los 15 °C; datos que coinciden con la presente investigación realizada en los tres meses de evaluación obteniendo una temperatura máxima de 16,2 °C.

Según Garrett et al., (2013), considera que la precipitación es un factor que promueve la proliferación de muchas enfermedades fungosas, elevando así la dispersión del hongo. Temperini (2018), menciona que las lluvias pueden favorecer la liberación de esporas porque estimulan la turgencia celular y porque el movimiento de las gotas puede facilitar la liberación de las mismas en el aire, también menciona que las precipitaciones pueden ejercer un efecto de lavado, ya que al arrastrar las biopartículas suspendidas en el aire y acentuadas en un hospedero, disminuye en ella su concentración. López et al., (2013), enfatizan que la variable precipitación no está directamente relacionada con los ciclos infectivos de los patógenos, pero si en el proceso de dispersión, cuando las precipitaciones sobrepasan los 1500 mm; condiciones diferentes a las registradas en la investigación siendo una precipitación máxima de 86 mm, la cual no es favorable para la dispersión y desarrollo de los patógenos.

La humedad relativa es una variable que incide en la aparición del hongo, Orellana (2014), expresa que el ambiente más favorable para el desarrollo de los hongos son lugares húmedos de entre 70 – 80 % de HR. Limaco et al., (2010), da a conocer en su publicación una humedad relativa de entre 59 – 70 %; en este sentido se comprende que esta variable es uno de los factores más influyentes en el desarrollo del hongo; por lo que se concuerda con los autores, ya que en la presente investigación se obtuvo una HR máxima de 77,7 %.

### **7.2. Incidencia de sintomatologías e identificación del agente causal presentes en parques y avenidas de la ciudad de Loja**

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio, los síntomas de mayor incidencia fueron, necrosis (*Alternaria* sp.); polvo blanco (*Oidium* sp.) y amarillamiento

(*Fusarium* sp.), este hallazgo coincide con otros estudios, como el de Condori (2020), quien indica que entre las principales enfermedades que afectan a los parques y jardines de cuatro distritos de la provincia de Huamanga son: *Alternaria* sp; *Oidium* sp y *Fusarium* sp; menciona que las causas para que se produzcan este tipo de enfermedades serían por factores de suelo, clima, humedad y la topografía del terreno.

Según Saldaña y Vera (2019), nos da a conocer que en los árboles urbanos de la ciudad de Cuenca, uno de los síntomas más comunes en la flora urbana fue necrosis (*Alternaria* sp.), sobre todo en la especie fresno (*Tecoma stans*), ya que se encontraron síntomas característicos de dicha enfermedad en las hojas. Tal como describe Rizzo (2022), en su publicación, que el género *Alternaria* sp; fue la que causó más enfermedades en áreas verdes, presentándose en 12 especies de plantas ornamentales, menciona que el síntoma necrosis se presenta en manchas de color marrón que inician como puntos pequeños, a medida que la mancha crece se forman anillos regulares e irregulares con el centro de la mancha más prominente, que van desde el ápice o borde hasta afectar la nervadura de la hoja, en ocasiones se observan pequeñas rasgaduras en el centro de la lesión. Lo que concuerda con los resultados de esta investigación, ya que necrosis (*Alternaria* sp.) es el síntoma que presenta mayor incidencia, en las seis especies evaluadas, encontrándose principalmente en las especies *Chionanthus pubescens*; *Morus alba*; *Eriobotrya japonica*.

El polvo blanco, afectó principalmente a la especie *Leucaena leucocephala*, y que en este caso se determinó que el agente causal es *Oidium* sp; Según Cabrera y Álvarez (2008), mencionan que, en el arbolado de corrientes, en Argentina, la enfermedad que afecta a la especie *Tabebuia chrysotricha*, es el polvo blanco cuyo agente causal es el *Oidium* sp, manifestándose con mayor incidencia principalmente a nivel foliar. A juicio de Guerrero (2011), expresa que el odio son parásitos obligados, es decir necesitan material vegetal vivo para poder sobrevivir, pudiendo desarrollarse sin lluvia ni rocío, tan solo necesitando humedades ambientales entre 70 – 80 % y temperaturas suaves. Así mismo Aprea y Murace (2019), da a conocer que los oídios producen síntomas de tipo necrótico, las infecciones severas dan como resultado el amarillamiento y el secamiento foliar, además el follaje frecuentemente presenta aspecto decaído y sucio; por su condición de obligados, los oídios por lo general no matan a sus hospedantes, pero aceleran la defoliación resultando en un debilitamiento general de las plantas atacadas.

Según Giraldo et al., (2022), en su publicación, las especies *Q. humboldtii* (roble) y *J. neotropica* (cedro) presentaron síntomas principalmente en las hojas como manchas necróticas, pústulas, amarillamiento y clorosis, siendo el género (*Fusarium* sp.), uno de los agentes con mayor incidencia y gravedad, encontrado entre los patógenos vegetales más frecuentes tanto en especies forestales, agrícolas y ornamentales, desde la posición de Rivera y Wright, (2020) expresa que *Fusarium* sp; es un género cosmopolita, los síntomas que causan son marchitez, los órganos aéreos se vuelven amarillentas, manifiestan clorosis y pérdida de turgencia, este patógeno actúa sobre plantas que han sufrido algún tipo de estrés. Estos datos concuerdan con la presente investigación, siendo el amarillamiento (*Fusarium* sp.), otro de los síntomas con mayor incidencia dentro de los parques y avenidas de la ciudad de Loja, manifestándose con mayor abundancia en la especie *Morus alba*.

## 8. Conclusiones

Después de realizar un análisis de los resultados en esta investigación, se puede concluir lo siguiente:

- La especie más abundante en las avenidas y parques donde se realizó el estudio fue *Leucaena* (*Leucaena leucocephala*), con 49 individuos, perteneciente a la familia Fabaceae siendo la más representativa con dos especies.
- Se registraron temperaturas promedio de 14 a 15°C, precipitaciones máximas de 510 mm, y una humedad relativa de 70 a 80%, siendo así, que las condiciones ambientales no son estrechamente favorables para el desarrollo de las enfermedades producidas por hongos.
- Las especies que presentaron mayor afectación por hongos fitopatógenos son Morera (*Morus alba*) y Arupo (*Chionanthus pubescens*).
- Los principales síntomas encontrados fueron necrosis, polvo blanco y amarillamiento, afectando principalmente la parte foliar del árbol.
- Se identificaron seis agentes causales de enfermedades, siendo *Alternaria* sp. y *Oidium* sp. los más notorios colonizando a especies como *Leucaena leucocephala*, *Chionanthus pubescens*, *Morus alba* y *Eriobotrya japónica*.
- Existen otros factores que afectan y estimulan a la presencia de enfermedades fungosas en los árboles, como son las podas inadecuadas y factores físicos de daño.

## 9. Recomendaciones

- Durante la fase de laboratorio, cumplir con las normas de bioseguridad y protocolos para no infectar la muestra colectada en campo, ya que podría haber variación en los resultados.
- Realizar un registro fitosanitario e inspecciones periódicas para lograr detecciones oportunas de enfermedades fúngicas.
- Las acciones a tomar en cuenta para reducir la presencia de síntomas y disminuir la proliferación de los patógenos es la prevención, con énfasis en los tratamientos silviculturales.
- Si bien las prácticas de poda se consideran una forma de prevención y control, estas podrían generar el efecto contrario, ya que no todas las especies responden de igual manera, algunas cicatrizan más lentamente incrementando el tiempo de exposición de la herida a los patógenos. Por eso es importante considerar la época del año en la cual se llevará a cabo, la técnica y las herramientas a utilizar, son puntos a tener en cuenta a fin de realizar prácticas de poda adecuadas.
- Se recomienda realizar más estudios de microorganismos que atacan las especies arbóreas más comunes, tanto en la zona urbana como rural de la ciudad con el fin de evaluar el ecosistema actual, ya que estos espacios brindan servicios ecosistémicos al ser humano.

## 10. Bibliografía

- Agrios (1997). Biological Control of *Erwinia carotovora* ssp. *carotovora* by *Streptomyces* Species. En *Online behaviour related to child sexual abuse. Interviews with affected young people. Council of the Baltic Sea States, Stockholm: ROBERT project.* <http://www.scirp.org/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1528332>
- Aguirre, Z. (2012). *Especies forestales de los bosques secos del Ecuador. Guía dendrológica para su identificación y caracterización.* Quito: MAE/FAO. Retrieved from [http://enf.ambiente.gob.ec/web\\_enf/documentos/especiesForestalesBosqueSeco.pdf](http://enf.ambiente.gob.ec/web_enf/documentos/especiesForestalesBosqueSeco.pdf)
- Aguirre, Z., & Yaguna, C. (2013). *Árboles y Arbustos de parques y avenidas de Loja.* Loja: Universidad Nacional de Loja. Retrieved from [file:///D:/REspaldoasus%20itc%2015032022/Downloads/ARBOLESYARBUSTOSD EPARQUESYAVENIDASDELOJA\\_opt%20\(1\).pdf](file:///D:/REspaldoasus%20itc%2015032022/Downloads/ARBOLESYARBUSTOSD EPARQUESYAVENIDASDELOJA_opt%20(1).pdf)
- Alanís, F. (2005). *El arbolado urbano en el área metropolitana de Monterrey.* Monterrey : Universidad Autónoma de Nuevo León. Retrieved from <https://www.redalyc.org/pdf/402/40280104.pdf>
- Ames, T. (1997). *Enfermedades Fungosas y Bacterianas de Raíces y Tubérculos Andinos.* Lima. Retrieved from <file:///D:/Tesis/Articulos%20y%20libros/Enfermedades%20fungosas%20y%20bacterianas%20de%20r%C3%ADces%20y%20tub%C3%A9rculos%20Andinos.pdf>
- Apra, A., & Murace, M. (2019). *Problemáticas sanitarias del arbolado. Enfermedades presentes en La Plata. Especial referencia a las de origen fúngico.* Buenos Aires: Universidad Nacional de la Plata. Retrieved from <file:///D:/REspaldoasus%20itc%2015032022/Downloads/1232-3-3991-1-10-20191016.pdf>
- Arguedas, M. (2008). *Clasificación de síntomas de enfermedades forestales.* Costa Rica: KURÚ. Retrieved from <file:///D:/REspaldoasus%20itc%2015032022/Downloads/Dialnet-ClasificacionDeSintomasDeEnfermedadesForestalesSeg-5123300.pdf>

- Barnett, H. (1987). *Illustrated genera of imperfect fungi*. Retrieved from file:///D:/REspaldoasus%20itc%2015032022/Downloads/Barnet%20(1)%20(1).pdf
- Boa, E. (2008). *Guía Ilustrada sobre el estado de salud de árboles: Reconocimiento e interpretación de síntomas y daños*. <http://www.oirsa.org/aplicaciones/subidoarchivos/BibliotecaVirtual/GUIAFAOOIRSAoct08.pdf>
- Bonilla, M., Crespo, E., & Medina, D. (2019). *Gestión de riesgos ambientales y cambio climático*. Pinar del Río: Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad. doi:<http://www.ambiente-sustentabilidad.org/index.php/revista/article/view/49/52>
- Cabrera, C., Macías, L., Mieles, K., Jiménez, A., & Manrique, T. (2021). *Áreas verdes y arbolado en la zona urbana del cantón Portoviejo, provincia de Manabí, Ecuador*. Manabí: Universidad Estatal del Sur de Manabí. Retrieved from <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/SIEMBRA/article/view/3380/4643>
- Cabrera, C., Ponce, C., Cantos, C., Morán, J., & Cabrera, R. (2020). *Áreas verdes y arbolado en la zona urbana del cantón Jipijapa*. Manabí: Universidad Estatal del Sur de Manabí. Retrieved from <https://revistas.uteq.edu.ec/index.php/cyt/article/view/392/449>
- Cabrera, M., & Álvarez, R. (2008). *Un interesante anamorfo de Erysiphaceae sobre *Tabebuia heptaphylla* en corrientes, Argentina*. Córdoba: Libro de Resúmenes. Congreso Argentino de Fitopatología, Asociación Argentina de Fitopatólogos. Retrieved from <http://aafitopatologos.com.ar/wp/wp-content/uploads/2014/11/Libro-de-res%C3%BAmenes-1%C2%B0-CAF.pdf>
- Canizales, P., Alanís, E., Holguín, V., García, S., & Chávez, A. (2020). *Caracterización del arbolado urbano de la ciudad de Montemorelos, Nuevo León*. Nuevo León: Revista Mexicana de Ciencias Forestales. Retrieved from <https://cienciasforestales.inifap.gob.mx/index.php/forestales/article/view/768/2204>
- Cárdenas, D., Arias, J., & López, R. (2004). *Árboles y arbustos de la ciudad de Leticia*. Leticia: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas -SINCHI-. Retrieved from <https://sinchi.org.co/files/publicaciones/publicaciones/pdf/Arboles%20y%20arbustos%20sin%20cubierta.pdf>
- Castro, S., & Pinto, L. (2008). *Ontención y conservación de liofilizado de níspero, *Eriobotrya japonica**. Ibarra: Universidad Técnica del Norte. Retrieved from



<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/489/1/03%20AGI%20232%20%20TESIS.pdf>

Chamba, P. (2022). *Evaluación de la relación entre las propiedades físicas y químicas de la madera en Chionanthus pubescens, árbol patrimonial de la ciudad de Loja*. Loja: Universidad Nacional de Loja. Retrieved from <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/26005/1/Patricia%20Enith%20Chamba%20Shonda.pdf>

Chuchón, K. (2020). *Propagación de signos y síntomas causado por hongos e insectos en el arbolado urbano forestal ornamental de la ciudad de Huancayo*. Perú: Universidad Nacional del Centro de Perú. Retrieved from [https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/7419/T010\\_45222404\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/7419/T010_45222404_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

CONABIO. (1987). *Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit subsp. glabrata*. Retrieved from [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info\\_especies/arboles/doctos/44-legum26m.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/44-legum26m.pdf)

CONAFOR. (2000). *Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit*. Retrieved from <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/939Leucaena%20leucocephala.pdf>

Condori, P. (2020). *Prospección de plagas y enfermedades en plantas ornamentales de parques y jardines de cuatro distritos de Huamanga. Ayacucho*. San Cristóbal: Universidad Nacional de San Cristóbal. Retrieved from [http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/4535/1/TESIS%20AG1268\\_Con.pdf](http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/4535/1/TESIS%20AG1268_Con.pdf)

Coto, G. (2007). *Conceptos introductorios a la fitopatología*. San José: Editorial Universidad Estatal a Distancia. Retrieved from [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=xpTHXEWG\\_t8C&oi=fnd&pg=PA1&dq=Que+es+la+fitopatolog%C3%ADa+%2B+sintomas&ots=OSPHW9iA-j&sig=cmR67Bv6qP6\\_LNEFEr602ABs1wU#v=onepage&q=Que%20es%20la%20fitopatolog%C3%ADa%20%2B%20sintomas&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=xpTHXEWG_t8C&oi=fnd&pg=PA1&dq=Que+es+la+fitopatolog%C3%ADa+%2B+sintomas&ots=OSPHW9iA-j&sig=cmR67Bv6qP6_LNEFEr602ABs1wU#v=onepage&q=Que%20es%20la%20fitopatolog%C3%ADa%20%2B%20sintomas&f=false)

Dobbs, C. (2020). *Arbolado Urbano como elemento estructurante del paisaje natural urbano*. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Retrieved from <https://www.minvu.gob.cl/wp->

content/uploads/2021/04/Informe-Final-Arbolado-urbano-como-elemento-estructurante-del-paisaje-natural-urbano.pdf

- Estela, J. (2022). *DIAGNÓSTICO DEL ARBOLADO Y LAS ÁREAS VERDES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS Y MANEJO SOSTENIBLE EN SAN JUAN DE LURIGANCHO*. Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina. Retrieved from <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/5530/estela-calixto-jose-patricio.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Estrada, G., & Ramírez, M. (2019). *Micología general*. Manizales: Centro Editorial Universidad Católica de Manizales. Retrieved from file:///D:/REspaldoasus%20itc%2015032022/Downloads/Micologia\_general%20(1).pdf
- FAO. (2013). *CAPTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA*. Retrieved from <https://www.fao.org/3/i3247s/i3247s.pdf>
- FENEDIF. (2019). *Ecuador, Guía virtual de turismo accesible*. Retrieved from <http://turismoaccesible.ec/site/information/region-sierra/loja/clima/>
- Fernández, P., & Vargas, A. (2011). *La ciudad y los árboles*. Agronomía y Forestal UC 43. Retrieved from file:///D:/REspaldoasus%20itc%2015032022/Downloads/arbolado.pdf
- Gallegos, L. (2005). *Descripción y manejo de plagas y enfermedades en el arbolado urbano de la comuna de la Reina*. Santiago de Chile: Universidad de Chile. Retrieved from [https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/105066/gallegos\\_1.pdf?sequence=3](https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/105066/gallegos_1.pdf?sequence=3)
- García, N. (2008). *PROPAGACIÓN VEGETATIVA DEL POROTÓN Erythrina edulis Triana ex Micheli UTILIZANDO TRES PROCEDENCIAS, TRES DIÁMETROS DE ESTACAS CON Y SIN HORMONAS EN LA GRANJA EXPERIMENTAL "LA PRADERA" PROVINCIA DE IMBABURA*. Ibarra: Universidad Técnica del Norte. Retrieved from <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/128/2/03%20FOR%20151%20TESIS.pdf>
- Garrett, K., Forbes, G., Gómez, L., Gonzáles, M., Gray, M., Skelsey, P., & Sparks, A. (2013). *Cambio climático, enfermedades de las plantas e insectos plagas*. La Paz: MSA SANREM CRSP Universidad de Missouri Universidad Mayor de San Andres. Retrieved from file:///D:/REspaldoasus%20itc%2015032022/Downloads/CIP\_78275\_OA%20(3).pdf

- Giraldo, C., Mera, Y., Rivas, S., Muños, D., Costa, L., Pérez, N., . . . Ordóñez, A. (2022). *Evaluación fitosanitaria de Juglans neotropica y Quercus humboldtii en arbolado urbano de Popayán-Cauca, Colombia*. Popayán-Cauca: Colombia. Rev. Acad. Colomb. Retrieved from [https://www.researchgate.net/profile/Juan-Villalba-Malaver/publication/359258992\\_Evaluacion\\_fitosanitaria\\_de\\_Juglans\\_neotropica\\_y\\_Quercus\\_humboldtii\\_en\\_arbolado\\_urbano\\_de\\_Popayan-Cauca\\_Colombia/links/623d1c390f805847d7f1de74/Evaluacion-fitosanitaria-de-Ju](https://www.researchgate.net/profile/Juan-Villalba-Malaver/publication/359258992_Evaluacion_fitosanitaria_de_Juglans_neotropica_y_Quercus_humboldtii_en_arbolado_urbano_de_Popayan-Cauca_Colombia/links/623d1c390f805847d7f1de74/Evaluacion-fitosanitaria-de-Ju)
- Gómez, R., Hernández, L., Cossio, L., Lopéz, J., & Sánchez, R. (2011). *Enfermedades fungosas y bacterianas del cultivo de tomate en el estado de Nayarit*. Nayarit: INIFAP, CIRPAC. Campo Experimental Santiago Ixcuintla. Retrieved from <https://www.compucampo.com/tecnicos/enfermedadesfungosabacterianas-tomate-nay.pdf>
- Guerrero, F. (2011). *Diseño de un parque periurbano en el paraje de "Las Salinas" perteneciente al T.M. de Roquetas de Mar (Almería)*. Almería: PFC. Retrieved from <http://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/567/Anejo%2011%20Plagas%20y%20enfermedades.pdf?sequence=16&isAllowed=y>
- GuíaVerde (2020). *Morus alba*. Retrieved from <https://www.guiaverde.com/guia-de-plantas/morus-alba-1011/#:~:text=Las%20sorosis%20que%20son%20sus,finalizando%20la%20fructificaci%C3%B3n%20en%20Mayo>.
- Icochea, T. (1997). *Enfermedades fungosas y bacterianas de ríces y tubérculos Andinos*. Lima: CIP. Retrieved from <http://cipotato.org/wp-content/uploads/publication%20files/books/002438.pdf>
- Langley, C. (2005). *El níspero: Un árbol frutal adaptable a muchos lugares*. ECHO Notas de Desarrollo. Retrieved from <file:///D:/REspaldoasus%20itc%2015032022/Downloads/el-nispero-un-arbo-os-lugares.pdf>
- Latorre, B. (2004). *Enfermedades de las plantas cultivadas*. Santiago de Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile. Retrieved from <https://books.google.es/books?id=utTDwAAQBAJ&lpg=PA129&ots=noHHXnITTr&dq=que%20es%20una%20enfermedad%20en%20una%20planta%20&lr&hl=es&pg=PA20#v=onepage&q&f=false>

- Lechón, L. (2010). *Inventario de especies arbóreas de la zona urbana del cantón Cayambe*. Quito: Universidad Politécnica Salesiana de Quito. Retrieved from file:///D:/REspaldoasus%20itc%2015032022/Downloads/UPS-YT00055%20(3).pdf
- Limaco, C., Salazar, G., & Silva, J. (2010). Evaluación de hongos ambientales en mercados de abastos de la ciudad de Tacna – Perú. *SciELO*. Retrieved from [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-31802010000100009](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-31802010000100009)
- López, J., Marulanda, M., & López, A. (2013). *Factores climáticos y su influencia en la expresión de enfermedades fúngicas en cultivares de Heliconias*. Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación – COLCIENCIAS. Retrieved from file:///D:/REspaldoasus%20itc%2015032022/Downloads/adminpujojs,+UNIVERSITAS\_ART165.pdf
- Martínez, M. (2019). *Identificación morfológica y molecular y sensibilidad a fungicidas in vitro del agente causal de la muerte descendente de Ficus benjamina L. en el oriente del estado de Morelos*. Universidad Autónoma del estado de morelos. Retrieved from <http://www.riaa.uaem.mx/xmlui/bitstream/handle/20.500.12055/3158/MALMPR00T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mata, J., Hernández, S., Alanís, E., & Mora, A. (2020). Riqueza, composición y abundancia de especies en una comunidad vegetal ribereña en el río Santa Catarina, Monterrey, Nuevo León. *Scielo*, 1-15. Retrieved from <https://www.scielo.org.mx/pdf/cuat/v14n2/2007-7858-cuat-14-02-6.pdf>
- Mendieta, E. (2020). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón de Loja*. Loja: Municipio de Loja. Retrieved from [https://www.loja.gob.ec/files/image/LOTAIP/2020/plan\\_de\\_desarrollo\\_y\\_ordenamiento\\_territorial\\_del\\_canton\\_loja\\_-\\_sociabilizacion\\_del\\_documento.pdf](https://www.loja.gob.ec/files/image/LOTAIP/2020/plan_de_desarrollo_y_ordenamiento_territorial_del_canton_loja_-_sociabilizacion_del_documento.pdf)
- Molina, C. (2009). *ARBOLADO URBANO DE LA CIUDAD DE ESQUEL, PROPUESTA PARA SU ORDENACIÓN*. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Retrieved from [https://redforestal.conicet.gov.ar/download/tesis\\_2/Tesis-C-Molina.pdf](https://redforestal.conicet.gov.ar/download/tesis_2/Tesis-C-Molina.pdf)
- Orellana, G. (2014). *Prospección y evaluación de síntomas y signos de enfermedades en especies forestales del campus de la Universidad Nacional Agraria La Molina*. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina. Retrieved from

file:///D:/REspaldoasus%20itc%2015032022/Downloads/TESIS%20LA%20MOLINA%20(1).pdf

Peralta, E. (2017). *Árbo ornamental con potencial de uso en Ecuador*. Quito. Retrieved from <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4298/1/iniapscCD114.pdf>

Pérez, E. (2015). *Evaluación de enraizamiento de Morus indica var. Kanva 2 en función del sustrato y momento de utilización*. Puyo: Universidad Estatal Amazónica. Retrieved from <https://repositorio.uea.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/74/PEREZ%20ARB OLEDA%20ERIKA%20FERNANDA.pdf?sequence=1>

Ponce, M. (2015). *Valoración del Arbolado Urbano*. Montevideo: Universidad de La República Montevideo, Uruguay. Retrieved from <file:///D:/REspaldoasus%20itc%2015032022/Downloads/ValoracionArboladoUrbano UDELAR.pdf>

Poveda, Y., Ferreira, L., & Martini, A. (2021). *Influencia del tamaño de los arboles en la mejora del microclima urbano en Viçosa-MG, Brasil*. Viçosa-MG: KURÚ. Retrieved from <file:///D:/REspaldoasus%20itc%2015032022/Downloads/Dialnet-InfluenciaDelTamanoDeLosArbolesEnLaMejoraDelMicroc-8131069.pdf>

Quiroz, J. (2020). *Trabajo de titulación presentado como requisito previo a la obtención del*. Retrieved from <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/10571/2/03%20FOR%20312%20T RABAJO%20GRADO.pdf>

Reig, C. (2010). *La acción del fruto en el control del desarrollo del níspero japonés (Eriobotrya japonica Lindl.)*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia Departamento de Producción Vegetal. Retrieved from <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/9040/tesisUPV3439.pdf>

Restrepo, H., Moreno, F., & Hoyos, C. (2015). *Incidencia del deterioro progresivo del arbolado urbano en el valle de Aburrá, Colombia*. Universidad distrital Francisco José de Caldas. Retrieved from <http://www.scielo.org.co/pdf/cofo/v18n2/v18n2a04.pdf>

Rivera, M., & Wright, E. (2020). *Apuntes de patología vegetal. Fundamentos y prácticas para la salud de las plantas*. Buenos Aires: Editorial Facultad de Agronomía. Retrieved from [https://www.agro.uba.ar/sites/default/files/apuntes\\_de\\_patologia\\_vegetal\\_0.pdf](https://www.agro.uba.ar/sites/default/files/apuntes_de_patologia_vegetal_0.pdf)

- Rizzo, M. (2022). *Ocurrencia de mircoorganismos asociados a patologías en áreas verdes de la ciudad de Guayaquil*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil. Retrieved from <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/59571/1/TESIS%20%20MAR%c3%8dA%20JOS%c3%89%20RIZZO.pdf>
- Romero, F. (2020). *Fitopatología*. Sociedad Española de Fitopatología. Retrieved from <http://sef.es/sites/default/files/publications/fitopatologiaSEFn5.pdf>
- Saldaña, M., & Vera, K. (2019). *Diagnóstico de plagas y enfermedades presentes en las plantas de la zona urbana de la ciudad de Cuenca*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana. Retrieved from file:///D:/REspaldoasus%20itc%2015032022/Downloads/UPS-CT008630.pdf
- Saltos, R. (2019). Identificación de microorganismos fungosos asociados a la enfermedad de marchitez vascular y pudrición del fuste de *Gmelina arborea* Roxb. (Melina) en la zona central del Trópico Húmedo Ecuatoriano. *Universidad Técnica Estatal de Quevedo*, 7-21.
- Sánchez, J., & Silva, L. (2008). Estudio silvicultural da espécie *Sapindus saponaria* L. (Jaboncillo) como base para seu aproveitamento silvoindustrial. *SciELO*, 1-12. Retrieved from <http://www.scielo.org.co/pdf/cofo/v11n1/v11n1a05.pdf>
- Tello, V. (2012). *Diagnóstico de las áreas verdes del perímetro urbano de la ciudad de Loja*. Loja: Universidad Técnica Particular de Loja. Retrieved from <https://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/2344/3/Tello%20Robles%20Ver%C3%B3nica%20Sinai.pdf>
- Temperini, C. (2018). *Biodiversidad, concentración y caracterización de hongos fitopatógenos y micotoxigénicos en ambientes agrícolas de la región productora del Alto Valle del río Negro*. Universidad Nacional de Quilmes. Retrieved from file:///D:/REspaldoasus%20itc%2015032022/Downloads/TD\_2018\_temperini\_021.pdf
- Ticse, S. (2018). *EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DEL FERTILIZANTE EN LAS PLANTAS DE *Chionanthus pubescens* K. (ARUPO), PARROQUIA LA PENÍNSULA, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA*. Retrieved from <http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/8732/1/33T0183.pdf>
- UMA. (2021). *Morus alba*. Retrieved from <https://jardinbotanico.uma.es/jb-72-02/>

- Urbina, M. (2011). *Fitopatología general. Evolución de las enfermedades*. Universidad Católica Agropecuaria del Trópico Seco. Retrieved from <https://martinurbina.files.wordpress.com/2011/08/unidad-ii-fitop-general-20111.pdf>
- Urcelay, C., Robledo, G., Heredia, F., Morera, G., & García, F. (2012). *Hongos de la madera en el arbolado urbano de Córdoba*. Córdoba: Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal. Retrieved from [https://www.researchgate.net/profile/Gerardo-Robledo/publication/274314363\\_Hongos\\_de\\_la\\_madera\\_en\\_el\\_arbolado\\_urbano\\_de\\_Cordoba/links/551b5c5d0cf2bb754078d081/Hongos-de-la-madera-en-el-arbolado-urbano-de-Cordoba.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Gerardo-Robledo/publication/274314363_Hongos_de_la_madera_en_el_arbolado_urbano_de_Cordoba/links/551b5c5d0cf2bb754078d081/Hongos-de-la-madera-en-el-arbolado-urbano-de-Cordoba.pdf)
- Vargas, R. (2021). *SANIDAD FORESTAL Y POTENCIAL DE ARBORIZACIÓN DE ÁREAS URBANAS DEL DISTRITO CENTRAL DE SAN RAMÓN, ALAJUELA, COSTA RICA*. San Ramón: INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA. Retrieved from [https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/12404/TFG\\_Ronald\\_Vargas\\_Chavarr%C3%ADa.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/12404/TFG_Ronald_Vargas_Chavarr%C3%ADa.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Verdeguer, A. (1985). *Enfermedades generales producidas por hongos en las plantas ornamentales*. Madrid: Publicaciones agrarias, pesqueras y alimentarias. Retrieved from [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1985\\_04.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1985_04.pdf)
- Vossler, F., & Delucchi, G. (2022). *Leucaena leucocephala (Fabaceae), especie invasora en la Argentina*. *Scielo* , 2-10.

## 11. Anexos

**Anexo 1.** Promedio de las variables climáticas registradas en las estaciones Jipiro, UTPL, Técnico y Época, del año 2022 (Septiembre – Noviembre)

	Temperatura(°)	Precipitación (mm)	Humedad%
Enero	15,8	84	82,1
Febrero	15,9	100	84,3
Marzo	15,9	126	85,2
Abril	16,0	90	82,9
Mayo	16,1	52	81,9
Junio	15,4	57	80,5
Julio	15,2	49	80,9
Agosto	15,4	36	77,0
<b>Septiembre</b>	<b>16,1</b>	<b>32</b>	<b>75,0</b>
<b>Octubre</b>	<b>16,1</b>	<b>86</b>	<b>77,7</b>
<b>Noviembre</b>	<b>16,2</b>	<b>84</b>	<b>76,5</b>
Diciembre	16,0	89	79,5

**Anexo 2.** Hoja de campo para recolección de datos.

### FORMULARIO PARA INFORMACIÓN DE CAMPO

**Nombre del colector de datos:** .....

**Fecha:** ..... **Código:** .....

#### 1) INFORMACIÓN GENERAL DEL ÁRBOL

1.1) Ubicación política: Prov: ..... Cantón: ..... Avenida o Parque: .....

1.2) Coordenadas: Altitud (m.s.n m): ..... Longitud (x): ..... Latitud (y): .....

1.3) Nombre común: ..... Nombre científico: ..... Familia: .....

1.4) DAP (cm): ..... CAP (cm): ..... HT (m): .....

1.5) Tamaño de copa: N – S: ..... E – O: .....

#### 2) FENOLOGÍA

##### 2.1. Floración

Terminando..... En floración..... Sin floración.....

##### 2.2. Fructificación

Terminando..... En fructificación ..... Sin Fructificación .....

2.3. fase vegetativa: .....

#### 3) DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA



### 3.1. Descripción de síntomas

Clorosis ( ); Amarillamiento ( ); Marchitez ( ); Raquitismo ( ); Enanismo ( ); Cancros ( ); Tumores ( ); Pudrición de raíces ( ); Pudrición de tronco ( ); Exudados ( ), Otro ( ).

### 3.2. Descripción de síntomas/signos:

.....  
.....  
.....

3.3. Partes afectadas: Raíz: ..... Tallo: ..... Hojas: ..... Frutos: ..... Ápice: .....

### 3.4. Se ha presentado en otros árboles:

En la misma especie: ..... En otra especie: .....

## 4) VARIABLES DE SEVERIDAD E INCIDENCIA

### 4.1. Índice de severidad o daño:

0 Árbol sano sin defoliación (0%): .....

1 marchitez de copa y defoliación atípica en el rango de (1 – 40 %): .....

2 Defoliación atípica de copa en el rango de (41 – 70 %): .....

3 Defoliación atípica de copa en el rango de (71 – 100%): .....

### 4.2. Incidencia

Síntoma.....

## 5) CONDICIONES CLIMÁTICAS

HR%: [Excesiva: ..... Media: ..... Baja: .....]

Vientos: [Normales: ..... Fuertes: ..... Deficientes: .....]

Lluvias: [Frecuentes: ..... Escasa: ..... No llueve: .....]

Temperatura: [Media: ..... Baja: ..... Alta: .....]

## 6) MANEJO SILVICULTURAL

Podas. .... Riego: ..... Fertilización. .... Control fitosanitario .....

## 7) COMENTARIOS/OBSERVACIONES

.....  
.....

**Anexo 3.** Recolección en campo de tejidos con sintomatología de enfermedades.



3.1. Observación de sintomatología.



### 3.2. Recolección de parte vegetal afectada con síntomas.

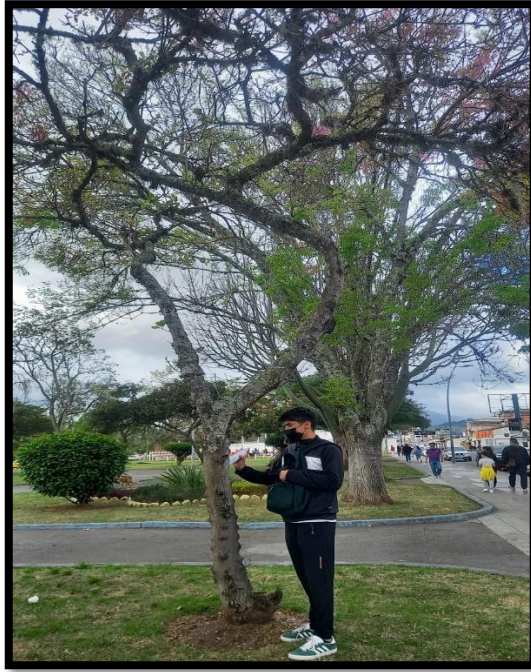


### 3.3. Identificación y codificación de muestra.

## Anexo 4. Toma de datos de variables dasométricas y fenológicas.



### 4.1. Registro de variables dasométricas como diámetro a la altura del pecho (DAP), altura total (HT) y diámetro de copa.

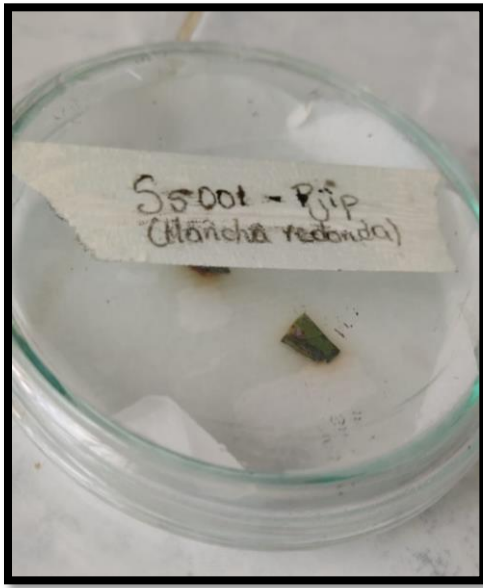


4.2. Observación del estado de floración, fructificación y comportamiento del follaje.

**Anexo 5.** Fase de laboratorio.



### 5.1. Observación directa en estereoscopio



### 5.2. Cámara húmeda





4.3. Medio de cultivo

## Anexo 6. Certificado de traducción.



Mg. Yanina Quizhpe Espinoza  
Licenciada en Ciencias de Educación mención Inglés  
Magister en Traducción y mediación cultural

Celular: 0989805087  
Email: [yaniques@icloud.com](mailto:yaniques@icloud.com)  
Loja, Ecuador 110104

Loja, 18 de noviembre, 2023

Yo, Lic. Yanina Quizhpe Espinoza, con cédula de identidad 1104337553, docente del Instituto de Idiomas de la Universidad Nacional de Loja, y certificada como traductora e interprete en la Senescyt y en el Ministerio de trabajo del Ecuador con registro MDT-3104-CCL-252640, certifico:

Que tengo el conocimiento y dominio de los idiomas español e inglés y que la traducción del resumen del Trabajo de Integración Curricular titulado "**Evaluación de enfermedades fungosas del arbolado urbano de los parques y avenidas de la ciudad de Loja**", cuya autoría del estudiante Josué David Armijos Díaz, con cédula 1150138301, es verdadero y correcto a mi mejor saber y entender.

Atentamente

YANINA  
BELEN  
QUIZHPE  
ESPINOZA  
A  
Firmado digitalmente por  
YANINA BELEN  
QUIZHPE  
ESPINOZA  
Fecha:  
2023.11.18  
17:43:11 -0500'

Yanina Quizhpe Espinoza.

**Traductora freelance**