



**UNL**

Universidad  
Nacional  
de Loja

**Universidad Nacional de Loja**

**Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables**

**Carrera de Ingeniería Forestal**

**Evaluación de las enfermedades fungosas del arbolado urbano de la ciudad de Loja**

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

**AUTOR:**

Paul Alejandro Abrigo Reinoso

**DIRECTORA:**

Ing. Paulina Vanesa Fernández Guarnizo, Mg. Sc.

Loja – Ecuador

2024

## **Certificación**

Loja, 27 de junio 2024.

Ing. Paulina Vanesa Fernández Guarnizo Mg.Sc

**DIRECTORA DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

### **Certifico:**

Que he revisado y orientado todo proceso de la elaboración del trabajo de Integración Curricular o de Titulación denominado: **Evaluación de enfermedades fungosas del arbolado urbano de la ciudad de Loja**, de la autoría del estudiante Abrigo Reinoso Paul Alejandro, con cédula de identidad Nro. **1150298378**, 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.



Ing. Paulina Vanesa Fernández Guarnizo, Mg. Sc.

**DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

## **Autoría**

Yo, **Paul Alejandro Abrigo Reinoso**, declaro ser autor del presente trabajo de integración curricular o de titulación 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:** 1150298378

**Fecha:** 28 de junio de 2024

**Correo electrónico:** [paul.abrigo@unl.edu.ec](mailto:paul.abrigo@unl.edu.ec)

**Teléfono:** 0967405602

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

Yo, **Paul Alejandro Abrigo Reinoso**, declaro ser autor del Trabajo de Titulación denominado: “**Evaluación de las enfermedades fungosas del arbolado urbano de la ciudad de Loja**”, como requisito para optar por 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 Titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, suscribo en la ciudad de Loja, a los veintiocho días del mes de junio de dos mil veinticuatro.



**Firma:**

**Autor:** Paul Alejandro Abrigo Reinoso

**Cédula de identidad:** 1150298378

**Dirección:** La banda, Loja.

**Correo electrónico:** [paul.abrigo@unl.edu.ec](mailto:paul.abrigo@unl.edu.ec)

**Teléfono:** 0967405602

**DATOS COMPLEMENTARIOS:**

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

## **Dedicatoria**

Esta tesis está dedicada a:

A Dios quién me llenó de fortaleza y es mi guía para afrontar los desafíos día a día, que junto a las oraciones de mis abuelos me guían por el camino del bien.

A mis padres Héctor Abrigo y Estela Reinoso 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 mi madre Estela Reinoso y mis abuelos Esperanza Armijos y Héctor Abrigo quienes que me han apoyado en este largo camino de mi vida universitaria y personal, y gracias a su paciencia, amor, comprensión y sacrificio he podido completar mis aspiraciones y, además ser mi modelo a seguir para tomar correctas decisiones en mis momentos difíciles.

A mi hermana Jennifer que fue mi guía y motivación para culminar mis estudios. A mi familia que siempre me extendieron su mano de apoyo y expresaron sus consejos con amor y cariño para que me guiara en mi vida estudiantil y personal.

Y finalmente, a mis amigos los cuáles he formado durante varios años, por escucharme, entenderme ayudarme en los momentos difíciles que he tenido.

***Paul Alejandro Abrigo Reinoso***

## **Agradecimiento**

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a las autoridades de la Universidad Nacional de Loja, Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables y la Carrera de Ingeniería Forestal, por su constante apoyo y orientación en mi trayectoria académica. Gracias a su inspiración, liderazgo y compromiso en la educación, pude adquirir conocimientos para la elaboración de la presente investigación.

Expreso mi gratitud a los miembros del proyecto 17-DI-FARNR-2021: Dinámica de crecimiento y servicios ecosistémicos del arbolado urbano de la ciudad de Loja, por abrirme las puertas y ayudarme en la elaboración de la presente investigación.

Extiendo mi agradecimiento al Ing. Darling González y Ing. Deicy Lozano, quiénes 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 impartió sus enseñanzas de manera amable y paciente para realizar el trabajo de investigación.

De igual forma, quiero dejar constancia de mi eterno agradecimiento a la Ing. Paulina Fernández, quién con su orientación, conocimiento y enseñanza me proporcionó los saberes necesarios para impulsar el desarrollo de esta investigación.

Y, por último, pero no menos importante, estaré eternamente agradecido con Camila, Juan, Josué, Sofía quiénes con su motivación y optimismo me han aportado con su granito de arena.

***Paul Alejandro Abrigo Reinoso***

## 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 .....	xiv
<b>1. Título .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Resumen .....</b>	<b>2</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>3</b>
<b>3. Introducción.....</b>	<b>4</b>
<b>4. Marco teórico.....</b>	<b>6</b>
4.1. Arbolado urbano .....	6
4.2. Infraestructura verde.....	6
4.3. Silvicultura urbana.....	6
4.4. Protección forestal .....	6
4.5. Enfermedades .....	6
4.6. Hongos.....	6
4.7. Enfermedades fungosas .....	7
4.8. Agente causal.....	8
4.9. Sintomatología.....	8
4.10. Categorías de sintomatología.....	8
4.11. Descripción de las especies forestales en estudio del arbolado urbano .....	9

4.11.1.	<i>Callistemon lanceolatus</i> Sweet.....	9
4.11.2.	<i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz.....	10
4.11.3.	<i>Acacia melanoxylon</i> R.Br.....	10
4.11.4.	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.....	11
4.11.5.	<i>Cupressus macrocarpa</i> Hartw. ....	12
4.11.6.	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb. ....	12
4.11.7.	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D.Don. ....	13
4.11.8.	<i>Salix humboldtiana</i> Will.....	13
4.11.9.	<i>Schinus molle</i> L. ....	14
<b>5.</b>	<b>Metodología.....</b>	<b>15</b>
5.1.	Área de estudio .....	15
5.2.	Tipo de investigación.....	16
5.2.1.	<i>Fases de la investigación</i> .....	16
5.3.	Metodología para identificar la sintomatología de las enfermedades. ....	17
5.3.1.	<i>Recolección de tejidos de árboles enfermos</i> .....	17
5.3.2.	<i>Determinación de incidencia de la enfermedad</i> .....	17
5.3.3.	<i>Análisis comparativo de incidencia de síntomas provocados</i> .....	18
5.3.4.	<i>Análisis comparativo de incidencia de las enfermedades fungosas</i> .....	18
5.4.	Metodología para determinar el agente causal de las enfermedades.....	18
5.4.1.	<i>Desinfección del material vegetal</i> .....	18
5.4.1.	<i>Cámara húmeda</i> .....	19
5.4.2.	<i>Siembra en medio de cultivo</i> .....	19
<b>6.</b>	<b>Resultados .....</b>	<b>20</b>
6.1.	Variables dasométricas .....	20
6.1.1.	<i>Diámetro a la altura del pecho (DAP)</i> .....	20
6.1.2.	<i>Altura total (HT)</i> .....	20
6.1.3.	<i>Diámetro de copa</i> .....	21

6.2.	Fenología .....	21
6.3.	Variables climáticas.....	22
6.4.	Sintomatología.....	23
6.4.1.	<i>Necrosis</i> .....	24
6.4.2.	<i>Clorosis</i> .....	25
6.4.3.	<i>Polvo gris-blanquecino</i> .....	25
6.4.4.	<i>Tejido necrosado</i> .....	26
6.4.5.	<i>Manchas marrones</i> .....	26
6.4.6.	<i>Polvo negro</i> .....	27
6.4.7.	<i>Manchas amarillas</i> .....	27
6.5.	Determinación de síntomas y agente causal de las enfermedades fungosas. ....	30
6.5.1.	<i>Cupressus macrocarpa Hartw.</i> .....	31
6.5.2.	<i>Jacaranda mimosifolia D. Don.</i> .....	33
6.5.3.	<i>Salix humboldtiana Will.</i> .....	35
6.5.4.	<i>Cedrela montana Moritz ex Turcz.</i> .....	37
6.5.5.	<i>Acacia melanoxylon R.Br.</i> .....	39
6.5.6.	<i>Schinus molle L.</i> .....	40
6.5.7.	<i>Fraxinus chinensis Roxb.</i> .....	42
6.5.8.	<i>Alnus acuminata Kunth</i> .....	44
6.5.9.	<i>Callistemon lanceolatus Sweet.</i> .....	46
6.5.10.	<i>Clasificación taxonómica de los agentes causales</i> .....	48
<b>7.</b>	<b>Discusión .....</b>	<b>50</b>
7.1.	Aspectos ecológicos del arbolado urbano .....	50
7.1.1.	<i>Especies nativas vs especies introducidas</i> .....	50
7.1.2.	<i>Variables dasométricas</i> .....	50
7.2.	Fenología .....	51
7.3.	Variables climáticas.....	52

7.4. Sintomatología.....	53
7.5. Agente causal.....	54
<b>8. Conclusiones .....</b>	<b>56</b>
<b>9. Recomendaciones .....</b>	<b>57</b>
<b>10. Bibliografía .....</b>	<b>58</b>
<b>11. Anexos .....</b>	<b>68</b>

## Índice de tablas

Tabla 1. Categorías y características de síntomas y de salud en árboles.....	8
Tabla 2. Especies forestales evaluadas en el centro, norte y sur de la ciudad de Loja.....	15
Tabla 3. Número de árboles evaluados en el sector, centro, norte y sur de la ciudad de Loja.	16
Tabla 4. Descripción de síntomas en individuos evaluados.....	28
Tabla 5. Sintomatología y agente causal de enfermedades fungosas en Cupressus.....	32
Tabla 6. Sintomatología y agente causal de enfermedades fungosas en Jacaranda.....	34
Tabla 7. Sintomatología y agente causal de enfermedades fungosas en Salix humboldtiana..	36
Tabla 8. Sintomatología y agente causal de enfermedades fungosas en Cedrela Montana.	37
Tabla 9. Sintomatología y agente causal de enfermedades fungosas en Acacia melanoxylon.	39
Tabla 10. Sintomatología y agente causal de enfermedades fungosas en Schinus molle.....	41
Tabla 11. Sintomatología y agente causal de enfermedades fungosas en Fraxinus chinensis.	43
Tabla 12. Sintomatología y agente causal de enfermedades fungosas en Alnus acuminata....	45
Tabla 13. Sintomatología y agente causal de enfermedades fungosas en Callistemon.....	46
Tabla 14. Descripción taxonómica de los agentes causales de las sintomatologías presentes en las especies evaluadas del arbolado urbano de la ciudad de Loja.....	48

## Índice de figuras

Figura 1. Individuo de <i>Callistemon lanceolatus</i> Sweet del arbolado urbano en el campus de la UNL de la ciudad de Loja.	9
Figura 2. Individuo de <i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz del arbolado urbano en el parque lineal de la ciudad de Loja.	10
Figura 3. Individuo de <i>Acacia melanoxylon</i> R.Br del arbolado urbano en la avenida Pio Jaramillo Alvarado de la ciudad de Loja.	11
Figura 4. Individuo de <i>Alnus acuminata</i> Kunth del arbolado urbano en el parque lineal de la ciudad de Loja.	11
Figura 5. Individuo de <i>Cupressus macrocarpa</i> Hartw del arbolado urbano en el campus de la UNL de la ciudad de Loja.	12
Figura 6. Individuo de <i>Fraxinus chinensis</i> Roxb del arbolado urbano en la avenida Pio Jaramillo Alvarado de la ciudad de Loja.	12
Figura 7. Individuo de <i>Jacaranda mimosifolia</i> D.Don del arbolado urbano en el parque Lineal de la ciudad de Loja.	13
Figura 8. Individuo de <i>Salix humboldtiana</i> Will del arbolado urbano en el parque lineal de la ciudad de Loja.	14
Figura 9. Individuo de <i>Schinus molle</i> L. del arbolado urbano en la avenida Pio Jaramillo Alvarado de la ciudad de Loja.	14
Figura 10. Mapa de las zonas de evaluación de las enfermedades fungosas en los sectores norte, centro, y sur en la ciudad de Loja.	15
Figura 11. Promedio del diámetro a la altura de pecho (DAP) de nueve especies forestales del arbolado urbano de la ciudad de Loja.	20
Figura 12. Promedio de la altura total (HT) de nueve especies forestales del arbolado urbano de la ciudad de Loja.	21
Figura 13. Promedio del diámetro de copa de nueve especies forestales del arbolado urbano de la ciudad de Loja.	21
Figura 14. Etapa de floración de las especies forestales evaluadas.	22
Figura 15. Etapa de fructificación de las especies forestales evaluadas.	22
Figura 16. Datos de temperatura y precipitación registrados en el año 2023. Los datos resaltados con intensidad son los meses evaluados en este estudio (Agosto – Octubre).	23
Figura 17. Datos de la humedad relativa registrados en el año 2023. Los datos resaltados con intensidad son los meses evaluados en este estudio (Agosto – Octubre).	23

Figura 18. Incidencia de la sintomatología en nueve especies forestales localizadas en el arbolado urbano de la ciudad de Loja.	24
Figura 19. Sintomatología en el arbolado urbano (sector norte, centro y sur) de la ciudad de Loja.	24
Figura 20. Incidencia de necrosis en nueve especies forestales localizadas en el arbolado urbano (sector norte, centro y sur) de la ciudad de Loja. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).	25
Figura 21. Incidencia de clorosis en nueve especies forestales localizadas en el arbolado urbano (sector norte, centro y sur) de la ciudad de Loja. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).	25
Figura 22. Incidencia de polvo gris en siete especies forestales localizados en el arbolado urbano (sector norte, centro y sur) de la ciudad de Loja. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).	26
Figura 23. Incidencia de tejido necrosado en ocho especies forestales localizadas en el arbolado urbano (sector norte, centro y sur) de la ciudad de Loja. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).	26
Figura 24. Incidencia de manchas marrones en ocho especies forestales localizadas en el arbolado urbano (sector norte, centro y sur) de la ciudad de Loja. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).	27
Figura 25. Incidencia de polvo negro en nueve especies forestales localizadas en el arbolado urbano (sector norte, centro y sur) de la ciudad de Loja. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).	27
Figura 26. Incidencia de manchas amarillas en siete especies forestales localizadas en el arbolado urbano (sector norte, centro y sur) de la ciudad de Loja. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).	28
Figura 27. Incidencia del agente causal en el arbolado urbano (sector norte, centro y sur) de la ciudad de Loja (n=159).	30
Figura 28. Incidencia de los agentes causales en nueve especies forestales localizados en el arbolado urbano de la ciudad de Loja.	30

## Índice de anexos

Anexo 1. Variables climáticas registradas en las estaciones Jipiro, UTPL y Cajanuma en el periodo de agosto a septiembre del 2022. ....	68
Anexo 2. Hoja de campo para recolección de datos. ....	68
Anexo 3. Recolección en campo de tejidos con sintomatología de enfermedades .....	70
Anexo 4. Toma de variables dasométricas y fenológicas .....	71
Anexo 5. Fase de laboratorio.....	72
Anexo 6. Métodos de preventivos y control para las enfermedades fungosas.....	73
Anexo 7. Certificado de Ingles.....	74

## **1. Título**

Evaluación de las enfermedades fungosas del arbolado urbano de la ciudad de Loja

## 2. Resumen

La ciudad de Loja alberga una amplia variedad de especies arbóreas distribuidas en sus parques y avenidas. Estos árboles no solo contribuyen al valor estético de la ciudad, sino que también brindan servicios ambientales, sociales y económicos, tales como: la regulación de microclimas, la purificación del aire, el esparcimiento y el aumento de la plusvalía urbana. Sin embargo, la falta de planificación, conocimiento y manejo silvicultural adecuados ha provocado problemas en el desarrollo morfológico y fisiológico de estas especies, comprometiendo su vitalidad y haciéndolas más susceptibles a plagas y enfermedades. Por ello, esta investigación tuvo como objetivo evaluar las enfermedades fungosas, determinando su sintomatología e identificando los agentes causales en los sectores: norte, centro y sur de la ciudad de Loja. Se empleó una metodología cualitativa-descriptiva, tomando seis muestras de cada sector de nueve especies forestales. Las muestras afectadas fueron llevadas al laboratorio de Sanidad Vegetal para su aislamiento e identificación del patógeno. Los síntomas identificados incluyeron: polvo gris-blanquecino, tejido necrosado, manchas marrones, polvo negro y manchas amarillas, destacando especialmente necrosis y clorosis. Los hongos más comunes encontrados fueron *Colletotrichum* sp., *Alternaria* sp., *Oidium* sp., y *Mycosphaerella* sp. Las especies forestales presentaron cinco hongos fitopatógenos, siendo *Cupressus macrocarpa* la especie con menor presencia de síntomas y *Alnus acuminata* la que presentó la menor presencia de hongos. En base a estos resultados, se sugiere la implementación de monitoreos regulares y un adecuado mantenimiento de los árboles en la ciudad de Loja. Esto incluye podas periódicas y control de malezas, las cuales son fundamentales para garantizar la vitalidad y salud de la vegetación urbana.

**Palabras claves:** Hongos fitopatógenos, enfermedades, sintomatología, Loja, arbolado urbano.

## **Abstract**

Loja city is home to a wide variety of tree species distributed in its parks and avenues. These trees not only contribute to the aesthetic value of the city, but also provide environmental, social, and economic services, such as microclimate regulation, air purification, recreation, and increased urban value. However, lack of planning, lack of knowledge, and inadequate silvicultural management have caused problems in the morphological and physiological development of these species, compromising their vitality and making them more susceptible to pests and diseases. Therefore, the objective of this research was to evaluate fungal diseases, determine their symptomatology, and identify the causal agents in the northern, central and southern sectors of the city of Loja. A qualitative-descriptive methodology was used, taking six samples of nine forest species from each sector. The affected samples were taken to the Plant Health Laboratory for isolation and identification of the pathogen. Symptoms identified included: gray-white powder, necrotic tissue, brown spots, black powder, and yellow spots, especially necrosis and chlorosis. The most common fungi found were *Colletotrichum* sp, *Alternaria* sp, *Oidium* sp and *Mycosphaerella* sp. The forest species presented an average of five phytopathogenic fungi, being *Cupressus macrocarpa* the species with the lowest presence of symptoms, *Alnus acuminata* and *Salix humboldtiana*, the ones with the lowest presence of phytopathogenic fungi. Based on these results, it is suggested that regular monitoring and adequate maintenance of the trees in the city of Loja be implemented. This includes periodic pruning and weed control, which are fundamental to guarantee the vitality and health of urban vegetation.

**Key words:** Phytopathogenic fungi, diseases, symptomatology, Loja, urban trees.

### 3. Introducción

La protección forestal dentro del ámbito de la silvicultura, se enfoca en el diagnóstico y resguardo de árboles afectados por agentes bióticos, como plagas y enfermedades. En el contexto del arbolado urbano, esta disciplina desarrolla estrategias para prevenir la degradación o pérdida de los árboles, preservando de tal manera los beneficios ambientales, sociales y económicos (Aprea y Murace, 2019).

La ecología urbana, incorporada aproximadamente hace cincuenta años, empieza a reconocerse debido a los servicios ambientales que ofrecen como: regulación de microclimas, corredores biológicos, captación de agua, evitar la erosión eólica y sonora, entre otros. Sin embargo, los estudios para conocer la diversidad y estado actual, son recientes (Alanís et al., 2014). Por ello, es necesario establecer técnicas de monitoreo para cada especie arbórea, debido a que estos sufren cambios constantes y sin el adecuado manejo pueden presentar problemas fitosanitarios, incrementar la competencia entre los mismos o diferentes especies, o deformación en el crecimiento, entre otras (Corzo, 2007).

En este contexto, el crecimiento demográfico a nivel mundial ha aumentado de manera significativa, especialmente en las zonas urbanas. En América y el Caribe, en el 2018, el 81,2 % de la población residía en entornos urbanos, y se preveía un aumento del 8 % en los próximos 30 años (Department of Economic and Social Affairs Population Dynamics, 2018), este fenómeno se debe al abandono de las zonas rurales en búsqueda de bienestar económico. La migración a las ciudades a pesar de proporcionar oportunidades y servicios, presenta desafíos, como: aumento de áreas verdes y planificación para la ampliación de vías o infraestructura (Becerra et al., 2018). Por tanto, en las áreas verdes el arbolado requiere manejo, por medio de técnicas silvícolas (podas, aclareos) que permitan disminuir los daños que provocan o afectan los árboles (Pérez et al., 2018).

Los árboles en áreas verdes de las zonas urbanas juegan un papel importante en el ámbito ambiental, social y económico. Desde una perspectiva ambiental, son esenciales para regular y mitigar las “las islas de calor” generadas por varias infraestructuras urbanas, además de generar sitios aptos para los animales y mejorar la capacidad portante del suelo. En el ámbito económico, la presencia de árboles en parques y corredores generan un valor estético y recreativo en la plusvalía. En el aspecto social, ayuda al estado emocional y físico de las personas, el hecho de estar rodeado de zonas arbóreas promueve entornos estéticos y crea una relación ambiente-humano (Neira, 2018).

La vitalidad de los árboles en las ciudades se ve afectado por factores abióticos y bióticos, los cuales se manifiestan a través de síntomas en las estructuras arbóreas. Los árboles son susceptibles a plagas y/o enfermedades debido a la selección inapropiada y sitios de plantación incorrectos de las especies para el entorno urbano, así como la contaminación atmosférica, vandalismo y daños físicos causados por actos humanos que debilitan la salud de los árboles (Zaragoza et al., 2015) Los árboles enfermos presentan síntomas, que son aquellos rasgos de deterioro o alteración en las partes del árbol y son visibles. Reconocer los síntomas es esencial en trabajos relacionados a un contexto ambiental, ya que ayuda a conocer los causantes de las perturbaciones. El amarillamiento, marchitamiento, muerte descendente, manchas, perforaciones, cancro y podredumbre son las manifestaciones de un árbol enfermo (Arguedas, 2008).

En este contexto la presente investigación permite determinar la sintomatología y el agente causal de las principales enfermedades fungosas presentes en el arbolado urbano tanto en el sector norte, centro y sur de la ciudad de Loja. Por ello, las preguntas establecidas fueron:

- a) ¿Qué sintomatología presenta el arbolado urbano en el sector norte, centro, y sur de la ciudad de Loja por la presencia enfermedades fungosas? y
- b) ¿Cuál es el agente causal que provoca enfermedades fungosas en el arbolado urbano en el sector norte, centro, y sur de la ciudad de Loja?

Para responder estas preguntas se plantearon los siguientes objetivos:

### **Objetivo general**

Generar información sobre las enfermedades fungosas que inciden en el arbolado urbano en el sector norte, centro, y sur de la ciudad de Loja.

### **Objetivos específicos**

- Determinar la sintomatología de las enfermedades fungosas en el arbolado urbano en el sector norte, centro, y sur de la ciudad de Loja.
- Identificar el agente causal de las enfermedades fungosas presentes en el arbolado urbano en el sector norte, centro, y sur de la ciudad de Loja.

## **4. Marco teórico**

### **4.1. Arbolado urbano**

Es una cobertura arbórea ubicada en diferentes sitios de una ciudad, pueden ser públicos o privados. Estos sitios pueden ser parques, avenidas, centros comerciales, áreas industriales, bosques urbanos y jardines (Ponce-Donoso et al., 2012).

### **4.2. Infraestructura verde**

Es una red que reconcilia crecimiento urbano, bienestar social y protección ambiental, enfatizando los servicios ecológicos y sociales provistos por los espacios verdes para las ciudades tales como: regulación climática, purificación del aire, refugio de especies nativas, entre otros (Vásquez, 2016).

### **4.3. Silvicultura urbana**

La silvicultura urbana se enfoca en el cultivo y la planificación adecuada de la flora dentro de entornos urbanos, con el propósito de contribuir a la calidad de vida en las ciudades mediante el desarrollo de áreas verdes que fomenten la sostenibilidad económica, social y ambiental. (Gallego et al., 2014). También ordena los recursos para adoptar decisiones sobre el manejo para brindar un modelo de vegetación interactivo de plantas, suelo aire y elementos naturales (Robert Wazeka, 1987).

### **4.4. Protección forestal**

Consiste en el conjunto de acciones que la sociedad emprende dentro del marco legal para prevenir y controlar los factores que afectan el desarrollo saludable de las especies forestales. Estos factores pueden incluir impactos como el agua, el viento, la calidad del suelo, así como la presencia de hongos, bacterias y otros agentes externos (Rojas, 2021).

### **4.5. Enfermedades**

Es un cambio o alteración morfo-fisiológica, con suficiente duración e intensidad para causar perjuicio o cesación de la actividad vital. Esta alteración puede afectar parcial o completamente las funciones de una planta, teniendo un impacto significativo en su crecimiento y calidad (Ramírez, 1997). Diferentes tipos de organismos y agentes abióticos, causan enfermedades que reducen los crecimientos de los árboles, disminuyendo su calidad y la del producto forestal, los matan o los predisponen a ser afectados por otros agentes u organismos (Murace y Aprea, 2011).

### **4.6. Hongos**

La característica distintiva de los hongos radica en su condición de organismos heterótrofos, lo que significa que obtienen sus nutrientes del entorno en el que habitan. Esto lo

logran mediante un mecanismo de absorción, diferenciándose así de otros seres vivos que se nutren de manera autótrofa. Además, los hongos conforman un grupo extremadamente diverso en el reino fungi, presentando una amplia variedad de formas, funciones y hábitats (Rivera y Wright, 2020). A nivel mundial, los hongos fitopatógenos ocasionan pérdidas económicas significativas en la producción agrícola, debido a la alteración que provocan en el crecimiento y desarrollo de las plantas hospedantes que atacan. La capacidad adaptativa de estos hongos depende en gran medida del grado de relación que han desarrollado con sus plantas hospedantes, es decir, si son parásitos obligados, parásitos facultativos o saprófitos facultativos (González, 2001).

#### **4.7. Enfermedades fungosas**

Los hongos fitopatógenos para su desarrollo necesitan condiciones ambientales adecuadas en la temperatura, luz y humedad relativa. Por lo general un micelio puede sobrevivir de los -5 °C hasta los 45 °C, pero su óptimo desarrollo es desde los 15°C hasta los 28 °C. La mayoría de hongos no poseen movimiento propio, el viento, la lluvia, los animales y hasta el propio ser humano sirven como medios de propagación (Velázquez et al., 2017).

Los hongos fúngicos requieren nutrientes de una planta hospedadora para completar sus ciclos de vida. Estos hongos pueden infectar a la planta a través de heridas causadas por agentes bióticos o abióticos, así como mediante la penetración por los estomas o tejidos externos de la planta. Una vez que infectan a la planta, comienza a atacarla y esta presenta síntomas correspondientes como: necrosis, amarillamiento, costras nebruscas manchas marrones, entre otras. La reproducción de estos hongos se lleva a cabo mediante esporas, algunas de las cuales puede requerir células vivas de la planta hospedadora para su desarrollo, mientras que otras de células muertas (Icochea, 1997); (Ministerio de agricultura y desarrollo Rural de Colombia, 2014). (Ministerio de agricultura y desarrollo Rural de Colombia, 2014).

Los hongos al ser organismos muy variados, tienen formas de vida diversas, pero se los puede clasificar de la siguiente manera. Los hongos que dependen de células vivas se denominan biotrofos; son menos agresivos y se consideran parásitos obligados, entre los que destacan algunos oídios o royas. Los hongos necrotrofos son agresivos, ya que requieren células muertas para su desarrollo, provocando la muerte celular en el hospedador. Los hongos que tienen una fase inicial biotrófica y una fase final necrotrófica se los llaman hemibiotrofos. Los saprótrofos se alimentan de materia orgánica en descomposición o muerta, como *Colletotrichum* o *Fusarium*. Por último, los hongos endófitos son los que permanecen internamente en la planta y no causan síntomas visibles (Ormeño, 2023).

#### 4.8. Agente causal

Los agentes causales de origen parasitario pueden ser nativos o introducidos, estos infestan a determinadas especies de plantas o tienen un rango amplio de infección en los hospedadores. Tienen la capacidad de adaptarse al medio en el que están, y en condiciones favorables pueden llegar a ser agresivos. El control sanitario es fundamental ya que controla o elimina a las enfermedades presentes en la planta, por lo general los monocultivos son susceptibles a agentes patógenos, en comparación con sistemas agroforestales y agrosilvopastoriles (Flores et al., 2010).

#### 4.9. Sintomatología

Un árbol enfermo presenta síntomas observables en la copa, follaje o en los tallos, en las raíces la identificación es más difícil. La identificación de los síntomas puede resultar fácil y a la vez compleja debido a que estos se pueden confundir los efectos primarios provocados por una agente causal con los síntomas secundarios de otros agentes. A su vez hay hongos que infestan a las plantas, pero no muestran síntomas fáciles de identificar (Boa, 2008).

#### 4.10. Categorías de sintomatología

A los síntomas se le puede clasificar de la siguiente manera, (Tabla 1).

Tabla 1. Categorías y características de síntomas y de salud en árboles (Boa, 2008).

Categorías	Características	Notas
<b>Crecimiento o desarrollo alterados</b>	Cambio de color en la copa Cambio en configuración o forma	Cambio de color, pérdida de color (decoloración) Agallas, hinchazones y nudos; superficie agrietada o hendida, hojas y tallos deformes, malformaciones
	Alteración del crecimiento  Pérdida o desarrollo prematuros	Estimulación del crecimiento; crecimiento atrofiado o reducido  Caída de hojas, envejecimiento o maduración
<b>Muerte Generalizada</b>	Tizón	Caracterizado por amplia dispersión y aniquilación rápida de partes de la planta
	Muerte descendente	Muerte progresiva de retoños, hojas o raíces, que comienzan en las puntas
	Marchites y colapso	Caída de plantas como resultado de un suministro insuficiente de agua
<b>Muerte localizada o necrosis</b>	Manchas y lesiones	Muchas palabras son usadas para describir estas pequeñas áreas localizadas, además de la común 'mancha foliar'
	Cancro	Los canchros varían de aquellos con centros hundidos, a los otros que tienen bordes elevados y algunos con hinchazones generalizadas
	Cancro	Podredumbres y descomposiciones, que comúnmente ocurren en el interior de los tallos o troncos más grandes
	Podredumbres y descomposiciones	Podredumbres y descomposiciones que comúnmente ocurren en el interior de los tallos o troncos más grandes
<b>Evidencia Física</b>	Daño por alimentación de animales e insectos	Agujeros de salida, excremento de insectos, telas de araña, desmenuzamiento interno o externo, masas de baba

Categorías	Características	Notas
	Infección por plagas	Insectos visibles, estructuras de esporulaciones fungosas visibles, micelios, crecimiento de mohos o apariencia tiznada
	Daño General	Descarga de fluidos, exudado; daño mecánico; condiciones climáticas adversas
	Otros crecimientos en árboles	Plantas parásitas, epifitas, líquenes, musgos, algas.

#### 4.11. Descripción de las especies forestales en estudio del arbolado urbano de la ciudad de Loja

##### 4.11.1. *Callistemon lanceolatus* Sweet.

Es un árbol originario de Asia que pertenece a la familia Myrtaceae, en el Ecuador se encuentra plantada principalmente en los parques y avenidas de las ciudades andinas. Crece entre los 0 - 1 000 m s.n.m (Aguirre y Yaguana, 2013).

Las hojas son coriáceas y las flores parecen tener solo estambres, apretados en el extremo de las ramas, las cuales dejan frutos discoidales, lignificados, dehiscentes por separación de cinco dientes. Los estambres son de color rojo, con ápices de color blanco (Aguirre y Yaguana, 2013)



Figura 1. Individuo de *Callistemon lanceolatus* Sweet del arbolado urbano en el campus de la UNL de la ciudad de Loja.

#### **4.11.2. *Cedrela montana* Moritz ex Turcz.**

Es un árbol que pertenece a la familia Meliaceae y forma parte de la flora originaria de los países de Latinoamérica, excepto Chile. En el Ecuador se encuentra distribuido desde 1 500 a 3 500 m s.n.m. desde Carchi hasta Loja (Aguirre y Yaguana, 2013).

Las hojas son compuestas, alternas y están dispuestas en forma de hélices, el raquis es protuberante y abultado en su base, poseen entre 8 y 14 pares de folíolos, que son asimétricos, su borde es entero, tienen forma elíptica, su ápice forma un ángulo recto, su base es redonda y pubescente. Las flores son unisexuales, están dispuestas en inflorescencias terminales en panículas. Fruto es una cápsula leñosa. Las semillas son alada, aplanadas y lisas (Aguirre y Yaguana, 2013).



Figura 2. Individuo de *Cedrela montana* Moritz ex Turcz del arbolado urbano en el parque lineal de la ciudad de Loja.

#### **4.11.3. *Acacia melanoxydon* R.Br.**

Es un árbol originario de Australia que pertenece a la familia Leguminosae, alcanzan hasta los 40 m de altura. El fuste es de color pardo oscuro y agrietado. El crecimiento de las hojas puede alcanzar los 13 cm de largo y los 2 cm aproximadamente de ancho formando unas hojas elípticas o lanceoladas y con 3 a 5 nervios longitudinales. El color de las flores es blanquecino y presentan inflorescencias globosas, además, se desarrollan en las axilas de las hojas en racimos o solitarias. Los frutos se forman en manera de vainas aplastadas y alargadas que pueden alcanzar los 12 cm. Las semillas son negras, lustrosas, con forma elipsoidal, de unos 5 mm de longitud (CANABIO, 2015).



Figura 3. Individuo de *Acacia melanoxylon* R.Br del arbolado urbano en la avenida Pio Jaramillo Alvarado de la ciudad de Loja.

#### **4.11.4. *Alnus acuminata* Kunth**

Es un árbol de la familia Betulaceae, nativo de las zonas andinas de América del sur, y en el Ecuador se encuentra entre 1 500 y 4 000 m s.n.m. (Aguirre y Yaguana, 2013).

Los individuos de esta especie alcanzan hasta 15 m de altura, con diámetros mayores a 30 cm de diámetro. Hojas simples, con bordes finamente dentados. Su inflorescencia es alargada y fruto en forma de cono con escamas y posee semillas aladas. La madera del aliso es de color blanquecino y suave (Aguirre y Yaguana, 2013).



Figura 4. Individuo de *Alnus acuminata* Kunth del arbolado urbano en el parque lineal de la ciudad de Loja.

#### **4.11.5. *Cupressus macrocarpa* Hartw.**

Es un árbol nativo de California, Estados Unidos y pertenece a la familia Cupressaceae (Humphrey, 1991). En Ecuador se encuentra entre los 2 000 a 3 000 m s.n.m. Es un árbol resinoso, aromático y siempre verde con corteza gris a café-oscuro o casi negro, grueso y fibrosa. Presenta una ramificación monopodial hasta irregular. Hojas escumiformes a aciculares, apuestas o verticiladas, con estróbilos lignificados (Aguirre y Yaguana, 2013)



Figura 5. Individuo de *Cupressus macrocarpa* Hartw del arbolado urbano en el campus de la UNL de la ciudad de Loja.

#### **4.11.6. *Fraxinus chinensis* Roxb.**

Es un árbol de origen asiático de la familia Oleaceae. En la provincia de Loja se encuentra plantada en parques y avenidas en entre los 1 000 a 3 000 m s.n.m. Son árboles caducifolios con yemas escamosas de coloraciones marrones o negras. Hojas compuestas opuestas, pinnadas, rara vez unifoliadas. Flores bisexuales o unisexuales, pequeñas, dispuestas en panículas. Frutos sámaras, alargadas y aplanadas (Aguirre y Yaguana, 2013)

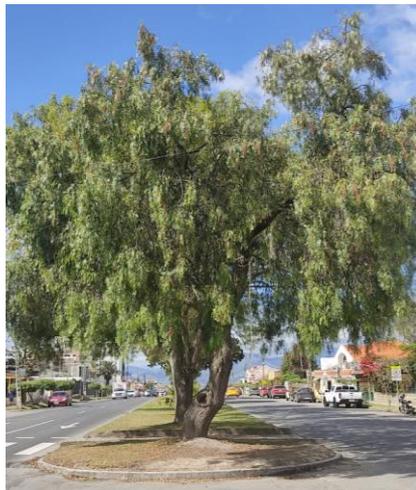


Figura 6. Individuo de *Fraxinus chinensis* Roxb del arbolado urbano en la avenida Pio Jaramillo Alvarado de la ciudad de Loja.

#### **4.11.7. *Jacaranda mimosifolia* D.Don.**

Es un árbol originario de América subtropical perteneciente a la familia Bignoniaceae. En el Ecuador se distribuye en las provincias de Azuay, Guayas, Chimborazo, Loja, Pichincha y Tungurahua (Minga y Verdugo, 2016). Los árboles son frondosos y alcanzan los 20 m de altura, tienen hojas compuestas, opuestas, bipinnadas. Flores campanulares de color azul violeta, reunidas en panículas terminales, corola en forma de campana, el fruto es una cápsula plana leñosa (Aguirre y Yaguana, 2013).



Figura 7. Individuo de *Jacaranda mimosifolia* D.Don del arbolado urbano en el parque Lineal de la ciudad de Loja.

#### **4.11.8. *Salix humboldtiana* Will.**

Es un árbol nativo de América desde México hasta el norte de Argentina, que se encuentra en la zona andina, perteneciente a la familia Salicaceae. En el Ecuador se encuentra desde 0 a 3 000 m s.n.m. (Aguirre y Yaguana, 2013).

Árbol que alcanza los 13 metros aproximadamente de altura de corteza café clara con mayor presencia de fisuras con la edad. Copa caduca, verde claro, ramillas colgantes. Las hojas son verdes claros en su estado inicial y pasan a verdes oscuras ya viejas, lineares lanceoladas. Flores aparentadas, en amentos. Fruto una capsula de color marrón claro, con numerosas semillas algodonosas en el interior (Aguirre y Yaguana, 2013).



Figura 8. Individuo de *Salix humboldtiana* Will del arbolado urbano en el parque lineal de la ciudad de Loja.

#### 4.11.9. *Schinus molle* L.

Es un árbol de origen sudamericano de la familia Anacardiaceae. En el Ecuador se encuentra varias provincias de los andes de 0 hasta los 2 500 m s.n.m. Llega a medir de 3 a 10 m de altura, según la edad del individuo estos pueden ser más ásperos y rugosos. Hojas simples agrupadas, formando rosetas en los extremos de los tallos, el ápice generalmente espinoso y los márgenes enteros. Frutos una capsula indehiscente (Aguirre y Yaguana, 2013)



Figura 9. Individuo de *Schinus molle* L. del arbolado urbano en la avenida Pio Jaramillo Alvarado de la ciudad de Loja.

## 5. Metodología

### 5.1. Área de estudio

El cantón Loja se ubica 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 es de 900 mm. con una variación entre los 20 (Mendieta, 2020).

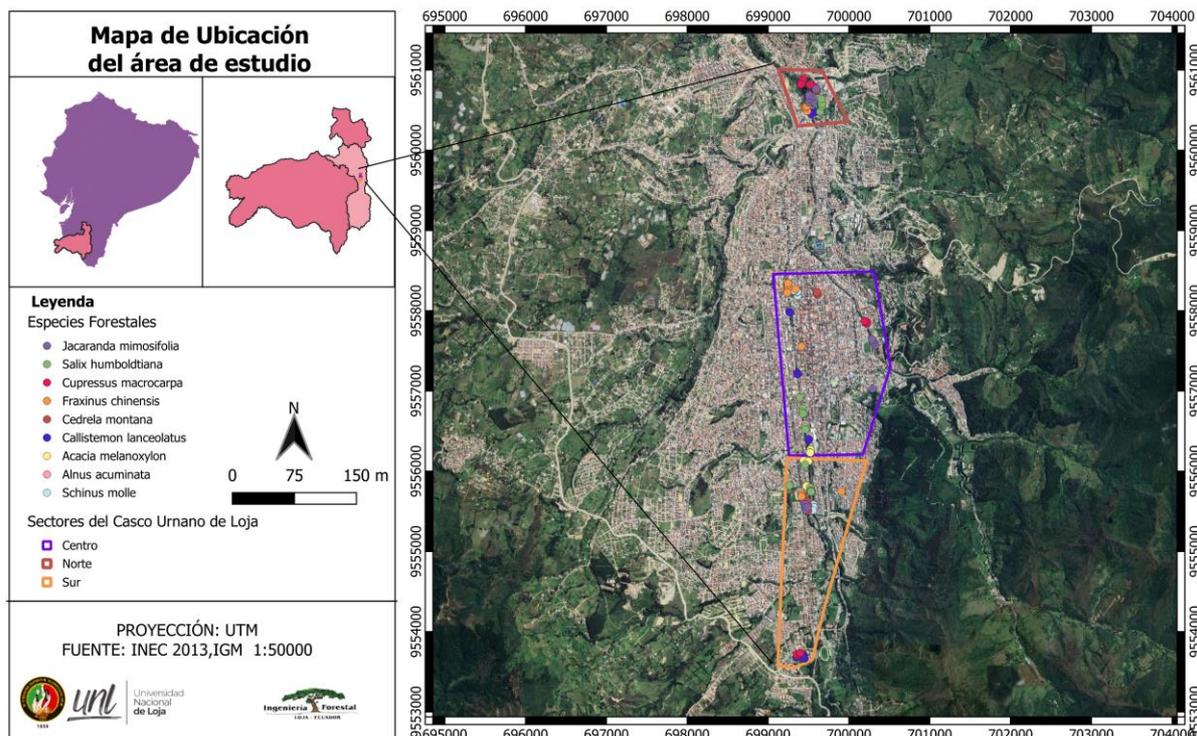


Figura 10. Mapa de las zonas de evaluación de las enfermedades fungosas en los sectores norte, centro, y sur en la ciudad de Loja.

El presente estudio se llevó a cabo en árboles localizados en parques y avenidas del sector norte, centro y sur de la ciudad de Loja. La investigación forma parte del proyecto denominado “Proyecto 17 -DI- FARNR -2021: 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, en donde fueron seleccionadas nueve especies de interés (Tabla 2).

Tabla 2. Especies forestales evaluadas en el centro, norte y sur de la ciudad de Loja.

Nro.	Nombre científico	Nombre común	Procedencia
1	<i>Callistemon lanceolatus</i> Sweet	Calistemo	Exótica
2	<i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz	Cedro	Nativa
3	<i>Acacia melanoxylon</i> R.BR	Acacia negra	Exótica
4	<i>Alnus acuminata</i> Kuth	Aliso	Nativa

<b>Nro.</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Procedencia</b>
5	<i>Cupressus macrocarpa</i> Hartw	Ciprés	Exótica
6	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb	Fresno Chino	Exótica
7	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	Jacaranda	Exótica
8	<i>Salix humboldtiana</i> Will	Sauce	Exótica
9	<i>Schinus molle</i> L	Molle	Nativa

## 5.2. Tipo de investigación

Se llevó a cabo una investigación cualitativa utilizando el método descriptivo, el cual permitió caracterizar la sintomatología y el estado de los árboles que presentaban enfermedades fungosas. El objetivo final fue identificar el agente causal de dichas enfermedades. Los datos dasométricos de cada individuo se registraron directamente en campo.

La investigación es de naturaleza interrogativa, ya que plantea preguntas específicas sobre las diferentes sintomatologías. Es cualitativa, ya que permite observar las cualidades existentes de cada árbol y de los diferentes agentes causales. Además, permite la recolección de datos de manera directa, a través de la observación directa y análisis en campo.

El periodo de recolección de datos y muestras fue en el 2023 entre los meses de agosto a octubre. Para la obtención de las variables de temperatura, humedad relativa (HR) y precipitación se obtuvo información de la página Smartland de la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), en donde se utilizó los datos de las estaciones de Jipiro (norte), UTPL (centro) y Cajanuma (sur) para comparar cada sector de estudio (Anexo 1).

### 5.2.1. Fases de la investigación

La investigación se la realizó en dos fases: en campo y laboratorio. Para la fase de campo se seleccionó nueve especies arbóreas que presentaron mayor número de individuos, esto en base a la información obtenida del inventario realizado por la Universidad Nacional de Loja (ArbolQr, 2021) en los parques y avenidas de la ciudad de Loja. Para cada especie se seleccionó seis individuos en el sector norte, centro y sur de la ciudad de Loja, con un total de 18 individuos por especie (Tabla 3). Los individuos seleccionados fueron con  $DAP \geq 5$  cm, en el caso que no se encontró la cantidad de individuos necesarios por especie, se trabajó con los existentes.

Tabla 3. Número de árboles evaluados en el sector, centro, norte y sur de la ciudad de Loja.

<b>Nro.</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Norte</b>	<b>Centro</b>	<b>Sur</b>	<b>Total</b>
1	<i>Callistemon lanceolatus</i> Sweet	6	6	6	18
2	<i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz	6	3	6	15
3	<i>Acacia melanoxydon</i> R. BR	6	6	6	18
4	<i>Alnus acuminata</i> Kuth	6	6	6	18
5	<i>Cupressus macrocarpa</i> Hartw	6	6	6	18
6	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb	6	6	6	18

Nro.	Nombre científico	Norte	Centro	Sur	Total
7	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	6	6	6	18
8	<i>Salix humboldtiana</i> Will	6	6	6	18
9	<i>Schinus molle</i> L	6	6	6	18
<i>Total</i>		54	51	54	159

### **5.3. Metodología para identificar la sintomatología de las enfermedades fungosas primarias en el arbolado urbano de los parques y avenidas de la ciudad de Loja.**

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

En campo mediante observación directa se describió el estado general fitosanitario del árbol y la sintomatología presente a nivel de brotes, hojas, flores y frutos. La descripción se la realizó con la ayuda de la Guía ilustrada sobre el estado de salud de árboles: Reconocimiento e interpretación de síntomas y daños (Boa, 2008), con el empleo de una ficha se registró la información (Anexo 2). Se empleó instrumentos y equipos como: GPS, podadora aérea, cinta métrica, clinómetro, hoja de campo, cámara fotográfica, bolsas de basura, bolsas ziploc, marcador, cinta, lupa, binoculares, entre otros.

En el caso de no reconocer el agente causal en el campo, se recolectó una muestra de la parte afectada del árbol y se la colocó en una funda plástica con identificación y codificación por especie (Anexo 3), para mantener la muestra en condiciones adecuadas se realizó una aspersión ligera con agua. Posteriormente, las muestras fueron trasladadas al laboratorio de sanidad vegetal de la Universidad Nacional de Loja para la identificación del patógeno, las cuales se procesaron con la finalidad de visualizar estructuras de los hongos involucrados en los síntomas.

Además, se realizó un registro fotográfico que incluyó la sintomatología de la enfermedad para la identificación del agente causal. Así también, en el individuo evaluado se consideró variables dasométricas (diámetro a la altura del pecho - DAP, altura total - HT, diámetro de copa) y fenología (floración, fructificación, defoliación, foliación) respectivamente (Anexo 4).

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

Para determinar la incidencia de la enfermedad se realizó un censo a los individuos de cada especie, con el propósito de establecer el número total de árboles presentes, la cantidad de árboles con sintomatología y árboles sanos. Se utilizó 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

### ***5.3.3. Análisis comparativo de incidencia de síntomas provocados por enfermedades fungosas del sector norte, centro, y sur de la ciudad de Loja.***

Para comparar la incidencia de síntomas entre los sectores: norte centro y sur, se aplicó un análisis de varianza (al cumplir con el supuesto de normalidad y homogeneidad de varianza) y la prueba de comparación de medias de Tukey, los resultados de las comparaciones se presentan en gráficos de barras para las variables analizadas. El análisis de datos se realizó en la hoja de cálculo de Microsoft Excel y en el software estadístico Infostat (2008).

### ***5.3.4. Análisis comparativo de incidencia de las enfermedades fungosas del sector norte, centro, y sur de la ciudad de Loja.***

En el sector norte, centro, y sur de la ciudad de Loja se tomaron datos de la temperatura y humedad relativa, para después compararlos con las diferentes zonas y establecer su incidencia en la presencia de enfermedades. El análisis de datos se realizó en la hoja de cálculo de Microsoft Excel.

## **5.4. Metodología para determinar el agente causal de las enfermedades fungosas primarias, que inciden en el arbolado urbano de los parques y avenidas de la ciudad de Loja.**

### ***5.4.1. Desinfección del material vegetal***

Previo a la determinación del agente causal de las enfermedades fungosas se realizó la desinfección del material vegetal con sintomatología en el medio estéril. El proceso de desinfección comenzó con un lavado inicial de la muestra con agua corriente para eliminar impurezas. A continuación, se enjuagó en cinco cajas Petri: primero en una solución de hipoclorito de sodio al 2 %, luego en alcohol al 70 %, y finalmente en tres diferentes cajas Petri con agua destilada, manteniéndose la muestra durante un minuto en cada caja. Posteriormente se procedió a secar la muestra.

El material vegetal desinfectado se analizó a partir de dos métodos: cámara húmeda y medio de cultivo, según protocolos establecidos por el laboratorio de Sanidad Vegetal de la Universidad Nacional de Loja.

#### **5.4.1. Cámara húmeda**

Primero se flameó la caja Petri y el papel filtro sobre una lámpara de alcohol. Posterior a esto, se colocó el papel filtro en la caja Petri y se hidrató con agua destilada para brindar condiciones de humedad adecuada, por último, se colocó la muestra y se selló, para luego llevarla a incubación por al menos cinco días a  $25\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ . Pasado este tiempo se realizó el montaje para la identificación en un estereoscopio, con el propósito de detectar el desarrollo de los signos presentes sobre el tejido. La identificación se realizó mediante ilustraciones de géneros de hongos imperfectos (Anexo 5) (Barnett et al., 1987).

#### **5.4.2. Siembra en medio de cultivo**

El material vegetal con la presencia de la sintomatología entre el límite de la parte sana y la parte infectada del material o también llamada zona de transición se cortó en pequeños trozos, para luego colocarlos en medio de cultivo sólido PDA (papa-dextrosa-agar). A continuación, en las cajas Petri con el medio se incubaron a  $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ , durante 7 días. Pasado este tiempo, se realizó el montaje de las estructuras formadas y se procedió a la identificación del hongo (Anexo 5).

## 6. Resultados

### 6.1. Variables dasométricas

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

*Cupressus macrocarpa* presentó mayor promedio de DAP en relación con las demás especies evaluadas, registrando 56,8 cm DAP. A diferencia de la especie *Callistemon lanceolatus*, que mostró el menor promedio con un total de 22,7 cm (Figura 11).

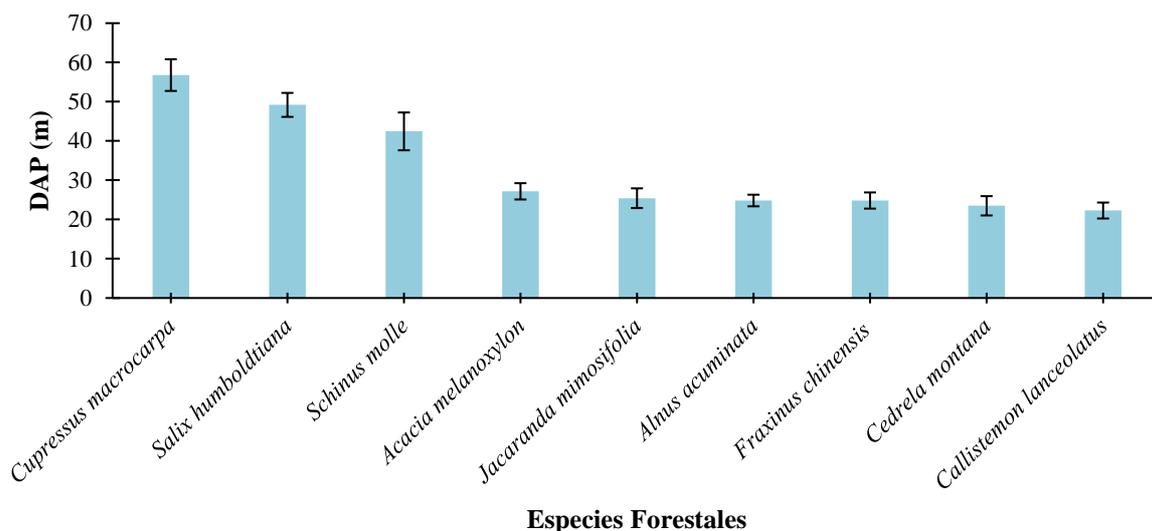


Figura 11. Promedio del diámetro a la altura de pecho (DAP) de nueve especies forestales del arbolado urbano de la ciudad de Loja.

#### 6.1.2. Altura total (HT)

*Salix humboldtiana* presentó un mayor promedio de la altura total, debido a que registró 11,39 m. A diferencia de la especie *Callistemon lanceolatus*, que mostró menor promedio en altura con un total de 7,08 m (Figura 12).

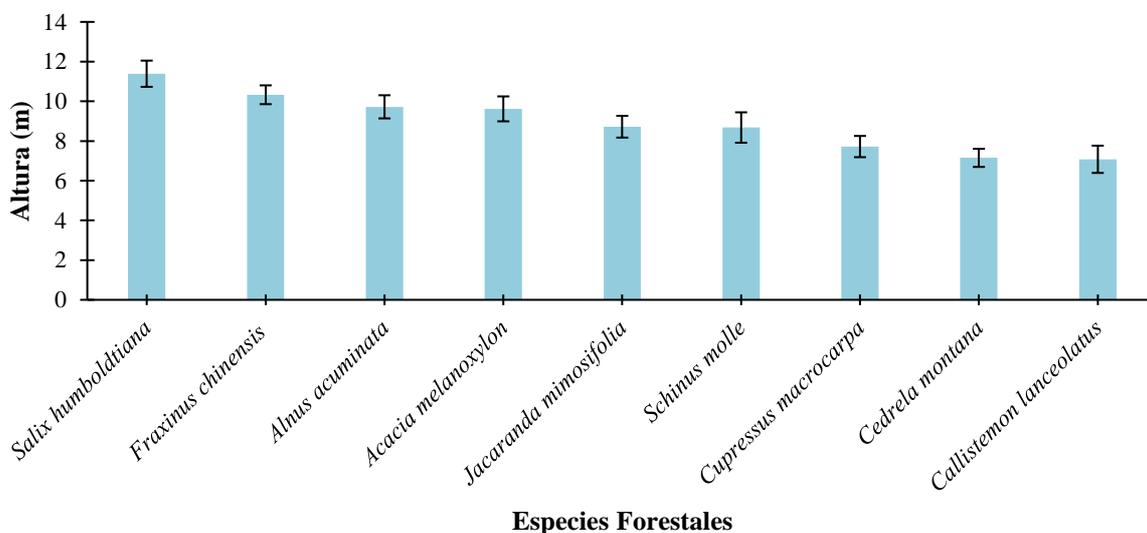


Figura 12. Promedio de la altura total (HT) de nueve especies forestales del arbolado urbano de la ciudad de Loja.

### 6.1.3. Diámetro de copa

*Salix humboldtiana* registró un mayor diámetro de copa con 10,30 m. Al contrario de *Alnus acuminata*, que mostró menor diámetro con un promedio de 5,47 m (Figura 13).

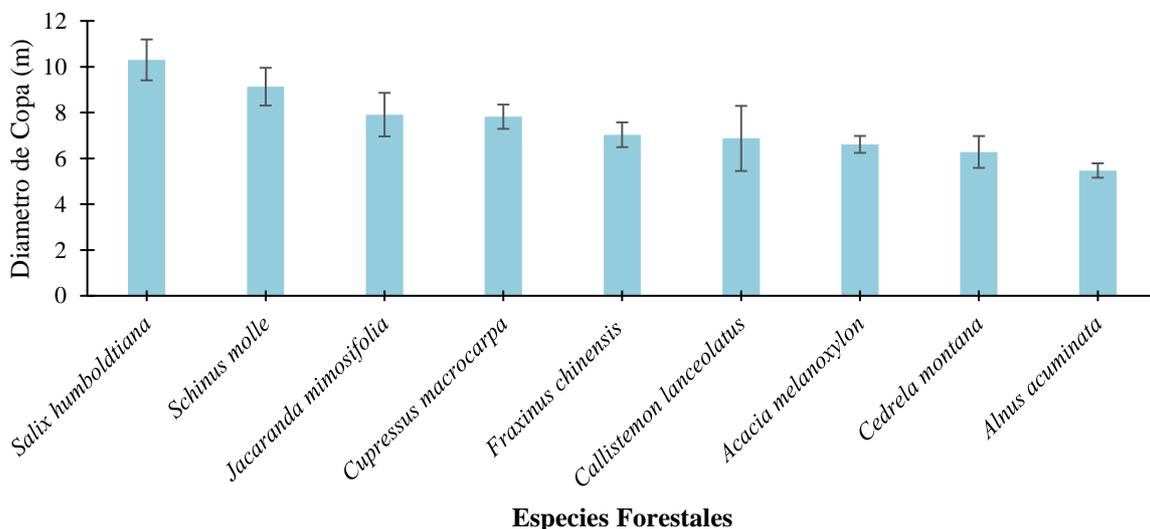


Figura 13. Promedio del diámetro de copa de nueve especies forestales del arbolado urbano de la ciudad de Loja.

### 6.2. Fenología

En el periodo de evaluación que corresponden al año 2023 entre los meses agosto a octubre, las especies que presentaron un mayor número de individuos en floración fueron *Callistemon lanceolatus* con el 100%, seguido de *Cedrela montana* con el 86,67 %. Mientras que las especies *Salix humboldtiana* y *Alnus acuminata* exhibieron el menor porcentaje de individuos en esta etapa, con un 16,67 % cada una. (Figura 14).

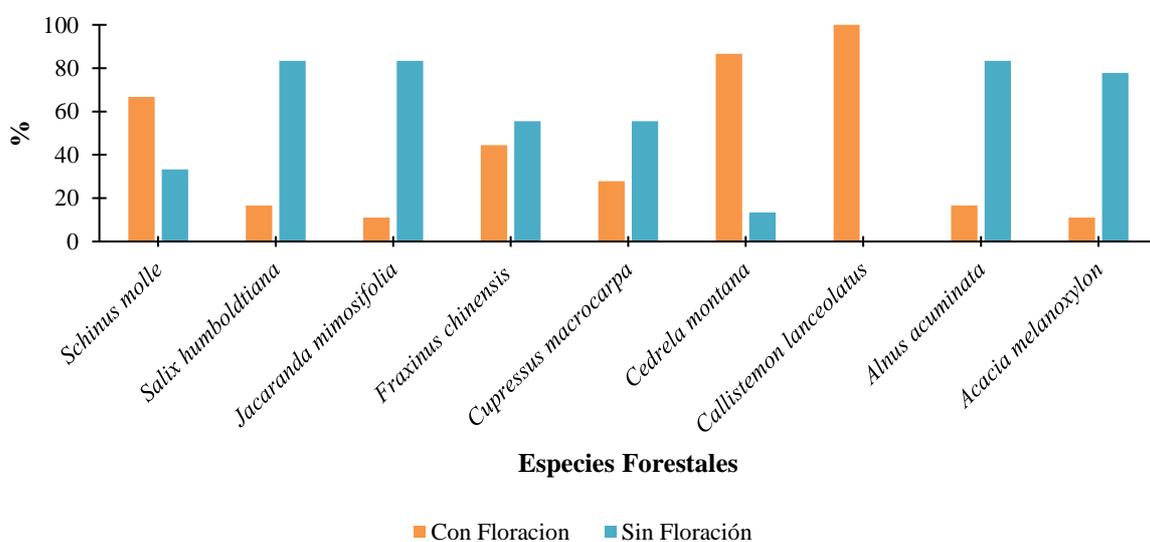


Figura 14. Etapa de floración de las especies forestales evaluadas.

El mayor porcentaje de individuos con presencia de frutos fue la especie *Cupressus macrocarpa* con el 100%, seguido de la especie *Cedrela montana* con el 80%. En cambio, las especies *Jacaranda mimosifolia* y *Fraxinus chinensis* con un 11,11% son las que menor porcentaje presentaron (Figura 15).

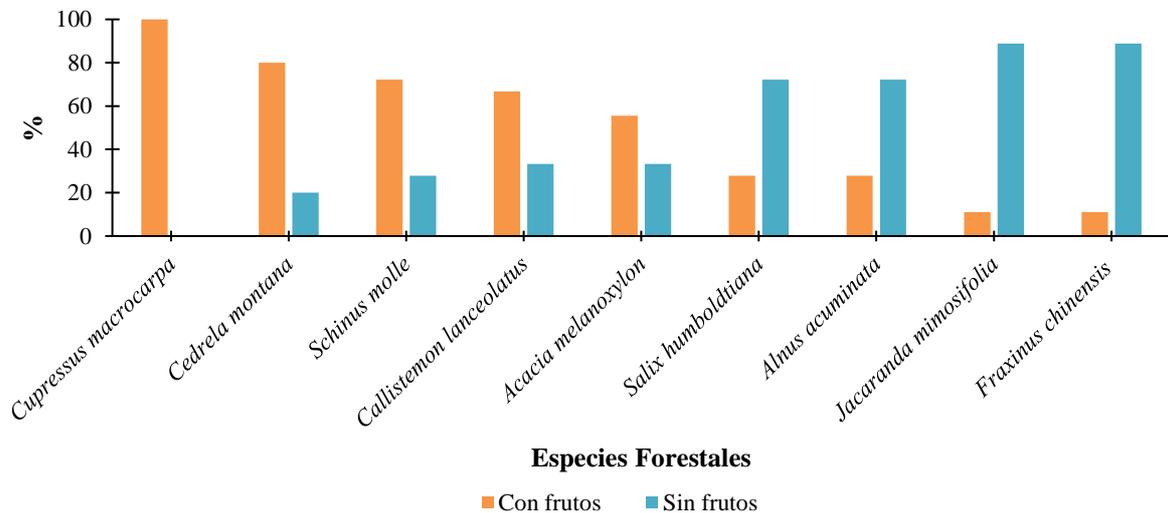


Figura 15. Etapa de fructificación de las especies forestales evaluadas.

### 6.3. Variables climáticas

La temperatura más alta se registró en el sector de la UTPL en el mes de septiembre con 18,8 °C y la temperatura mínima fue en octubre en el sector de Cajanuma con 14,8 °C. En cuanto a la precipitación los valores son bajos, donde el valor que destaca es en octubre en Cajanuma con 64,7 mm y el valor mínimo fue en sector de san Cayetano (UTPL) con 17,6 mm en el mes de septiembre (Figura 16).

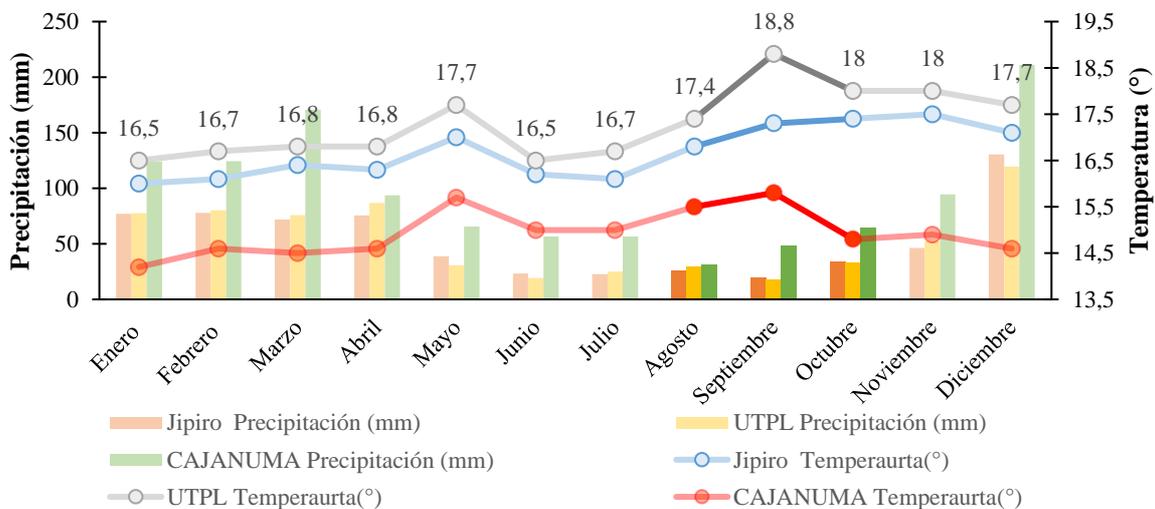


Figura 16. Datos de temperatura y precipitación registrados en el año 2023. Los datos resaltados con intensidad son los meses evaluados en este estudio (Agosto – Octubre).

En cuanto al promedio de la humedad relativa en los tres sectores de la ciudad de Loja (Figura 17), octubre fue el mes que destacó con 79,4% de humedad en el sector de Jipiro, a diferencia del mes de septiembre con 66,8% en el sector de San Cayetano (UTPL), que registró el valor más bajo.

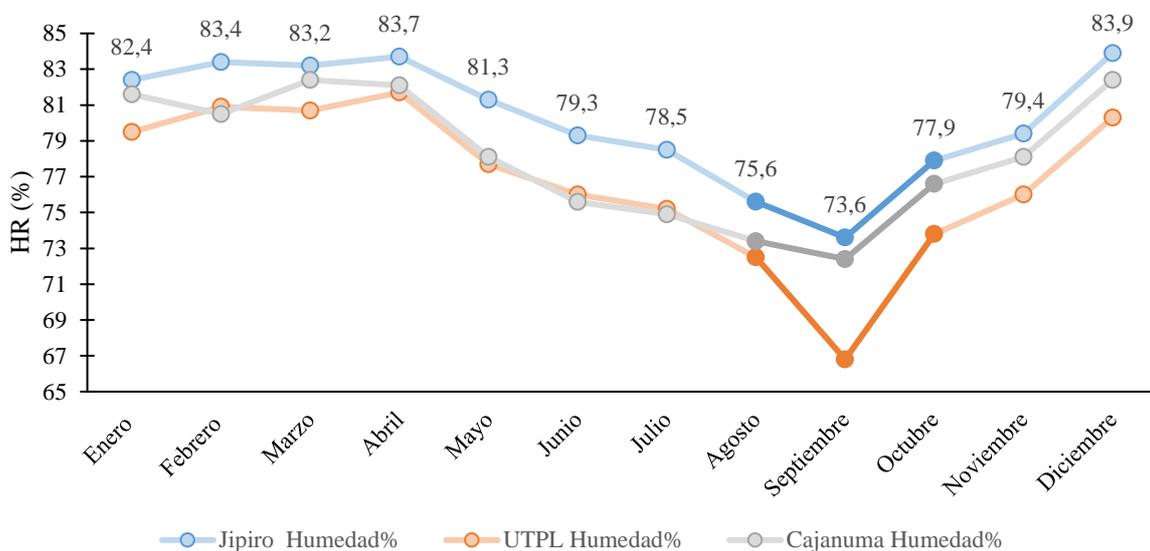


Figura 17. Datos de la humedad relativa registrados en el año 2023. Los datos resaltados con intensidad son los meses evaluados en este estudio (Agosto – Octubre).

### 6.4.Sintomatología

Cada uno los individuos evaluados en la ciudad de Loja presentaron al menos seis síntomas. La especie que menos presencia de síntomas tuvo fue *Cupressus macrocarpa*, que en sus hojas se identificaron cuatro síntomas (Figura 18).

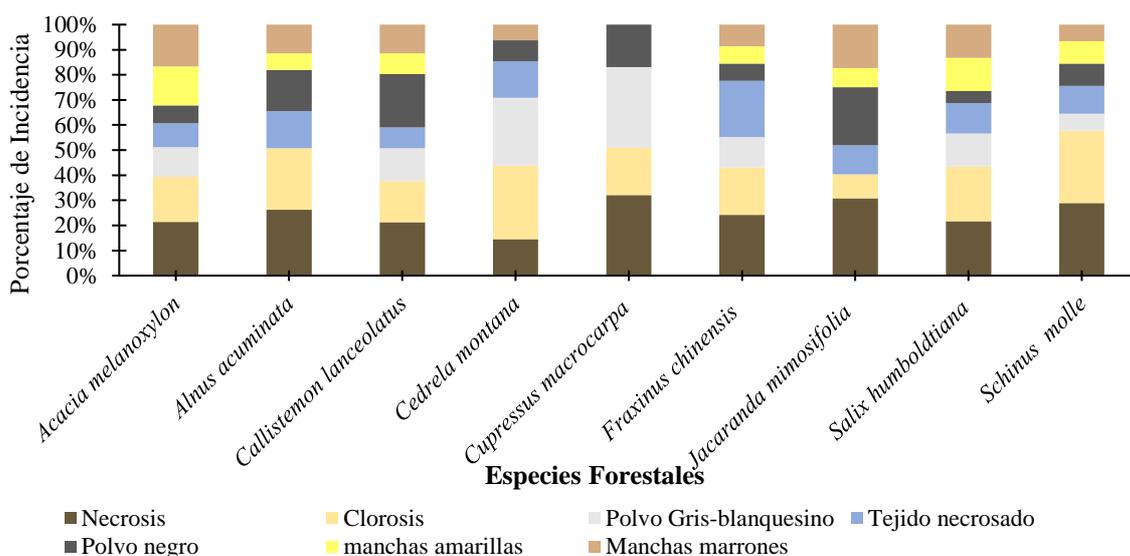


Figura 18. Incidencia de la sintomatología en nueve especies forestales localizadas en el arbolado urbano de la ciudad de Loja.

En cada sector (sur y norte) de la ciudad de Loja se evaluaron 54 individuos a excepción del sector centro que fueron 51, en todas ellas se presentaron varios síntomas en las que destacan Necrosis con un 75 % y Clorosis con un 70 % aproximadamente. Por otra parte, el síntoma menos reportado fue manchas amarillas con el 25 % (Figura 19).

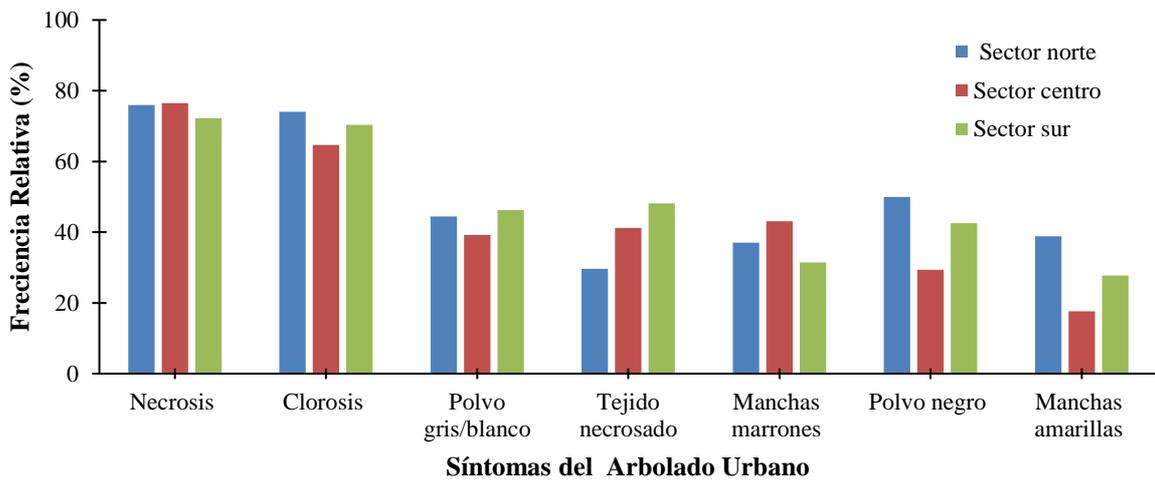


Figura 19. Sintomatología en el arbolado urbano (sector norte, centro y sur) de la ciudad de Loja.

#### 6.4.1. Necrosis

Las nueve especies forestales en el arbolado urbano presentaron necrosis en los tres sectores de la ciudad de Loja. Destacaron *Acacia melanoxylon* y *Salix humboldtiana*, ambas con una incidencia del 100 %. La incidencia de necrosis en las especies evaluadas no presentó diferencias significativas entre los sectores norte, centro y sur (Figura 20).

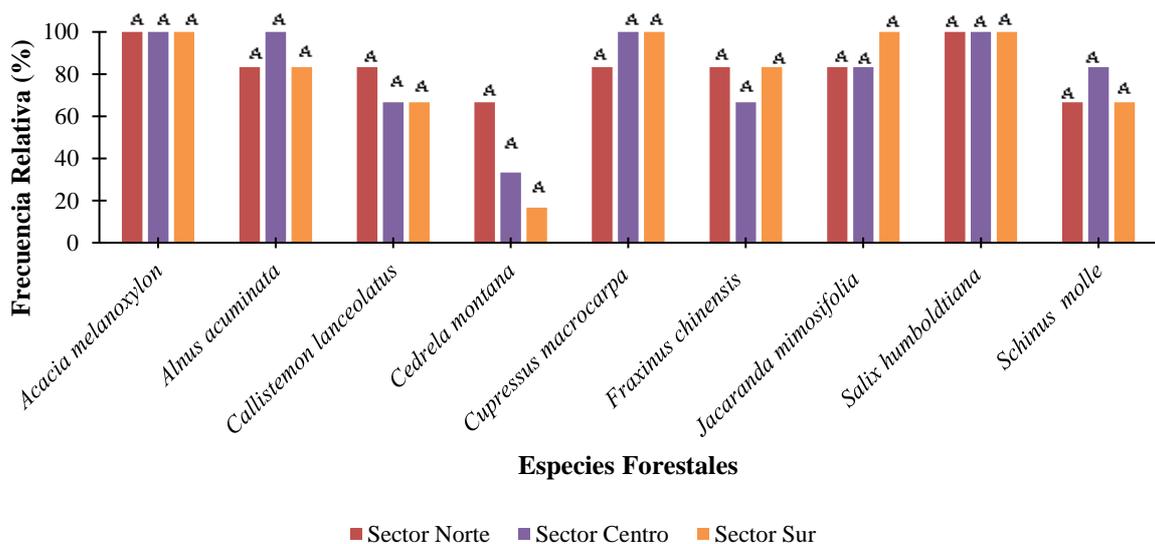


Figura 20. Incidencia de necrosis en nueve especies forestales localizadas en el arbolado urbano (sector norte, centro y sur) de la ciudad de Loja. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

#### 6.4.2. Clorosis

En general, las nueve especies evaluadas presentaron clorosis, afectando en especial a *Salix humboldtiana* en todos sus individuos. Sin embargo, la incidencia de este síntoma vario significativamente en la especie *Callistemon lanceolatus* entre los sectores sur y norte (Figura 21).

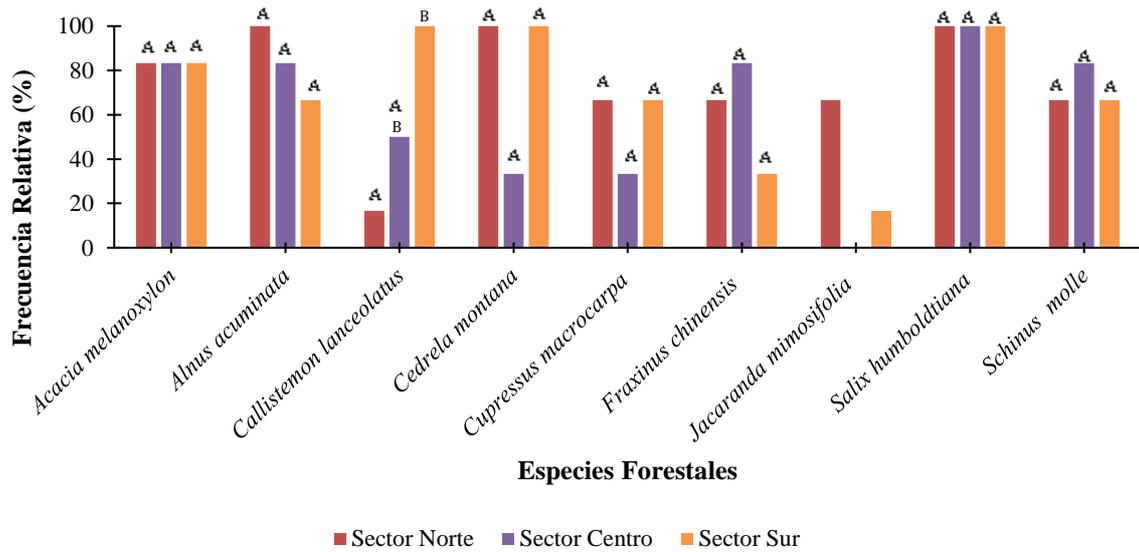


Figura 21. Incidencia de necrosis en nueve especies forestales localizadas en el arbolado urbano (sector norte, centro y sur) de la ciudad de Loja. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

#### 6.4.3. Polvo gris-blanquecino

Este síntoma no afectó a las especies *Alnus acuminata* y *Jacaranda mimosifolia*, y destacó en *Cupressus macrocarpa*, con un 94,44 % de sus individuos afectados. La incidencia de polvo gris-blanquecino en las especies evaluadas no presentó diferencias significativas entre los sectores norte, centro y sur de la Ciudad (Figura 22).

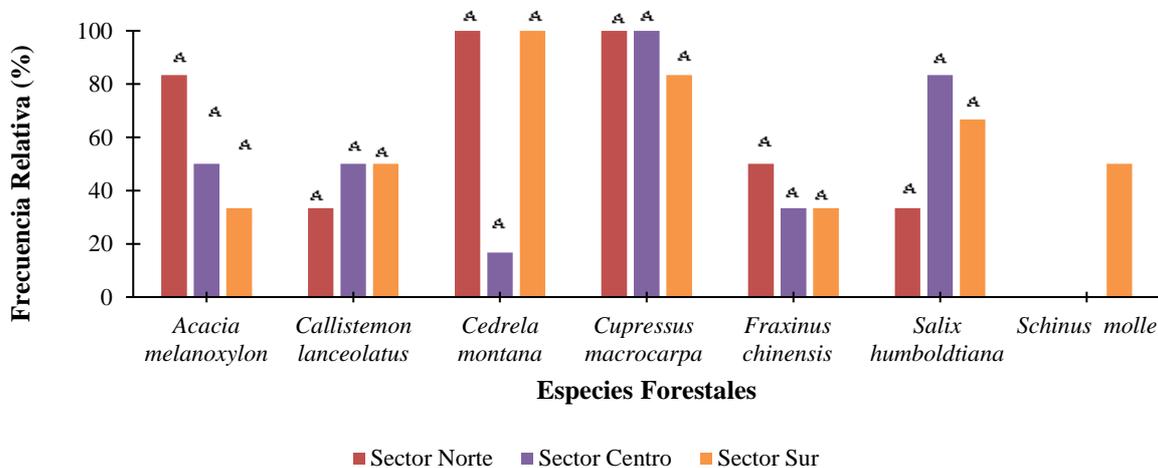


Figura 22. Incidencia de polvo gris en siete especies forestales localizados en el arbolado urbano (sector norte, centro y sur) de la ciudad de Loja. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

#### 6.4.4. Tejido necrosado

Ocho especies forestales, excepto de *Cupressus macrocarpa*, presentaron tejido necrosado. *Fraxinus chinensis* destacó con una incidencia del 72,22 % de sus individuos afectados. No hubo diferencias significativas entre los sectores centro, norte y sur (Figura 23).

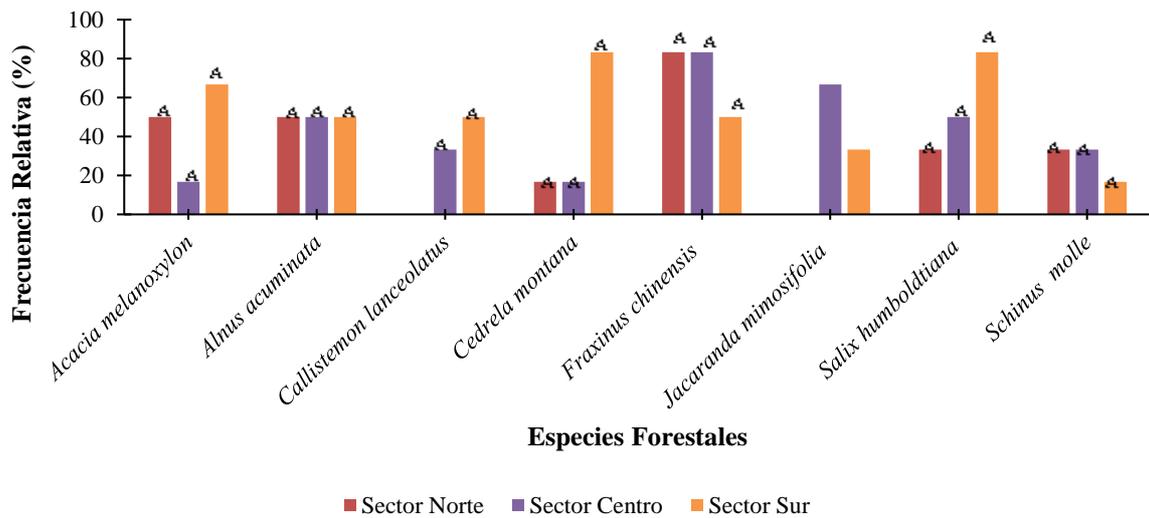


Figura 23. Incidencia de tejido necrosado en ocho especies forestales localizadas en el arbolado urbano (sector norte, centro y sur) de la ciudad de Loja. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

#### 6.4.5. Manchas marrones

Este síntoma no afectó a la especie *Cupressus macrocarpa*, y destacó en *Acacia melanoxylon*, con un 77,77 % de sus individuos afectados. La incidencia de manchas marrones en las especies evaluadas no presentó diferencias significativas entre los sectores norte, centro y sur de la Ciudad (Figura 24).

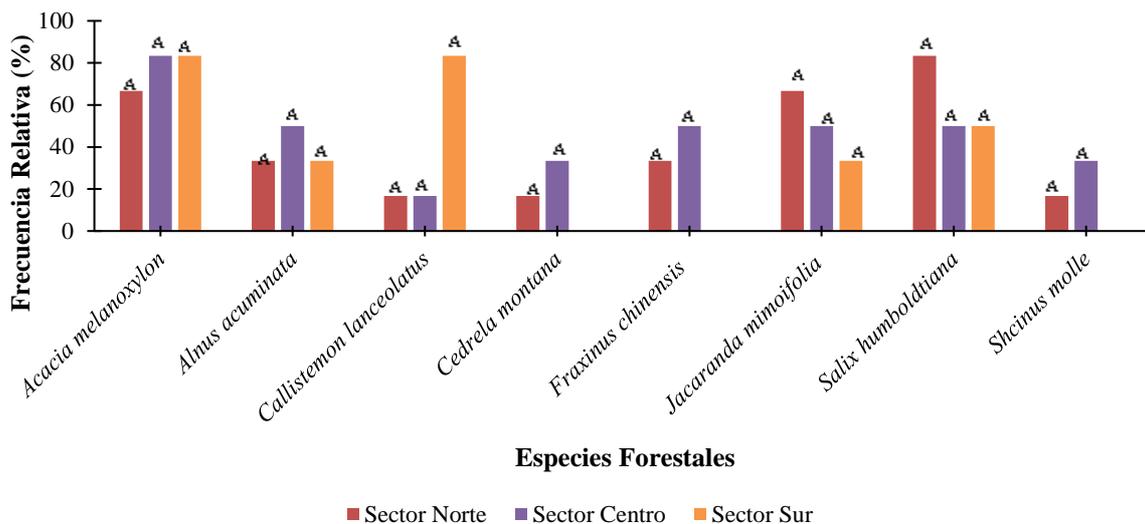


Figura 24. Incidencia de manchas marrones en ocho especies forestales localizadas en el arbolado urbano (sector norte, centro y sur) de la ciudad de Loja. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

#### 6.4.6. Polvo negro

En general, las nueve especies evaluadas presentaron polvo negro, afectando en especial a *Callistemon lanceolatus* con el 72,22 % de sus individuos afectados. No hubo diferencias significativas entre los sectores centro, norte y sur (Figura 25).

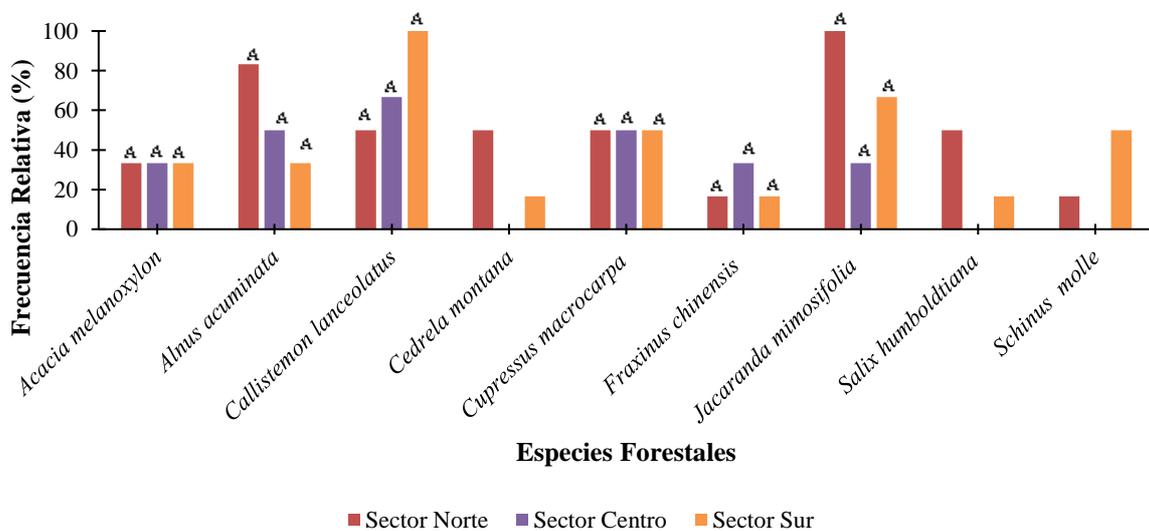


Figura 25. Incidencia de polvo negro en nueve especies forestales localizadas en el arbolado urbano (sector norte, centro y sur) de la ciudad de Loja. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

#### 6.4.7. Manchas amarillas

Este síntoma no afectó a la especie *Cupressus macrocarpa* y *Cedrela montana*, y destacó en *Acacia melanoxylon*, con un 83,33 % de sus individuos afectados. Sin embargo, la incidencia de este síntoma vario significativamente en la especie *Salix humboldtiana* entre los sectores sur y norte de la ciudad (Figura 26).

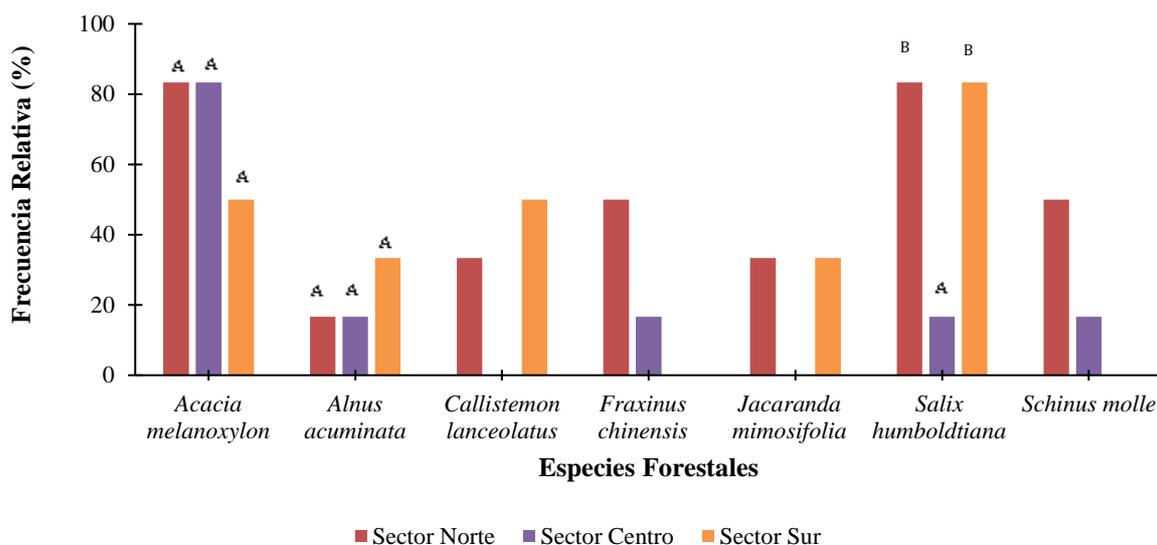


Figura 26. Incidencia de manchas amarillas en siete especies forestales localizadas en el arbolado urbano (sector norte, centro y sur) de la ciudad de Loja. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

De las nueve especies evaluadas, todas mostraron síntomas (Tabla 4), mismos que se detallan a continuación:

Tabla 4. Descripción de síntomas en individuos evaluados.

Especie hospedera		Síntomas	Descripción
N. científico	N. común		
<i>Acacia melanoxyylon</i> R.Br.	Acacia negra	-Necrosis -Clorosis -Polvo Gris/blanco -Tejido necrosado -Manchas marrones -Polvo negro -manchas amarillas	<b>1. Necrosis:</b> Es la muerte generalizada del tejido afectando con marchitamiento o coloraciones pardas a negras de manera irregulares. <b>2. Clorosis:</b> Se refiere a la pérdida de pigmentación debido a una disminución en la presencia de clorofila. Esta condición se manifiesta visualmente en un tono amarillento o descolorido en las hojas, o a veces acompañado por la formación de puntos en la superficie foliar. <b>4. Polvo gris-blanquecino:</b> En el haz de las hojas se presenta una película que cubre la superficie foliar de una capa grisácea-blanquecina, que no son localizadas, puede presentarse en menores a grandes cantidades.
<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Aliso	-Necrosis -Clorosis -Tejido necrosado -Manchas marrones -Polvo negro -manchas amarillas	<b>5. Tejido necrosado:</b> Se encuentra distribuidas en áreas de la hoja, revelando tejidos que están en un estado de muerte. Estas zonas pueden adoptar formas variadas, con bordes que pueden ser claramente definidos y dimensiones que abarcan desde pequeñas hasta áreas más extensas de tejido necrosado.
<i>Callistemon lanceolatus</i> Sweet.	Calistemo	-Necrosis -Clorosis -Tejido necrosado -Polvo negro -manchas amarillas -manchas marrones	<b>6. Manchas marrones:</b> Adoptan diversas formas y se manifiestan en el haz en el lugar del envés de las hojas, sugiriendo en varias regiones de la hoja y generalmente acompañadas por manchas amarillas.

Especie hospedera		Síntomas	Descripción
N. científico	N. común		
<i>Cedrela montana</i> .Turcz.	Cedro	-Necrosis -Clorosis -Tejido necrosado -Polvo negro -Manchas marrones	<p><b>7. Polvo negro:</b> Es una capa oscura que recubre la superficie de las hojas en forma de costras negras, y se puede ser a una gran área o poca.</p> <p><b>8. Manchas amarillas:</b> Estas manchas se distinguen de clorosis porque muestran diversos patrones y combinaciones de colores conocidos como mosaicos. Estas se ubican tanto en el haz como en el envés, así como en los bordes de las hojas.</p>
<i>Cupressus macrocarpa</i> Hartw.	Ciprés	-Necrosis -Clorosis -Polvo Gris-blanco -Polvo negro	
<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	Fresno chino	-Necrosis -Clorosis -Tejido necrosado -Polvo negro, blanco y gris -machas amarillas -manchas marrones	
<i>Jacaranda mimosifolia</i> D.Don.	Jacaranda	Necrosis -Clorosis -Tejido necrosado -Polvo negro -machas amarillas -manchas marrones	
<i>Salix humboldtiana</i> Willd.	Sauce	Necrosis -Clorosis -Tejido necrosado -Polvo negro -Manchas marrones -machas amarillas -Polvo gris -blanco	
<i>Schinus molle</i> L.	Molle	-Necrosis -Clorosis -Polvo gris/blanco -Tejido Necrosado -Manchas marrones -Polvo negro -Manchas amarillas	

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

El agente causal con mayor incidencia en el arbolado urbano fue *Colletotrichum* sp con el 60 % y estuvo presente en nueve especies forestales en los sectores norte, centro y sur. Entre tanto, los agentes que menor incidencia mostraron fueron *Phytophthora* sp y *Cercospora* sp, con apenas el 1 % (Figura 27).

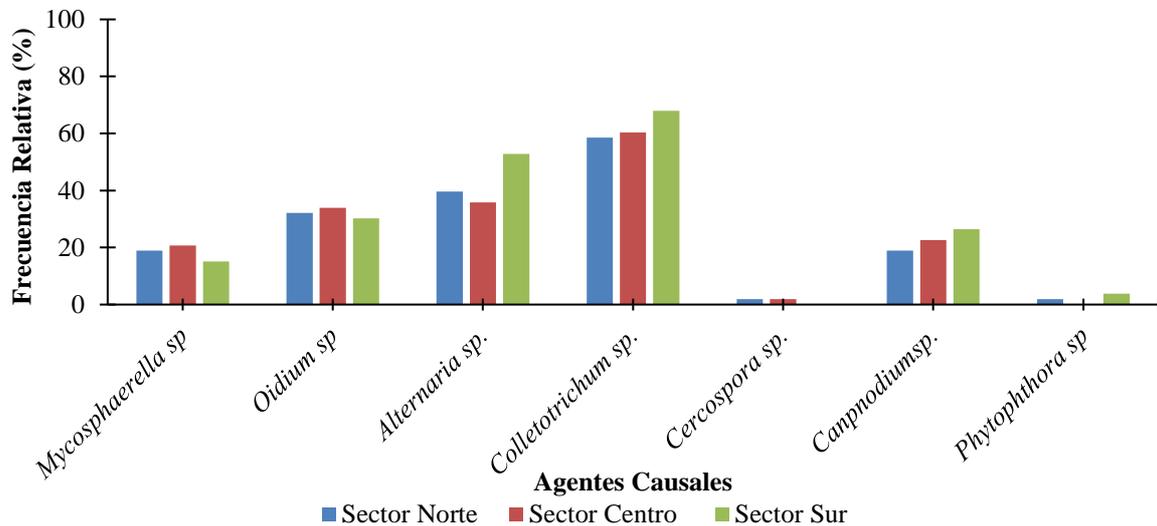


Figura 27. Incidencia del agente causal en el arbolado urbano (sector norte, centro y sur) de la ciudad de Loja (n=159).

Las especies arbóreas evaluadas en la ciudad de Loja exhibieron al menos la presencia de cinco hongos fitopatógenos. *Alnus acuminata* fue la que registró menor presencia de enfermedades fungosas con cuatro agentes causales, y la enfermedad que mayor incidencia mostro fue *Colletotrichum* sp. (Figura 28).

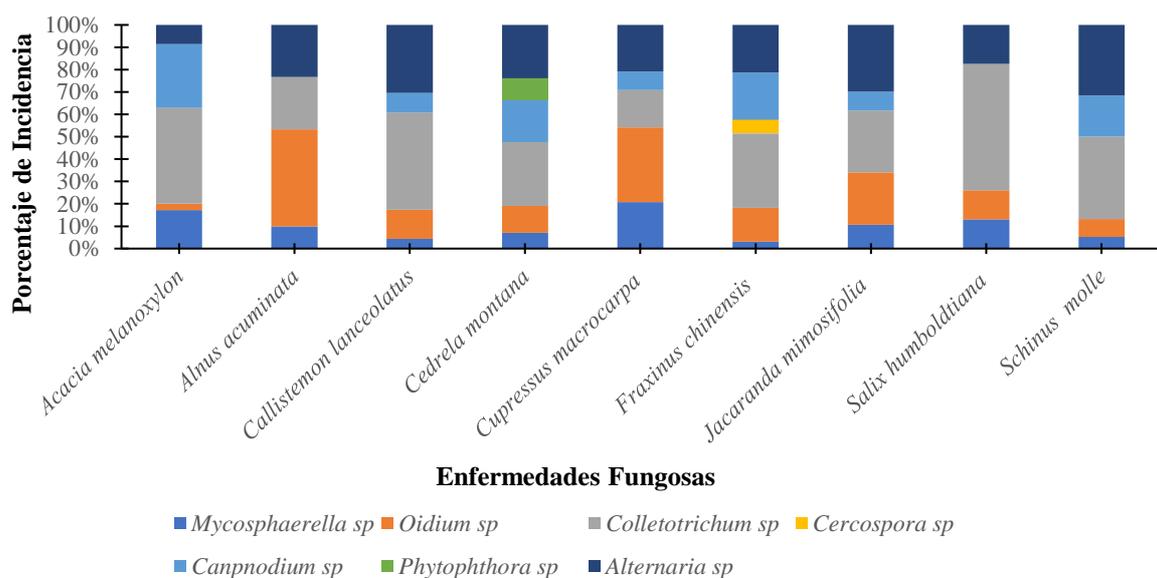


Figura 28. Incidencia de los agentes causales en nueve especies forestales localizados en el arbolado urbano de la ciudad de Loja.

### **6.5.1. *Cupressus macrocarpa* Hartw.**

La especie *Cupressus macrocarpa* exhibió una serie de síntomas distintivos, entre ellos destacan: la presencia de un polvo gris-blanquecino, necrosis, clorosis y una notoria muerte descendente en las hojas, adicional a esto, existen costras blancas en los frutos.

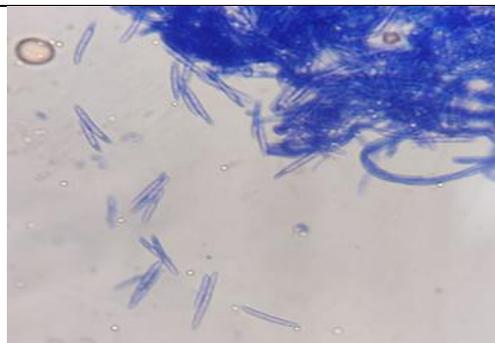
Con la sintomatología anterior descrita en campo y mediante el aislamiento en laboratorio se logró identificar los siguientes patógenos: *Capnodium* sp, *Alternaria* sp, *Oidium* sp, *Colletotrichum* sp y *Mycosphaerella* sp (Tabla 5). Estos agentes se presentaron de manera generalizada en la ciudad de Loja, abarcando los sectores norte, centro y sur.

Tabla 5. Sintomatología y agente causal de enfermedades fungosas en *Cupressus Macrocarpa*.  
**SINTOMATOLOGÍA DE LA MUESTRA RECOLECTADA EN CAMPO**



**AGENTE CAUSAL OBSERVADO EN ESTEREOSCOPIO**

a) *Mycosphaerella* sp



b) *Colletotrichum* sp



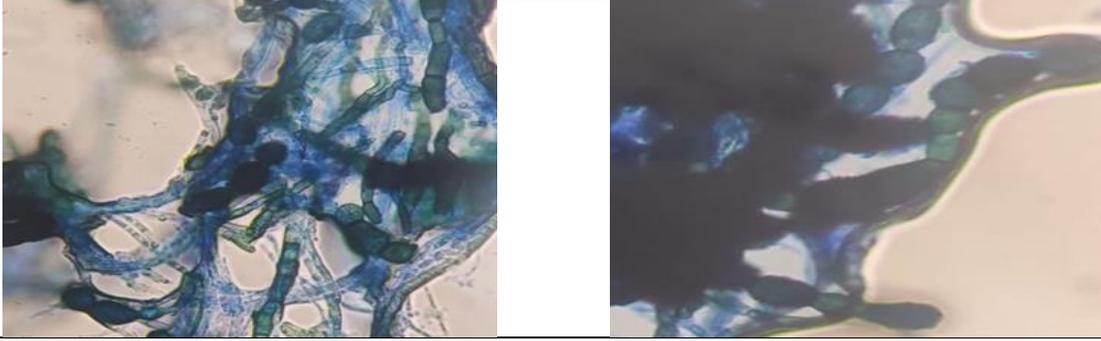
c) *Alternaria* sp



---

**d) *Oidium* sp**

---



---

**e) *Capnodium* sp**

---



**6.5.2. *Jacaranda mimosifolia* D. Don.**

La especie *Jacaranda mimosifolia* en el análisis de campo, exhibió una serie de síntomas: tejidos necrosados hacia el envés, amarillamiento y necrosis en el ápice de la hoja, y la presencia de polvo negro en el haz de las hojas.

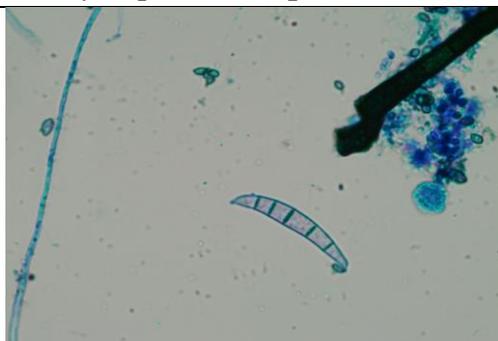
Con el análisis en laboratorio, siguiendo los protocolos, se pudo identificar los siguientes patógenos: *Capnodium* sp, *Alternaria* sp, *Oidium* sp, *Colletotrichum* sp y *Mycosphaerella* sp (Tabla 6). Estos agentes se presentaron de manera generalizada en la ciudad de Loja, abarcando los sectores norte, centro y sur.

Tabla 6. Sintomatología y agente causal de enfermedades fungosas en *Jacaranda mimosifolia*.  
**SINTOMATOLOGÍA DE LA MUESTRA RECOLECTADA EN CAMPO**

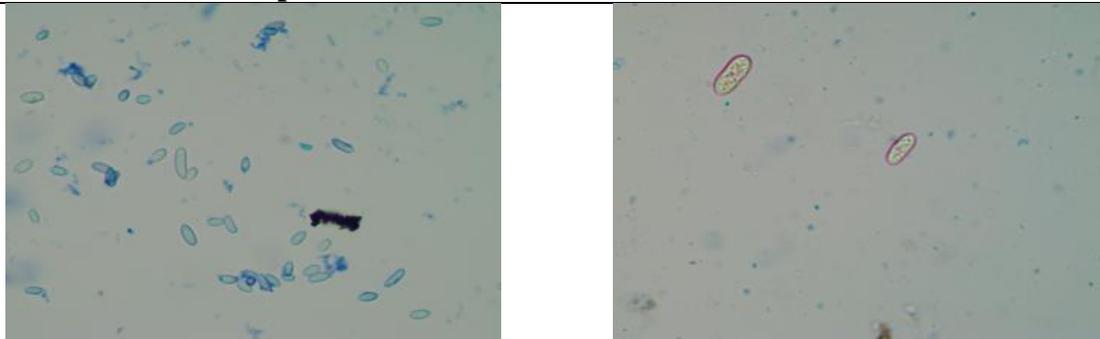


**AGENTE CAUSAL OBSERVADO EN ESTEREOSCOPIO**

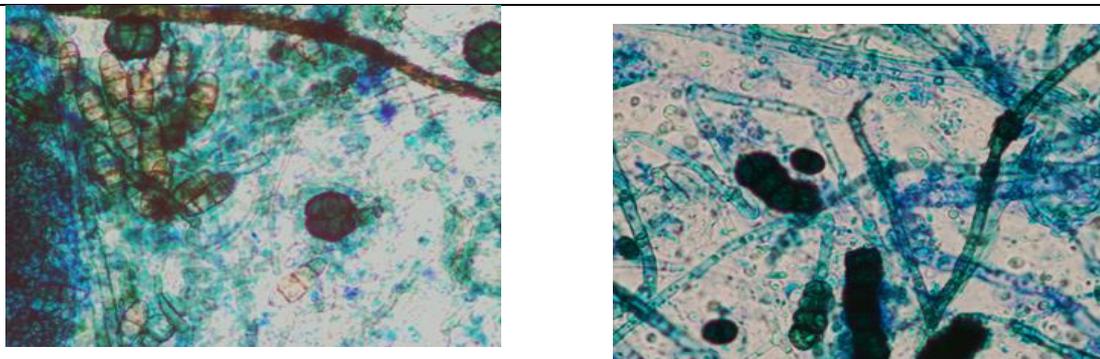
a) *Mycosphaerella* sp



b) *Colletotrichum* sp.



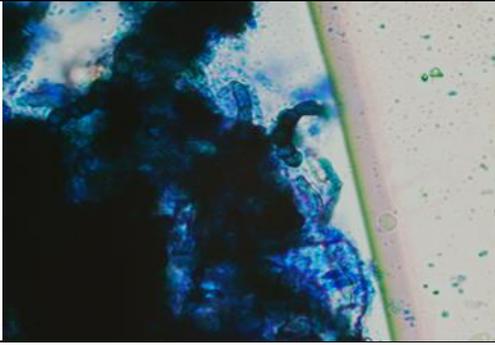
c) *Alternaria* sp



---

**d) *Oidium* sp**

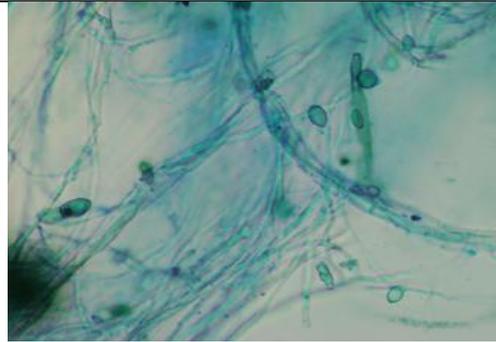
---



---

**e) *Capnodium* sp**

---



**6.5.3. *Salix humboldtiana* Will.**

En la recolección de campo de la especie *Salix* se observaron los siguientes síntomas: amarillamiento, necrosis en los bordes y ápice en ambos lados de la hoja, además tejidos necrosados, presencia de polvo blanquecino y negro en el haz de la hoja

Al realizar el análisis en el laboratorio revelaron que los patógenos *Colletotrichum* sp y *Alternaria* sp mostraron incidencia en los tres sectores de la ciudad de Loja. Por otro lado, *Mycospaherella* sp predominaron en el sector centro y sur de la ciudad, a diferencia de *Oidium* sp que predomina en el sur (Tabla 7).

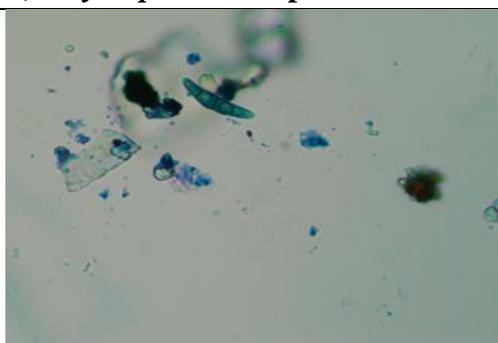
Tabla 7. Sintomatología y agente causal de enfermedades fungosas en *Salix humboldtiana*.

**SINTOMATOLOGÍA DE LA MUESTRA RECOLECTADA EN CAMPO**

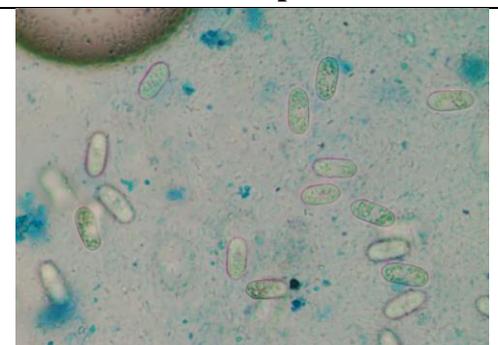


**AGENTE CAUSAL OBSERVADO EN ESTEREOSCOPIO**

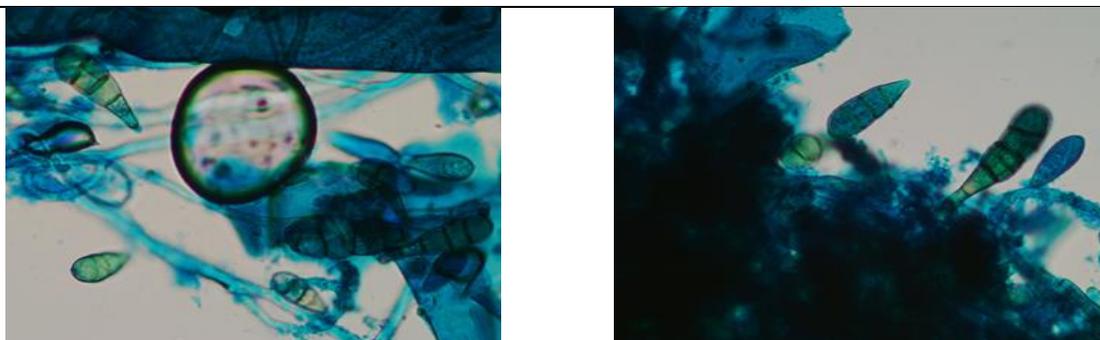
a) *Mycosphaerella* sp



b) *Colletotrichum* sp



c) *Alternaria* sp



---

d) *Oidium* sp

---



**6.5.4. *Cedrela montana* Moritz ex Turcz.**

En el proceso de identificación en campo de los síntomas de la especie *Cedrela montana* se observaron diversas manifestaciones tales como: necrosis en el ápice de la hoja, amarillamiento, clorosis y presencia de polvo blanco en el haz de la hoja.

En laboratorio, con los síntomas escritos, se logró identificar la presencia de varios patógenos. Entre ellos se encontraron *Capnodium* sp, *Alternaria* sp y *Colletotrichum* sp, las cuales mostraron incidencia en los tres sectores evaluados (centro, norte y sur). Adicionalmente, se identificó la presencia de *Oidium* sp en el centro y sur, mientras que *Phytophthora* sp y *Mycosphaerella* sp, se detectaron en el sector norte y sur de la ciudad de Loja (Tabla 8).

**Tabla 8.** Sintomatología y agente causal de enfermedades fungosas en *Cedrela Montana*.

---

**SINTOMATOLOGÍA MUESTRA RECOLECTADA EN CAMPO**

---

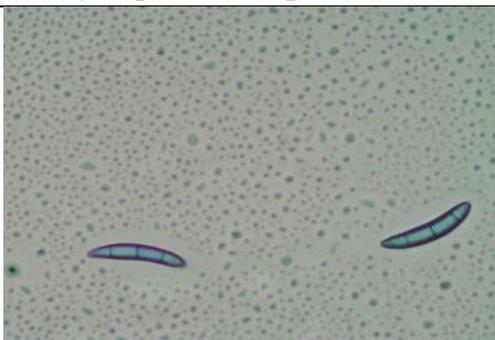


---

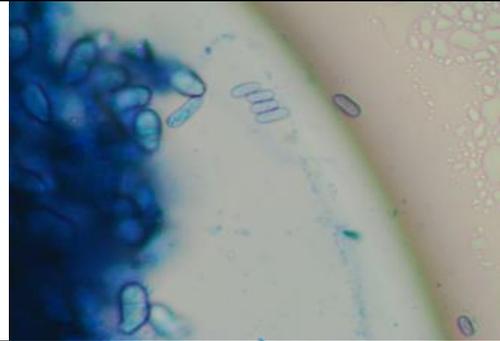
**AGENTE CAUSAL OBSERVADO EN ESTEREOSCOPIO**

---

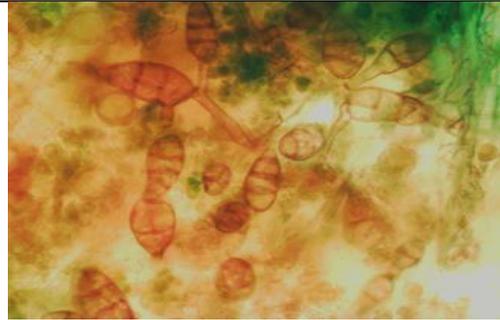
a) *Mycosphaerella* sp



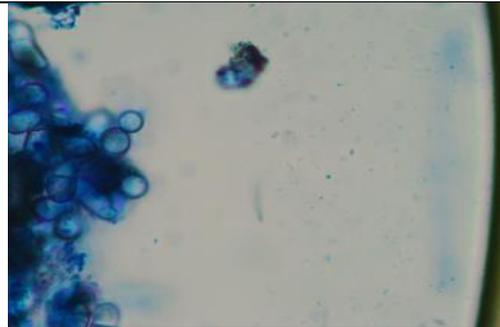
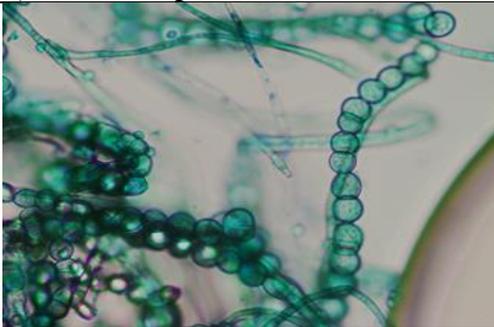
**b) *Colletotrichum* sp**



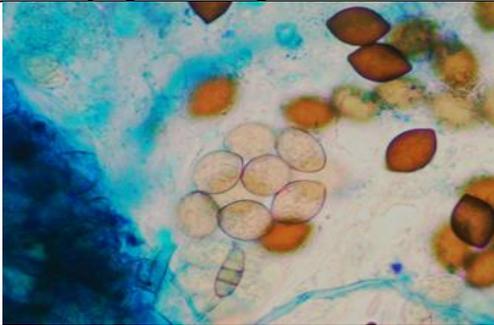
**c) *Alternaria* sp**



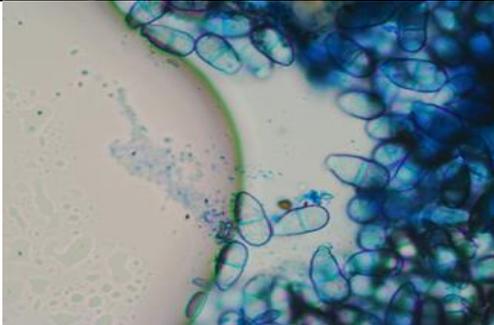
**d) *Oidium* sp**



**e) *Phytophthora* sp**



**f) *Capnodium* sp**

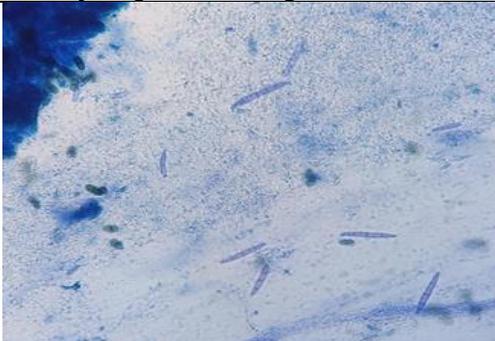
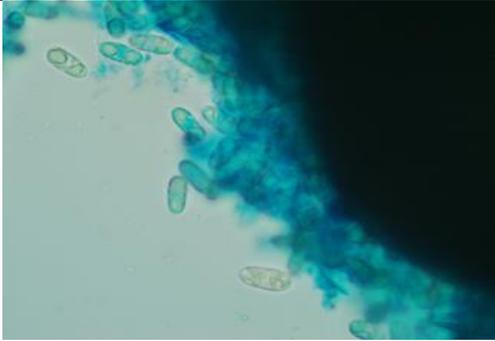
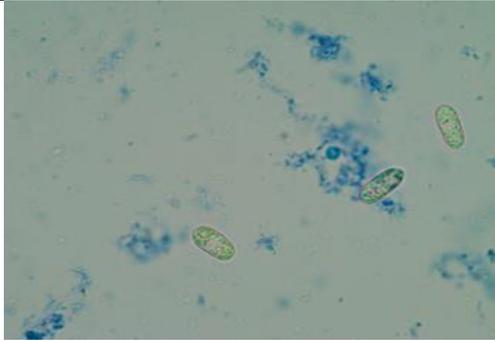


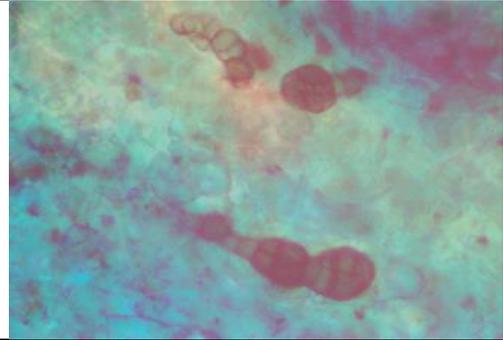
### 6.5.5. *Acacia melanoxylo*n R.Br.

Durante el proceso de identificación de síntomas en el campo de la especie *Acacia melanoxylo*n, se evidenciaron características distintivas en las hojas, como necrosis en el ápice y borde, acompañadas de halos amarillos. De igual forma, se notó la presencia de polvos blancos en el haz de las hojas, junto con tejidos necrosados y áreas afectados por clorosis.

Con el aislamiento se pudo observar que los patógenos *Capnodium* sp, *Colletotrichum* sp, y *Mycosphaerella* sp, tienen incidencia en los sectores norte, centro y sur evaluados. También solo en el sector norte y sur se encontró *Alternaria* sp y, finalmente *Oidium* sp (Tabla 9).

Tabla 9. Sintomatología y agente causal de enfermedades fungosas en *Acacia melanoxylo*n.

SINTOMATOLOGÍA DE LA MUESTRA RECOLECTADA EN CAMPO	
	
AGENTE CAUSAL OBSERVADO EN ESTEREOSCOPIO	
a) <i>Mycosphaerella</i> sp	
	
b) <i>Colletotrichum</i> sp	
	
c) <i>Alternaria</i> sp	



---

d) *Oidium sp*

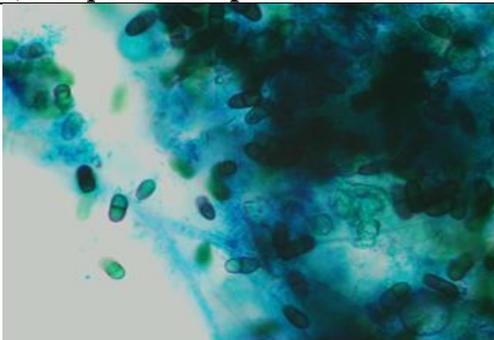
---



---

e) *Capnodium sp*

---



#### 6.5.6. *Schinus molle* L.

En campo, en la especie *Schinus molle* se identificaron los siguientes síntomas: canchales hundidos hacia el envés de la hoja, manchas necróticas en las diferentes partes de la hoja y frutos, polvo negro en el haz y envés y manchas de color amarillo rodeados de manchas marrones.

Con la sintomatología anteriormente descrita, en aislamiento en el laboratorio se identificaron varios patógenos. En los tres sectores norte, centro y sur de la ciudad de Loja. Los agentes patógenos *Oidium sp*, *Colletotrichum sp*, *Alternaria sp*, tuvieron incidencia, por otro lado, *Mycosphaerella sp* se detectó en el sector norte y sur de la ciudad de Loja (Tabla 10).

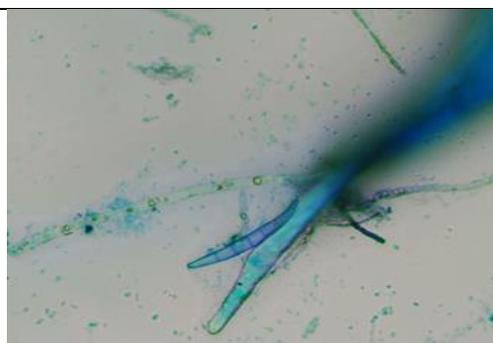
Tabla 10. Sintomatología y agente causal de enfermedades fungosas en *Schinus molle*.

**SINTOMATOLOGÍA MUESTRA RECOLECTADA EN CAMPO**

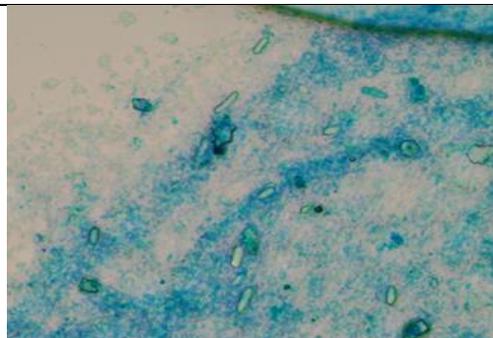
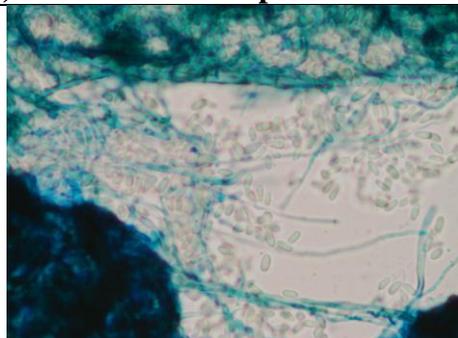


**AGENTE CAUSAL OBSERVADO EN ESTEREOSCOPIO**

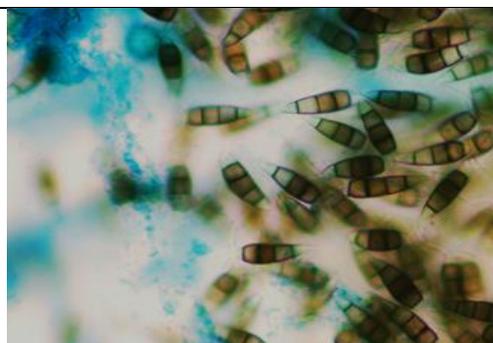
a) *Mycosphaerella* sp



b) *Colletotrichum* sp



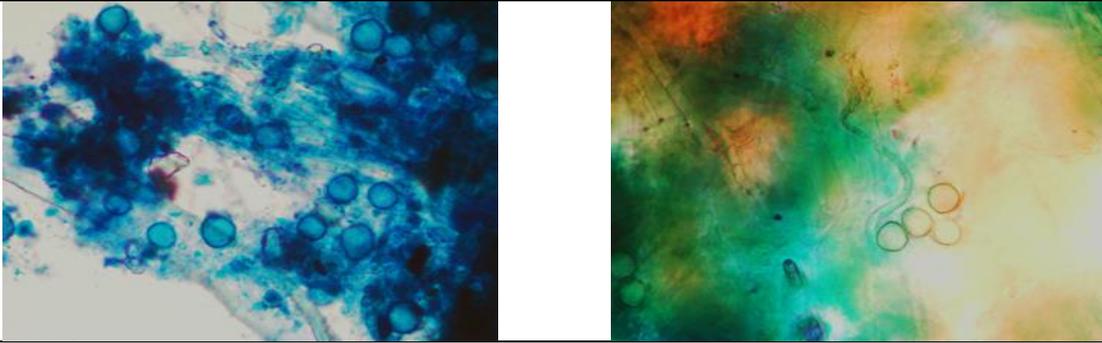
c) *Alternaria* sp



---

**d) *Oidium* sp**

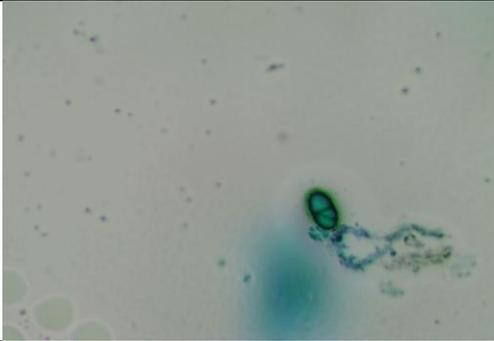
---



---

**e) *Capnodium* sp**

---



**6.5.7. *Fraxinus chinensis* Roxb.**

La especie *Fraxinus chinensis* del material vegetal colectado, mostró los siguientes síntomas: tejidos necrosados, manchas necróticas y polvo grisáceo en diferentes partes de la hoja. Además, se observa manchas de color amarillo pálido en el haz de las hojas.

En el laboratorio, tras el aislamiento de muestras, se identificaron varios patógenos asociados a estos síntomas. Entre ellos, *Capnodium* sp y *Colletotrichum* sp demostraron incidencia en los sectores norte, centro y sur. En cambio, *Oidium* sp. se manifestó en los sectores norte y sur. *Cercospora* sp en los sectores norte y centro, mientras que *Alternaria* sp en los sectores centro y sur. Adicionalmente, se registró la presencia de *Mycosphaerella* sp únicamente en el sector centro de la ciudad de Loja (Tabla 11).

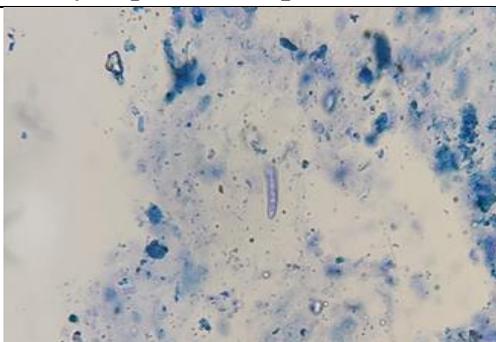
Tabla 11. Sintomatología y agente causal de enfermedades fungosas en *Fraxinus chinensis*.

**SINTOMATOLOGÍA DE LA MUESTRA RECOLECTADA EN CAMPO**

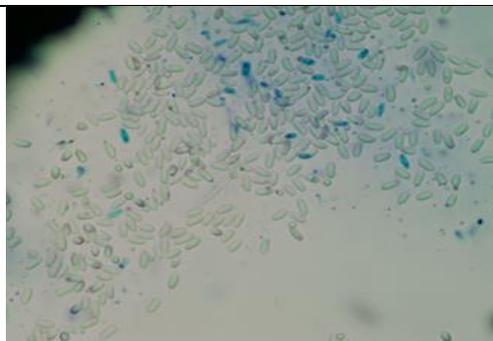
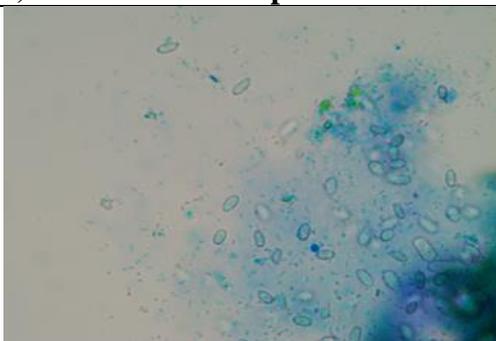


**AGENTE CAUSAL OBSERVADO EN ESTEREOSCOPIO**

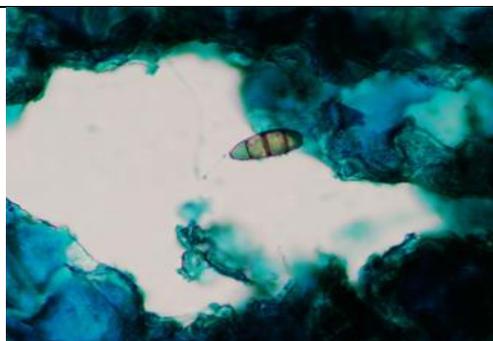
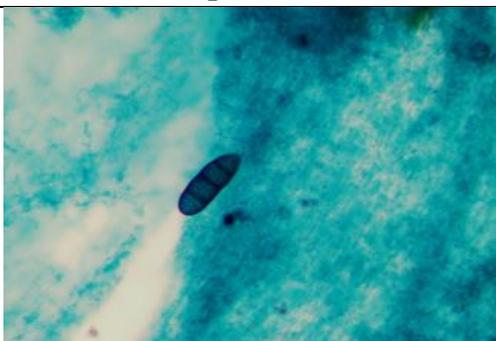
a) *Mycosphaerella* sp.



b) *Colletotrichum* sp



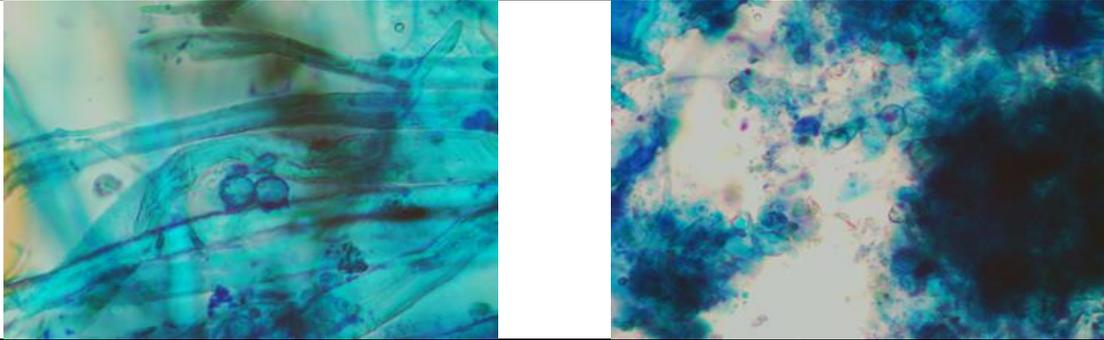
c) *Alternaria* sp



---

d) *Oidium* sp

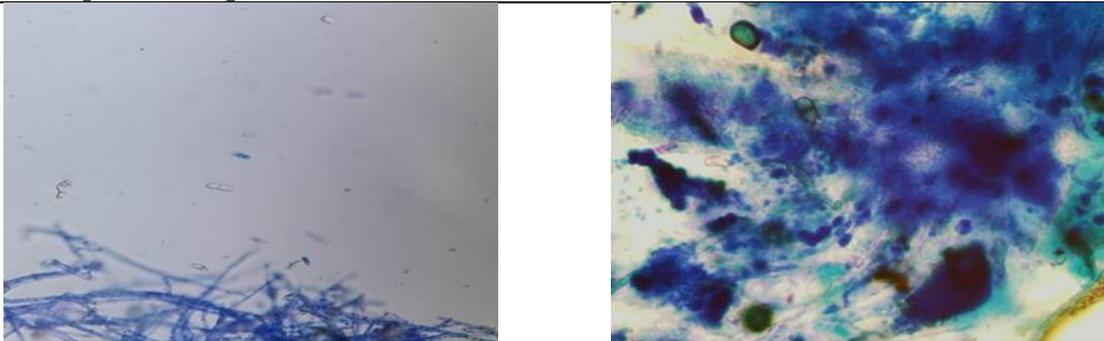
---



---

e) *Capnodium* sp

---



---

f) *Cercospora* sp

---



#### 6.5.8. *Alnus acuminata* Kunth

La especie *Alnus acuminata* evaluada en los diferentes sectores de la ciudad de Loja, presentó los siguientes síntomas: manchas necróticas distribuidas en diferentes partes de la hoja, tejidos necrosados. Además, presentaron manchas marrones rodeadas por un halo amarillento en el haz, también hubo la presencia de polvo negro en ambos lados de la hoja y polvo blanco en el haz de las hojas y moteados amarillos en diferentes partes de la hoja (nervadura, ápice y bordes).

Con los síntomas anteriores se identificaron los siguientes agentes causales: *Oidium* sp, *Colletotrichum* sp y *Alternaria* sp en los sectores centro, norte y sur, en cambio *Mycosphaerella* sp solo en los sectores norte y centro de la ciudad de Loja (Tabla 12).

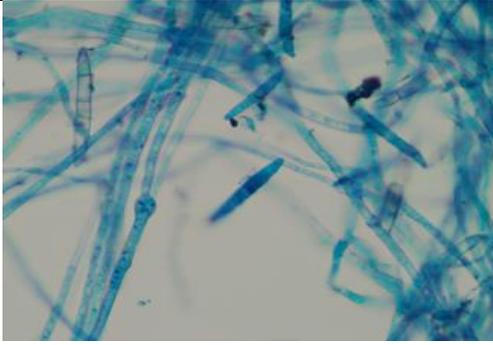
**Tabla 12.** Sintomatología y agente causal de enfermedades fungosas en *Alnus acuminata*.

**SINTOMATOLOGÍA DE LA MUESTRA RECOLECTADA EN CAMPO**

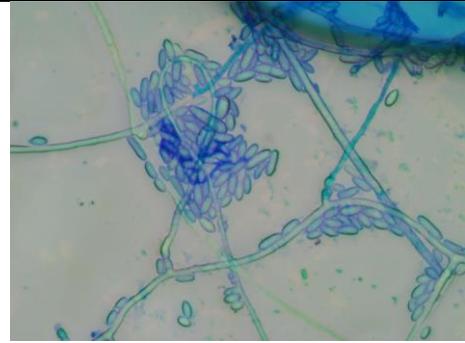
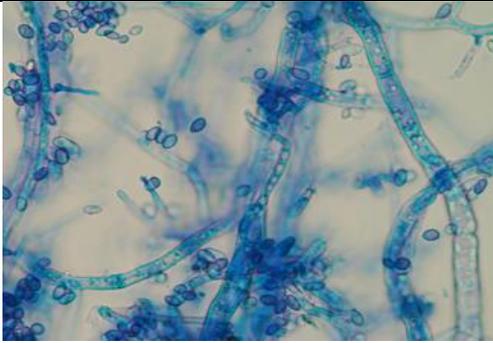


**AGENTE CAUSAL OBSERVADO EN ESTEREOSCOPIO**

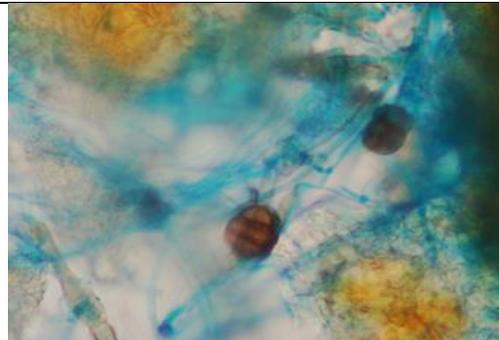
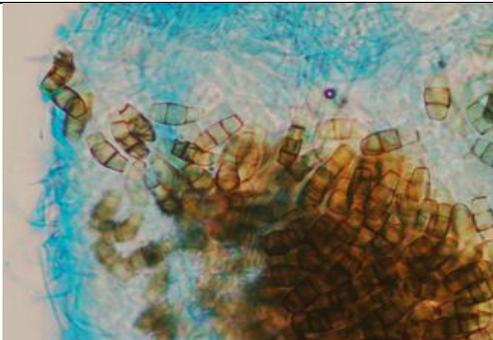
a) *Mycosphaerella* sp



b) *Colletotrichum* sp



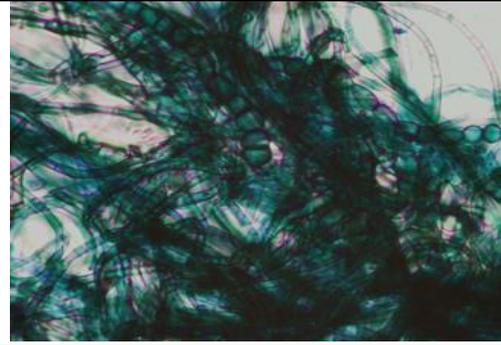
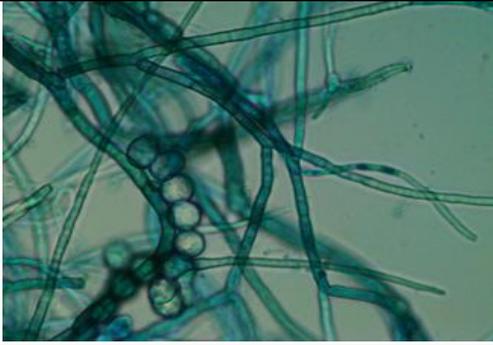
c) *Alternaria* sp



---

d) *Oidium* sp

---



**6.5.9. *Callistemon lanceolatus* Sweet.**

En la recolección de campo, la especie *Callistemon lanceolatus*, presentó varios síntomas: polvo blanquecino en varias partes de la hoja (ápice, nervadura y bordes). De igual forma hubo la presencia de polvo negro o costra negruzca en el haz de las hojas y en el ápice en ambos lados de la hoja, también la presencia de polvo amarillo en el haz de las hojas, y en algunas hojas presentaron tejidos necrosados.

Una vez realizado el aislamiento se pudo identificar los patógenos que ocasionaban la sintomatología antes descrita. En sectores centro, norte y sur, se presentaron *Alternaria* sp y *Colletotrichum* sp. Por otro lado, *Capnodium* sp se presentó en el sector norte y sur, *Oidium* sp solamente en el sector norte y *Mycosphaerella* sp en el sur de la ciudad de Loja (Tabla 13).

Tabla 13. Sintomatología y agente causal de enfermedades fungosas en *Callistemon lanceolatus*.

---

**SINTOMATOLOGÍA MUESTRA RECOLECTADA EN CAMPO**

---



---

**AGENTE CAUSAL OBSERVADO EN ESTEREOSCOPIO**

---

a) *Mycosphaerella* sp

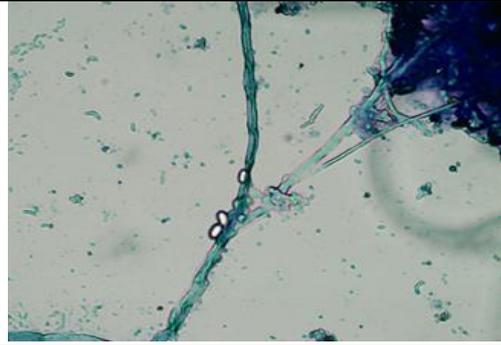
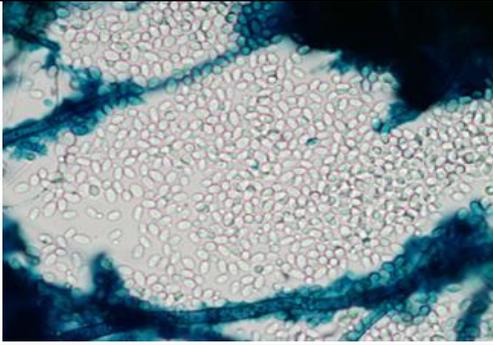
---



---

**b) *Colletotrichum* sp**

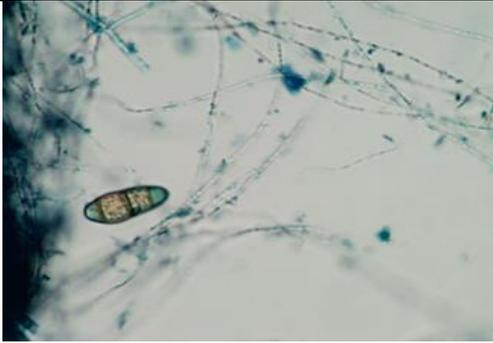
---



---

**c) *Alternaria* sp**

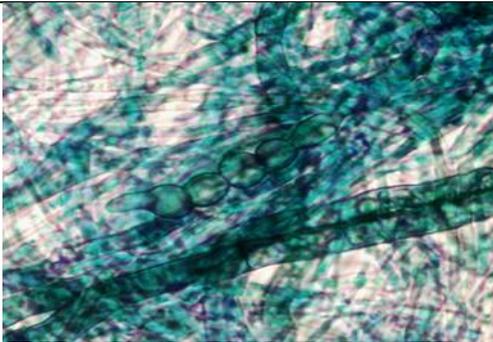
---



---

**d) *Oidium* sp**

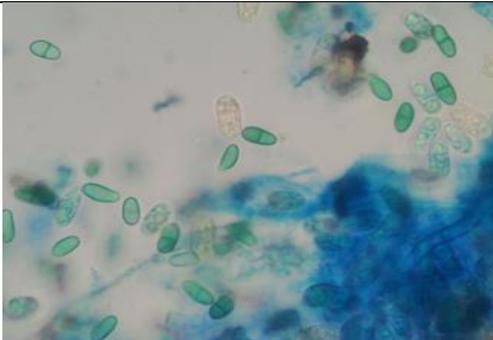
---



---

**e) *Capnodium* sp**

---



### 6.5.10. Clasificación taxonómica de los agentes causales

En el sector urbano de la ciudad de Loja se presentaron los siguientes agentes: *Phytophthora* sp (manchas necróticas), *Mycosphaerella* sp (muerte descendente), *Oidium* sp (polvo gris-blanquecino), *Alternaria* sp (manchas necróticas y necrosis), *Colletotrichum* sp (manchas cafés, marrones o clorosis), *Cescospora* sp. (manchas grises con el borde café), *Capnodium* sp (polvo negro). Estos agentes causales estuvieron presentes el sector norte, centro y sur (Tabla 14). En el anexo 6 se muestran los métodos preventivos y de control de manera general.

Tabla 14. Descripción taxonómica de los agentes causales de las sintomatologías presentes en las especies evaluadas del arbolado urbano de la ciudad de Loja.

a) <i>Phytophthora</i> sp. (manchas necróticas)		Especies afectadas
<b>Clase</b>	Oomycetos	<i>Cedrela montana</i>
<b>Orden</b>	Peronosporales	
<b>Familia</b>	Pitiaceos	
<b>Género</b>	Phytophthora	
<b>Nombre científico</b>	<i>Phytophthora</i> sp.	
<b>Nombre común</b>	Tizón tardío	
b) <i>Mycosphaerella</i> sp. (necrosis)		Especies afectadas
<b>Clase</b>	Dothideomycetes	<i>Cupressus macrocarpa</i>
<b>Orden</b>	Capnodiales	<i>Jacaranda mimosifolia</i>
<b>Familia</b>	Mycosphaerellaceae	<i>Salix humboldtiana</i>
<b>Género</b>	Mycosphaerella	<i>Cedrela montana</i>
<b>Nombre científico</b>	<i>Mycosphaerella</i> sp.	<i>Acacia melanoxylon</i>
		<i>Schinus molle</i>
		<i>Fraxinus chinensis</i>
<b>Nombre común</b>	<i>Mycosphaerella</i> sp.	<i>Alnus acuminata</i>
		<i>Callistemon lanceolatus</i>
c) <i>Oidium</i> sp. (polvo gris-blanquecino)		Especies forestales
<b>Clase</b>	Leotiomycetes	<i>Cupressus macrocarpa</i>
<b>Orden</b>	Erysiphales	<i>Salix humboldtiana</i>
<b>Familia</b>	Erysiphaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i>
<b>Género</b>	Oidium	<i>Cedrela montana</i>
<b>Nombre científico</b>	<i>Oidium</i> sp.	<i>Acacia melanoxylon</i>
		<i>Schinus molle</i>
		<i>Fraxinus chinensis</i>
<b>Nombre común</b>	Oídio o cenicilla	<i>Alnus acuminata</i>
		<i>Callistemon lanceolatus</i>
d) <i>Alternaria</i> sp. (manchas necróticas y necrosis)		Especies forestales
<b>Clase</b>	Dothideomycetes	<i>Cupressus macrocarpa</i>
<b>Orden</b>	Pleosporales	<i>Jacaranda mimosifolia</i>

<b>Familia</b>	Pleosporaceae	<i>Salix humboldtiana</i>
<b>Género</b>	Capnodium	<i>Cedrela montana</i>
<b>Nombre científico</b>	<i>Alternaria</i> sp.	<i>Acacia melanoxylon</i>
		<i>Schinus molle</i>
<b>Nombre común</b>	Necrosis	<i>Fraxinus chinensis</i>
		<i>Alnus acuminata</i>
		<i>Callistemon lanceolatus</i>

e) *Colletotrichum* sp. (manchas marrones, clorosis)

**Especies forestales**

<b>Clase</b>	Sordariomycetes	<i>Cupressus macrocarpa</i>
<b>Orden</b>	Glomerellales	<i>Jacaranda mimosifolia</i>
<b>Familia</b>	Glomerellaceae	<i>Salix humboldtiana</i>
<b>Género</b>	Colletotrichum	<i>Cedrela montana</i>
<b>Nombre científico</b>	<i>Colletotrichum</i> sp.	<i>Acacia melanoxylon</i>
		<i>Schinus molle</i>
		<i>Fraxinus chinensis</i>
		<i>Alnus acuminata</i>
<b>Nombre común</b>	Antracnosis	<i>Callistemon lanceolatus</i>

f) *Cercospora* sp. (manchas marrones, necrosis y polvo gris)

**Especies forestales**

<b>Clase</b>	Dothideomycetes	<i>Fraxinus chinensis</i>
<b>Orden</b>	Capnodiales	
<b>Familia</b>	Mycosphaerelaceae	
<b>Género</b>	Cercospora	
<b>Nombre científico</b>	<i>Colletotrichum</i> sp.	
<b>Nombre común</b>	<i>Manchas foliares</i>	

g) *Capnodium* sp. (polvo negro)

**Especies forestales**

<b>Clase</b>	Ascomycetes	<i>Cupressus macrocarpa</i>
<b>Orden</b>	Capnodiales	<i>Jacaranda mimosifolia</i>
<b>Familia</b>	Capnodiaceae	<i>Cedrela montana</i>
<b>Género</b>	Capnodium	<i>Acacia melanoxylon</i>
<b>Nombre científico</b>	<i>Capnodium</i> sp.	<i>Schinus molle</i>
		<i>Fraxinus chinensis</i>
<b>Nombre común</b>	Costra negruzca/Fumangina	<i>Callistemon lanceolatus</i>

## 7. Discusión

### 7.1. Aspectos ecológicos del arbolado urbano

#### 7.1.1. *Especies nativas vs especies introducidas*

De las nueve especies estudiadas en el arbolado urbano, tres son nativas: *Cedrela montana*, *Alnus acuminata* y *Schinus molle*, con un 33,3 % de presencia. A diferencia de las introducidas, en donde hubo un registro de seis especies, correspondiendo el 66,7 % de las especies analizadas. Pucha et al. (2023) en la investigación del arbolado urbano de Loja, reporta que el 37,36 % son especies nativas y el 62,54 % lo conforman las especies exóticas. En el estudio arbolado urbano del Chaco en Argentina por Ortiz y Luna (2019) identificaron que el 31 % son especies nativas y el 69 % son especies exóticas, datos que coinciden con lo encontrado en este estudio. Se puede acotar que las especies exóticas existen en mayor porcentaje en el arbolado urbano en la ciudad de Loja. Ramos (2019) argumenta que, las especies nativas no son las que presentan mayor abundancia en el arbolado urbano debido a su elevado costo de obtención, crecimiento lento, dificultad de conseguir semilla y plántulas certificadas.

Sánchez y Artavia, (2013) manifiestan que las especies exóticas son preferidas en las urbes por su crecimiento rápido, generan mayor belleza escénica y son resistentes a la contaminación. Sin embargo, Román et al., (2019), recomienda que del 75 al 80 % de las especies forestales urbanas deben ser nativas, debido a la adaptación que tienen al suelo, al clima (Alnis, 2005) y resistencia a plagas y enfermedades locales (European Food Safety Authority, 2023) y complementarse con especies exóticas. Además, es importante tener en cuenta que la diversificación de una especie no debe exceder el 5 % de su abundancia (Velasco et al., 2013), y según Ledesma (2008), ninguna especie debe representar más del 15 % de abundancia total en áreas urbanas. Ambos autores enfatizan la importancia de la diversificación del arbolado, ya que reduce la incidencia de plagas y enfermedades.

#### 7.1.2. *Variables dasométricas*

En el estudio realizado, la especie *Cupressus macrocarpa* presenta un DAP promedio de 56,78 cm. Sin embargo, en una investigación llevada a cabo en el catón Urcuquí, Imbabura (Quiroz, 2020), se encontró que esta misma especie tiene un DAP menor, con un promedio de 28,81 cm.

En cuanto a la altura total, el estudio reveló que *Salix humboldtiana* fue la especie que sobresalió, con un promedio de 11,39 m, mientras que *Callistemon lanceolatus* registró la menor altura, con 7,08 m; resultado similar al obtenido por Lima (2024), donde *Salix*

*humboldtiana* reporta mayor altura promedio de 10,30 m, y *Callistemon lanceolatus* como la menor con 7,1 m.

El mayor diámetro de copa registrado en la investigación fue de *Salix humboldtiana*, con 10,30 m resultados que concuerdan con los de Chimbo (2023), según perfiles horizontales en un estudio, menciona que *Salix humboldtiana* es un árbol frondoso con un diámetro de copa de 10 metros. Estos hallazgos respaldan los resultados obtenidos en la investigación realizada.

Estos resultados resaltan la importancia de considerar el entorno en el que crecen los árboles. Con ello, es importante señalar que el crecimiento de los árboles en entornos urbanos es dinámico y está influenciado por una serie de factores, como suelos compactados, degradados, limitaciones de espacio debido a la infraestructura urbana y actos de vandalismo, entre otros. Estos factores pueden afectar tanto en la parte aérea como las raíces de los árboles, lo que los hace más susceptibles a enfermedades y dificultar su crecimiento (Alvarado et al., 2014); (Jiménez, 2013); (Secretaría de ambiente de Quito, 2019). Además, se observa que las variables muestran un mayor crecimiento en el arbolado urbano cuando están alejadas de infraestructuras colindantes, bordes de zonas urbanas y calles (Jiménez et al., 2017). Por lo tanto, estos hallazgos ayudan a entender el crecimiento de las diferentes especies del arbolado urbano, debido a que las zonas urbanas presentan entornos no adecuados para el correcto desarrollo de las especies forestales.

## **7.2.Fenología**

En los meses de agosto a octubre correspondientes al 2023 *Callistemon lanceolatus* presentó en todos sus individuos flores y, *Cedrela montana* el 86 % de los individuos evaluados. Como lo mencionan Almeida y Lima (2014), la floración del género *Callistemon* empieza a finales junio y puede durar hasta los meses de octubre a noviembre y los frutos pueden perdurar por años (Rojas y Torres, 2012). Además, esta especie se caracteriza por tener rápido crecimiento y ser de flor abundante (Álvarez et al., 2012).

La que presentó menos presencia de flores fue *Alnus acuminata*, según CANABIO (1987), esta especie empieza a florecer los meses de febrero a marzo y la fructificación se presenta durante los meses de junio a diciembre (Red de Viveros de Biodiversidad, 2020). Aponte y San Martín (2011), en su investigación en Vilcabamba, mencionan que la fenología en *Alnus acuminata* y *Cedrela montana*, al ser especies caducifolias, se caracterizan por la pérdida de sus flores y frutos durante el año. Estas especies mantienen sus hojas, flores y frutos en mayor o menor cantidad según los periodos de precipitación. Sin embargo, en épocas secas, la floración y el follaje se ven afectadas significativamente.

La fructificación tuvo mayor representación en la especie *Cupressus macrocarpa*. Según Mamani (2014), los frutos empiezan desarrollarse en los meses de abril a junio, aunque como lo explica el Instituto Nacional de Bosques (2017) el género *Cupressus* mantiene sus frutos maduros durante todos los meses del año y recomienda la recolección de frutos en los meses de septiembre a diciembre. Además, la aparición de estróbilos (fruto falso) en esta especie inicia alrededor de los 3 a 4 años de edad y pueden pasar dos años hasta que estos se abran (Pomacahua, 2011).

Conocer la fenología y fructificación de las especies forestales es crucial para diagnosticar la salud de un árbol. Esto ayuda a evitar confundir la pérdida natural de las hojas o frutos en especies caducifolias durante ciertos periodos del año con síntomas causados por agentes patógenos, lo que favorecería en el diagnóstico y el manejo sanitario del arbolado urbano.

### **7.3. Variables climáticas**

El desarrollo de los hongos se influenciado por una variedad de factores tanto endógenos como exógenos. Entre los factores exógenos, las variables climáticas juegan un papel crucial (Rivera y Codina, 1997). Para que estos agentes fitopatógenos prosperen se requieren condiciones adecuadas de temperatura, humedad, luz y presencia de agua en el ambiente, las cuales afectan el grado de ataque al hospedador. Los hongos pueden sobrevivir en un rango de temperatura amplio, que va desde los -5 hasta los 45 °C, pero su desarrollo óptimo es entre los 15 a 28 °C. En el contexto de esta investigación, la temperatura en la ciudad de Loja oscila entre los 14 °C y los 18 °C, lo que proporciona condiciones idóneas para el desarrollo de hongos (Morales, 2021); (López et al., 2013);(Velázquez et al., 2017).

Como señala Velázquez et al (2017), muchos hongos requieren de agentes externos para infectar a las plantas, y estos agentes pueden incluir el viento, el agua, insectos y la actividad humana. La diseminación de hongos, en su mayoría, ocurre en inflorescencias sanas, facilitada por la lluvia y el viento. Durante las precipitaciones, las partes infectadas de la planta pueden generar salpicaduras al ser impactadas por el agua, lo que a su vez facilita la dispersión de conidios hacia parte sanas de la misma planta u otras. Es importante destacar que la cantidad y frecuencia de la lluvia afectan la diseminación del hongo, y este proceso también está influenciado por condiciones edáficas, especies vegetales y factores ambientales (Morales, 2021); (López et al., 2013).

La temperatura y la humedad relativa adecuadas ayudan a que el hongo se desarrolle en perfectas condiciones, como lo menciona Orellana (2014), que los hongos en lugares con la humedad relativa entre los 70 al 80 % tienen un espacio adecuado para su desarrollo. A su vez,

Limaco et al. (2010), en su investigación de hongos ambientales en mercados en Perú, determinó que la humedad relativa entre los 59 -70 % y temperatura entre los 15-25 °C son condiciones adecuadas para el desarrollo de hongos. Estos datos son similares a los parámetros que tiene la ciudad de Loja, en donde, en los meses de estudio la humedad relativa tuvo una oscilación entre los 66 % hasta el 78 %.

Según Cortéz y Landa (2019), las variables climáticas determinan el crecimiento, desarrollo y dispersión de los hongos fitopatógenos. Además, explican que estos agentes patógenos con las condiciones favorables, pueden expandirse a más lugares, ser más agresivos y cambiar su interacción con el hospedador. En el contexto de esta investigación, la temperatura, la humedad relativa y las precipitaciones presentan las condiciones idóneas para el desarrollo de hongos. Estos datos climáticos son importantes ya que permite comprender como puede influir el crecimiento de enfermedades fungosas en el arbolado de la ciudad de Loja.

#### **7.4.Sintomatología**

En el arbolado urbano de la ciudad de Loja, se registraron varios síntomas entre la cuales destaca: necrosis 75 % y clorosis 70 %. A su vez Valcárcel (1995), menciona que estos síntomas son lo más representativos cuando existen enfermedades foliares. Según (Armijos, 2024; Lima, 2024; Troya, 2023) en la ciudad de Loja los síntomas que destacan son necrosis 95 % y clorosis 70 %, las cuales se presentaron en las todas especies evaluadas en sus respectivas investigaciones. A su vez, en un estudio realizado en Cuenca (Saldaña y Vera, 2019) menciona que la clorosis tuvo 8 % de incidencia como uno de los síntomas con menor porcentaje en el arbolado urbano, dato que difiere con lo reportado en esta investigación.

La necrosis es producto de la destrucción celular, se manifiesta en el tejido oscureciéndolo(Contreras et al., 2012). Como argumenta Ormeño (2023), la zona apical de las hojas es el sitio en donde más se presenta debido a la condiciones ambientales y áreas de siembra inadecuadas, propias de las zonas urbanas. En cuanto a este síntoma, al relacionarlo a un hongo fitopatógeno, Arguedas et al. (2020) menciona, que es por causa de *Calletotrichum* sp (antracnosis), que provoca áreas necróticas en diferentes partes de las hojas coincidiendo también con la necrosis y manchas necróticas observadas en las nueve especies evaluadas en la urbe lojana.

En cuanto a la clorosis, un síntoma común en las plantas, afecta al follaje debido a la destrucción de la clorofila o a dificultades en su producción (Contreras et al., 2012). Mercado (2021), afirma que, la clorosis puede ser debido a la falta de carbohidratos, exceso de calcio, algunos pesticidas o riego. En el caso que el síntoma sea provocado por algún

fitopatógeno, la clorosis se presenta debido a que los tejidos xilemáticos están afectados y/o necrosados, lo cual impide el correcto flujo de las sales minerales y agua hacia la planta. Al relacionarlo con una enfermedad, mencionan Lezcano et al. (2024), que *Alternaria* sp, *Cercospora* sp, *Fumagina* sp provocan clorosis en las hojas.

Los síntomas en el arbolado urbano son variados y pueden ser provocados por diversos hongos fitopatógenos u otros agentes patógenos, deficiencia de nutrientes o traumas (Mercado, 2021). La clorosis o necrosis, por ejemplo, pueden ser el resultado de múltiples factores y no únicamente de una causa específica. Para facilitar la identificación, Langham (2002) clasifica a los síntomas según la sobreproducción, subproducción y necrosis celular en los diferentes tejidos de la planta. Es importante realizar pruebas en laboratorio, ya que permite confirmar la causa de los síntomas observados y, con ello incorporar estrategias de control de enfermedades.

### **7.5. Agente causal**

En la evaluación del estado fitosanitario del arbolado urbano de Loja todas las especies de estudio tuvieron presencia de alguna enfermedad fúngica: *Mycosphaerella* sp, *Oidium* sp, *Alternaria* sp, *Cercospora* sp, *Canpodium* sp, *Phytophthora* sp, y *Colletotrichum* sp con mayor incidencia, con una frecuencia de cinco enfermedades por especie.

La presencia de enfermedades fungosas es dada por varios factores uno de ellos es la poda inadecuada o daño mecánico, donde se observa la presencia de heridas que son un medio para el desarrollo de un hongo patógeno. Como lo menciona Belezaca et al. (2021), en su estudio, determinan que las heridas mecánicas provocadas por el ser humano, como podas y/o cortes con diferentes objetos accidentales o provocados, son las principales puertas de ingreso para la infestación de hongos fitopatógenos. Arias y Jeres (2008), argumentan que la contaminación por enfermedades fungosas puede ser por factores abióticos. Además, en un estudio realizado por Giraldo et al. (2022) muestran que la lejanía de los árboles de las vías disminuye la presencia de hongos, pero aumenta la presencia de insectos. Los árboles de la ciudad de Loja presentan, en su mayoría, lesiones mecánicas producto de las podas o vandalismo. Además, la mayoría están en la rivera de los ríos, por lo que estos tienen las condiciones aptas para la proliferación de enfermedades.

En su investigación en la Ciudad de Guayaquil, Rizzo (2022) encontró que *Colletotrichum* sp fue el hongo fitoparásito más prevalente, identificado en 18 especies forestales, seguido de *Alternaria* sp, presente en 13 especies. Además, se registró la aparición exclusiva de *Phytophthora* sp en una especie forestal. Por otro lado, Condori (2020), indica que, en parques y jardines de cuatro distritos de la provincia de Huamanga, las principales

enfermedades fueron *Alternaria* sp, *Oidium* sp y *Colletotrichum* sp, y menciona que *Cercospora* sp solo afectó a una especie forestal. Estos resultados, concuerdan con los del estudio anterior, donde *Alternaria* sp, *Oidium* sp y *Colletotrichum* sp fueron las enfermedades más frecuentes, *Cercospora* sp y *Phytophthora* sp se encontraron solo en una especie cada una.

Uno de los hongos con menor incidencia fue *Phytophthora* sp, este fitopatógeno es destructivo y peligrosos en cultivos, plantaciones forestales o ecosistemas naturales (Blair et al., 2008). Este hongo para ser agresivo necesita temperaturas mayores a los 25 °C y humedades relativas altas de 90 % (Blair et al., 2008; Castillo y Torres, 2015).

En la descripción de los síntomas relacionados a enfermedades fungosas, tal como lo mencionan Robledo et al. (2019), las láminas negras y ásperas en la superficie de hojas, flores y frutos, son producto de la actividad de hongos como *Capnodium* sp, *Cladosporium* sp y *Meliola* sp. Por otro lado, Chuchón (2020) determina, que el polvo negro se manifiesta como una película oscura en las hojas afectadas, siendo generada por el hongo *Capnodium* sp. Otro síntoma es la “cenicilla polvorienta”, que presenta un color blanquecino grisáceo en las superficies de las hojas, generado por *Oidium* sp, el cual también puede provocar decoloraciones, necrosis y caída de follaje, (Arguedas et al., 2020). A su vez, Reséndiz et al. (2015) también mencionan la presencia de *Alternaria* sp, manifestándose con síntomas de manchas necróticas y clorosis foliar. La descripción de los síntomas provocados por hongos fitopatógenos mencionados por los autores es similar a los descritos en la presente investigación.

## 8. Conclusiones

- Los principales síntomas con mayor incidencia fueron necrosis, clorosis y manchas amarillas, además, se registraron polvo blanco-grisáceo, tejidos necrosados, manchas marrones y polvo negro en las nueve especies estudiadas. Además, estos síntomas no presentaron diferencias significativas entre los sectores (centro, norte y sur).
- Las especies forestales del arbolado urbano que mayor presencia de síntomas registraron fueron *Acacia melanoxylon*, *Callistemon lanceolatus*, *Fraxinus chinensis*, *Salix humoldtiana* y *Schinus molle* y la que menos síntomas tuvo fue *Cupressus macrocarpa* en la urbe de Loja.
- Los agentes causales con mayor incidencia fueron *Colletotrichum* sp, *Alternaria* sp, *Oidium* sp, y *Mycosphaerella* sp, encontradas en las nueve especies forestales y en los tres sectores de la ciudad de Loja. También, se identificaron otros hongos como: *Cercospora* sp, *Capnodium* sp y *Phytophthora* sp.
- *Phytophthora* sp fue uno de los hongos con menor incidencia, presentándose solo en *Cedrela montana*, sin embargo, dado a su carácter agresivo y destructivo es potencial para causar graves daños en otras especies del arbolado urbano, por tanto, la necesidad de un monitoreo continuo y la implementación de medidas preventivas. Su ausencia en el sector centro sugiere una distribución localizada.

## **9. Recomendaciones**

- A partir del reconocimiento temprano de anomalías, especialmente en las hojas de los árboles urbanos, es necesario implementar medidas preventivas y correctivas de manera oportuna, salvaguardando así el adecuado desarrollo y la salud a largo plazo del arbolado urbano.
- Establecer manejos silviculturales regulares y periódicos en el arbolado urbano, los cuales permitirán una identificación temprana de síntomas y agentes patógenos que puedan comprometer a la salud y servicios de los árboles.
- Evaluar las enfermedades fungosas en especies forestales ubicadas en las riberas de los ríos Malacatos y Zamora, esto permitirá determinar si la proximidad a los ríos en el casco urbano influye en el desarrollo de enfermedades.
- Evaluar la relación de los factores ambientales con la incidencia de enfermedades fungosas en el arbolado urbano con la finalidad que permitan establecer estrategias de manejo.

## 10. Bibliografía

- Aguirre, Z. y Yaguana, C. (2013). *Árboles y arbustos de parques y avenidas de Loja*. Loja: Universidad nacional de Loja.
- Alanís, E., Jiménez, J., Mora-Olivo, A., Canizales, P. y Rocha, L. (2014). Estructura y composición del arbolado urbano de un campus universitario del noreste de México. *Revista Iberoamericana de ciencias* , 1(7), 93–101.
- Almeida, M. y Lima, G. (2014). *Análisis de la capacidad y tolerancia que presentan las especies forestales introducidas cepillo rojo (Callistemon Citrinus) y molle (Schinus areira) y las especies vegetales nativas guarango (Mimosa quitensis) y chilca (Baccharis latifolia) en suelos contaminados con plomo y níquel en el parque zonal puertas del sol, distrito metropolitano de Quito, 2014*. [ Tesis de pregrado, Universidad Politécnica salesiana sede Quito]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/7141>
- Alvarado, A., Guajardo, F. y Devia, S. (2014). *Manual de Plantación de Árboles en áreas Urbanas*. Corporación Nacional Forestal. Santiago de Chile. Editorial: Maval Ltda. [https://www.conaf.cl/cms/editorweb/institucional/Manual\\_de\\_Plantacion\\_de\\_Arboles\\_en\\_Areas\\_Urbanas.pdf](https://www.conaf.cl/cms/editorweb/institucional/Manual_de_Plantacion_de_Arboles_en_Areas_Urbanas.pdf)
- Álvarez, S., Ramón, J., Bañón, S. y Sanchez, J. (2012). *Crecimiento, relaciones hídricas y parámetros ornamentales de plantas de Callistemon con baja disponibilidad hídrica y regadas con agua salina*. <https://www.researchgate.net/publication/311512597>
- Aponte, R. y Sanmartin, J. (2011). *Fenología y ensayos de germinación de diez especies forestales nativas, con potencial productivo maderable y no maderable del bosque protector el bosque de la parroquia san pedro de Vilcabamba, Loja*. [ Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Loja]. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/5345>
- 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. Primera parte. *Revista Forestal Mesoamericana*, 5(14).

Arguedas, M., Rodriguez, M., Cots, J. y Martínez, A. (2020). Inventario de plagas y enfermedades en viveros forestales en Costa Rica. *Revista forestal mesoamericana Kurú*, 18(42), 17–29. <http://dx.doi.org/10.18845/rfmk.v16i42.5543>.

Arias, J. y Jeres, A. (2008). *Elaboración de un atlas para la descripción macroscópica y microscópica de hongos fitopatógenos de interés en especies de flores de corte cultivadas en la sabana de Bogotá*. [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Javeriana]. <http://hdl.handle.net/10554/8230>.

Armijos, J. (2024). *Evaluación de enfermedades fungosas del arbolado urbano de los parques y avenidas de la ciudad de Loja*. [ Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Loja]. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/28478>.

Becerra, W., Bohoquez, E. y Garzón, J. (2018). *Impacto de la urbanización urbana en la calidad de vida de los habitantes de una población: Caso Villavicencio*. Universidad Cooperativa de Colombia, Facultad de Ingenierías, Ingeniería Civil, Villavicencio. <https://hdl.handle.net/20.500.12494/13592>.

Belezaca, C., Solano, E., López, R. y Macías, M. (2021). Problemas forestales e incidencias en el ser humano: Experiencia de Gmelina arbórea en Ecuador. *Revista de Ciencias Sociales*, 27(3), 309–322. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=28068276025>.

Blair, J., Coffey, M., Park, S., Geiser, D. y Kang, S. (2008). A multi-locus phylogeny for *Phytophthora* utilizing markers derived from complete genome sequences. *Fungal Genetics and Biology*, 45(3), 266–277. <https://doi.org/10.1016/j.fgb.2007.10.010>

- Boa, E. (2008). *Guía ilustrada sobre el estado de salud de los árboles Reconocimiento e interpretación de síntomas y daños*. <http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/FAO/arboles.pdf>
- CANABIO. (1987). *Alnus acuminata*. [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info\\_especies/arboles/doctos/9-betul1m.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/9-betul1m.pdf)
- CANABIO. (2015). *Método de evaluación rápida de invasividad (MERI) para especies exóticas en México*. [http://sivicoff.cnf.gob.mx/ContenidoPublico/MenuPrincipal/07Fichas%20tecnicas\\_OK/02Fichas%20tecnicas/Fichas%20t%C3%A9cnicas%20CONABIO\\_especies%20ex%C3%B3ticas/Fichas%20plantas%20invasoras/A\\_B/Acacia%20melanoxylon.pdf](http://sivicoff.cnf.gob.mx/ContenidoPublico/MenuPrincipal/07Fichas%20tecnicas_OK/02Fichas%20tecnicas/Fichas%20t%C3%A9cnicas%20CONABIO_especies%20ex%C3%B3ticas/Fichas%20plantas%20invasoras/A_B/Acacia%20melanoxylon.pdf)
- Castillo, N. y Torres, C. (2015). Morphological and Molecular Characterization of Phytophthora in Pepper (*Capsicum frutescens* var. Tabasco), Valle del Cauca. *Revista de Ciencias*, 19(2), 71–89. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S012119352015000200005&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S012119352015000200005&lng=en&tlng=es).
- Chimbo, E. (2023). *La belleza escénica y los servicios ecosistémicos de los árboles urbanos de la avenida Orillas del Zamora de la ciudad de Loja, Ecuador*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Loja]. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/26186>
- Chuchón, K. (2020). *Prospección de signos y síntomas causado por hongos e insectos en el arbolado 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)
- Condori, P. (2020). *Prospección de plagas y enfermedades en plantas ornamentales de parques y jardines de cuatro distritos de Huamanga, Ayacucho* [Tesis de pregrado, Universidad

- Nacional De San Cristóbal De Huamanga].  
[https://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/4535/1/TESIS%20AG1268\\_Con.pdf](https://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/4535/1/TESIS%20AG1268_Con.pdf)
- Contreras, L., Torres, L., Guevara, R., Duarte, C. y Gonzáles, C. (2012). Sensor inteligente para la cuantificación de síntomas en plantas enfermas. *CIENCIA@UAQ*, 5(1), 1–13.
- Corzo, G. T. (2007). Manejo del arbolado urbano en Bogotá. *Territorios*, 1, 149–174.  
<https://www.redalyc.org/pdf/357/35701709.pdf>
- Department of Economic and Social Affairs Population Dynamics. (2018). *World Urbanization Prospects - Population Division - United Nations*.  
<https://population.un.org/wup/DataQuery/>
- European Food Safety Authority. (2023). *Especies exóticas invasoras*.  
<https://www.efsa.europa.eu/es/topics/topic/invasive-alien-species>
- Flores, T., Crespo, R. y Cabezas, F. (2010). Plagas y enfermedades en plantaciones de teca (*Tectona grandis l.f*) en la zona de balzar, provincia del Guayas. *Ciencia y tecnología*, 3(1), 15–22. <https://revistas.uteq.edu.ec/index.php/cyt/article/view/88/102>
- Gallego, J., Sierra, J., Tabarez, A. y Hernández, L. (2014). *Manual de silvicultura urbana para manzinales*. CHEC, Alcaldía de Manizales, CORPOCALDAS y Universidad de Caldas. Manizales. [https://www.researchgate.net/profile/Julio-Sierra-Giraldo/publication/281275309\\_Manual\\_de\\_Silvicultura\\_Urbana\\_para\\_Manizales/links/55de25be08ae45e825d39915/Manual-de-Silvicultura-Urbana-para-Manizales.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Julio-Sierra-Giraldo/publication/281275309_Manual_de_Silvicultura_Urbana_para_Manizales/links/55de25be08ae45e825d39915/Manual-de-Silvicultura-Urbana-para-Manizales.pdf)
- Giraldo, C., Mera, Y., Rivas, S., Muñoz, D., Acosta, L., Pérez, N., ...Ordoñez, A. (2022). Evaluación fitosanitaria de *Juglans neotropica* y *Quercus humboldtii* en arbolado urbano de Popayán-Cauca, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 46(178), 169–181. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.1542>

- González, Ma. D. P. (2001). Biodiversidad de los hongos fitopatógenos del suelo de México. *ACTA ZOOLOGICA MEXICANA* (N.S.), 0(0), 53–78.  
<https://doi.org/10.21829/azm.2001.8401846>
- Humphrey, J. (1991). *The Conifer Manual* (Kluwer Academia, Vol. 34). Springer Netherlands.  
<https://doi.org/10.1007/978-94-011-3704-1>
- Icochea, T. (1997). *Enfermedades Fungosas y Bacterianas de Raíces y Tubérculos Andinos*. Lima: CIP. Retrieved from <http://cipotato.org/wpcontent/uploads/publication%20files/books/002438.pdf>
- Instituto Nacional de Bosques. (2017). Ciprés común (*Cupressus lusitanica* Miller). En *Paquete Tecnológico Forestal*. Guatemala, INAB. 32p.
- Jiménez, Q. (2013). Arbolado urbano: beneficios, desaciertos y realidad en la Gran Área Metropolitana. *Ambientico*, 4–12.
- Jiménez, V., Acosta, O., Campillo, L., Cruz, J. y Ortiz, M. (2017). Relación de vegetación ribereña y propiedades del suelo en un afluente del río Tacotalpa, Tabasco, México. *Madera y Bosques*, 23(1), 91–109. <https://doi.org/10.21829/myb.2017.231510>
- Ledesma, M. (2008). *Arbolado público. Conceptos. Manejo* (EEA Manfredi, Vol. 1). <https://ia802800.us.archive.org/13/items/ArboladoPblicomarcelaLedesma/LibroDef.pdf>
- Lezcano, J., Trujillo, M., & Martínez, E. (2024). Fungal agents associated to disease symptoms in seedlings of *Moringa oleifera* Lamarck. *Pastos y Forrajes*, 37(2), 166–172.
- Lima, E. (2024). *Evaluación de enfermedades fungosas del arbolado urbano en parques de la ciudad de Loja*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Loja]. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/29157>
- Limaco, C., Salazar, G., & Silva, G. (2010). Evaluation of environment fungi in markets from Tacna City-Perú Evaluación de hongos ambientales en mercados de abastos de la ciudad de Tacna-Perú. *Revista mexicana de micología*, 31(1), 65–67.

- López, J., Marulanda, M., & López, A. (2013). Factores climáticos y su influencia en la expresión de enfermedades fúngicas en cultivares de heliconias. *Universitas Scientiarum*, 18(3), 331–344. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.SC18-3.fcie>
- Mamani, P. (2014). *Caracterización dendrológica y morfológica de semillas de tres especies forestales: eucalipto (Eucalyptus globulus), cipres (Cupressus macrocarpa) y acacia floribunda (Acacia retinoides)*. [Tesis de pregrado, Universidad mayor de San Andrés]. <http://hdl.handle.net/123456789/5375>
- Mercado, O. (2021). *Diagnóstico de enfermedades en plantas* (Vol. 11). Centro de Investigación en matemáticas. <https://cimat.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1008/1142/1/AGS%20TE%2071%20.pdf>
- Minga, D. y Verdugo, A. (2016). *Árboles y arbustos de los ríos de Cuenca*. Serie Textos Apoyo a la Docencia Universidad del Azuay. Imprenta Don Bosco. Cuenca.
- Ministerio de agricultura y desarrollo Rural de Colombia. (2014). Boletín No. 29 *Principales enfermedades causadas por hongos en hortalizas, durante la temporada de lluvia*. [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/insumos\\_factores\\_de\\_produccion\\_nov\\_2014.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/insumos_factores_de_produccion_nov_2014.pdf)
- Morales, K. (2021). *El cambio climático y su relación con la fitopatología: Revisión de literatura*. [Tesis de pregrado, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano]. <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/7118>
- Murace, M., & Aprea, A. (2011). *Enfermedades forestales. Generalidades*. [https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/20946/mod\\_resource/content/1/2011Enfermedades%20forestales.%20Generalidades..pdf](https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/20946/mod_resource/content/1/2011Enfermedades%20forestales.%20Generalidades..pdf)
- Navas, J. y Landa, B. (2019). *Impacto potencial del cambio climático en enfermedades causadas por hongos y oomicetos*. <http://hdl.handle.net/10261/207768>

- Neira, J. (2018). Importancia del arbolado en el diseño del contexto arquitectónico. *Arkitekturax Visión FUA*, 1(1), 177–185. <https://doi.org/10.29097/26191709.208>
- Orellana, G. (2014). *Prospección y evaluación de síntomas y signos de enfermedades en especies forestales del campus de la Universidad Nacional Agraria La Molina* [Tesis de grado Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/880>
- Ormeño, S. (2023). *Introducción sintética a las enfermedades de las plantas*. ISBN 978-84-09-50046-8
- Pérez, R., Santillán, A., Narváez, F., Galeote, B., & Vásquez, N. (2018). Riesgo del arbolado urbano: estudio de caso en el Instituto Tecnológico Superior de Venustiano Carranza, Puebla. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 9(45), 208–228. <https://doi.org/10.29298/RMCF.V9I45.143>
- Pomacahua, G. (2011). *Descripción dendrológica y germinativa del Ciprés (Cupressus macrocarpa hartweg) en tres tratamientos en la comunidad de Puerto Acosta, provincia Camacho*. [Tesis de pregrado, Universidad Mayor de San Andrés]. <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/10019>
- Ponce-Donoso, M., Vallejos-Barra, Ó., & Daniluk-Mosquera, G. (2012). Comparación de fórmulas chilenas e internacionales para valorar el arbolado urbano. *Bosque (Valdivia)*, 33(1), 69–81. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002012000100008>
- Pucha, D., Lozano, D., Jumbo, N., Fernández, P., Armijos, A., Macas, M., Gualán, R. y Merino, B. (2023). Caracterización florística y estructura del arbolado urbano de la ciudad de Loja. *Bosques Latitud Cero*, 13(2), 1–22. <https://doi.org/10.54753/blc.v13i2.1886>
- Quiroz, T. (2020). *Gestión del arbolado urbano en el Cantón Urcuquí, provincia de Imbabura*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica Del Norte]. <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/10571>

- Ramírez, L. (1997). *Guía de Enfermedades en Plantaciones Forestales* (CONIF, p. 9).
- Ramos, C. (2019). *Guía del arbolado y otras formas vegetales en situación de banqueta*. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. UASLP-SEGAM. San Luis Potosí, S.LP.
- Red de Viveros de Biodiversidad. (2020). *Catálogo: Árboles de la red de viveros de biodiversidad* (A. Ramírez, B. Villa, & I. Sheseña, Eds.; 1a ed., Vol. 1).
- Reséndiz, J., Guzmán, L., Muñoz, A., Nieto de Pascual, C. y Olvera, L. (2015). Enfermedades foliares del arbolado en el Parque cultural y recreativo Tezoz. *Revista mexicana de ciencias naturales* , 6(30), 106–123.
- Rivera, M. y Codina, J. (1997). *Mecanismos de infección de los hongos fitopatógenos*. <https://www.uma.es/estudios/centros/Ciencias/publicaciones/encuentros/ENCUENTROS36/fitopatogenos.html>
- Rivera, M. y Wright, E. (2020). *Apuntes de Patología Vegetal: Fundamentos y prácticas para la salud de las plantas*. [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 microorganismos asociados a patologías en áreas verdes de la ciudad de Guayaquil* [Tesis de pregrado, Universidad De Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/59571>
- Robert Wazeka. (1987). *Silvicultura urbana: Ciudades, árboles y población*. H. Gigli (Ed), (Vol. 39). <https://www.fao.org/3/s1930s/s1930s00.htm#Contents>
- Robledo, J., Aguirre, C. y Cataño, J. (2019). *Guía ilustrada de enfermedades en postcosecha de frutas y verduras y sus agentes causantes en Colombia*. Bogotá: Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
- Rojas, F. y Torres, G. (2012). Árboles del Valles central de Costa Rica: Reproducción Hisopo. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú* , 9(22), 70–71. <http://www.tec.ac.cr/sitios/Docencia/forestal/kuru/Paginas/default.aspx>

- Rojas, K. (2021). *Generalidades de la protección Forestal*.  
<https://es.slideshare.net/KattyMarilynRojasOre/tema-1-generalidades-de-la-proteccion-forestal-247867936>
- Román, L., Orantes, García, C., Carpio, C., Sánchez, M., Ballinas, M. y Ferrera, O. (2019). Diagnóstico del arbolado de alineación de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. *Madera y Bosques*, 25(1). <https://doi.org/10.21829/myb.2019.2511559>
- Sánchez, G. y Artavia, R. (2013). Inventario de la forestal en San José Gestión ambiental urbana. *Ambientico*, 1(4), 23–26.
- Saldaña, M. y Vera, K. (2019). *Diagnóstico de plagas y enfermedades presentes en las plantas de la zona urbana de la ciudad de Cuenca*. [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana Cuenca]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/18164>
- 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*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3757>
- Secretaría de ambiente de Quito. (2019). *Manuales Técnicos de arbolado urbano*.  
[www.quitoambiente.gob.ec](http://www.quitoambiente.gob.ec)
- Troya, D. (2023). *Evaluación de enfermedades fungosas del arbolado urbano de las avenidas de la ciudad de Loja*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Loja].  
<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/28478>
- Vásquez, A. (2016). Infraestructura verde, servicios ecosistémicos y sus aportes para enfrentar el cambio climático en ciudades: el caso del corredor ribereño del río Mapocho en Santiago de Chile. *Geografía Norte Grande*, 1, 63–84.  
<https://scielo.conicyt.cl/pdf/rgeong/n63/art05.pdf>

- Velasco, E., Cortés, E., González, A., Moreno, F. y Benavides, H. (2013). Diagnóstico y caracterización del arbolado del bosque de San Juan de Aragón. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 4(19), 102–111.
- Velázquez, R., Reveles, M. y Reveles, L. (2017). *Identificación de enfermedades causadas por hongos en cultivos de aguascalientes, Durango y Zacatecas [Folleto Técnico]* (Vol. 90). <http://zacatecas.inifap.gob.mx/publicaciones/Folleto%20Tecnico%2090.pdf>
- Zaragoza, A., Cetina, V., López, M., Chacalo, A., Lourdes, M., Alvarado, D., yGonzáles, H. (2015). Identification of tree damages of three parks of Mexico City. *Revista mexicana de Ciencias Forestales* , 6(32), 63–82.

## 11. Anexos

Anexo 1. Variables climáticas registradas en las estaciones Jipiro, UTPL y Cajanuma en el periodo de agosto a septiembre del 2022.

	Jipiro			UTPL			Cajanuma		
	Temperatura (°)	Precipitación (mm)	Humedad%	Temperatura (°)	Precipitación (mm)	Humedad%	Temperatura (°)	Precipitación (mm)	Humedad%
<b>Enero</b>	16	76,9	82,4	16,5	77,6	79,5	14,2	124,1	81,6
<b>Febrero</b>	16,1	77,9	83,4	16,7	80,2	80,9	14,6	124,3	80,5
<b>Marzo</b>	16,4	71,7	83,2	16,8	76	80,7	14,5	170,7	82,4
<b>Abril</b>	16,3	75,6	83,7	16,8	86,9	81,7	14,6	93,8	82,1
<b>Mayo</b>	17	38,9	81,3	17,7	30,8	77,7	15,7	65,5	78,1
<b>Junio</b>	16,2	234	79,3	16,5	19,3	76	15	56,6	75,6
<b>Julio</b>	16,1	22,7	78,5	16,7	24,9	75,2	15	56,7	74,9
<b>Agosto</b>	16,8	25,8	75,6	17,4	29	72,5	15,5	30,7	73,4
<b>Septiembre</b>	17,3	19,4	73,6	18,8	17,6	66,8	15,8	48,3	72,4
<b>Octubre</b>	17,4	33,4	77,9	18	32,6	73,8	14,8	64,7	76,6
<b>Noviembre</b>	17,5	46,3	79,4	18	52,4	76	14,9	94,5	78,1
<b>Diciembre</b>	17,1	130,5	83,9	17,7	119,5	80,3	14,6	210,9	82,4

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 ( );  
Putridión de raíces ( ); Putridión 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. Identificación de síntomas



3.2. Recoleccion de muestras (izquierda) y codificacion de muestras (derecha).

## Anexo 4. Toma de variables dasométricas y fenológicas



### 4.1. Registro de variables dasométricas, toma de diámetro a la altura del pecho (DAP) (izquierda), y altura (HT)(derecha)

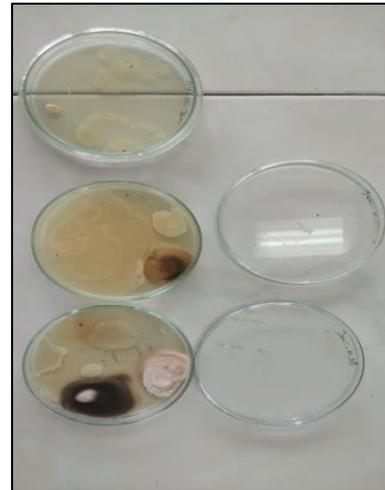
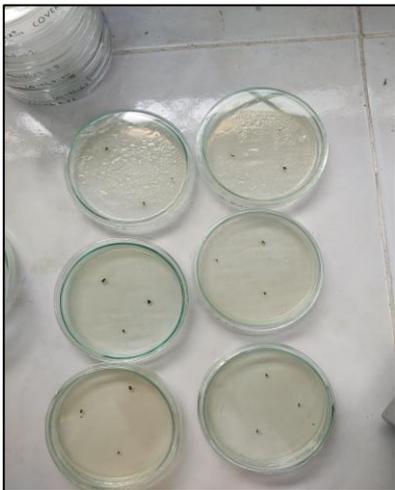


### 4.2. Observacion del estado de Fructificación, floracion.

## Anexo 5. Fase de laboratorio



5.1. Muestras en cámara húmeda

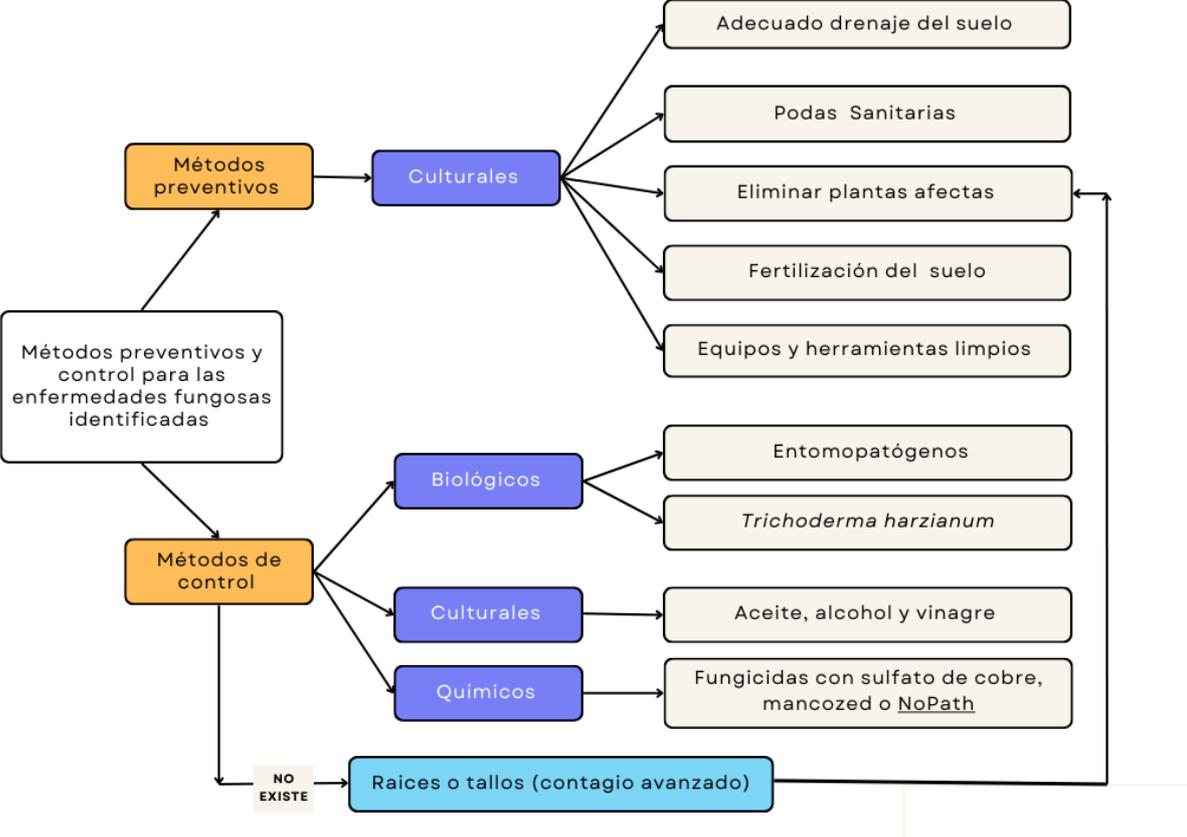


5.2. Muestras en medio de cultivo



5.3. Montaje de muestras en el microscopio

Anexo 6. Métodos de preventivos y control para las enfermedades fungosas



Lic. Jordy Christian Granda F., Mgs.  
0967352473  
[Chris-gra1993@hotmail.com](mailto:Chris-gra1993@hotmail.com)  
Loja – Ecuador

Loja, 19 de junio de 2024

*El suscrito, Lic. Jordy Christian Granda Feijoo, Mgs., **DOCENTE EDUCACIÓN SUPERIOR DEL ÁREA DE INGLÉS - CIS DEL INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO SUDAMERICANO LOJA**, a petición de la parte interesada y en forma legal,*

**CERTIFICA:**

*Que, la traducción del documento adjunto solicitado por el Sr. **Paul Alejandro Abrigo Reinoso**, con cedula de ciudadanía No. **1150298378**, cuyo tema de investigación se titula: **Evaluación de las enfermedades fungosas del arbolado urbano de la ciudad de Loja.**, ha sido realizado y aprobado por mi persona, docente de Educación Superior en la enseñanza del inglés como lengua extranjera. El apartado del Abstract es una traducción textual del Resumen aprobado en español.*

*Particular que comunico en honor a la verdad para los fines académicos, facultando al portador del presente documento, hacer el uso legal pertinente.*

***English is a piece of cake!***



*Lic. Jordy Christian Granda Feijoo, Mgs.*  
**ENGLISH PROFESSOR**

