

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES



**“SINTOMATOLOGÍA, SUSCEPTIBILIDAD Y MORTALIDAD EN
ÁRBOLES EN PIE DEL DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO –
LIMA PERÚ, POR EFECTO DE HONGOS BASIDIOMICETOS”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL
TÍTULO DE INGENIERO FORESTAL**

ANGEL DOMINGO MALQUI URIBE

LIMA – PERÚ

2022

**La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación
(Art. 24 – Reglamento de propiedad Intelectual)**

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

**“SINTOMATOLOGÍA, SUSCEPTIBILIDAD Y MORTALIDAD EN
ÁRBOLES EN PIE DEL DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO –
LIMA PERÚ, POR EFECTO DE HONGOS BASIDIOMICETOS”**

Presentado por:
ANGEL DOMINGO MALQUI URIBE

Trabajo de suficiencia profesional para optar el Título de:

INGENIERO FORESTAL

Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado:

.....
Ing. Ethel Rubin de Celis Llanos Dra.
Presidente

.....
Ing. Sonia Cesarina Palacios Ramos M. Sc
Miembro

.....
Ing. Carlos Fernando Bulnes Soriano
Miembro

.....
Ing. María Isabel Manta Nolasco Dra.
Asesora

DEDICATORIA

A mi familia, por el constante apoyo y aliento. Gracias.

AGRADECIMIENTO

A mi asesora Dra. María Isabel Manta Nolasco, por el apoyo y la constancia en todo el proceso de desarrollo del presente documento; así mismo, a mis compañeros que me apoyaron en las actividades de campo: Diego Espinal, Diana Portocarrero y Susana Villacorta.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	xvi
PRESENTACIÓN	xvii
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES	3
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	3
1.1.1 Ubicación	4
1.1.2 Actividad	5
1.1.3 Misión y visión	5
1.1.4 Organización	6
1.2 DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA	7
1.2.1 Actividad desempeñada	7
1.2.2 Propósito del puesto	9
1.2.3 Nombre original del proyecto	9
1.2.4 Resultados obtenidos	9
2 CAPÍTULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO METODOLÓGICO	10
2.1 MARCO TEÓRICO	10
2.1.1 Enfermedades	10

2.1.2	Síntomas	12
2.1.3	Signos	12
2.1.4	Patógeno	12
2.1.5	Hongos	13
2.2	DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA	17
2.3	ANTECEDENTES.....	18
2.4	CARACTERIZACIÓN GENERAL DE LA ZONA DE ESTUDIO	19
2.4.1	Suelos	19
2.4.2	Clima.....	20
2.4.3	Ecología y vegetación	20
2.4.4	Riego	20
2.4.5	Podas.....	21
2.5	PROCEDIMIENTO Y METODOLOGÍA.....	21
2.5.1	Población y muestra	21
2.5.2	Georreferenciación y registro de árboles	22
2.5.3	Periodo de evaluación.....	22
2.5.4	Procedimiento de recolección de información	23
2.5.5	Procesamiento de datos	27

3	CAPÍTULO III: RESULTADO	29
3.1	RECONOCIMIENTO DEL SIGNO.....	29
3.1.1	Basidiocarpos con himenio en laminilla	29
3.1.2	Basidiocarpos con himenio en poro	32
3.2	POBLACIÓN EVALUADA.....	36
3.3	CANTIDAD DE INDIVIDUOS POR ESPECIE DE ÁRBOL.....	37
3.4	CANTIDAD DE INDIVIDUOS POR FAMILIA.....	38
3.5	INCIDENCIA DEL PATÓGENO.....	39
3.6	SUSCEPTIBILIDAD DE ESPECIES FORESTALES A LA ENFERMEDAD	40
3.6.1	Susceptibilidad a la <i>Ganoderma australe</i>	40
3.6.2	Susceptibilidad al <i>Inonotus sp</i>	40
3.6.3	Susceptibilidad al <i>Leucoagaricus leucothites</i>	41
3.6.4	Susceptibilidad al <i>Pleurotus Djamor</i>	41
3.6.5	Susceptibilidad al <i>Pleurotus sp</i>	42
3.6.6	Susceptibilidad de la especie por patógeno	42
3.7	SEVERIDAD DE LA ENFERMEDAD	43
3.7.1	Severidad en Ponciana real (<i>Delonix regia</i>)	43
3.7.2	Severidad en Molle costeño (<i>Schinus terebinthifolius</i>)	44
3.7.3	Severidad en Molle serrano (<i>Schinus molle</i>)	45

3.7.4	Severidad en Huarango (<i>Acacia macracantha</i>)	45
3.7.5	Severidad en Parkinsonia (<i>Parkinsonia aculeata</i>)	46
3.7.6	Severidad en Inga (<i>Inga feuillei</i>).....	46
3.7.7	Severidad en Tulipán africano (<i>Spathodea campanulata</i>).....	47
3.7.8	Severidad en Álamo (<i>Populus nigra</i>).....	48
3.7.9	Severidad en Araucaria (<i>Araucaria excelsa</i>).....	48
3.7.10	Severidad en Ficus benjamina (<i>Ficus benjamina</i>)	48
3.7.11	Severidad en Jacaranda (<i>Jacarandá mimosifolia</i>)	49
3.7.12	Severidad en Ceibo (<i>Ceiba sp</i>)	49
3.7.13	Severidad en Palta (<i>Persea americana</i>).....	50
3.8	UBICACIÓN DEL PATÓGENO (SIGNO) EN EL HOSPEDERO	50
3.9	CARACTERIZACIÓN DE SÍNTOMAS	52
3.9.1	Sintomatología asociada a la Ganoderma australe	52
3.9.2	Sintomatología asociada al <i>Inonotus sp.</i>	59
3.9.3	Sintomatología asociada al <i>Pleurotus sp</i>	72
3.9.4	Sintomatología asociada al <i>Pleurotus Djamor</i>	73
3.9.5	Sintomatología asociada al <i>Leucoagaricus leucothites</i>	74

3.10 RESISTENCIA DE LA ESPECIE A LA ENFERMEDAD	75
3.11 MORALIDAD DE LA ESPECIE POR PATÓGENO	76
3.12 ANÁLISIS DE RESULTADOS	78
3.13 BENEFICIOS LOGRADOS	82
CONCLUSIONES	84
RECOMENDACIONES.....	86
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	88
ANEXOS	95

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 <i>Grado de severidad de daño en el área estudiada.</i>	27
Tabla 2 <i>Grado de severidad del marchitamiento de la copa en el área estudiada</i>	27
Tabla 3 <i>Cantidad de árboles por sector</i>	37
Tabla 4 <i>Abundancia de árboles por especie</i>	38
Tabla 5 <i>Abundancia de árboles por familia</i>	38
Tabla 6 <i>Incidencia del patógeno</i>	39
Tabla 7 <i>Incidencia del patógeno por familia</i>	39
Tabla 8 <i>Susceptibilidad del hospedero por Ganoderma australe</i>	40
Tabla 9 <i>Susceptibilidad del hospedero por Inonotus sp</i>	41
Tabla 10 <i>Susceptibilidad del hospedero por Leucoagaricus Leucothites sp</i>	41
Tabla 11 <i>Susceptibilidad del hospedero por Pleurotus Djamor</i>	41
Tabla 12 <i>Susceptibilidad del hospedero por Pleurotus sp.</i>	42
Tabla 13 <i>Susceptibilidad de la especie por patógeno</i>	43
Tabla14 <i>Severidad de la Ponciana (Delonix regia) por patógeno</i>	44
Tabla 15 <i>Severidad del Molle Costeño (Schinus terebinthifolius) por patógeno</i>	45
Tabla 16 <i>Severidad del Molle serrano (Schinus molle) por patógeno</i>	45

Tabla 17 Severidad del Huarango (<i>Acacia macracantha</i>) por patógeno.....	46
Tabla 18 Severidad de la Parkinsonia (<i>Parkinsonia aculeata</i>) por patógeno	46
Tabla 19 Severidad de la Inga (<i>Inga feuillei</i>) por patógeno.....	47
Tabla 20 Severidad del Tulipán africano (<i>Spathodea campanulata</i>) por patógeno	47
Tabla 21 Severidad del Álamo (<i>Populus nigra</i>) patógeno	48
Tabla 22 Severidad de la Araucaria (<i>Araucaria excelsa</i>) por patógeno.....	48
Cuadro 23 Severidad del Ficus benjamina (<i>Ficus benjamina</i>) por patógeno	49
Tabla 24 Severidad del Jacaranda (<i>Jacarandá mimosifolia</i>) por patógeno	49
Tabla 25 Severidad del Ceibo (<i>Ceiba sp</i>) por patógeno.....	49
Tabla 26 Severidad del Palta (<i>Persea americana</i>) por patógeno	50
Tabla 27 Ubicación del signo en el árbol.....	51
Tabla 28 Ubicación del signo en el árbol - detallado	51
Tabla 29 Cuadro de daños generados por el posible patógeno asociado a la especie..	76
Tabla 30 Cuadro de Mortandad de la especie forestal asociado al patógeno	77
Cuadro 31 Cuadro de árboles descartado de la evaluación	78

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 5.</i> Georreferenciación de árboles evaluados	22
<i>Figura 6.</i> Recolección de muestras para su reconocimiento	24
<i>Figura 7.</i> Evaluación de signos y síntomas	25
<i>Figura 8</i> Catálogo digital.....	25
<i>Figura 9.</i> Basidiocarpo de <i>Leucoagaricus leucothites</i> (S3-1).....	30
<i>Figura 10.</i> Basidiocarpo <i>Leucoagaricus leucothites</i> (S7-11)	31
<i>Figura 11.</i> Basidiocarpo de <i>Leucoagaricus leucothites</i> (S7-11).....	32
<i>Figura 12.</i> Basidiocarpo de <i>Ganoderma australe</i>	33
<i>Figura 13.</i> Basidiocarpo de <i>Ganoderma australe</i>	34
<i>Figura 14.</i> Basidiocarpo de <i>Inonotus</i> sp.....	36
<i>Figura 16.</i> Evolución del síntoma muerte súbita del árbol S3-16, <i>Delonix regia</i> , causado por <i>Ganoderma australe</i>	53
<i>Figura 17.</i> Daños en el fuste de del árbol S3-15 y S3-16, <i>Delonix regia</i> , causado por <i>Ganoderma australe</i>	53
<i>Figura 18.</i> Árbol de molle costeño sin evidencia de daños significativos, S3-10, <i>Schinus terebinthifolius</i> , signo <i>Ganoderma australe</i>	54

<i>Figura 19.</i> Sintomatología del Árbol de molle serrano, S5-16, Schinus molle, signo Ganoderma australe	55
<i>Figura 20.</i> Sintomatología del Árbol de ceibo, S8-4, Ceiba sp., signo Ganoderma australe	56
<i>Figura 21.</i> Sintomatología del Árbol de ficus benamina, S5-10, Ceiba sp., signo Ganoderma australe	57
<i>Figura 22.</i> Sintomatología del Árbol de Huarango, S2-2, Acacia macracantha, signo Ganoderma australe	58
<i>Figura 23.</i> Sintomatología del Árbol de palta, S4-9, Persea americana, signo Ganoderma australe.....	59
<i>Figura 24.</i> Daños en el árbol S7-19, Delonix regia, causado por Inonotus sp.....	61
<i>Figura 25.</i> Daños en el árbol S7-12, Delonix regia, causado por Inonotus sp.....	62
<i>Figura 27.</i> Daños en árboles de Delonix regia, causado por Inonotus sp	63
<i>Figura 28.</i> Sintomatología del árbol de Parkinsonia (Parkinsonia aculeata), S5-1. Signo Inonotus sp.....	64
<i>Figura 29.</i> Sintomatología del Huarango (Acacia macracantha) código S7-20, signo Inonotus sp.....	65
<i>Figura 30.</i> Daños en el árbol S7-17, Schinus terebinthifolius, causado por Inonotus sp.....	66

<i>Figura 31.</i> Sintomatología del Molle serrano (<i>Schinus molle</i>) código S8-7, signo <i>Inonotus</i> sp.....	67
<i>Figura 32.</i> Sintomatología del Huarango (<i>Acacia macracantha</i>) código S7-20, signo <i>Inonotus</i> sp.....	68
<i>Figura 33.</i> Sintomatología del álamo (<i>Populus nigra</i>) código S3-14, signo <i>Inonotus</i> sp69	
<i>Figura 34.</i> Sintomatología de la Jacaranda (<i>Jacaranda mimosifolia</i>), código S5-2, signo <i>Inonotus</i> sp.....	70
<i>Figura 35.</i> Sintomatología de la Inga (<i>inga feuleei</i>), código S4-7, signo <i>Inonotus</i> sp..	71
<i>Figura 36.</i> Sintomatología del Tulipán africano (<i>Spathodea campanulata</i>), código S4-6, signo <i>Inonotus</i> sp.....	72
<i>Figura 37.</i> Sintomatología del Tulipán africano (<i>Spathodea campanulata</i>), código S2-4, signo <i>Pleurotus</i> sp.....	73
<i>Figura 38.</i> Sintomatología de la Araucaria (<i>Araucaria excelsa</i>), código S7-11 signo <i>Pleurotus</i> Djamor.....	74
<i>Figura 39.</i> Sintomatología de la Ponciana real (<i>Delonix Regia</i>), código S3-1, signo <i>Leucoagaricus leucothites</i>	75

LISTA DE ANEXOS

Anexos 1 Formato de evaluación para el inventario forestal.....	95
Anexo 02 Código y coordenada por especie	96
Anexo 03 Cuadro de severidad para descortezamiento y marchitez de copa del año 2015,2017 y 2019	100

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar las enfermedades en las especies de árboles que se desarrollan en ecosistemas urbanos, posiblemente causados por hongos basidiomicetos, para establecer una estrategia preventiva frente a la caída de los árboles.

Para esto se desarrolló un monitoreo Bianual en los años 2015, 2017 y 2019, de 105 árboles seleccionados dentro de 8 sectores del distrito de Santiago de Surco, caracterizando macroscópicamente a los patógenos (signos), así como los síntomas de la posible enfermedad en la copa y fuste que evidencia la muestra evaluada; siguiendo la metodología de Agrios (2002) modificada por Manta (2007), para la evaluación de fuste y la metodología empleada por Manta (2012), quien hace una modificación de los criterios de calidad de copa desarrollada por Synott (1975).

Los resultados obtenidos permitieron conocer las especies forestales más susceptibles al ataque de patógenos, así como su resistencia y su mortandad, según el tipo de signo encontrado. Identificando en el proceso las principales causas que generan el incrementando de la incidencia y la severidad de los patógenos en el arbolado urbano

Palabras clave: Basidiomicetos, patógeno, signos, síntomas, incidencia, severidad, arbolado urbano.

PRESENTACIÓN

El presente documento describe la experiencia adquirida en mi actuar profesional y la utilización del conocimiento de la protección forestal principalmente, como un instrumento técnico para reducir la muerte del arbolado y el riesgo de caída de los mismo, en un área poblada como es el distrito de Santiago de Surco.

Desde el año 2013, año en que egresé de la UNALM me he desempeñado en supervisión del arbolado urbano, así como en la identificación de la sintomatología de especies forestales urbanas en la municipalidad de Santiago de Surco, Lurigancho e Independencia. Es así que en el año 2013 en la municipalidad del distrito de Santiago de Surco, dentro del área de parques y jardines, se me encargó la supervisión del inventario sanitario forestal urbano dentro del distrito en el año 2013-2014, así como el desarrollo de un trabajo de investigación a través de un monitoreo Bianual en los años 2015, 2017 y 2019 de 105 árboles seleccionados dentro de 8 sectores del distrito, con la finalidad de reducir el riesgo de caída de árboles que causan daño a la salud de las personas y otros daños materiales, así como las causas que las generan; es importante mencionar que previo a la caída de un árbol existen síntomas que el árbol evidencia, los cuales no son detectados, generando daños y malestar en la población, como el árbol de gran tamaño que cayó sobre un automóvil estacionado en las inmediaciones del parque Sol y Muro en febrero del 2017 o el último evidenciado 23 de julio en la avenida Mariscal Castilla, donde trajo como consecuencia 6 heridos. Es así que mi desempeño profesional comprendió la recopilación de información general y evaluación fitosanitaria del arbolado urbano principalmente.

En relación al reconocimiento del área de trabajo, se aplicó los conocimientos de las materias de sistemas de información geográfica y posicionamiento global para georreferenciar los árboles a fin de tener una base de datos de la ubicación para su evaluación. Para la evaluación fitosanitaria e identificación de hongos a través de la microscopía y análisis de muestras, se usó los conocimientos de protección forestal y la colaboración de la Dra. Manta Nolasco. Para el reconocimiento de especies forestales y de hongos, se aplicaron los conocimientos adquiridos en los cursos de dendrología y protección forestal respectivamente, además de claves de identificación de

Basidiomicetos, así como bibliografía de hallazgos de patógenos dentro de la región. Para determinar la fenología y tipo de tratamiento silvicultural realizado al arbolado urbano, se usó los conocimientos de elementos de silvicultura.

Este documento representa para el Municipio de Santiago de Surco una herramienta técnica para identificar la sintomatología de árboles urbanos, así como los factores que ocasionan la dispersión de los hongos basidiomicetos y evidenciar las causas que los generan; a fin mejorar los tratamientos silviculturales que se desarrollan dentro del distrito y evidenciar las consecuencias que trae una mala praxis en las podas realizadas, a través de información cualitativa y fotográfica en el tiempo, buscando reducir los daños en el arbolado urbano así como los focos de infección dentro del distrito

INTRODUCCIÓN

Desde hace varias décadas, las áreas verdes urbanas han experimentado un continuo proceso de deterioro, así como un incremento en la presencia de plagas y enfermedades que afectan a toda la vegetación existente en las áreas verdes urbanas, lo cual ha repercutido en el paisajismo urbano y en la seguridad de la población.

Uno de los principales problemas que presentan los árboles urbanos es la caída de las ramas y troncos que suelen dañar el mobiliario urbano (público y privado) y eventualmente causan accidentes humanos, incluyendo la muerte. La caída de ramas y árboles suelen estar relacionados al estado sanitario de los mismos, los cuales empeoran por la edad; siendo los hongos xilófilos uno de los principales responsables biológicos del precario estado sanitario de los árboles, los cuales se dispersan y proliferan dentro de otro hospedero debido al inadecuado tratamiento silvicultural que estos reciben.

En ese sentido, la información relacionada con la identificación de los hongos que afectan el arbolado urbano, así como los síntomas que estos provocan, es esencial para los técnicos responsables del mantenimiento del arbolado urbano en los espacios públicos.

El presente trabajo de investigación consistió en monitorear las enfermedades de las especies de árboles urbanos. Para ello se analizó la enfermedad en el fuste y en la copa de la muestra de 105 árboles.

La evaluación de la enfermedad en el fuste se realizó a través de la de la severidad, siguiendo la metodología de Agrios (2002) modificada por Manta (2007); mientras que, para medir la severidad del marchitamiento de la copa, se utilizó la metodología empleada por Manta (2012), quien hace una modificación de los criterios de calidad de copa desarrollada por Synott (1975).

Los resultados obtenidos son importantes porque sirven como un instrumento para la evaluación de sintomatología en el arbolado urbano, así como la identificación de las características de los patógenos más comunes, además de los daños que estos generan en el tiempo y los factores que contribuyen a su dispersión.

Este documento presenta la experiencia aprendida durante el ejercicio profesional del autor Angel Domingo Malqui Uribe, en colaboración con la Dra. María Isabel Manta Nolasco, desarrollando la evaluación fitosanitaria de árboles urbanos, así como la identificación de sintomatología y caracterización de los signos; poniendo en práctica los conocimientos adquiridos durante los años de estudio de la carrera de ingeniería forestal empleando los conocimientos a la línea de investigación de la Protección Forestal

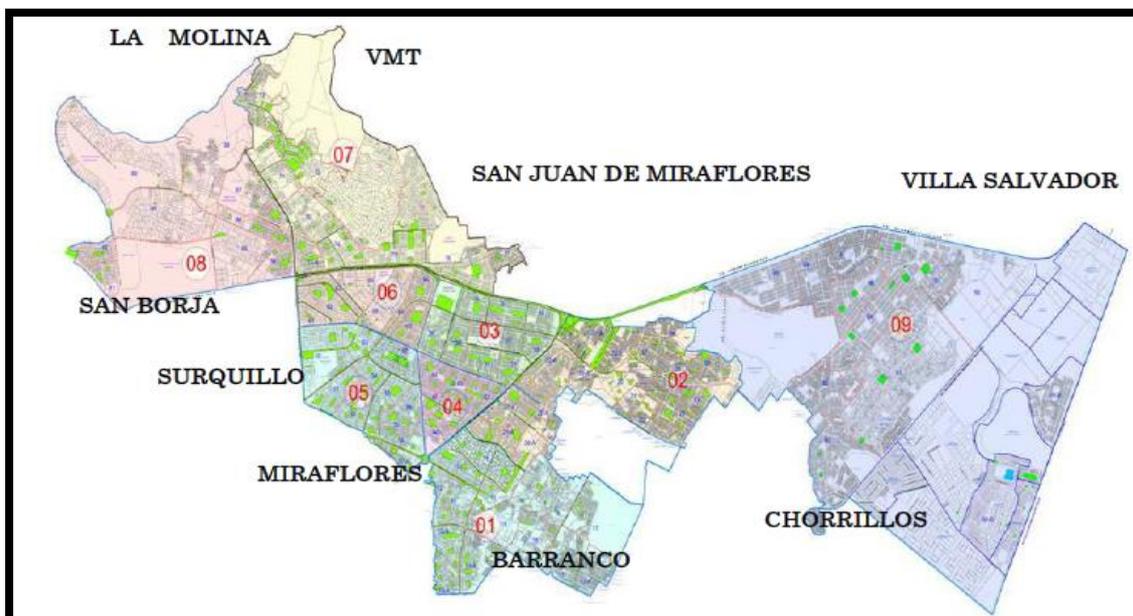
1.1.1 Ubicación

El presente estudio ha sido realizado en el distrito de Santiago de Surco, provincia de Lima, Departamento de Lima, cuyas coordenadas geográficas son las siguientes:

- Latitud sur : 12° 08' 36''
- Latitud Oeste : 77° 00' 13''
- Altitud: Varía desde 68 m.s.n.m en Mateo de Pumacahua, hasta los 440 m.s.n.m. en el Cerro San Francisco

Siendo sus límites distritales:

- Por el Norte : Limita con los distritos de, Ate y La Molina.
- Por el Este : Limita con los distritos de La Molina, Villa María del Triunfo y San Juan de Miraflores.
- Sur Oeste : Limita con el distrito de Chorrillos
- Por el Oeste : Limita con los distritos de con los distritos de Barranco y Miraflores
- Nor Oeste : Limita con los distritos de Surquillo y San Borja



Fuente: Municipalidad de Santiago de Surco – Catastro

Figura 2. Límites distritales

1.1.2 Actividad

La Municipalidad de Santiago de Surco, a través de la Sub Gerencia de Limpieza Pública, Parques y Jardines, según el ROF, desarrolla las siguientes actividades:

- a. Proponer proyectos y actividades que contribuyan con la mejora del medio ambiente y calidad de vida.
- b. Proponer, ejecutar evaluar los programas de desarrollo y mantenimiento de las áreas verdes del distrito.
- c. Promover, difundir y realizar campañas de forestación y reforestación, a fin de contribuir a la descontaminación del distrito.
- d. Desarrollar acciones de inspección, evaluación, educación y control sobre el mantenimiento y preservación de las áreas verdes de uso público; priorizando aquéllas que estén orientadas hacia la prevención y el ordenamiento.
- e. Establecer y ejecutar las acciones respectivas para la recuperación y ampliación de espacios destinados a las áreas verdes de uso público y puntos de acopio para el recojo de maleza.
- f. Identificar y/o detectar los riesgos a los que está expuesta la unidad orgánica y el servicio que brinda, determinar la gravedad del riesgo (probabilidad e impacto), diseñar e Implementar las estrategias y acciones para administrar los riesgos que pudieran amenazar los servicios públicos, así como los fines y objetivos de la gestión municipal.
- g. Investigar, desarrollar e implementar propuestas de innovación, nuevos productos y/o soluciones para mejorar la calidad de vida del ciudadano y los servicios públicos en las materias de su competencia y de acuerdo a las tendencias mundiales y la evolución de la tecnología y del conocimiento.

1.1.3 Misión y visión

1.1.3.1 Misión

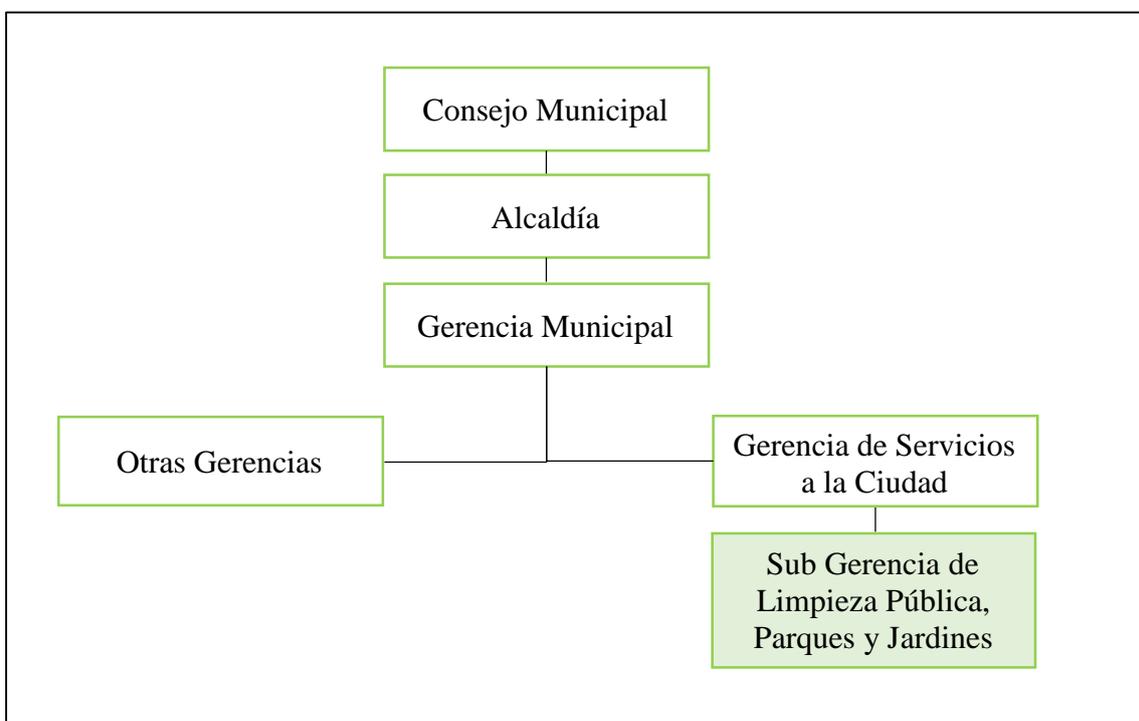
Proveer servicios públicos municipales y promover el desarrollo integral para los ciudadanos de manera efectiva con calidad, inclusivo, transparente y participativo

1.1.3.2 Visión

En el año 2030, Santiago de Surco es un distrito seguro, con una eficiente articulación vial y ambientalmente sostenible en el que coexisten armónicamente actividades residenciales y empresariales, con un elevado nivel de desarrollo humano y liderado por un gobierno municipal moderno, inclusivo y participativo.

1.1.4 Organización

El área donde me desempeñé para la coordinación, desarrollo y elaboración de la presente investigación, se dio dentro de la Sub Gerencia de Limpieza Pública, Parques y Jardines; el cual pertenece a la Gerencia de Servicios a la Ciudad.



Fuente: Elaboración propia en base al organigrama de la Municipalidad de Santiago de Surco (2021)

Figura 3. Organigrama de la Municipalidad de Santiago de Surco

1.2 DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

1.2.1 Actividad desempeñada

La experiencia profesional se llevó a cabo en Municipalidad del Distrito de Santiago de Surco, Lima Perú durante los años 2013 y 2014, donde tuve la responsabilidad de conducir el:

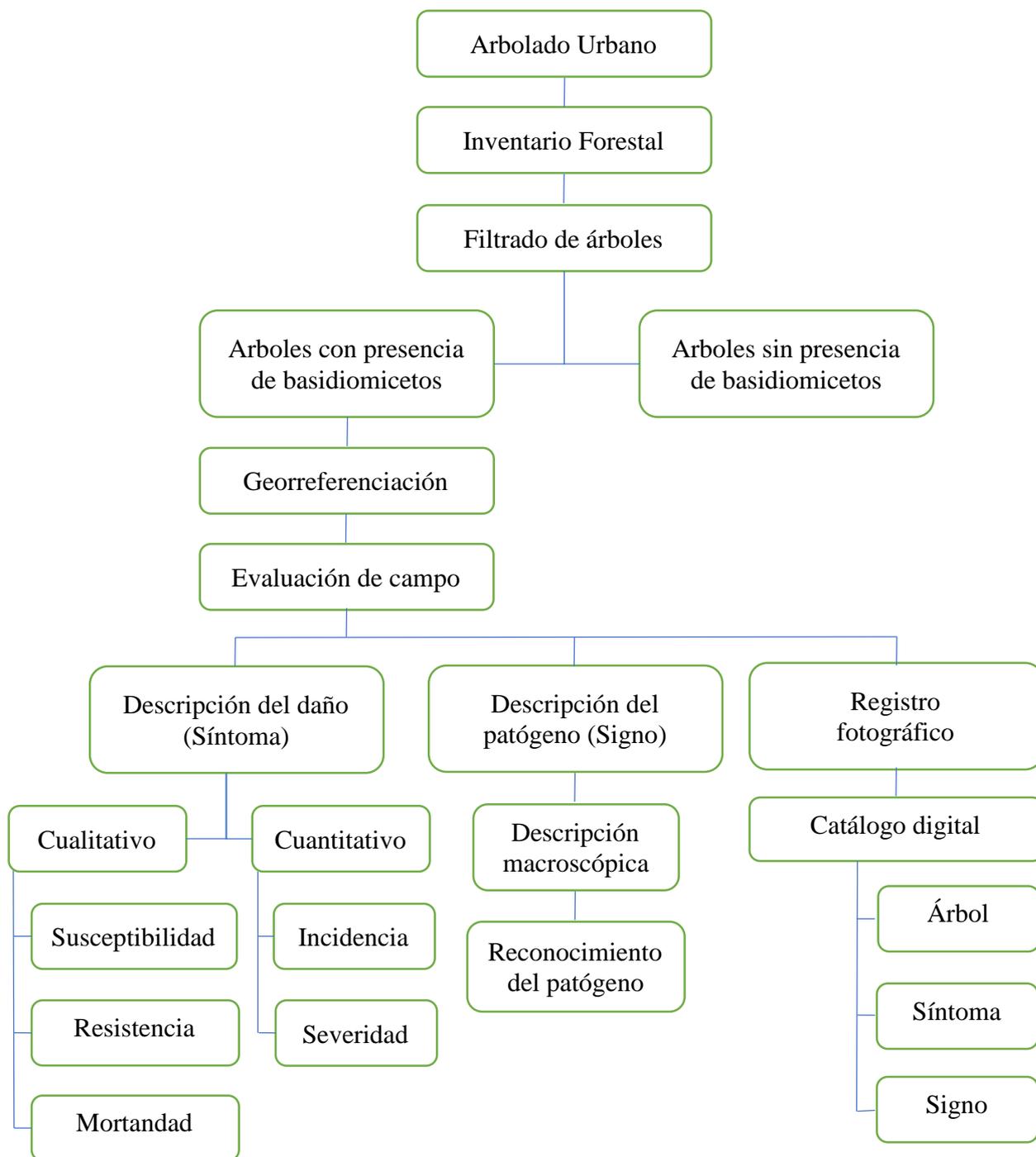
- Inventario forestal del arbolado urbano, y la
- Supervisión y evaluación fitosanitaria del arbolado urbano

A raíz de la caída de árboles del distrito, se continuó con el desarrollo de la investigación de síntomas de enfermedades en el arbolado urbano producido por el ataque de hongos basidiomicetos. Estas evaluaciones se han venido conduciendo y registrando en los años 2015, 2017 y 2019, con el apoyo del Ing. de Campo de la Municipalidad Alfredo Gutiérrez Antezana, y de la Dra. María Isabel Manta Nolasco, utilizando como línea base la información del inventario forestal del 2013-2014.

Se identificaron 105 individuos arbóreos, distribuidos en 08 sectores del distrito, los cuales presentaban una mala sanidad, muchos de ellos se evidenciaba sintomatología de daños por ataque de hongos xilófagos y la presencia de cuerpos fructíferos en la estructura de los árboles, en muchos de los casos producto de daños y heridas expuestas.

Se desarrolló el reconocimiento de los hongos basidiomicetos a través de la caracterización macroscópica, así como la evaluación y descripción de los síntomas de enfermedades en el fuste y la copa de las especies arbóreas. Actividad que se desarrolló de manera bianual, en un periodo de 6 años (2015, 2017 y 2019), georreferenciados y con registro fotográfico.

A partir de ello se logró determinar la susceptibilidad, resistencia y mortalidad de los árboles urbanos, frente al ataque de hongos basidiomicetos.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4. Flujo de actividades

1.2.2 Propósito del puesto

Obtener información de la situación actual del arbolado urbano, a partir del desarrollo del inventario forestal, el cual permitir tomar decisiones, frente a las condiciones fitosanitarias.

Determinar las causas de caídas y muerte del arbolado urbano, dentro del distrito; así como los principales signos y síntomas evidenciados, a fin de generar estrategias de control, reducir los focos de infección y la mortandad de especies arbóreas.

1.2.3 Nombre original del proyecto

El presente producto es un trabajo de investigación desarrollado en su totalidad por el autor Angel Domingo Malqui Uribe, en colaboración con la Dra. María Isabel Manta Nolasco, el cual mantiene el mismo nombre del documento presentado a la institución Municipal.

“Sintomatología, susceptibilidad y mortalidad en árboles en pie del distrito de Santiago de Surco – Lima Perú, por efecto de hongos basidiomicetos”

1.2.4 Resultados obtenidos

Se reconocieron los hongos basidiomicetos que inciden en el arbolado urbano, del distrito de Santiago de Surco, a través de la descripción macroscópica y de claves de identificación

Se caracterizó los síntomas o daños provocados por las enfermedades en el fuste y la copa de las especies arbóreas, asignando grados de severidad del daño.

Se determinó la susceptibilidad, mortandad y resistencia de los árboles urbanos, frente al ataque de hongos basidiomicetos, a través de las observaciones bianuales en campo, durante 6 años.

Se estableció una estrategia preventiva, frente a la caída de los árboles, así como alternativas de solución para prevenir y controlar las enfermedades que inciden sobre el arbolado del municipio estudiado

2 CAPÍTULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO METODOLÓGICO

2.1 MARCO TEÓRICO

2.1.1 Enfermedades

González (1981), define enfermedad como aquella alteración desfavorable y progresiva en el desarrollo fisiológico y morfológico de una planta, ocasionada por un agente extraño hasta tal punto que se producen manifestaciones visibles de tal alteración. Dichas manifestaciones, que son características de la enfermedad se definen como síntomas.

Agrios (2002), Indica que las plantas presentarán enfermedad cuando una o varias de sus funciones sean alteradas por los organismos patógenos o por determinadas condiciones del medio (ambiente físico), agrega que los daños (síntomas) se manifiestan de manera progresiva, así mismo; el grado de la enfermedad, varían considerablemente según el agente causal y a veces según la planta misma.

Cadenas (2014) indica que las enfermedades de las plantas reducen la variabilidad de especies de plantas, las cuales son susceptibles a determinados patógenos, agrega que las enfermedades en plantas se dan debido a la alteración de una o varias funciones ocasionadas por organismos patógenos o por determinadas condiciones del ambiente en el cual se desarrolla, siendo esta alteración significativa (evidente) y continua.

Cabe mencionar que el personal a cargo de la gestión del arbolado público tiene un alto conocimiento del recurso en términos de su composición y abundancia, pero un conocimiento medio o bajo de las necesidades de manejo de control de plagas y enfermedades (Hernández et al, 2002b).

2.1.1.1 Clasificación

Las enfermedades en las plantas pueden ser infecciosas cuando son provocadas por agentes extraños trasmisibles (microorganismos o virus), o abióticas y no infecciosas cuando son causadas por alteraciones del ambiente, tales como heladas, temperaturas elevadas, deficiencia o exceso de minerales en el suelo, anegamiento, gases industriales, etc.; estas afectarán al hospedante u hospedero los cuales son susceptibles a enfermarse provocando un mal funcionamiento de sus células y tejidos, así como una alteración fisiológica debido al efecto continuo sobre estos (Agrios, 2002; González, 1981)

Cibrián (2013), indica que la salud de los árboles en la ciudad es afectada por factores bióticos y abióticos, considerando el factor antropogénico, indica además que en la formación del arborista es necesario considerar el conocimiento, la identificación y el manejo de las causas de origen vivo que pueden estar afectando la condición de salud de los árboles, siendo una de ellas los patógenos.

2.1.1.2 Componentes

Agrios (2002) señala que las plantas desarrollan enfermedades cuando están en contacto e interactuar con tres componentes: la planta hospedante, el patógeno y un conjunto de condiciones ambientales dentro de límites favorables. Sin embargo, cada uno de los tres componentes muestra una considerable variabilidad y cuando alguno de ellos cambia, influye sobre el grado de severidad de la enfermedad dentro de cada una de las plantas y dentro de toda una población vegetal. Con frecuencia, las interacciones de los tres componentes de las enfermedades se han concebido como un triángulo, que se conoce en general como el “triángulo de las enfermedades”

Torres, (s.f.) define la enfermedad en un sentido amplio, como es la epidemiología el cual debe ser conceptuada como el estudio del progreso de las enfermedades en el espacio y en el tiempo, en función de las interacciones entre las poblaciones de patógenos, poblaciones del hospedante, el medio ambiente, añadiendo a estos el factor humano

El Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria- México (SINAVEF, s.f., citado por Orellana 2014), indica que a pesar que los tratamientos silviculturales pueden ser consideradas como parte de un agente causal de tipo abiótico por algunos autores, en la actualidad estas acciones del hombre son tomados en cuenta como un componente más de la aparición de enfermedades, ya que es el hombre el que interfiere en el proceso de una epidemia de manera directa o indirecta, creando condiciones favorables o desfavorables para que la misma se desarrolle, agrega que para que se origine la enfermedad, se debe alterara al menos uno de los componentes del tetraedro epidemiológico

2.1.2 Síntomas

Manifestación externa de la enfermedad que puede ser percibida por uno o más de nuestros sentidos; los síntomas varían en el tipo y severidad de acuerdo con el factor ambiental que participe y en la intensidad de desviación de este factor. Los síntomas pueden ser desde ligeros hasta severos; y las plantas afectadas pueden incluso morir (Cadenas, s.f.).

Las enfermedades causadas por hongos producen en sus hospederos una amplia variedad de tipos diferentes de síntomas. Entre otros los hongos fitopatógenos pueden producir mancha cloróticas y necróticas, cribados, canchales, tizones, ahogamiento, marchitamiento y pústulas (Urbina, 2011)

Parra y Gonzales (2000), indican que la respuesta de los árboles frente a un ataque de plagas se da a través de la manifestación de los síntomas, los cuales se evidencian a través de los cambios físicos y/o fisiológicos, como variación del color del follaje, oquedades, resinación, marchitamiento, formación de tumores, etc. Así mismo, estas vienen asociadas de un agente dañino, los cuales se manifiesta a través de cuerpos fructíferos, larvas, insectos, generando daños mecánicos como galerías, perforaciones en el fuste, entre otras.

2.1.3 Signos

Signo es la evidencia visible del agente causante de la enfermedad (Luley, 2006); es decir, la presencia visible del agente causal de la enfermedad, sea mediante una o varias de sus estructuras. (Cadenas, s.f.)

2.1.4 Patógeno

Patógeno es aquel agente capaz de causar cambios clínicos en un huésped susceptible, que puede o no ser infeccioso. (FAO/NACA, 2001), causando enfermedades a los árboles (Muñoz López y cols., 2003). Agrios (2002) indica que los patógenos causan enfermedades en las plantas mediante;

- El debilitamiento del hospedante a causa de la absorción continua del alimento de sus células para su propio uso.

- La alteración o inhibición del metabolismo de las células hospedantes debido a la secreción de toxinas, enzimas o sustancias reguladoras del crecimiento.
- El bloqueo de la translocación de los nutrientes minerales, alimentos y agua a través de los tejidos conductores.
- El consumo del contenido de las células del hospedante, con las que entran en contacto.

2.1.5 Hongos

Los hongos de la madera son un importante grupo de hongos que degradan los tejidos leñosos de los árboles. El micelio del hongo se encuentra dentro de la madera, donde secreta enzimas que degradan los distintos componentes de la madera (Urcelay et. al., 2012). El término "degradadores de madera" se refiere a un grupo capaz de utilizar la madera como nutrimento, al digerir con enzimas la lignina y celulosa de las paredes celulares, (Gilbertson, 1980).

Cubas (2007) señala que los hongos son organismos heterótrofos por absorción, los cuales presentan una digestión externa, éstos utilizan enzimas los cuales degradan las grandes moléculas orgánicas transformándolas en pequeñas (azúcares, iones minerales y otras). Agrega que según las enzimas que producen los hongos, estos son capaces de vivir en formas muy distintas y sobre sustratos orgánicos variados.

Según Agrios, (2005), los hongos se reproducen principalmente mediante esporas, las esporas son estructuras reproductoras o especializadas para la propagación del hongo, que constan de una o varias células. Estas estructuras pueden formarse asexualmente (mediante la producción, por el micelio del hongo, de células individuales especializadas las esporas sin intervención de cariogamia o meiosis) o ser el resultado de un proceso sexual., agrega que la mayoría de los hongos fitopatógenos pasan parte de su ciclo de vida en las plantas que les sirven de hospedante, y otra parte de él en el suelo o en los residuos vegetales depositados en este sustrato. Algunos pasan todo su ciclo de vida sobre el hospedante y sólo sus esporas alcanzan el suelo, donde permanecen en reposo hasta que son llevadas a un hospedero en el que germinan y se reproducen.

La estructura o cuerpo vegetativo de un hongo se denomina talo, el cual está formado por filamentos, o hifas, de unas 5 μm de diámetro, que generalmente están ramificadas. El

conjunto de hifas se llama micelio. En el micelio se distinguen dos partes: una que penetra en el medio de cultivo y se extiende por su superficie (micelio vegetativo) que es la que se encarga de la nutrición y resistencia, y otra que se proyecta y contiene las esporas (micelio reproductor o aéreo) el cual se encarga de la reproducción (UNAM, s.f.)

2.1.5.1 Hongos Basidiomicetos

Los basidiomicetos son de manera abrumadora la causa más común de la pudrición de la madera, los hongos de este grupo son familiares para la mayoría de los arbolistas, como las setas y champiñones que esporulan en los troncos, cimales, y/o los fijados a las raíces de los árboles (Luley, 2006)

Los esporóforos de los basidiomicetos descomponedores de la madera se forman cerca del punto de entrada del hongo, cerca de la base del árbol, en canchales o nudos hinchados que crecen sobre el tallo de árboles vivos, o a lo largo del tallo del árbol una vez que ha muerto. Estos esporóforos pueden ser anuales o perennes, en ellos se producen basidiosporas durante una parte o casi toda la estación de crecimiento y las esporas son llevadas por el viento, la lluvia o los animales hasta los árboles vecinos, (Agrios, 1985).

Hepting (1971) indicó que la frecuencia de la fructificación no es un indicador de cual hongo está causando la mayoría de la descomposición, al menos en los hábitats forestales del sur de los Estados Unidos. Sin embargo, algunos hongos son probablemente importantes localmente. Por ejemplo, el 20 por ciento de los arces de Noruega, en regresión en la zona de la ciudad de New York se ha constatado que estaban infectados por *G. lucidum* (Sinclair et al. 1987).

2.1.5.2 Cuerpo fructífero

Luley (2006) indica que los cuerpos fructíferos, hongos, champiñones, fijados a los tallos leñosos o a las raíces de los árboles vivos son indicadores positivos de descomposición, lo que indica que el árbol tiene un cierto grado de pudrición. Agrega, que la identificación del hongo xilófago puede ayudar a determinar el alcance de la pudrición, así como en donde pudiera estar localizada la descomposición, el modo de ataque a reconocer, el tipo de descomposición presente en el árbol. Además, generalmente aporta información

sobre que hongo causa que tipo de descomposición de la madera (pudrición blanca, marrón o blanda) para ayudar a identificar al patógeno.

Algunos cuerpos fructíferos pueden dar una pista sobre la cantidad de descomposición presente. Por ejemplo, la “seta del artista”, *Ganoderma applanatum*, fijado en el árbol, se asocia generalmente con un estado avanzado de descomposición (Luley, 2006). Por otro lado, los hongos varían el grado de ataque y su extensión de acuerdo con las condiciones del lugar, por ejemplo, en el noreste de Estados Unidos, el políporo escamoso, *Polyporus squamosus*, se asocia a menudo con la poda o cualquier otra herida y con pudrición limitada alrededor de la herida. Sin embargo, en Europa, *P. squamosus* es considerado como un importante hongo de descomposición que puede llevar a rotura del tronco (Schwarze et al. 1999), agrega que la mayoría de los cuerpos fructíferos, sin embargo, sólo indican que el árbol tiene cierta descomposición interna que requeriría pruebas adicionales para determinar su extensión.

2.1.5.3 Vía de entrada

Por lo general, los hongos causantes de pudrición no atacan a un árbol sano, ya que para esto requieren de una entrada al duramen. Cualquier abertura, expone al árbol al ataque de estos hongos. Las heridas causadas por fuego o por actividades humanas son puntos frecuentes que permiten la entrada de estos hongos. No es posible eliminar todas las heridas, ya que algunos animales como los roedores, aves e insectos dañan los árboles. Los factores ambientales como los rayos, el viento, la nieve, el hielo y el exceso de calor y frío pueden dañar al árbol, permitiendo así la entrada de los hongos al duramen, sin embargo, estas heridas son consideradas menos importantes que las ocasionadas por la actividad humana y el fuego, (Scharpf, 1993).

Las aberturas naturales en el árbol como, por ejemplo: los hidátodos, las estomas etc., pueden ser el medio de entrada de estos hongos. Unos pocos hongos penetran por las ramas vivas, y otros pueden entrar también a través de heridas en la raíz, causando pudriciones en la base. Otros hongos tales como *Heterobasidion annosum* y *Phaeolus schweinitzii* son parásitos de la raíz, así como del duramen, y pueden matar la raíz antes de invadir el duramen. (Díaz, 2004)

2.1.5.4 Tipos de hongos

González (1981), indica que alrededor de dos tercios de las enfermedades de las plantas son causados por hongos. Se conocen cerca de 100 000 especies, de las cuales la mayoría son saprófitos obligados, pero alrededor de 8 000 son fitoparásitos, así mismo, por la zona en que preferentemente se encuentran en un árbol, los hongos pueden clasificarse como: hongos de raíz, hongos de raíz y cuello, hongos de tronco y ramas (Valoriza. 2015).

2.1.5.4.1 Saprofitos

Saprófitos o saprótrofos, se desarrollan todo su ciclo vital sobre materia orgánica inerte, independientemente de cuál sea su origen, así mismo degradan la madera muerta que ha sido parcialmente degradada por otros hongos o bacterias (Urcelay. Et al., 2012); pueden colonizar cualquier tipo de sustrato orgánico. La alimentación de estos hongos se lleva a cabo mediante la solubilización del material que colonizan, previa liberación de enzimas, y la posterior absorción de la materia orgánica resultante, regresando a los ecosistemas la materia que le pertenece al “consumir” (descomponer) los cadáveres de todos los organismos muertos, de tal manera que fertilizan el suelo para permitir que las cadenas tróficas continúen existiendo (Valoriza. 2015).

Dentro de esta categoría en ocasiones se pueden distinguir otros subgrupos, por ejemplo, aquellos que prefieren ramas delgadas y aquellos que presentan afinidad por sustratos leñosos de gran volumen, como troncos muertos en pie o caídos, o ramas de gran diámetro. (Urcelay. Et al., 2012)

2.1.5.4.2 Parásitos

Los hongos parásitos son aquellos que viven sobre tejido vivo, a expensas del material nutritivo de otro (hospedero), absorbiendo todos sus nutrientes. Algunos hongos parásitos se denominan patógenos en cuanto ocasionan una alteración sobre una o varias funciones esenciales de la planta, donde con frecuencia el parasitismo tiene una importante función. Es decir, un hongo se considera patógeno cuando ocasiona un daño mayor que el que cabría esperar, en ese sentido, los parásitos suelen ser los principales responsables del deterioro del estado sanitario de los árboles (Valoriza. 2015).

Existen Parásitos obligados son aquellos que no son capaces de desarrollarse en materia orgánica muerta, por lo que reciben el nombre de parásitos biotróficos, biotrofos u obligados, mientras que aquellos que no necesitan un sustrato vivo para sobrevivir se denominan parásitos no obligados o facultativos. Apenas existen casos de hongos de pudrición que sean parásitos obligados, por lo que la mayoría de los hongos capaces de colonizar células vivas primero destruyen una célula parasitada y luego absorben sus nutrientes (parásitos necrotróficos). (Valoriza. 2015)

2.2 DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

La Municipalidad de Santiago de Surco tiene una superficie de 44,75 kilómetros cuadrados lo que equivale a 4,475 hectáreas, que se dividen en nueve sectores (09), distribuidos en 3,346 manzanas. La población del distrito es de 500 mil habitantes aproximadamente, un distrito con grandes espacios destinados a las áreas verdes, con una gran densidad de arbolado urbano dentro de su jurisdicción, reportándose en el inventario del año 2013-2014, un total de los 104771 individuos arbóreos.

Se utilizó la Zonificación del distrito de Santiago de Surco, el cual cuenta con tres (03) zonas, dividido en nueve sectores (09), las cuales están separadas a través de avenidas principales.

El riesgo de derrumbe y caída de árboles dentro del distrito es alto, por las condiciones sanitarias de muchos de ellos, además por el tipo de tratamiento silvicultural que se ha venido realizando a lo largo del tiempo, las cuales tienen repercusión en la actualidad. Cabe indicar que, aunque el municipio tenga presupuesto necesario para poder contratar personal, equipos y herramientas para el mantenimiento de sus áreas verdes, hacen faltan mucho más que eso, se requiere entender los requerimientos de poda, así como la estacionalidad que se deben realizar, sumado a esto la desinfección de las herramientas luego del término de sus actividades operativa.

La diversidad de árboles dentro del distrito de Santiago de Surco es amplia, pero existen mucha abundancia de ciertas especies que son comunes a nivel del distrito de Lima, las cuales sufren de ataque de hongos de manera frecuente y repetitiva, producto de ellos, se evidencia numerosos daños por caída de árboles.

No solo las actividades de mantenimiento y tratamiento silvicultural en el distrito por parte del personal operativo son los factores que aumentan dispersión de patógenos dentro del distrito; sino también la humedad, en época de verano varía de 59.3% a 94.7% mientras que en invierno varía entre 75% y 95.7%; todo ello beneficia a la actividad fisiológica y enzimática de los hongos, como germinación de esporas, incubación, desarrollo y la secreción de las enzimas fúngicas que a posteriori causan daños en los árboles.

Los suelos son mayoritariamente de origen aluvial, profundos con una importante alteración antrópica, dado que casi todos los terrenos que actualmente comprende el distrito primero fueron de cultivo sometidos a intensa explotación y luego sufrieron los efectos del proceso de urbanización.

Las actividades de mantenimiento y tratamiento silvicultural en muchos casos se ven influenciado por los vecinos, construcciones e inmobiliarias, demandando podas antitécnicas, repercutiendo en muchos de los casos en el estado actual del árbol y en su sanidad.

2.3 ANTECEDENTES

El manejo efectivo de todos los problemas de salud de los árboles depende de su detección temprana. Las investigaciones deberían comenzar con el descubrimiento inicial y reconocimiento de los síntomas en el campo, para mejorar la conciencia en la salud de los árboles y las respuestas a los problemas relacionados con ella, deberán tomarse medidas para capacitar al personal que trabaja directamente con los árboles en el reconocimiento e interpretación de los síntomas. Se necesita urgentemente ampliar las habilidades visuales para la evaluación inicial de la salud de los árboles a fin de mejorar la detección temprana y el manejo oportuno de los problemas.

En el ámbito internacional, la FAO (2008) ha realizado estudios, en donde se propone una guía para reconocer síntomas de mala salud, y poder identificar si se trata de una enfermedad o si se trata de casos normales, como decaimiento temporal; lo que busca esta guía es mejorar el diagnóstico preliminar que se le realiza al individuo.

En España, Saiz de Omeñaca (s/f) propusieron una clave de identificación de agentes infecciosos en el arbolado, para poder identificar las posibles causas del daño producidas

en las masas forestales en la Junta de Comunidades de Castilla – La Mancha. Monreal y Tarancón (s/f) contribuyeron con estudios para poder conocer los tipos de hongos lignívoros presentes en el arbolado urbano de Albacete. Sánchez-Blanco, Artajo y Septién (s/f) también desarrollaron una guía para el reconocimiento y el diagnóstico para determinar el defecto y el diagnóstico de anomalías en el arbolado de Madrid.

Luley (2006) realizó un estudio para la identificación del tipo de pudrición de la madera y los hongos xilófagos asociados a estas pudriciones, el estudio se realizó enfocándose a los árboles que se encuentran en las zonas urbanas, en este estudio se explican las causas y los tipos de pudrición, así como también los indicadores que se pueden apreciar en los árboles vivos.

Urcelay et al (2012) realizó un estudio de los hongos de la madera presentes en el arbolado urbano de Córdoba en Argentina, indicando que los hongos que degradan la madera son los principales causantes del deterioro y posterior caída de los árboles. En total se pudo hacer el estudio en 39 especies de árboles, en donde se describe el tipo de daño que causa el agente patógeno en árbol hospedador.

En el Perú se han desarrollado pocas investigaciones relacionadas con el tema. Orellana (2014) evaluó 26 especies forestales para determinar la incidencia y severidad de los síntomas de enfermedades forestales; además, de evaluar las zonas de riesgo y las causas que predisponen la aparición de enfermedades en el campus de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM).

En Perú, SENASA viene desarrollando investigación en sanidad forestal, a través de la identificación de hongos urbanos, recientemente, en el año 2020, se ha logrado determinar, a través de biología molecular (secuenciamiento), la identificación del *Inonotus sp*, el cual tiene una dispersión amplia dentro del arbolado urbano (Torres, comunicación personal).

2.4 CARACTERIZACIÓN GENERAL DE LA ZONA DE ESTUDIO

2.4.1 Suelos

Los suelos son mayoritariamente de origen aluvial, profundos con una importante alteración antrópica, dado que casi todos los terrenos que actualmente comprende el

distrito primero fueron de cultivo sometidos a intensa explotación y luego sufrieron los efectos del proceso de urbanización.

2.4.2 Clima

Por estar ubicado en la costa central del Perú, el clima del distrito de Santiago de Surco se encuentra marcadamente modificados por la cordillera de los Andes, la corriente de aguas marinas, la capa de nieves de estratos a 300-900 msnm, lo cual genera inversión térmica, generado como consecuencia temperaturas promedio durante los meses de verano que varían entre 19.6 °C la mínima y 28.1 °C la máxima, durante los meses de invierno se registran una temperatura promedio de 13.7 ° la mínima y de 19.4 °C la máxima, estos datos según SENAMHI. La humedad promedio en los meses de verano varía entre 59.3 % la mínima y 94.7 % la máxima; durante el invierno varía entre 73.0 % de humedad la mínima y 95.7 % la máxima, datos según SENAMHI. La precipitación mensual promedio para la zona es casi nula variando entre 0.3 a 3.0 milímetros.

2.4.3 Ecología y vegetación

De acuerdo con el diagrama bioclimático de Holdridge, el distrito de Santiago de Surco se hallaba ubicado dentro de la zona de vida Desierto Desecado. O.N.E.R.N. (1945). Sin embargo, este paisaje natural ha sido cambiado por la intervención del hombre quien ha cambiado su condición natural y ahora crece diferente vegetación cultivada en zonas urbanas.

Según la Municipalidad de Santiago de Surco, hasta el año 2015, indica que especies más representativas son: El ficus benjamina (20,6%), molle costeño (19,1%), molle serrano (19.1%) y eucalipto (7.1%), palmera abanico (7%), tipa (7%), tulipán africano (4%), huaranhuay (3%), palmera hawaiana (3%), ponciana real (2%).

2.4.4 Riego

Dentro del distrito de Santiago de surco se desarrollan tres tipos de riego, los cuales son: Por inundación, por gravedad y tecnificado; realizado a través de camión cisterna, manguera, canalización del río Surco y de la planta de tratamiento de aguas residuales.

2.4.5 Podas

EL personal cuenta con equipos para el mantenimiento de podas de altura, equipos de seguridad y maquinaria para tales fines, pero en cuestión del uso adecuado para una buena praxis, se ha detectado que gran parte de los problemas es debido al tipo de tratamiento silvicultural que se les ha venido dando a los árboles, evidenciando en muchos de los casos podas antitécnicas y heridas que parten desde el cuello del fuste (provocado por motoguadaña) hasta daños a nivel del fuste y ramas.

2.5 PROCEDIMIENTO Y METODOLOGÍA

A través del inventario forestal, se estableció una metodología para evaluar los síntomas, de la posible enfermedad en la copa y fuste causantes por hongos basidiomicetos, para los años 2015, 2017 y 2019, dentro del distrito del Santiago de Surco.

2.5.1 Población y muestra

2.5.1.1 Inventario Forestal (Población)

Se realizó el levantamiento de información de todo el arbolado urbano, a través de un formato de evaluación (Anexo 01), donde se evaluaron todas las áreas verdes de uso público (avenidas y parques), desde marzo del 2013 hasta enero del 2014, incluyendo palmera y descartando a los arbustos; información base, el cual reporto las condiciones fitosanitarias, referenciado con el nombre de las avenidas y numeración de los predios, categorizando la sanidad de los árboles según su condición (bueno, regular y malo). Cabe mencionar, que en el proceso de evaluación se incorporó un sector adicional, denominado sector 10 (Brisas y encantada de villa).

2.5.1.2 Selección de árboles a evaluar (muestra)

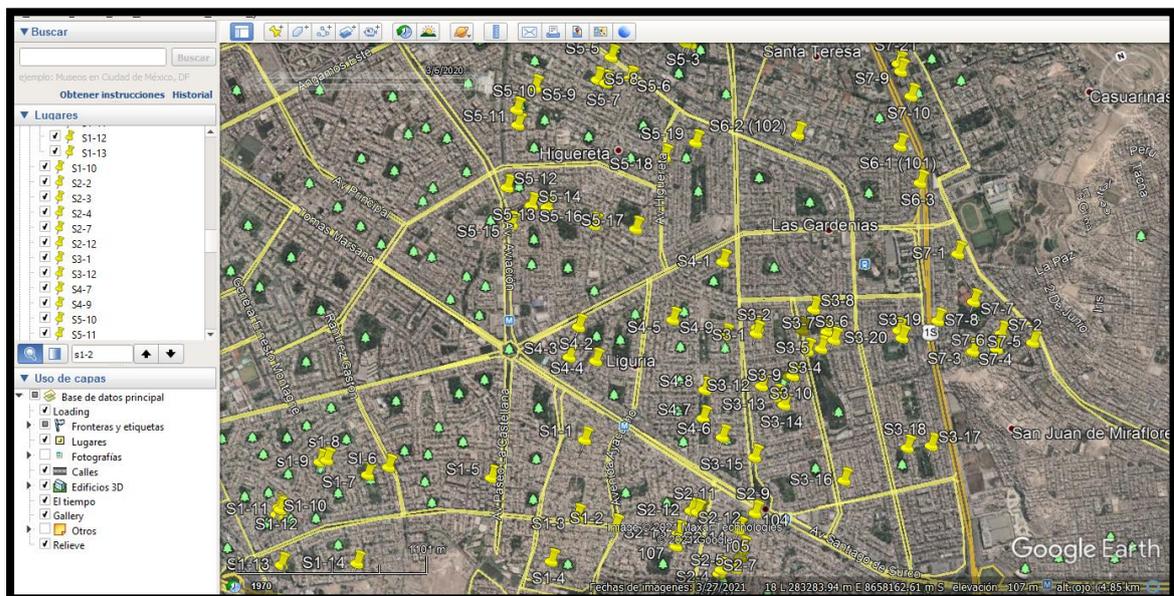
En base a la información se presentó una matriz de árboles cuyas condiciones fitosanitarias eran consideradas como malas, debido a presencia de patógenos, pudrición, raíces expuestas e inclinación de árboles.

Para la elección de las especies a evaluar y monitorear, se consideró especies forestales arbóreas, descartando los arbustos y las palmeras; además se consideró todos los árboles

que posean evidencias de hongos basidiomicetos de dentro de su estructura (ramas, fuste o raíces); descartando a todos aquellos que no lo presentan, aun cuando estos evidencian tener sintomatologías de ataque de hongos basidiomicetos, asignándoles un código, según el sector donde se ubican (anexo 2)

2.5.2 Georreferenciación y registro de árboles

Se tomaron coordenadas Geográfica de cada árbol seleccionado, a través de un GPS Garmin eTrex 20X, para luego ser importados al programa Google Earth, el cual permitió obtener el mapa de distribución y ubicación de los árboles, con los códigos pre establecidos (Figura 5)



Fuente: Elaboración propia – Google Earth

Figura 5. Georreferenciación de árboles evaluados

2.5.3 Periodo de evaluación

Todo el año 2013 se procedió a la recopilación de los datos a través del inventario forestal dentro del distrito de Santiago de Surco, luego se realizó la selección de los 105 árboles forestales, los cuales fueron evaluados durante un periodo de 6 años, entre los meses de marzo y julio, de los años 2015, 2017 y 2019.

Así mismo se realizó un formato para el registro de datos, donde se evaluaron los signos y síntomas de los árboles seleccionados, (Anexo 3)

2.5.4 Procedimiento de recolección de información

2.5.4.1 Prospección

Antes de la evaluación de cada estación se realizó una prospección en el campus (a los árboles seleccionados), con el objetivo de reconocer los síntomas que no se hayan observado anteriormente y poder diseñar o modificar las escalas y formatos para las evaluaciones posteriores. Además, se identificó el comportamiento del follaje de las especies evaluadas, clasificándolas en especies siempreverdes o perennes, especies caducifolias o semicaducifolias.

2.5.4.2 Evaluación

2.5.4.2.1 Evaluación cualitativa

2.5.4.2.1.1 Descripción del signo

La descripción se realizó a través de la caracterización macroscópica; tomando en cuenta siguientes características: Basidioma, píleo, margen; del himenio, color, disposición, su forma, el margen, tubos, estípites (en caso de presentarlos), contexto, tamaño y ubicación.

Debido a que se evaluaron árboles que presentaba el signo visible, se procedió a recolectar el basidiocarpo, desmontándolo del árbol a través de una cuchilla de monte, el cual se guardó dentro de una bolsa de papel marcado con un código, el cual fue escrito con plumón indeleble, para luego ser copiados dentro de una caja aislante para su descripción en gabinete (Figura 6).

2.5.4.2.1.2 Reconocimiento del signo

El reconocimiento e identificación del posible agente causal de los síntomas en el árbol se realizó a través de la caracterización morfológicas de los basidiocarpos; contrastando la descripción con revisión bibliografía, registros reportados, registros fotográficos y claves dicotómicas de Basidiomicetos (*Ganoderma australe*, *Inonotus* sp, *Pleurotus Djamor*, *Pleurotus* sp, *Leucoagaricus leucothites*) apoyados en evidencia de patógenos registrados en Perú, por SENASA (2020) y Orellana (2014)



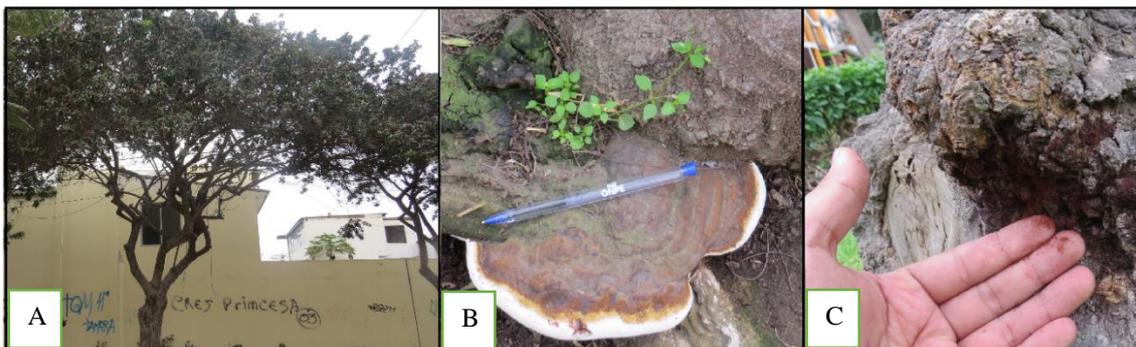
a) Agosto 2017, recolección de muestra de *Ganoderma australe* en árbol de *Ceibo* sp b) Agosto 2017, recolección de muestra de *Inonotus* sp, en árbol de *Parkinsonia aculeata*, con apoyo de personal de la Municipalidad y de la Dra. Manta. Elaboración propia.

Figura 6. Recolección de muestras para su reconocimiento

2.5.4.2.1.3 Descripción de los síntomas de enfermedades

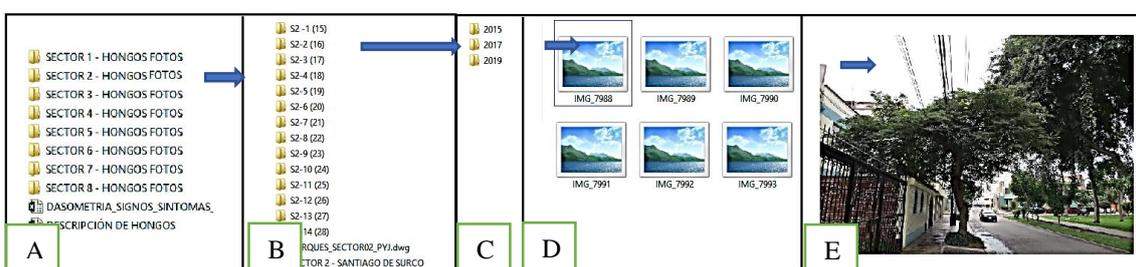
En el fuste la descripción consistió en la identificación visual de la presencia descortezamiento, así también como el grado de pudrición que este presenta, la presencia de pudrición fue comprobada aplicando presión sobre el leño, para observar si mantenía su dureza o la había perdido, además de la presencia de secreción o exudaciones anormales, color y profundidad de heridas, así como la forma y dimensión de estas y altura hasta dónde llega la herida (Figura 7).

En la copa, la descripción consistió en la identificación visual de la presencia de marchitamiento, con la finalidad de determinar la calidad de la copa de los individuos evaluados. Así mismo se realizó un registro fotográfico de los signos y síntomas que presentaba los árboles seleccionados (muestra), donde se procedió a realizar un catálogo digital (Figura 8).



a) Evaluación de marchitez de copa b) Evaluación de signo c) Evaluación de descortezamiento de fuste. Elaboración propia

Figura 7. Evaluación de signos y síntomas



a) Carpeta de sectores b) carpeta de individuos por sector c) carpeta de año de evaluación d) registro de imágenes e) imagen del árbol evaluado. Elaboración propia.

Figura 8 Catálogo digital

2.5.4.2.2 Evaluación cuantitativa

Con respecto a la evaluación cuantitativa del síntoma, de la posible enfermedad en la copa y fuste, se realizó través de la metodología desarrollada por Manta (2012; 2007), esto es, escalas de valor de severidad de síntomas o daños, desarrollando nuevas observaciones y escalas de daños en los árboles, generados por la pudrición, los canchros y las exudaciones.

La evaluación de la enfermedad en el fuste se realizó a través de la de la severidad, siguiendo la metodología de Agrios (2002) modificada por Manta (2007), como se detalla en la Tabla 1; mientras que, para medir la severidad del marchitamiento de la copa, se utilizó la metodología empleada por Manta (2012), quien hace una modificación de los criterios de calidad de copa desarrollada por Synott (1975), el cual se detalla en la Tabla 2.

2.5.4.2.2.1 Incidencia (I):

$$I = n/N$$

Dónde:

I: Incidencia del daño o enfermedad

n: Número de árboles enfermos

N: Número de árboles evaluados

2.5.4.2.2.2 Severidad (S):

$$S = (1n_1 + 2n_2 + 3n_3 + 4n_4 + 5n_5)/N$$

Dónde:

S: Severidad (grado del daño)

1, 2, 3, 4, 5; Grado de daños en base a promedio de un porcentaje o una proporción de daño (Escala s fijar por el investigador según el agente causal, especie forestal, parte del árbol, arbusto o vegetal)

n_1, n_2, n_3, n_4, n_5 ; Número de árboles o número total de partes observadas.

Tabla 1 *Grado de severidad de daño en el área estudiada.*

Grado del ataque	% del ataque	Categoría	Descripción
0	0%	Sin daño	Individuo presenta el fuste sano
1	1 -15%	Bajo	Daños perceptibles. Herida (1 o 2) menor a 15% de la circunferencia del fuste, además de estar completamente cicatrizado
2	16 – 35%	Medio	Daños evidentes. Herida (1 o 2) mayor a 15% de la circunferencia del fuste, además de estar completamente cicatrizado y/o descortezamientos mayores a 15% de la circunferencia
3	36 – 70%	Alto	Daños notorios o grupos de herida necrótica (con o sin presencia de patógeno) que afecta al árbol de manera severa, heridas mayores de 35% de la circunferencia del fuste y/o descortezamientos mayores al 35% de la circunferencia
4	71 – 100%	Muy alto	Daño causa la muerte del individuo y/o descortezamiento mayor al 70% de la circunferencia

Fuente: Agrios (2005) modificado por Manta (2007)

Tabla 2 *Grado de severidad del marchitamiento de la copa en el área estudiada*

Grado	Forma	Descripción
1	Perfecta	Círculo entero, con ramas vigorosas y cuyas ramas realizan bien la fotosíntesis
2	Buena	Círculo irregular, solamente $\frac{3}{4}$ de copa realiza bien la fotosíntesis y las ramas están vigorosas
3	Tolerante	Medio círculo, solamente el 50% es funcional
4	Pobre	Menos de medio círculo, menos de $\frac{3}{4}$ de copa es funcional
5	Muy pobre	Solamente pocas ramas, árbol que difícilmente logra hacer fotosíntesis sin copa, ya que $\frac{1}{4}$ de su copa o menos está viva

Fuente: Synott (1975) modificado por Manta (2012)

2.5.5 Procesamiento de datos

Los datos se procesaron dentro de un Excel a través de cuadros, donde se manifiestan los resultados anuales (2015, 2017 y 2019) de los signos y síntomas en el hospedero, así como el análisis de la severidad e intensidad, susceptibilidad las especies y mortalidad.

Se tomaron dos criterios para la evaluación de la sintomatología, como vigor de copa (realiza actividades fotosintéticas para su alimentación) y de fuste (realiza la función de protección), dado que son manifiestos variables a lo largo del tiempo por efecto del patógeno (basidiomiceto), obviando a aquellos que no presentaban cambios significativos

en el tiempo, ni afectan de manera agresiva al huésped, como son exudaciones y/o tumores. Así mismo, se anotó la presencia de estos síntomas dentro de un cuadro de observaciones, así como la presencia visible de pudrición y el tipo de pudrición presente. Aunque la sintomatología de la pudrición es importante, variable en el tiempo, degenerativa y degradaría, no se desarrolló a profundidad dentro de la presente investigación, dado que no todos los individuos presentaban ese manifiesto de manera visible, por lo que se necesitaba otro tipo de metodología para determinar el grado y avance de estos dentro del hospedero.

Para la determinación de la susceptibilidad se utilizó los datos obtenidos de la incidencia de daño del patógeno, asociado al individuo.

Para la determinación de la resistencia se clasificó a las especies forestales a través de los datos obtenidos de los daños y severidad, siendo seleccionada aquellas especies forestales que no hayan tenido daños significativos en el tiempo estudiado; dado que, no todos los árboles con presencia de signo manifiestan sintomatología significativa

Para determinar la mortalidad de los árboles urbanos se determinó en base a la muerte de árboles en pie y retiro de árbol que presentaba una alta severidad del daño expresado en el tiempo de evaluación.

3 CAPÍTULO III: RESULTADO

3.1 RECONOCIMIENTO DEL SIGNO

3.1.1 Basidiocarpos con himenio en laminilla

3.1.1.1 *Leucoagaricus Leucothites* (Vittad.) Wasser - Dapperling Blanco

Descripción macroscópica: Sombrero aproximarse a los 4.5 cm de diámetro, con forma de campana al principio, después claramente convexo, sin llegar a aplanarse del todo. Es de color blanco puro y opaco, sobre todo de joven, aunque tiende a ensuciarse de ocre claro con el rozamiento. El borde es muy regular y en ocasiones un poco festoneado, cutícula blanca, glabra, textura lisa y sedosa. Himenio en láminas notablemente delgadas, libres, apretadas, ventradas y muy blancas. Pie cilíndrico y alargado, de 6,3 cm superando en longitud el diámetro del sombrero, engrosado en un bulbo en la base (sin volva). Es de color blanco, pero al frotamiento se ensucia primero de ocre amarillento y luego deviene en un tono marrón. Posee un anillo membranoso en el tercio superior, móvil y frágil de color blanco (Figura 9).

Consideraciones: Es importante entender que los hongos son una parte importante de la cadena alimenticia en el suelo, principalmente para la mesofauna que habita en el suelo (Bonkowski et al., 2000). Entre los hongos saprotróficos del suelo, *Leucoagaricus* es uno de los géneros más representativos en regiones tropicales y subtropicales, siendo que la diversidad de especies disminuye hacia las regiones templadas (Singer, 1986; Vellinga, 2004a). Se han encontrado este género en Guinea-Congo y Europa (Laessøe et al., 1996), mientras que, en Brasil, se registraron un total de 16 especies del género, entre ellas al *Leucoagaricus leucothites* (Heisecke. 2015). Así mismo, un gran número de taxones pertenecientes a *Lepiota* s.l. se pueden encuentran juntos, predominantemente en áreas pequeñas sombreado y húmedo (Laessøe et al., 1996; Vellinga, 2004a), mientras que unas pocas especies pueden ocurrir en espacios abiertos y céspedes, como es el caso del *Leucoagaricus leucothites* (Vittad.) (Vellinga, 2004a). Son solitarios o dispersos en tropas con mayor frecuencia en céspedes, también en pardos cortos, ricos de humus de jardín, incluso en astillas de madera en áreas alteradas, rara vez en entornos boscosos, generalmente en bordes de senderos, su presencia es común, con sombrero liso de blanquecinos a gris, el anillo ensanchado y el crecimiento de tropas en áreas verdes ayudan a distinguir esta especie (Siegel & Schwarz, 2016)



a) Basidiocarpio entero con pie cilíndrico y anillo, sin volva b) Himenio con laminillas delgadas c) Sombrero glabras y lisas. Elaboración propia.

Figura 9. Basidiocarpio de *Leucoagaricus leucothites* (S3-1)

3.1.1.2 Pleurotus Djamor Var. Roseus

Descripción macroscópica: Fructificaciones carnosas, en forma de repisas redondas, píleo (sombrero) de 3 a 8 cm de ancho, lobulado, color blanquecino a café-amarillento claro o parduzco-grisáceo, cuando es joven, superficie lisa, Himenio en láminas bien definidas muy delgadas. Estípote (pie) muy corto, sin presencia de velo. Contexto blanquecino. Micelio blanco; al principio es longitudinal, que al ir madurando se torna algodonoso; tono rosados coral cuando el micelio es maduro (Figura 10).

Consideraciones: El género *Pleurotus* está constituido por diversas especies comestibles, donde al menos 12 han sido cultivadas, entre las que *P. ostreatus*, *P. pulmonarius*, *P. eryngii* y *P. Djamor* son las de mayor importancia comercial (Salmones & Mata 2017). Estas setas tienen diferencias de coloración en los píleos desde blanquecino a grisáceo o rosáceo (Guzmán et al., 1995), Actualmente se consideran dos variedades ecológicas de la especie, *P. Djamor* var. *Djamor* (blanca) y *P. Djamor* var. *roseus* (rosa) (Mestizo-Valdés, 1997); En Latinoamérica, la producción comercial se genera mayoritariamente en Brasil, México, Colombia, Argentina y Guatemala (Royse Et al, 2017): En Perú se han encontrado evidencia de esta especie en la comunidad nativa de Korimani, cusco (Aguilar et al. 2019) y en amazonas (Panduro & Masaya, 2018); el *P. Djamor* es la especie pantropical más importante y abundante del género *Pleurotus* (Nicholl & Petersen, 2000), siendo este un hongo saprofito causante de pudrición blanca" de la madera (Clemente et al., 2002), crece de forma silvestre, generalmente en grandes conjuntos sobre troncos podridos o sobre residuos agroindustriales en descomposición (Guzmán, 2003).



a) Basidiocarpio juvenil lobulado, color blanquecino a café-amarillento b) Basidiocarpio maduro color rosado coral Himenio en laminillas C) Basidiocarpio maduro con sombrero liso. Elaboración propia.

Figura 10. Basidiocarpio *Leucoagaricus leucothites* (S7-11)

3.1.1.3 *Pleurotus* sp. (Jacq.) P. Kumm

Descripción macroscópica: Sombrero Entre 5 y 15 cm dependiendo de la edad, liso a convexo con forma de ostra, de color muy variable, desde gris claro de joven crema en muestras maduras, con reflejos azulados, margen delgado y enrollado del mismo color que el sombrero. Himenio en láminas que van desde el pie o tallo que lo sostiene, hasta el borde del carpóforo, apretadas, desiguales con lamélulas, en unos principios blancos, pasando a cremas al madurar, Pie corto, a veces casi ausente; carne es de color blanco con algunos tonos crema cuando está mojada. Olor fúngico, con textura correosa (blando y flexible) y algo dura en el pie y en el sombrero, en muestras maduras (Figura 11).

Consideraciones: El género *Pleurotus* es uno de los grupos taxonómicos más cambiantes, ya que comprende varias especies y variedades con afinidades complejas (Zervakis et al. 2004), está constituido por diversas especies comestibles, donde al menos 12 han sido cultivadas, entre las que *P. ostreatus*, *P. pulmonarius*, *P. eryngii* y *P. Djamor* son las de mayor importancia comercial (Salmones & Mata 2017); de acuerdo con Guzmán (2000), los píleos o sombreros de las especies del género *Pleurotus* se caracteriza por una gran variedad de colores, desde blanco, blanquecino, crema, amarillento, café pálido a oscuro, café grisáceo, gris azulado, rosa, o rosa anaranjado; en algunas ocasiones con la superficie viscosa. Se considera un género lignícola, ya que crece sobre madera muerta, aunque ocasionalmente se le ha encontrado parasitando a algunos árboles de cactáceas y agaváceas (Guzmán, 2000). En Perú se han encontrado evidencia de *Pleurotus Ostreatus* en La Universidad Agraria La Molina (Lima), asociado a un árbol de *Parkinsonia aculeata* (Orellana, 2014), así como en la comunidad de Huayllay- Ccorca, Cusco (Holgado, 2018).



a) Basidiocarpo maduro con Himenio en láminas que y lamélulas b) Basidiocarpo maduro color rosado coral Himenio en laminillas C) Basidiocarpo maduro con sombrero liso. Elaboración propia

Figura 11. Basidiocarpo de *Leucoagaricus leucothites* (S7-11)

3.1.2 Basidiocarpos con himenio en poro

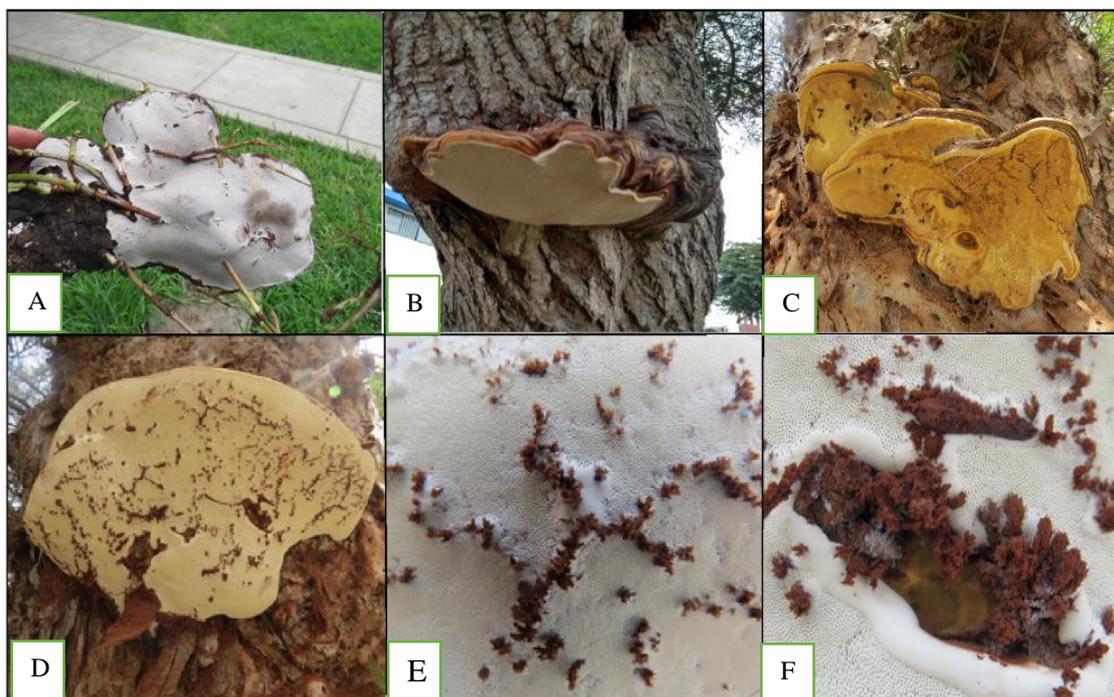
3.1.2.1 *Ganoderma australe*. (P. Karst)

Descripción macroscópica: Basidioma perenne, sésil, semicircular, pileado, de superficie irregular, encontrando patógenos desde 5 hasta 35 cm de diámetro, con espesores que varían desde de espesor 5 a 18 cm.; en un primer estado juvenil su carpóforo son de color blanco pasando por tonalidades ocre, amarillos, rojizos, y textura opaca o brillante, hasta llegar de adulto a tener un color marrón con una superficie sulcada, dura y leñosa (cuando está seco); la superficie himenial es porosa, de color blanco puro o marfil crema, La carne es de color marrón rojizo con líneas negruzcas muy dura y coriácea, de textura similar a la leña, Himenio poroso de color blanco cuando están frescos , que se tornan castaños cuando se los toca y castaño claro cuando maduran, de bordes enteros. Posee un margen grueso, redondeado y blanquecino cuando está en pleno desarrollo, Carece de estípites; El tipo de adhesión es por un punto y el corte longitudinal es convexo y aplanado (Figura 12 y 13).

consideraciones: El género *Ganoderma* P. Kast., puede ser anuales o perennes (Moncalvo et al., 1995), además de ser hongos saprófitos facultativos o parásitos facultativos de diversas plantas, con una distribución amplia, tanto en climas templados como en tropicales (Básalo y Weight, 1982), su distribución zonal de este género va a estar determinada por sus especies (Moncalvo, 2000) este género está asociada con la

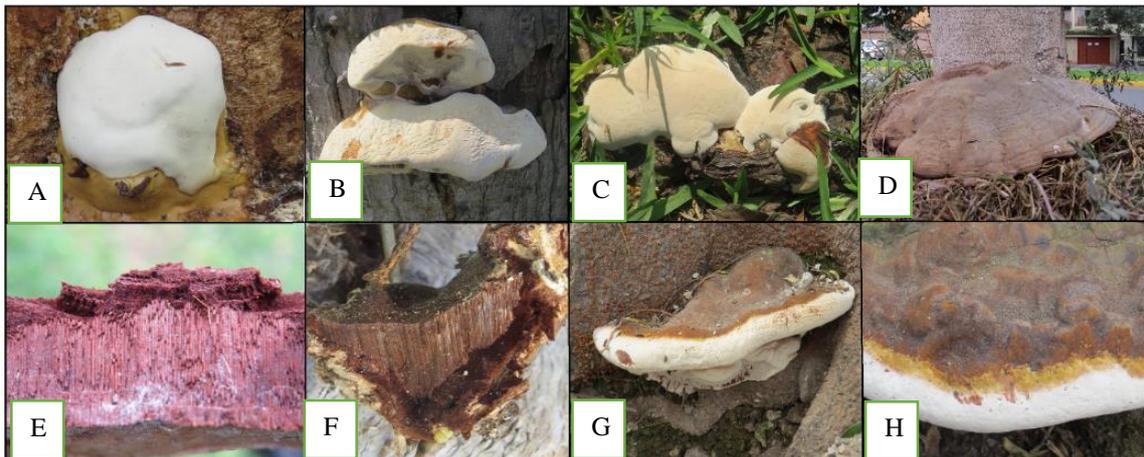
podredumbre blanca de la madera (Flood, et al., 2000), suele colonizar la madera desde el fuste hasta las raíces principales provocando importantes daños en el soporte estructural de los árboles (Seo y Kirk, 2000); presenta una carne del hongo muy variantes, desde blanco a marrón o negro, y puede cambiar con la edad del cuerpo fructífero o tras el secado (Muthelo, 2009); así mismo posee tres de las mayores familias de enzimas modificadoras de lignina: lacasas, peroxidasas dependientes de magnesio y peroxidasas de lignina (D'Souza, 1999).

En Perú, en la ciudad de Lima, SENASA ha reportado una abundancia de *Ganoderma australe* como principal patógeno que causa la muerte y caída de los árboles; así mismo Orellana (2014) ha reportado *Ganoderma australe* dentro del campus de la UNALM; Según Cibrián et al. (2007), *Ganoderma australe* es común en los ambientes tropicales y es posible confundirlo con *Ganoderma applanatum*, ya que ambos tienen basidiocarpos perennes y similares; pero *G. applanatum* es común en el hemisferio norte y se caracteriza por tener esporas más pequeñas (7 J..lm a 12 J..lffi de largo).



a) Himenio blanco b) Himenio marfil c) Himenio blanco amarillo crema d) himenio poroso e) himenio presencia de esporas f) esporas proceso de dispersión. Elaboración propia.

Figura 12. Basidiocarpo de *Ganoderma australe*



a) Carpóforo blanco b) Carpóforo ocre c) Carpóforo blanco amarillo crema d) Carpóforo maduro color marrón con una superficie sulcada, dura y leñosa e) Carne de color marrón rojizo f) Carne con líneas negruzcas g) margen grueso y redondeado h) margen blanquecino cuando está en pleno desarrollo. Elaboración propia.

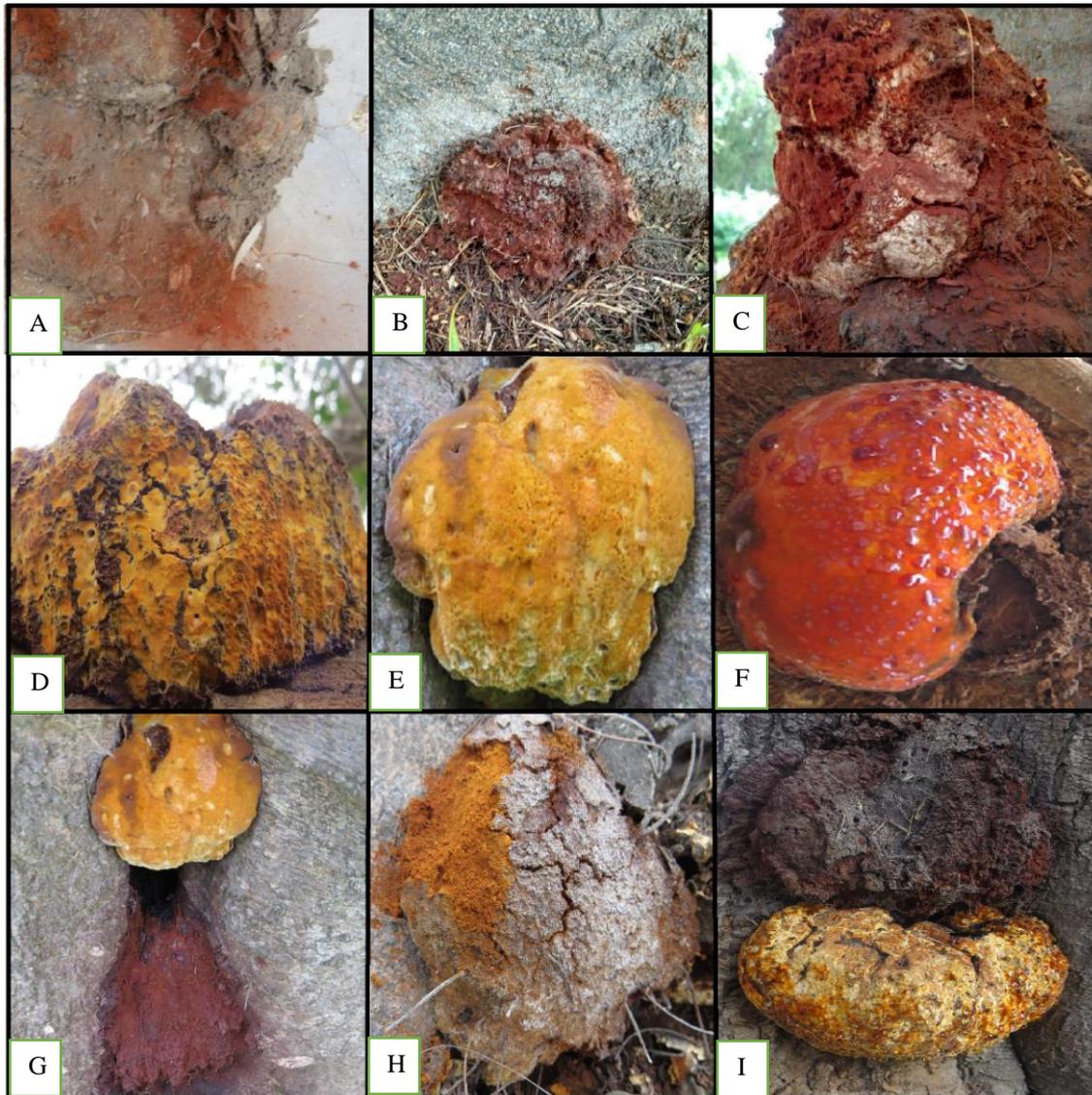
Figura 13. Basidiocarpo de *Ganoderma australe*

3.1.2.2 *Inonotus sp*

Descripción macroscópica: Basidioma anual, sésil, irregular, amórfico, aplanados o semiesféricos, solitaria o agregado, se ha encontrado patógenos maduros tamaño de 5 a 15 cm de diámetro, con un ancho que varían de 5 a 10 cm. Su coloración varia en el desarrollo, en un inicio forman cúmulos de esporas muy frágiles, el cual se dispersan fácilmente, en estadio maduro tienen una superficie del píleo pubescente, tomentosa (piel de durazno), castaña, luego glabra, rugosa, con colores variables desde castaño claro, amarillo naranja y castaño rojiza, consistencia suave y esponjosa cuando está fresco y firme y quebradizo cuando está seco, con presencia de exudaciones de color ámbar, con numerosas clamidosporas ferruginosas, himenóforo poroide, de bordes enteros; sin pie. Se ha evidenciado que no desarrolle completamente su fructificación en la mayoría de los casos, formando cuerpos imperfectos sin poros, de color castaño rojizo oscuro, formando una costra superficial; cuando maduran son muy pulverulentos, se han encontrado juntos Basidioma maduro e inmaduros y en formación (cúmulos de esporas) (Figura 14).

Consideraciones: Según Ryvarden (2005), indica que todas las especies de *Inonotus* causan pudrición blanca en árboles vivos o madera muerta de coníferas y angiospermas, agrega que el *Inonotus rickii* está ampliamente distribuida en los trópicos, incluyendo India, Bahamas y Perú; en argentina también se han encontrado a esta especie dentro de zonas urbanas (Urcelay et al., 2012); sumado a ellos, en Perú, se ha logrado identificando

a la especie *Inonotus sp.* presente en el arbolado urbano, a través de secuenciamiento de ADN, en la especie de *Schinus molle* (SENASA, 2020). Este género causa degeneración de los tejidos de la corteza de algunos árboles silvestres y ornamentales (Annesi et al., 2010), así como una pudrición de cuello que ocasiona la muerte en los árboles (Valenzuela, 2007). Es común en ciertas regiones que forme masas sésiles (ticogastos) sin desarrollo de una capa de tubos (Gilbertson y Ryvarden, 1986; Gottlieb et al., 2002; Ryvarden, 2005). La formación de clamidosporas a partir de hifas del contexto crea una estructura que, al igual que el capilicio, permite que los propágulos se dispersen fácilmente por el viento. La infección de árboles por parte de este hongo genera un gran impacto en el detrimento de árboles silvestres y cultivares ornamentales (Ramos et al., 2008). En España y Portugal, el cáncer generado en los tejidos vegetales ha ocasionado la disminución de gran parte de sus más importantes especies ornamentales (Annesi et al., 2010; Ramos et al., 2008).



a) Pulverulencia del patógeno b) cúmulo de esporas c) esporulación de esporas d) signo con presencia de esporas e) Signo amarillo con exudaciones f) signo rojizo con exudaciones h) presencia de costra que recubre las esporas i) Signo maduro e inmaduro. Elaboración propia.

Figura 14. Basidiocarpio de *Inonotus* sp.

3.2 POBLACIÓN EVALUADA

En el proceso de evaluación del inventario forestal, se incorporó un sector más, denominado sector 10, obteniendo un total de 73003 individuos (árboles y palmeras) en avenidas y 31768 en parques (Tabla 3)

Tabla 3 *Cantidad de árboles por sector*

Sector	Número de árboles	
	Avenida	Parque
Sector 1	7222	3221
Sector 2	10057	4470
Sector 3	5001	5477
Sector 4	4577	1584
Sector 5	5726	3250
Sector 6	3733	1229
Sector 7	25877	7975
Sector 8	6144	1716
Sector 9	875	2513
Sector 10	3791	333
104771	73003	31768

Fuente: Elaboración propia

3.3 CANTIDAD DE INDIVIDUOS POR ESPECIE DE ÁRBOL

Se evaluaron 105 individuos arbóreos en los cuales se han detectado la presencia de cuerpos fructíferos en diferentes partes de la estructura del árbol (ramas, fuste y raíces), detectándose 15 especies, de los cuales destacan por su abundancia la especie de Ponciana real (*Delonix regia*) con 48,57%, Molle costeño (*Schinus terebinthifolius*) con 17.14%, Parkinsonia (*Parkinsonia aculeata*) con 9.52%, Molle serrano (*Schinus molle*) con 8.57% y Huarango (*Acacia macracantha*) con 5.71%, tal como se detalla en el Cuadro 4

En base al estudio hay que tener en consideración la abundancia de cada especie dentro de distrito, dado que se ha evidenciado que existe una predisposición de infección y alto grado de ataque hacia cierta especie forestal, por hongos basidiomicetos, lo cual nos puede indicar que muchos individuos arbóreos dentro del distrito podrían estar enfermos, aun cuando no sea evidencie el signo; siendo un foco infeccioso de dispersión del patógeno; siendo importante tener en cuenta la abundancia de especies forestales que existe por cada especie a fin de tener en cuenta su dispersión en estos.

Tabla 4 *Abundancia de árboles por especie*

N°	Especie	Cantidad	%
1	Delonix regia	51	48.571429
2	Schinus terebinthifolius	18	17.142857
3	Parkinsonia aculeata	10	9.5238095
4	Schinus molle	9	8.5714286
5	Acacia macracantha	6	5.7142857
6	Inga feuillei	2	1.9047619
7	Jacaranda mimosifolia	2	1.9047619
8	Spathodea campanulata	2	1.9047619
9	Populus nigra	1	0.952381
10	Araucaria excelsa	1	0.952381
11	Ceiba sp.	1	0.952381
12	Ficus benjamina	1	0.952381
13	Persea americana	1	0.952381
		105	100

Fuente: Elaboración propia

3.4 CANTIDAD DE INDIVIDUOS POR FAMILIA

A nivel de familia, se encontraron 08 familias, de los cuales destacan por su abundancia las Fabáceas con 65.71%, Anacardaceas con un 25.71% y las Bignoniáceas con un 3.80%, siendo menores las Salinaceas, Aracariaceas, Bombacaceas, Moraceas y Lauraceas con un 1.86% para cada uno de ellas, tal como se detalla en el Tabla 5.

Tabla 5 *Abundancia de árboles por familia*

N°	Familia	Cantidad	%
1	Fabaceae	69	65.7142857
2	Anacardiaceae	27	25.7142857
3	Bignonaceae	4	3.80952381
4	Salicaceae	1	0.95238095
5	Aracariaceae	1	0.95238095
6	Bombacaceae	1	0.95238095
7	Moraceae	1	0.95238095
8	Lauraceae	1	0.95238095
		105	100

Fuente: Elaboración propia

3.5 INCIDENCIA DEL PATÓGENO

Dentro de la muestra se pudo observar 5 tipos de basidiomicetos, siendo los más abundantes el *Inonotus sp* y la *Ganoderma australe*, de los cuales 79 individuos arbóreos tuvieron una incidencia de *Inonotus sp.*, el cual representa el 75.24% y 20 por *Ganoderma australe*, el cual representa el 19.05%, así mismo el *Leucoagaricus leucothites* tiene una incidencia de 3.81%, mientras que el *Pleurotus Djamor* y el *Pleurotus sp.* tiene una incidencia del 0.95% en toda la población evaluada, tal como se muestra en la Tabla 6

Tabla 6 Incidencia del patógeno

N°	Signo	Cantidad	%
1	<i>Inonotus sp</i>	79	75.24
2	<i>Ganoderma australe</i>	20	19.05
3	<i>Leucoagaricus leucothites</i>	4	3.81
4	<i>Pleurotus Djamor</i>	1	0.95
5	<i>Pleurotus sp.</i>	1	0.95
		105	100

Fuente: Elaboración propia

La incidencia de ciertos patógenos es diversa en las especies forestales evaluadas. A nivel de familias, se observa una incidencia alta de *Ganoderma australe* e *Inonotus sp.* hacia las familias Fabáceas y Anacardaceas, encontrándose en 69 (65.71%) y 27 (25.71%) individuos arbóreos respectivamente (Tabla 7)

Tabla 7 Incidencia del patógeno por familia

Familia	Signo					Total	%
	<i>Ganoderma australe</i>	<i>Inonotus sp</i>	<i>Leucoagaricus leucothites</i>	<i>Pleurotus Djamor</i>	<i>Pleurotus SP</i>		
Fabaceae	11	54	4			69	65.7
Anacardiaceae	6	21				27	24.8
Bignonaceae		3			1	4	3.8
Moraceae	1					1	1.0
Bombacaceae	1					1	1.0
Lauraceae	1					1	1.0
Aracariaceae				1		1	1.0
Salicaceae		1				1	1.0
TOTAL	20	79	4	1	1	105	100.0
%	19.048	75.238	3.810	0.952	0.952	100	

Fuente: Elaboración propia

3.6 SUSCEPTIBILIDAD DE ESPECIES FORESTALES A LA ENFERMEDAD

3.6.1 Susceptibilidad a la *Ganoderma australe*

Con respecto a la *Ganoderma australe*, tiene una amplia incidencia de especies arbóreas, logrando infectar a 20 individuos, el cual representa el 19.05% de la muestra evaluada, siendo más susceptibles a la enfermedad las especies de ponciana (*Delonix regia*), Molle costeño (*Schinus terebinthifolius*), Huarango (*Acacia macracantha*), Ficus benjamina (*Ficus benjamina*), molle serrano (*Schinus molle*), Palta (*Persea americana*) y ceibo (*Ceiba sp.*), tal como se detalla en la Tabla 8.

Tabla 8 Susceptibilidad del hospedero por *Ganoderma australe*

Signo	Cantidad	Nombre científico	Nombre común
<i>Ganoderma australe</i> (20)	7	<i>Delonix regia</i>	Ponciana
	5	<i>Schinus terebinthifolius</i>	Molle costeño
	4	<i>Acacia macracantha</i>	Huarango
	1	<i>Ficus benjamina</i>	Ficus benjamina
	1	<i>Schinus molle</i>	Molle serrano
	1	<i>Persea americana</i>	Palta
	1	<i>Ceiba sp.</i>	Ceibo

Fuente: Elaboración propia

3.6.2 Susceptibilidad al *Inonotus sp*

Con respecto al *Inonotus sp.*, también tiene una amplia incidencia de especies arbóreas, logrando infectar a 79 individuos arbóreos, el cual representa el 75.24% de la muestra evaluada, siendo más susceptibles a la enfermedad las especies de ponciana (*Delonix regia*), Molle costeño (*Schinus terebinthifolius*), Parkinsonia (*Parkinsonia aculeata*) y Molle serrano (*Schinus molle*), Jacaranda (*Jacarandá mimosifolia*), Huarango (*Acacia macracantha*), Inga (*Inga Feuileei*), Álamo (*Populus nigra*) y Tulipán africano (*Spathodea campanulata*); tal como se detalla en la Tabla 9.

Tabla 9 Susceptibilidad del hospedero por *Inonotus sp*

Signo	Cantidad	Nombre científico	Nombre común
<i>Inonotus sp</i> (79)	40	<i>Delonix regia</i>	Ponciana real
	13	<i>Schinus terebinthifolius</i>	Molle costeño
	10	<i>Parkinsonia aculeata</i>	Parkinsonia
	8	<i>Schinus molle</i>	Molle serrano
	2	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacaranda
	2	<i>Acacia macracantha</i>	Huarango
	2	<i>Inga feuillei</i>	Inga
	1	<i>Populus nigra</i>	Álamo
	1	<i>Spathodea campanulata</i>	Tulipán africano

Fuente: Elaboración propia

3.6.3 Susceptibilidad al *Leucoagaricus leucothites*

En el caso del *Leucoagaricus Leucothites*, tiene una incidencia del 3.81%; se han encontrado este patógeno asociado próximo a las raíces de 4 individuos arbóreos de la especie Ponciana (*Delonix regia*), cabe indicar que, por su naturaleza, estos patógenos habitan en pastizales y áreas verdes de parques y jardines, por lo que no ha evidenciado ningún daño significativo en el vigor de copa y de fuste (Tabla 10).

Tabla 10 Susceptibilidad del hospedero por *Leucoagaricus Leucothites sp*

Signo	Cantidad	Nombre científico	Nombre común
<i>Leucoagaricus leucothites</i> (4)	4	<i>Delonix regia</i>	Ponciana

Fuente: Elaboración propia

3.6.4 Susceptibilidad al *Pleurotus Djamor*

En el caso del *Pleurotus Djamor*, tiene una incidencia de 0.95%, evidenciándose solo en una especie arbórea, que es la Araucaria (*Araucaria excelsa*) luego de que esta haya sufrido un descopamiento, volviéndolo susceptible a cualquier patógeno externo (Tabla 11).

Tabla 11 Susceptibilidad del hospedero por *Pleurotus Djamor*

Signo	Cantidad	Nombre científico	Nombre común
<i>Pleurotus Djamor</i> (1)	1	<i>Araucaria excelsa</i>	Araucaria

Fuente: Elaboración propia

3.6.5 Susceptibilidad al *Pleurotus sp*

Así mismo solo se ha evidenciado *Pleurotus sp*, tiene una incidencia de 0.95%, evidenciándose en un solo individuo arbóreo, de especie Tulipán africano (*Spathodea campanulata*), cabe señalar que la aparición de este patógeno sucedió en condiciones de muerte regresiva del árbol y baja vitalidad, volviéndolo susceptible a cualquier patógeno externo (Tabla 12).

Tabla 12 Susceptibilidad del hospedero por *Pleurotus sp*.

Signo	Cantidad	Nombre científico	Nombre común
<i>Pleurotus sp.(1)</i>	1	<i>Spathodea campanulata</i>	Tulipán africano

Fuente: Elaboración propia

3.6.6 Susceptibilidad de la especie por patógeno

Se presenta la información detallada las especies forestales que son susceptibles a la enfermedad, según el tipo de signo encontrado en el hospedero (Tabla 13).

Cabe mencionar que no existe susceptibilidad de ataque a la ponciana real por parte del *Leucoagaricus leucothites*, dado que no se han evidenciado daños en el hospedero, más si se encuentran asociados a materia orgánica, por ser considerados hongos saprotróficos del suelo.

Mientras que para la *Araucaria Excelsa* y la *Spathodea Campanulata* frente al ataque del *Pleurotus Djamor* y *Pleurotus sp* respectivamente, la susceptibilidad de ataque se ha presentado debido a las condiciones de muerte regresiva y descope (perdida de vitalidad), pudiendo ser susceptibles a cualquier patógeno externo más cercano.

Tabla 13 Susceptibilidad de la especie por patógeno

Nombre científico	Signo					Total	%
	<i>Ganoderma australe</i>	<i>Inonotus sp</i>	<i>Leucoagaricus leucothites</i>	<i>Pleurotus Djamor</i>	<i>Pleurotus SP</i>		
<i>Delonix regia</i>	7	40	4			51	48.57
<i>Schinus terebinthifolius</i>	5	13				18	17.14
<i>Parkinsonia aculeata</i>		10				10	9.52
<i>Schinus molle</i>	1	8				9	8.57
<i>Acacia macracantha</i>	4	2				6	5.71
<i>Inga Feuilleei</i>		2				2	1.90
<i>Jacaranda</i>		2				2	1.90
<i>Mimosifolia</i>							
<i>Ceiba sp</i>	1					1	0.95
<i>Populis sp</i>		1				1	0.95
<i>Persea americana</i>	1					1	0.95
<i>Ficus Benamina</i>	1					1	0.95
<i>Araucaria Excelsa</i>				1		1	0.95
<i>Spathodea Campanulata</i>		1			1	2	1.90
Total	20	79	4	1	1	105	100
%	19.05	75.24	3.81	0.95	0.95	100	

Fuente: Elaboración propia

3.7 SEVERIDAD DE LA ENFERMEDAD

Para realizar el análisis de la severidad de la enfermedad, se ha separado por especie, según el tipo de patógeno (signo) encontrado, dado que cada especie tiene una resistencia distinta para hacia determinado patógeno, así mismo se han utilizado los datos del último monitoreo realizado.

3.7.1 Severidad en *Ponciana real (Delonix regia)*

A nivel de severidad para descortezamiento del fuste, ocasionada por la *Ganoderma australe*, es de 1,71 lo que indica que estaría en el rango de 1 al 15% del daño del fuste, con respecto a la marchitez el valor es de 3.43, evidenciando que tiene una copa tolerante,

de medio círculo, cabe señalar que estos son valores promedios y que de 7 árboles evaluados 5 fueron retirados por muerte y por la sanidad del árbol que presentaba (Tabla14).

Con respecto al *Inonotus sp*, la severidad para descortezamiento es de 1.98, significa que es un daño bajo, estaría en el rango de 1 al 15% del daño del fuste, mientras que la marchitez es de 2.38 lo cual indicaría que en promedio los árboles tienen una copa irregular, buena, lo cual no limita la tasa de actividad fotosintética, cabe indicar que de 40 individuos evaluados 5 fueron retirados, por lo que es un indicador de daño en el tiempo (Tabla 14).

Para el *Leucoagaricus leucothites* se evidencia una severidad para descortezamiento de 0.75, lo cual indica que presenta un fuste sano, mientras que para marchitez es de 1.25, indicando que presente una copa perfecta y en buen estado, no produciendo ningún tipo de daño al árbol (Tabla 14).

Tabla14 Severidad de la Ponciana (*Delonix regia*) por patógeno

Ponciana (<i>Delonix Regia</i>)	Severidad		Árboles evaluados	Retirados
	Descortezamiento	Marchitez		
<i>Ganoderma australe</i>	1.71	3.43	7	5
<i>Inonotus sp</i>	1.98	2.38	40	5
<i>Leucoagaricus leucothites</i>	0.75	1.25	4	-

Fuente: Elaboración propia

3.7.2 Severidad en Molle costeño (*Schinus terebinthifolius*)

En *Ganoderma australe* la severidad para descortezamiento es de 1.6, lo cual indica que el daño es bajo menos del 15% del fuste, mientras que para marchitez es de 1.2, indicando que presenta una copa perfecta, dentro de las evaluaciones en campo los síntomas evidenciados no eran notorios y los árboles evaluados presentaban buena sanidad, cabe indicar que de 5 individuos evaluados se retiraron 4, en muchos casos la presencia de basidiocarpos en el árbol alerta a la población, generando este tipo de acciones no justificadas (Tabla 15)

En el caso del *Inonotus sp*, la severidad para descortezamiento es de 0.23, lo cual indica que no presenta daño alguno en el fuste, mientras que para marchitez es de 1.15,

manifestando una copa perfecta de círculo entero y buena sanidad, lo cual indica la resistencia de esta especie hacia este patógeno (Tabla 15).

Tabla 15 Severidad del Molle Costeño (*Schinus terebinthifolius*) por patógeno

Molle costeño (<i>Schinus terebinthifolius</i>)	Severidad		Árboles evaluados	Retirados
	Descortezamiento	Marchitez		
<i>Ganoderma australe</i>	1.6	1.2	5	4
<i>Inonotus sp</i>	0.23	1.15	13	-

Fuente: Elaboración propia

3.7.3 Severidad en Molle serrano (*Schinus molle*)

Para el caso de *Ganoderma australe*, se observa una severidad para descortezamiento de 3, lo cual indica que el daño es alto de 36 a 70% del fuste, mientras que para marchitez es de 3, teniendo una copa tolerante de medio círculo; para el caso del individuo evaluado se evidencia un avance en la severidad en tiempo, presentando pudrición en el fuste, con oquedades y presencia de tumores en el fuste (Tabla 16).

En *Inonotus sp.* la severidad para descortezamiento es de 2.75, evidencia daños perceptibles en el fuste con presencia de oquedades, tumores y tejido necrosado, mientras que para marchitamiento es de 2.5 lo cual permite desarrollar sin problemas la fotosíntesis, con ramas vigorosas, cabe indicar que de 8 individuos evaluados se retiró solo uno, el cual manifestaba exudaciones y gomosis en el fuste (Tabla 16).

Tabla 16 Severidad del Molle serrano (*Schinus molle*) por patógeno

Molle serrano (<i>Schinus molle</i>)	Severidad		Árboles evaluados	Retirados
	Descortezamiento	Marchitez		
<i>Ganoderma australe</i>	3	3	1	-
<i>Inonotus sp</i>	2.75	2.5	8	1

Fuente: Elaboración propia

3.7.4 Severidad en Huarango (*Acacia macracantha*)

En *Ganoderma australe*. la severidad para descortezamiento es de 2.5, el daño es medio, con descortezamiento menor en promedio, mientras que para marchitez es de 3.75, copa tolerante con el 50% de copa funcional, cabe indicar que de 4 individuos evaluados 2 fueron retirados, los individuos evaluados presentaron pudrición, descortezamiento

parcial y oquedades en el fuste, así como ramas desvitalizadas, con pérdida de vigor de copa (Tabla 17).

Para *Inonotus sp* la severidad de descortezamiento es de 3, el cual indica un daño significativo entre 36 a 70% del fuste; manifestando daños notorios, con presencia de pudrición, descortezamiento, oquedades y exudaciones en alguno de los casos; para marchitez el valor es de 3, el cual indica una copa con el 50% funcional evidenciando decaimiento de vitalidad de ramas disminuyendo la tasa fotosintética en el árbol; de los 2 árboles evaluados se retiró 1, el cual se encontraba muerto en pie (Tabla 17).

Tabla 17 Severidad del Huarango (*Acacia macracantha*) por patógeno

Huarango (<i>Acacia macracantha</i>)	Severidad		Árboles evaluados	Retirados
	Descortezamiento	Marchitez		
<i>Ganoderma australe</i>	2.5	3.75	4	2
<i>Inonotus sp</i>	3	3	2	1

Fuente: Elaboración propia

3.7.5 Severidad en Parkinsonia (*Parkinsonia aculeata*)

Para *Inonotus sp*. la severidad para descortezamiento es de 2.8, daño medio con presencia de pudrición, descortezamiento y canchales; para marchitez el valor es de 3.3, con una copa de 50% funcional, dentro de las muestras evaluadas se ha evidenciado un decaimiento del vigor de copa llegando a valor de 5 en más de la mitad de los árboles, presentando una muerte regresiva. De los 10 individuos evaluados 6 han sido retirados (Tabla 18).

Tabla 18 Severidad de la Parkinsonia (*Parkinsonia aculeata*) por patógeno

Parkinsonia (<i>Parkinsonia aculeata</i>)	Severidad		Árboles evaluados	Retirados
	Descortezamiento	Marchitez		
<i>Inonotus sp</i>	2.8	3.3	10	6

Fuente: Elaboración propia

3.7.6 Severidad en Inga (*Inga feuillei*)

En *Inonotus sp*. la severidad para descortezamiento es de 3, el cual manifiesta un daño alto, con evidencias de pudrición del cuello, fuste, ramas y con oquedad en el fuste; para marchitez el valor es de 4, presentando una copa pobre, menos de medio círculo, en

promedio con menos de $\frac{3}{4}$ de copa funcional. De 2 árboles evaluados, 1 ha sido retirado por su sanidad mientras que el otro manifiesta una baja vitalidad de copa y mala sanidad, con valores de severidad 4 tanto para descortezamiento y marchitez (Tabla 19).

Tabla 19 Severidad de la Inga (*Inga feuillei*) por patógeno

Inga (<i>Inga Feuileei</i>)	Severidad		Árboles evaluados	Retirados
	Descortezamiento	Marchitez		
<i>Inonotus sp</i>	3	4	2	1

Fuente: Elaboración propia

3.7.7 Severidad en Tulipán africano (*Spathodea campanulata*)

En *Pleurotus sp*, la severidad para descortezamiento es de 1, daño bajo, poco significativo; mientras que para marchitamiento es de 5, copa muy pobre; en el caso del árbol evaluado se evidencio el signo en el año 2015 incorporando a lista de evaluación por evidenciar al patógeno, cabe señalar que este es un hongos saprofito colonizador de madera muerta o en árboles muy debilitados en proceso de muerte regresiva; por la naturaleza del Tulipán africano, estos tienden a perder vigor de copa en el tiempo por vejez , a lo cual el patógeno inicia su colonización, por lo que no podemos concluir que la muerte del árbol evaluado fue causada por el patógeno (Tabla 20).

Para el *Inonotus sp*. la evaluación de sanidad fue realizada en el 2013, colapsando en enero del 2014, por lo que no se pudo determinar los daños en el tiempo, ni hacer la prospección para poder concluir los daños ocasionados por el patógeno, la severidad se evaluó a través del estado en el que se encontró al momento de la caída del árbol, por lo que no podemos concluir que la muerte del árbol evaluado fue causada por el patógeno (Tabla 20).

Tabla 20 Severidad del Tulipán africano (*Spathodea campanulata*) por patógeno

Tulipán Africano (<i>Spathodea campanulata</i>)	Severidad		Árboles evaluados	Retirados
	Descortezamiento	Marchitez		
<i>Pleurotus sp.</i>	1	5	1	1
<i>Inonotus sp.</i>	1	4	1	1

Fuente: Elaboración propia

3.7.8 Severidad en Álamo (*Populus nigra*)

En *Inonotus sp.* la severidad para descortezamiento es de 2, con daños perceptibles en el fuste entre 16 al 35%, evidenciándose pudrición del fuste, con presencia de oquedad; para marchitamiento el valor fue de 2, con una copa irregular con capacidad de desarrollar fotosíntesis; el daño en el fuste debido a la pudrición es significativo, llegando hasta la medula de árbol (Tabla 21).

Tabla 21 Severidad del Álamo (*Populus nigra*) patógeno

Álamo (<i>Populus nigra</i>)	Severidad		Árboles evaluados	Retirados
	Descortezamiento	Marchitez		
<i>Inonotus sp.</i>	2	2	1	-

Fuente: Elaboración propia

3.7.9 Severidad en Araucaria (*Araucaria excelsa*)

Para *Pleurotus Djamor* la severidad para descortezamiento es de 0 y de marchitez es de 4, cabe indicar que el árbol presentaba una buena sanidad y la presencia del patógeno ocurrido luego de un descope del árbol, sin la capacidad de poder desarrollar fotosíntesis, lo cual debilitó al árbol, situación que el patógeno aprovecho para su colonización en el fuste (Tabla 22).

Tabla 22 Severidad de la Araucaria (*Araucaria excelsa*) por patógeno

Araucaria (<i>Araucaria excelsa</i>)	Severidad		Árboles evaluados	Retirados
	Descortezamiento	Marchitez		
<i>Pleurotus Djamor</i>	0	4	1	1

Fuente: Elaboración propia

3.7.10 Severidad en Ficus benjamina (*Ficus benjamina*)

En *Ganoderma australe*, la severidad para descortezamiento es de 2, con evidencia de daños perceptibles como pudrición seca de ramas y fuste, con inicios de descortezamiento del fuste por la acción enzimática del patógeno; en marchitez es de 2, cabe indicar que árbol ha recibido una poda muy drásticas (terciado) a nivel de copa y de ramas principales,

evidenciando una mala compartimentalización con presencia de callos que no han logrado cerrar completamente, con evidencia de rajadura y pudrición próximo al fuste (Tabla 23).

Cuadro 23 Severidad del *Ficus benjamina* (*Ficus benjamina*) por patógeno

F. benjamina (<i>Ficus benjamina</i>)	Severidad		Árboles evaluados	Retirados
	Descortezamiento	Marchitez		
<i>Ganoderma australe</i>	2	2	1	-

Fuente: Elaboración propia

3.7.11 Severidad en Jacaranda (*Jacarandá mimosifolia*)

En *Inonotus sp.* la severidad para descortezamiento es de 1.5, con leves daños perceptibles en el fuste, el cual varían entre el 1 al 15%, mientras que para marchitez es de 1,5 presentando una copa entera, con daños poco significativos (Tabla 24).

Tabla 24 Severidad del *Jacaranda* (*Jacarandá mimosifolia*) por patógeno

Jacaranda (<i>Jacarandá mimosifolia</i>)	Severidad		Árboles evaluados	Retirados
	Descortezamiento	Marchitez		
<i>Inonotus sp.</i>	1.5	1.5	2	-

Fuente: Elaboración propia

3.7.12 Severidad en Ceibo (*Ceiba sp*)

En *Ganoderma australe*, la severidad para descortezamiento es de 4 y de marchitez de 5; encontrándose el signo en toda la estructura del árbol, ramas, fuste, cuello y raíz; se ha evidenciado una muerte regresiva del árbol, sumado a ellos ha recibido una poda total de la copa, lo cual hizo que se elimine la tasa fotosintética del árbol, se debilite y que la colonización por parte del patógeno sea más agresiva (Tabla 25).

Tabla 25 Severidad del *Ceibo* (*Ceiba sp*) por patógeno

Ceibo (<i>Ceiba sp</i>)	Severidad		Árboles evaluados	Retirados
	Descortezamiento	Marchitez		
<i>Ganoderma sp</i>	4	5	1	1

Fuente: Elaboración propia

3.7.13 Severidad en Palta (*Persea americana*)

En *Ganoderma australe*. La severidad para descortezamiento es de 2, con daños perceptibles en el fuste entre 16 al 35% con presencia de inicios de fisuras y síntomas de pudrición al tacto; para marchitez es de 2, círculo irregular, cabe indicar que el presente árbol a recibido podas drásticas (terciado), el cual ha reducido su copa, pero no se han evidenciado aumentos de la severidad a lo largo del tiempo manteniéndose con la misma valoración (Tabla 26).

Tabla 26 Severidad del Palta (*Persea americana*) por patógeno

Palta (<i>Persea americana</i>)	Severidad		Árboles evaluados	Retirados
	Descortezamiento	Marchitez		
<i>Ganoderma australe</i>	2	2	1	-

Fuente: Elaboración propia

3.8 UBICACIÓN DEL PATÓGENO (SIGNO) EN EL HOSPEDERO

Debido al tamaño de las esporas de los hongos, estas tienden a desplazarse grandes distancias muy fácilmente, encontrando puerta de acceso a los árboles a través de heridas y lesiones, acelerando su propagación y ataque en maderas más debilitadas. Es por ello que, al momento de la evaluación, se tuvo en cuenta la ubicación de Basidiocarpo, debido que estos se han evidenciado en la zona afectada del árbol (Tabla 27).

A nivel del fuste se han encontrado una mayor cantidad de patógenos presentes, en 53 individuos arbóreos, lo que representa un 50.48% de la muestra, esto es debido a heridas expuestas ocasionadas por daños mecánicos de vehículos y por heridas generadas próximas a las ramas principales y en la bifurcación de las ramas principales.

Otra zona donde se encontraron al patógenos es en el cuello del árbol, con una cantidad de 34 individuos arbóreos, el cual representa el 32.38%; esto se puede explicar debido a las heridas expuestas generadas por la Motoguadaña al momento de hacer el mantenimiento de césped, generando una abertura para la inoculación de patógeno en el árbol.

En el caso de presencia del patógeno en las ramas se evidenciaron en 25 árboles, el cual representa el 23.81% esto es debido a las podas realizadas por los operadores, podas que

exceden el diámetro mínimo para que un árbol pueda recuperarse y cicatrizar correctamente, sumado a esto, la infección productos de la no desinfección de herramientas de poda, así como el desgarrar de ramas y podas agresivas al árbol (terciado).

Con respecto a las raíces se han encontrado al patógeno en 14 árboles, el cual representa el 13.33%, esto se debe básicamente a 2 factores; el primero, debido a las heridas realizadas por Motoguadaña, en el caso de raíces muy superficiales o elevadas y el segundo, a la poda de raíces debido al daño que genera en las infraestructura o por obras realizadas muy próximos a los árboles, todo ello genera el debilitamiento del árbol y desecamiento de rama, que el sistema radicular dañado no puede mantener; generando el debilitamiento de ramas, el cual es aprovechado por patógenos para proliferar.

Tabla 27 *Ubicación del signo en el árbol*

Nº	Ubicación	Cantidad	%
1	Fuste	55	50.48
2	Cuello	34	32.38
3	Rama	25	23.81
4	Raíz	14	13.33

Fuente: Elaboración propia

Cabe señalar que se han encontrado patógenos distribuidos en diferentes partes del árbol evaluado, llegando a encontrar a 1 árbol con presencia del patógeno en ramas, tronco, cuello y raíz, tal como se detalla en la Tabla 28

Tabla 28 *Ubicación del signo en el árbol - detallado*

Nº	Ubicación	Cantidad	%
1	Solo en el fuste	38	36.19
2	Solo en la rama	17	16.19
3	Solo en el cuello	23	21.90
4	Solo en la raíz	9	8.57
5	Fuste y rama	6	5.71
6	Fuste y cuello	6	5.71
7	Cuello y raíz	3	2.86
8	Fuste y raíz	1	0.95
9	Fuste, rama y cuello	1	0.95
10	Fuste, rama, cuello y raíz	1	0.95
		105	100

Fuente: Elaboración propia

3.9 CARACTERIZACIÓN DE SÍNTOMAS

3.9.1 Sintomatología asociada a la *Ganoderma australe*

3.9.1.1 *Ponciana real (Delonix regia)*

El daño en la ponciana real es evidente y se agrava en el tiempo, evidenciado el marchitamiento abrupto del árbol con código S3-15, el cual ha tenido una muerte progresiva, teniendo un buen follaje en verano del 2013 y del 2014 (Figura 15 a y b), pero a inicio en verano del 2015 tuvo con la pérdida del 100% de su follaje (Figura 14 c y d), solo con presencia de floración en la copa, teniendo la evidencia del signo en el cuello del fuste, producto de daños mecánico producido por el corte del césped, lo cual se ha venido agravando el daño al momento de retirar el basidiocarpo (Figura 15 e); evidenciándose además inicio de desprendimiento de corteza en la parte media del fuste y grietas en el cuello

La misma sintomatología evidenció el árbol S3-16, el cual se tuvo una perdida de follaje del 100% en verano del 2015, con presencia de floración en la copa (Figura 16 b y c), cabe señalar que la presencia del signo se ubicaba en el cuello del fuste, con exudaciones y agrietamiento (Figura 17 a y b).



a) Febrero 2013, inicio de floración con un buen vigor de copa. b) Enero 2014, floración en su esplendor con buen vigor de copa c) Febrero 2015, árbol en floración sin cobertura de copa d) Septiembre 2015, árbol con poco follaje, ramas secas inactivas e) Noviembre 2015, árbol muerto en pie. Elaboración propia.

Figura 15. Evolución del síntoma muerte súbita del árbol S3-15, *Delonix regia*, causado por *Ganoderma australe*



a) Febrero 2013, inicio de floración con un buen vigor de copa. b) Abril 2014, floración en su esplendor con buen vigor de copa c) Febrero 2015, árbol en floración sin cobertura de copa d) Agosto 2015, árbol con poco follaje, ramas secas inactivas e) Noviembre 2015, árbol muerto en pie. Elaboración propia.

Figura 16. Evolución del síntoma muerte súbita del árbol S3-16, *Delonix regia*, causado por *Ganoderma australe*



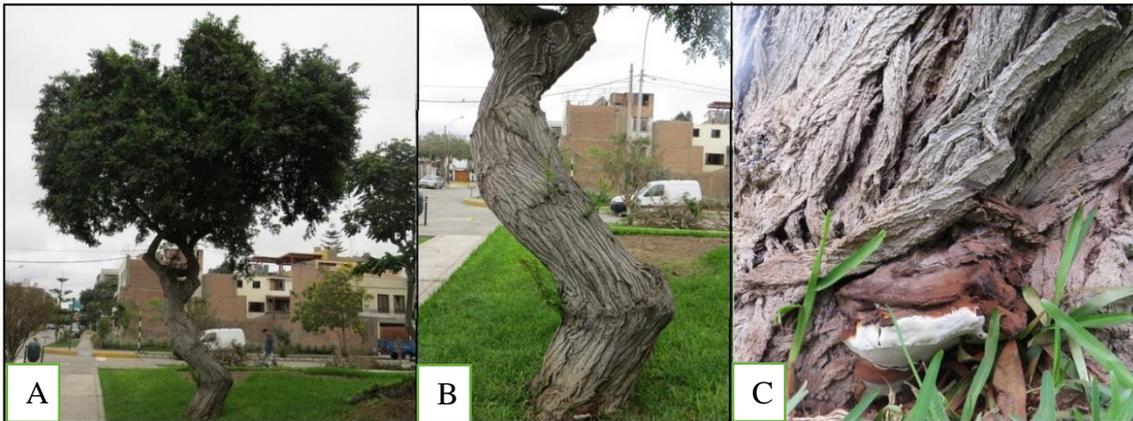
a) Daño en el cuello del árbol, ocasionado una herida expuesta, facilitando el acceso del patógeno (S3-15), b) descortezamiento del cuello del fuste, con presencia del signo seco de textura leñosa (S3-16). Elaboración propia.

Figura 17. Daños en el fuste de del árbol S3-15 y S3-16, *Delonix regia*, causado por *Ganoderma australe*

3.9.1.2 Molle costeño (*Schinus terebinthifolius*)

Árbol con código S3-10, sin manifestación de sintomatología, con copa perfecta y buen vigor, carente de marchitamiento; así mismo, el fuste no evidencia daños de pudrición, rajaduras, agrietamiento, ni exudaciones. El signo se encuentra en el cuello del fuste.

Cabe mencionar que, aunque todos los árboles evaluados de Molle costeño (5 individuos), no presentaban un daño significativo, ni pérdida de vigor de fuste, ni de copa, estos fueron retirados entre el 2015 y 2019, sin justificación alguna, como el caso del individuo S3-10 (Figura 18),



a) Agosto 2015, árbol con buen vigor de copa. b) Agosto 2015, fuste sin presencia de síntomas de daño c) Agosto 2015, presencia del signo en el cuello del fuste. Elaboración propia

Figura 18. Árbol de molle costeño sin evidencia de daños significativos, S3-10, *Schinus terebinthifolius*, signo *Ganoderma australe*

3.9.1.3 Molle serrano (*Schinus molle*)

Para el caso de molle serrano (*Schinus molle*), árbol con código S5-16, la gravedad de daño en el tiempo ha sido evidente en el fuste, con presencia de tumores y oquedades, con presencia de pudrición, la presente muestra evidencia una colonización del signo en casi toda la estructura del fuste, evidenciando al patógeno en diferentes estadios, algunos con presencia de esporas tanto en la superficie (contexto) como en la base (himenio); la marchitez de copa es media 50%, teniendo en cuenta la constantes la pérdida de follaje y de copa a causa de las podas realizadas, lo cual debilita al árbol en el tiempo. Así mismo presentan un aumento de vigorosidad en la parte media del fuste, con presencia de rebrotes de follaje y tumores, lo cual son mecanismo de defensa, para la estabilización de los árboles por pérdida de madera (Figura 19).



a) Agosto 2015, árbol con regular vigor de copa. b) Mayo 2019, árbol con regular vigor de copa dañado c) Mayo 2019, presencia de tumores y oquedades en el fuste, d) Agosto 2015, presencia del signo en el fuste con presencia de esporas en el himenio e) presencia del signo en el fuste con presencia de esporas en el contexto e himenio, f) descortezamiento parcial del fuste. Elaboración propia.

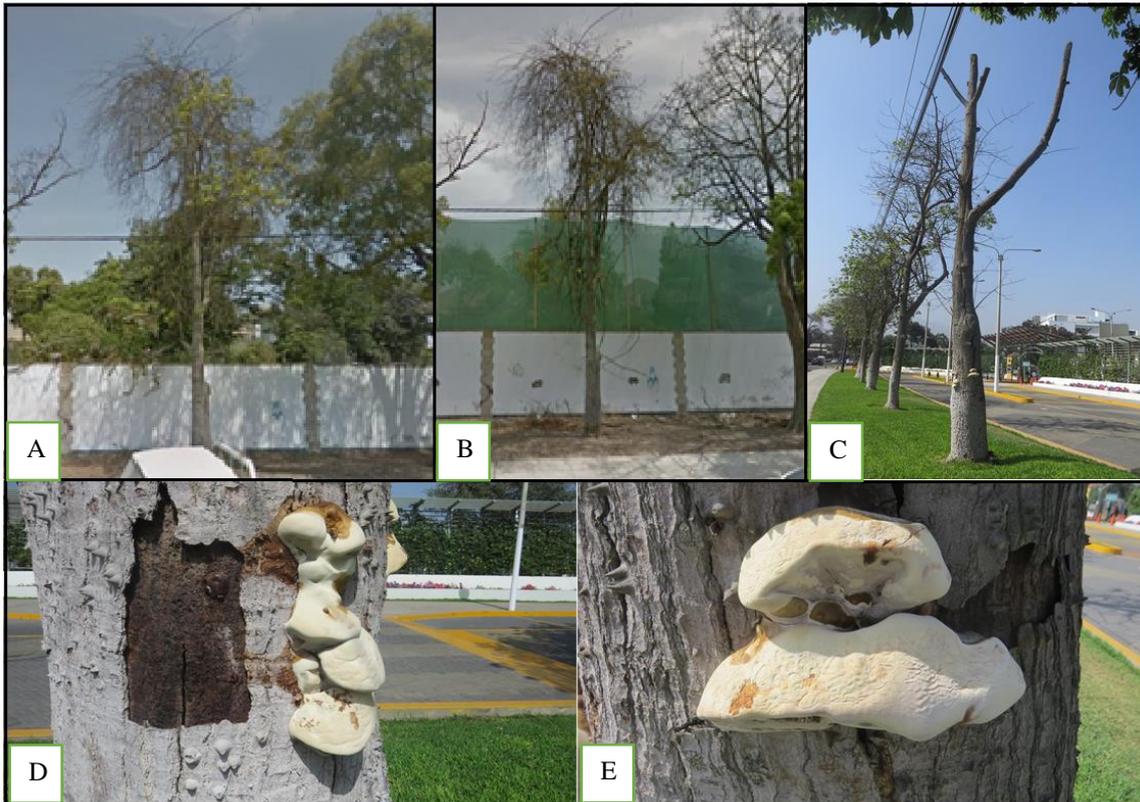
Figura 19. Sintomatología del Árbol de molle serrano, S5-16, *Schinus molle*, signo *Ganoderma australe*

3.9.1.4 Ceibo (*Ceiba sp.*)

Para el caso del Ceibo (*Ceiba sp.*), solo se evaluó un ejemplar para esta especie, donde se pudo evidenciar una muerte regresiva, con presencia de pérdida de vigor de copa, marchitamiento, con presencia de ramas secas (inactivas) el cual redujo la tasa fotosintética del árbol, decayendo hasta causar su muerte; luego de su muerte se evidencio el descortezamiento del fuste.

Se evidencio poda de raíces, por lo que el signo se manifestó en primera instancia en el cuello y raíz del árbol, debido a la herida expuesta. En un estado más debilitado el patógenos colonizo parte del fuste y ramas; además del ataque del patógeno, luego de la muerte se pudo visibilizar el descortezamiento parcial de fuste y ramas.

Cabe mencionar que el árbol evaluado se encontraba en un estrés hídrico constante por falta de riego (Figura 20).



a) Abril 2013, árbol el 50% de ramas inactivas. b) Junio 2014, árbol con marchitamiento de copa del 70% c) Agosto 2015, árbol muerto en pie, d) Agosto 2015, descortezamiento del fuste, con presencia del signo e) presencia del signo en el fuste. Fuente propia.

Figura 20. Sintomatología del Árbol de ceibo, S8-4, *Ceiba* sp., signo *Ganoderma australe*

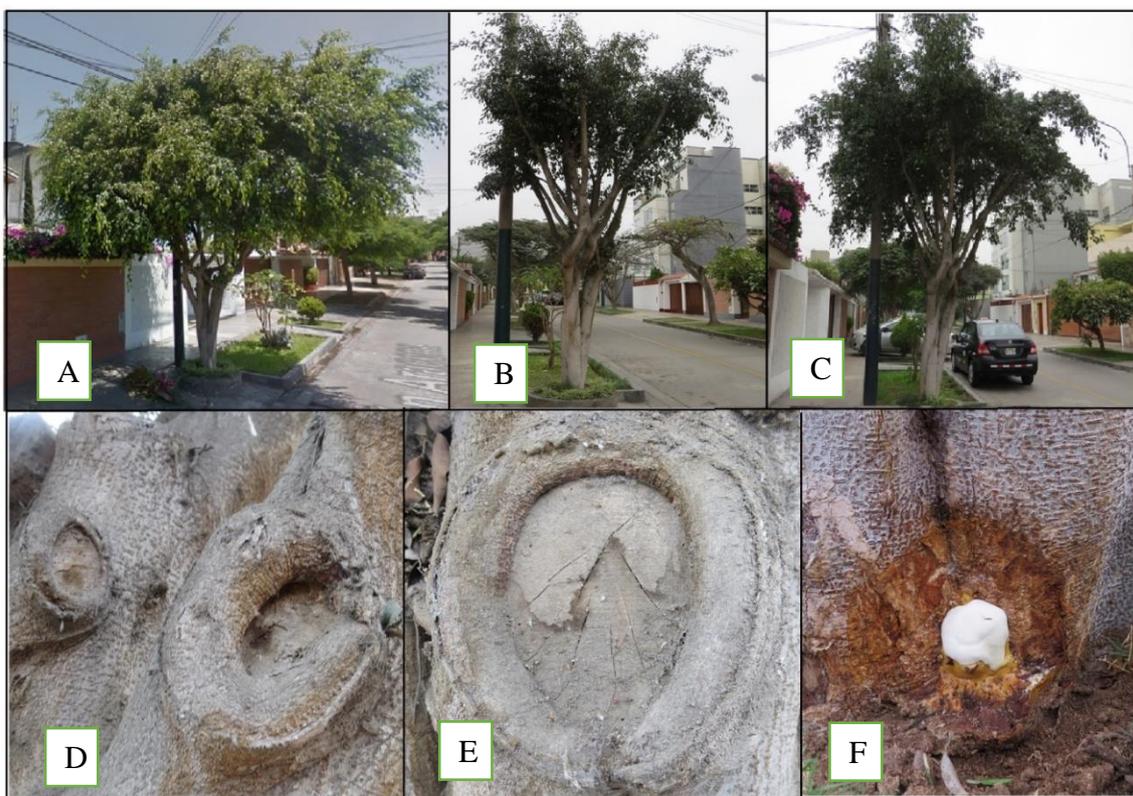
3.9.1.5 *Ficus benjamina* (*Ficus benjamina*)

Para el caso *ficus benjamina* (*ficus benjamina*), se evidencia que este árbol ha recibido un terciado de copa, reduciendo su tasa fotosintética y manifestando una pérdida de vigor de copa en el tiempo (Figura 21 a, b y c), así mismo existen podas de ramas superiores a los 10 cm de diámetro, la cual se han realizado pegadas al fuste, sobre la arruga de la corteza y collar, dificultando el cicatrizado por parte del árbol y provoca un descubrimiento parcial del fuste, volviendo susceptible al árbol a la entrada de patógenos.

Con respecto al fuste, no se evidencia presencia de rajaduras, ni oquedades, ni pudrición visible, salvo en la zona donde ha recibido la poda próxima al fuste; en algunas ramas primarias se evidencia la presencia de callos, el cual es un mecanismo de recuperación del árbol (Figura 21 d y e).

Se evidencia un rebrote del signo en el cuello del árbol, luego de haber sido retirado de manera mecánica, evidenciándose daños en la corteza, producto de una acción enzimática del patógeno y de acción mecánica por parte del operario (Figura 21 f).

Es importante mencionar que el retiro mecánico de patógeno es una acción que ayuda a reducir focos de infección y su dispersión en época de esporulación; pero no lo elimina, ya que la infección se da de manera interna a través de la parte vegetativa del patógeno (micelio), mientras que la presencia del basidiocarpo (parte sexual) del patógeno, tiene por finalidad la dispersión de sus esporas en el medio (Figura 21).



a) Febrero 2013, árbol con buen vigor de copa, sin marchitamiento. b) Agosto 2015, árbol con terciado de copa c) Mayo 2019, árbol con terciado y copa reducida d) Agosto 2015, presencia de callos próximo al fuste e) presencia de callo y rajadura, f) Agosto 2015, rebrote del signo retirado. Elaboración propia.

Figura 21. Sintomatología del Árbol de ficus benjamina, S5-10, Ceiba sp., signo *Ganoderma australe*

3.9.1.6 Huarango (*Acacia macracantha*)

Para el árbol de Huarango (*Acacia macracantha*) con código S2-2, se ven cambios significativos de marchitamiento de copa en el tiempo (Figura 22 a y b), con presencia de ramas inactivas en su copa, con presencia de descortezamiento; así mismo se evidencia

oquedades en el fuste y pudriciones en ramas secundarias que han sido podadas (Figura 22 c y e).

El signo se evidencio, tanto en fuste como en ramas principales; aunque aún tenga un buen vigor de copa, la pérdida de copa es visible, lo cual se agrava con la constante reducción de la copa producto de las podas recibidas (Figura 22).



a) Julio 2015, árbol con buen vigor de copa. b) Mayo 2019, árbol con marchitamiento de copa c) Mayo 2019, árbol con presencia de oquedades en el fuste d) Mayo 2019, presencia de signo en el fuste f) Mayo 2019, descortezamiento de ramas. Elaboración propia.

Figura 22. Sintomatología del Árbol de Huarango, S2-2, *Acacia macracantha*, signo *Ganoderma australe*

3.9.1.7 Palta (*Persea americana*)

En el árbol de código S4-9, se evidencia que ha tenido una desencabezado de copa, reduciendo el tamaño de la copa y de la tasa fotosintética; manteniendo en el tiempo el mismo vigor de copa desde el 2013 al 2019.

Con respecto al fuste se observó descortezamiento parcial del fuste y daños más severos en la zona donde se manifestó el signo (parte inferior del fuste), como inicio de pudrición, presentando una textura corchosa al tacto (Figura 23).



a) Julio 2015, árbol con copa reducida b) Mayo 2019, árbol con copa reducida c) Mayo 2019, árbol con descortezamiento vertical del fuste d) Mayo 2019, daños en la zona del fuste, descortezamiento e inicio de pudrición f) Mayo 2015, presencia del signo. Elaboración propia.

Figura 23. Sintomatología del Árbol de palta, S4-9, *Persea americana*, signo *Ganoderma australe*

3.9.2 Sintomatología asociada al *Inonotus sp.*

3.9.2.1 *Ponciana real (Delonix regia)*

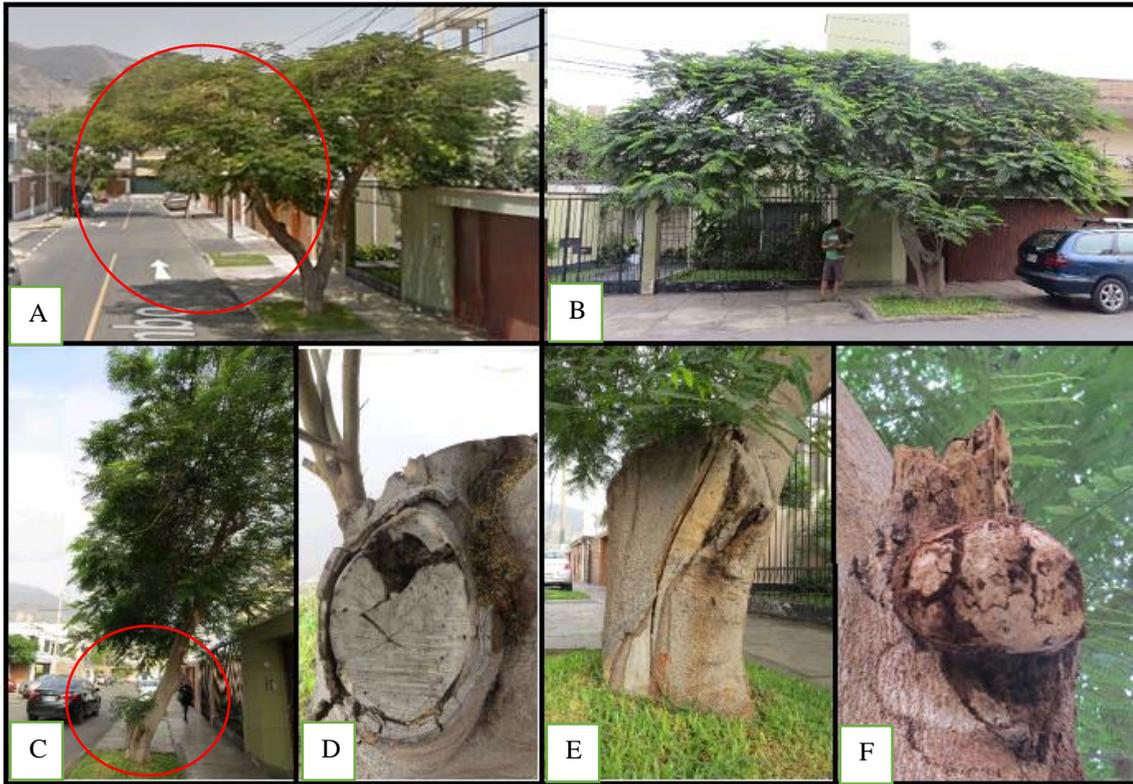
No existe un marchitamiento significativo en el árbol con código S7-19 (*Delonix regia*), manifestando un buen vigor de copa (Figura 24 a y b), con presencia de poda agresiva de una rama principal realizado en el 2017, por tener una proyección hacia la carretera vehicular del Jr. talambo (Figura 24 c), evidenciándose oquedades y pudrición en la rama principal que fue retirada, provocando un debilitamiento del árbol a nivel estructural

(figura 24 d). Así mismo, a nivel del fuste existe pérdida de corteza (Figura 26 e), cabe señalar que el signo se ubicaba en el cuello del fuste, con presencia de exudaciones (Figura 24 e).

Un caso parecido, es el árbol S7-12, donde se ha realizado una poda de la rama principal, de gran diámetro, el cual dificultan hacer una compartimentalización completa del árbol, generando heridas expuestas que no llegan a cicatrizar y son aprovechadas por los patógenos para poder incubar y desarrollarse dentro del individuo, tal como se evidencia en la Figura 25, el cual no presenta pudrición evidente aún; pero si la aparición del signo en la herida expuesta; lo que en el tiempo provocará pudrición que se ira desplazando al interior del árbol. Cabe indicar que la poda de la rama se debió por la proyección que presenta hacia el cableado aéreo y la vivienda próxima a esta.

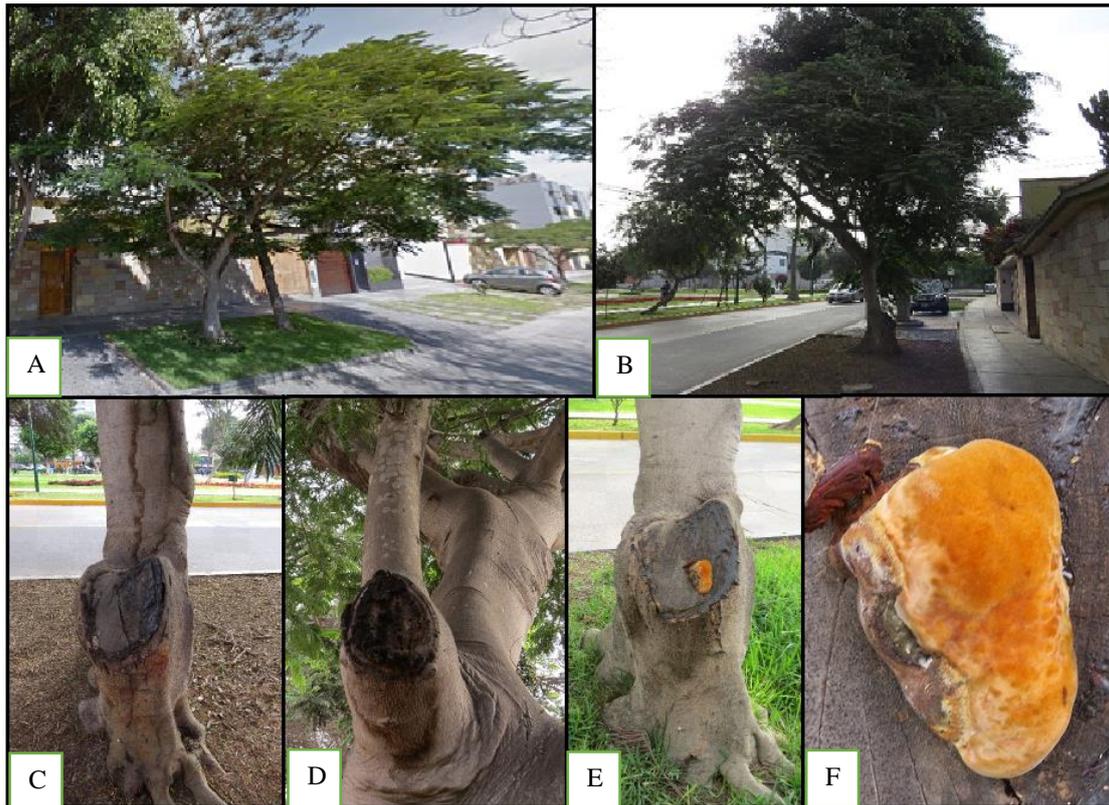
En el árbol de código S5-4, se evidencia la pérdida de vigor de copa en el tiempo (Figura 26 a y b), con presencia del signo en el cuello del fuste, en mayo del 2015 se evidencia la presencia del signo degradado con presencia parcial de descortezamiento y para el 2019 se evidencia una oquedad con síntomas de pudrición y oquedades (Figura 26 d, e y f), daños que se encuentran próximos al sistema radicular, lo cual explica el debilitamiento del árbol y la marchitez de copa.

Así mismo se han evidenciado ataques de pudrición de fuste, cuello y raíz, el cual ha generado pérdida parcial en la corteza (código S2-7), pudrición blanca en el fuste, el cual se proyectaba hacia la médula de árbol, en árboles con, S5-5 y S6-1, tal como se muestra en la Figura 27



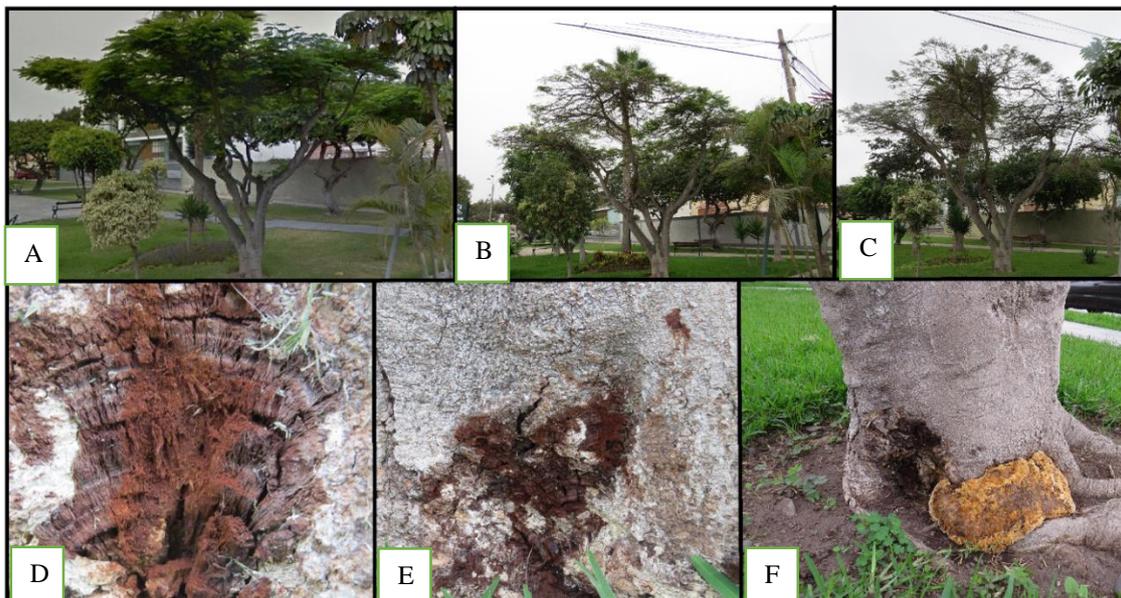
a) Abril del 2013, copa con buen follaje b) Julio 2017, copa con buen follaje c) Mayo 2019, árbol con poda de una rama principal, con buen vigor de copa d) Mayo 2019, árbol con presencia de oquedad y pudrición e) Mayo 2019, árbol con pérdida de corteza f) Julio 2017, presencia de patógeno en rama con pudrición. Elaboración propia.

Figura 24. Daños en el árbol S7-19, *Delonix regia*, causado por *Inonotus* sp



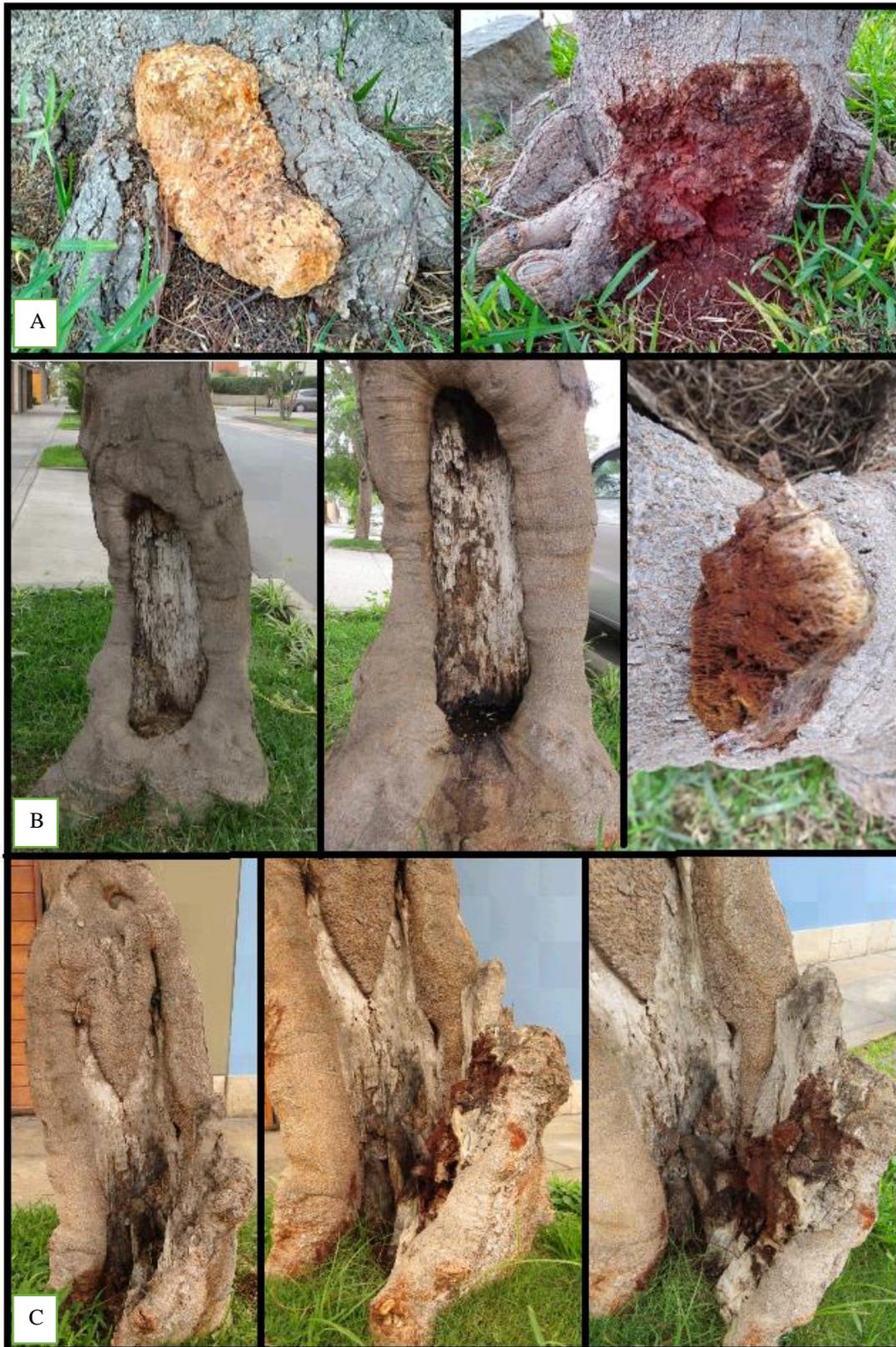
a) Febrero 2015, copa con buen vigor de copa b) Mayo 2019, copa con follaje reducido, decaimiento del vigor de copa c) Mayo 2019, exudación en la rama principal d) inicio de pudrición de ramas secundarias e) Julio 2017, inoculación del signo en la herida expuesta f) Julio 2017, presencia de patógeno en rama con pudrición. Elaboración propia.

Figura 25. Daños en el árbol S7-12, *Delonix regia*, causado por *Inonotus sp*



a) Mayo 2015, copa con buen vigor de copa b) Mayo 2017, árbol con marchitez de copa c) árbol con marchitez de copa d) Mayo 2015, porción del signo e) Mayo 2015, descortezamiento parcial del cuello del fuste d) Mayo 2019, oquedad y presencia del signo maduro. Elaboración propia.

Figura 26. Sintomatología del árbol de ponciana (*Delonix regia*) S5-4, Signo *Inonotus sp*



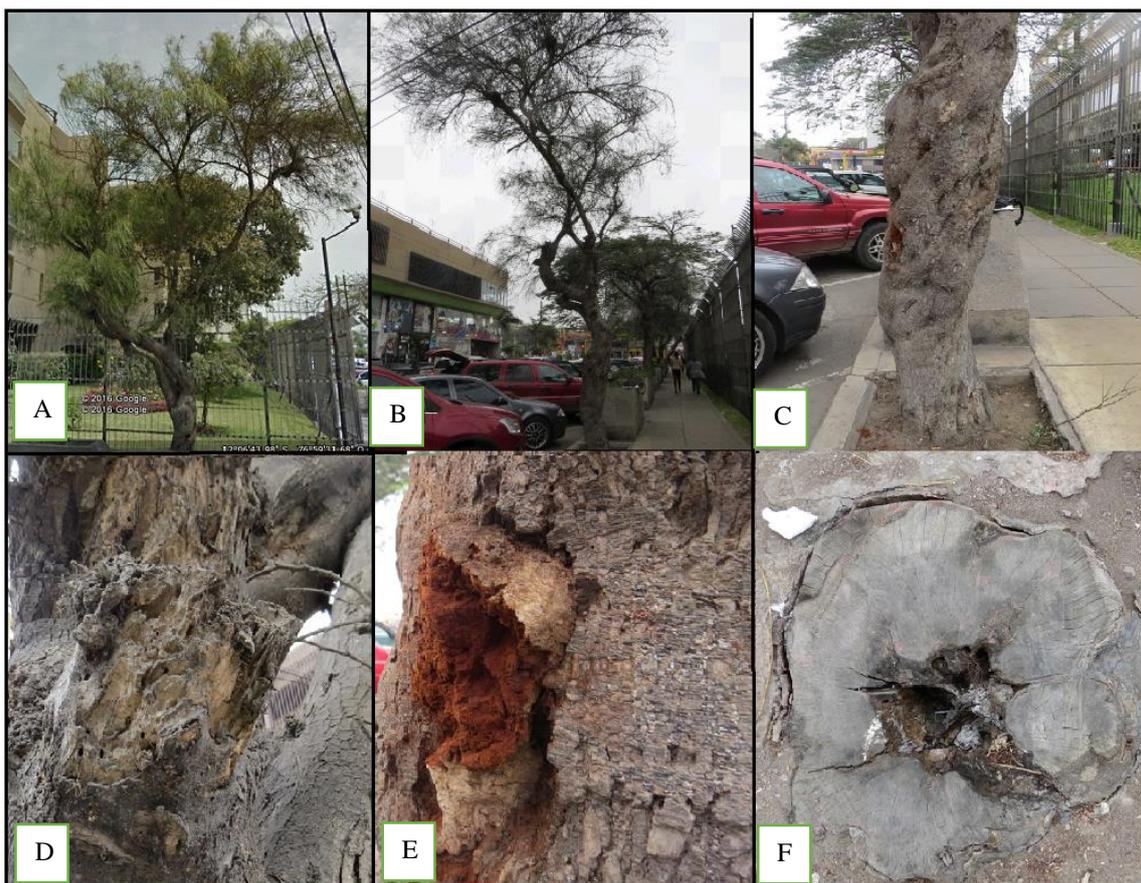
a) Mayo 2015, S2-7, presencia del signo en el cuello y raíz, con ataque de pudrición de corteza b) Mayo 2019, S6-1, pudrición del fuste, con presencia de callos en la corteza c) Mayo 2019, S5-5 pudrición de la rama principal con proyección a la médula.

Figura 27. Daños en árboles de *Delonix regia*, causado por *Inonotus sp*

3.9.2.2 Parkinsonia (*Parkinsonia aculeata*)

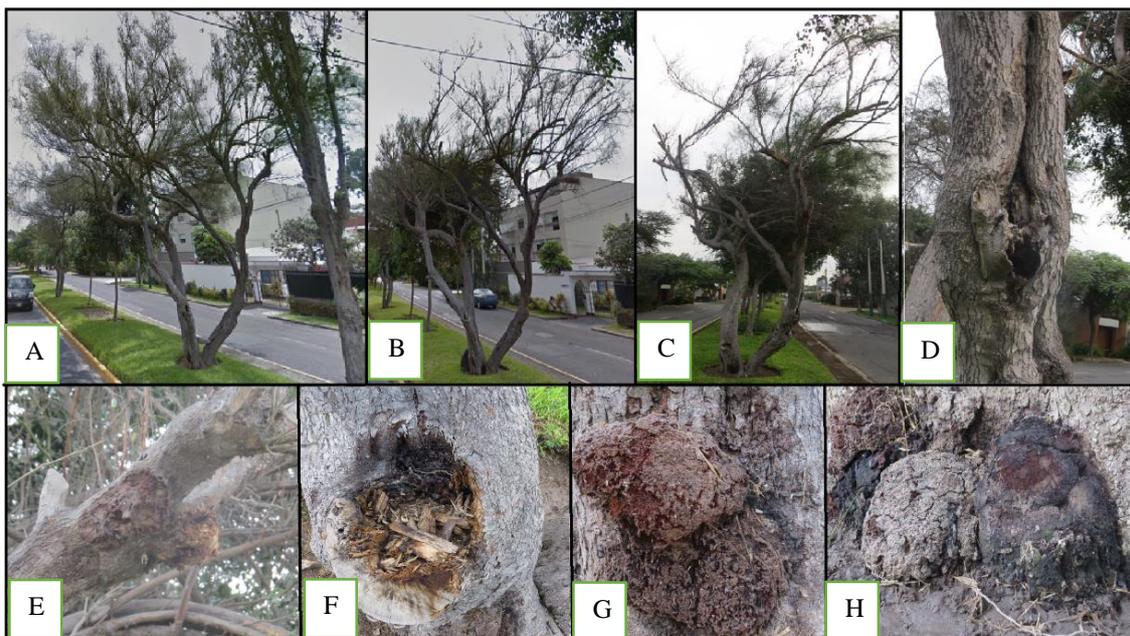
la sintomatología presente en el árbol, con código S5-1 es evidente, producto de las malas podas realizadas en ramas, generando heridas expuestas sin cicatrizar, provocando el marchitamiento de la copa (Figura 28 a y b), pudrición de ramas y descortezamiento parcial del fuste con presencia del signo (Figura 28 c, d y e); el daño visto desde afuera no se ve de gran alcance, pero luego del retiro se evidencio pudrición blanca, además que el daño ha logrado llegar hasta la médula provocando una muerte regresiva.

Para la muestra de código S7-20, se ha visto afectada el vigor de copa, con marchitamiento en el tiempo, llegando a tener muerte regresiva, con presencia del signo, tanto en raíz, fuste y ramas, con presencia de grietas, exudaciones, oquedad y pudrición del árbol (Figura 29).



a) Mayo 2013, copa regular con presencia de follaje b) Mayo 2015, copa con marchitez de copa c) Mayo 2015, oquedades en el fuste d) Mayo 2015, presencia de pudrición de ramas e) Mayo 2015, descortezamiento de fuste con presencia del signo f) Mayo 2017 retiro del árbol presencia de pudrición hasta llegar a la médula. Elaboración propia.

Figura 28. Sintomatología del árbol de Parkinsonia (*Parkinsonia aculeata*), S5-1. Signo *Inonotus* sp



a) Mayo 2015, árbol con débil vigor de copa b) Mayo 2017, árbol con reducido follaje y ramas inactivas c) árbol sin follaje, muerto en pie d) Mayo 2019, presencia de oquedad con descortezamiento de fuste e) Mayo 2017, descortezamiento de rama principal. f) Mayo 2019 oquedad en el fuste y g) Mayo 2019, presencia del signo en el cuello del fuste. Elaboración propia.

Figura 29. Sintomatología del Huarango (*Acacia macracantha*) código S7-20, signo *Inonotus* sp

3.9.2.3 Molle costeño (*Schinus terebinthifolius*)

Con respecto al Molle costeño, con código S7-17, no se ha evidenciado un daño significativo tanto en descortezamiento del fuste y marchitamiento, todas las especies evaluadas han tenido una resistencia hacia el ataque del patógeno, la presencia del signo se encuentra ubicado en parte dañadas debido a las podas realizadas, teniendo en cuenta que estos daños tiene diámetros menor del 10 cm, el árbol ha podido generar callos, los cuales no han sellado la herida por completo dado que el corte de poda esta próximo al fuste, sobre el cuello de la rama (Figura 30).

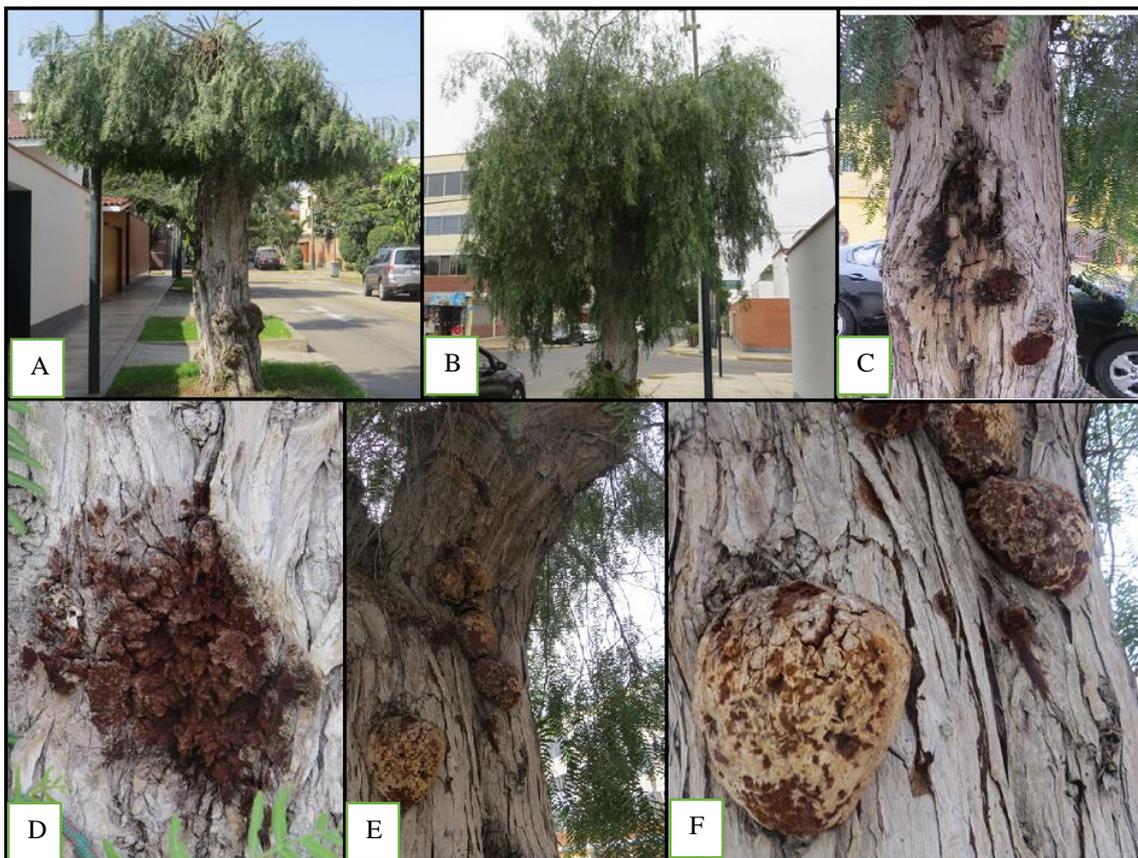


a) Mayo 2019, copa regular con presencia de follaje b) Julio 2019, rama con presencia de callo c) Julio 2017, presencia del signo. Elaboración propia.

Figura 30. Daños en el árbol S7-17, *Schinus terebinthifolius*, causado por *Inonotus* sp

3.9.2.4 Molle serrano (*Schinus molle*)

Para el caso del Molle serrano (*Schinus molle*), árbol con código S8-7, se evidencia un terciado de la copa, cuyo vigor de copa ha sido recuperado en el tiempo, con un buen follaje, sin presencia de ramas inactivas. En otros casos, la vitalidad de copa del molle serrano no se ha muy visto afectada, llegando a tener valores de severidad de 1 y 2, en uno de los casos un valor de 3; más si el vigor del fuste ha sufrido más daños evidentes, teniendo presencia de grietas y oquedad con presencia de pudrición, para el caso de la muestra evaluada existe la colonización del signo en gran parte del fuste y ramas principal (Figura 31).

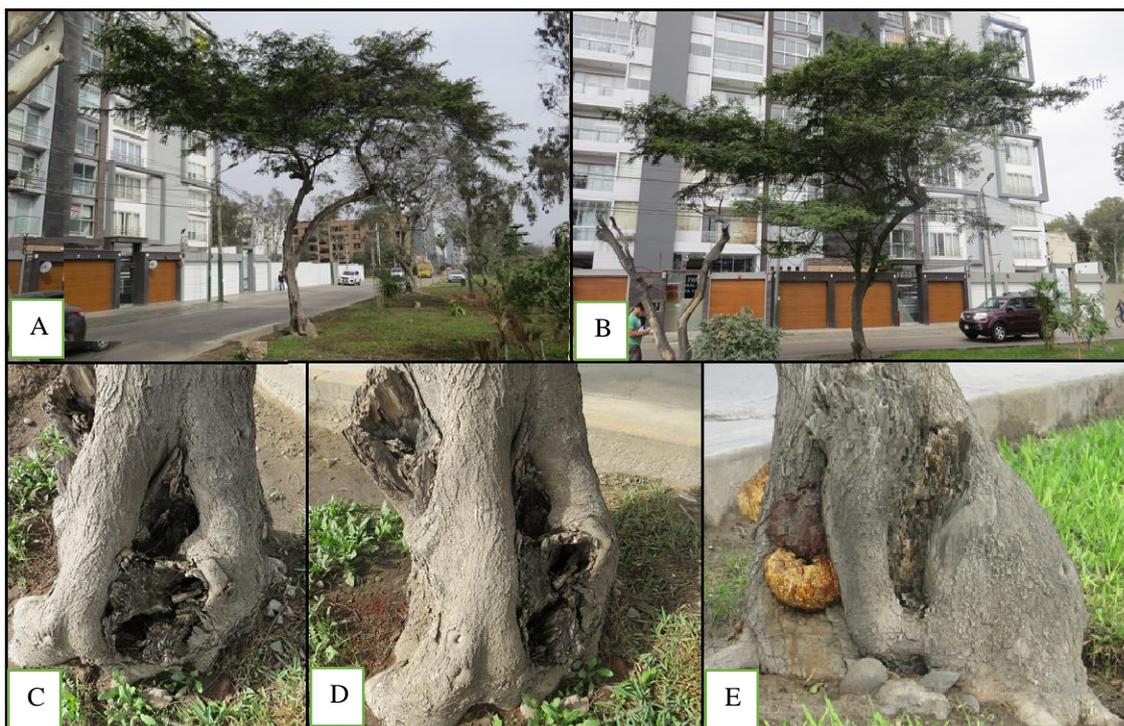


a) Mayo 2015, terciado de copa follaje b) Julio 2019, copa reducida con aumento del vigor c) descortezamiento parcial de fuste d) Julio 2019, grietas en el fuste por infección del patógeno d) Julio 2019, presencia del signo en el fuste en estado maduro. e) Julio 2019, presencia del signo en el fuste en estado maduro. Elaboración propia.

Figura 31. Sintomatología del Molle serrano (*Schinus molle*) código S8-7, signo *Inonotus* sp

3.9.2.5 Huarango (*Acacia macracantha*)

En el Huarango (*Acacia macracantha*), para la muestra de código S7-20, se ha visto afectada el vigor de copa, con marchitamiento en el tiempo, llegando a tener muerte regresiva. Se evidencia el signo, tanto en raíz, fuste y ramas, con presencia de grietas, exudaciones, oquedad y pudrición del árbol (Figura 32).

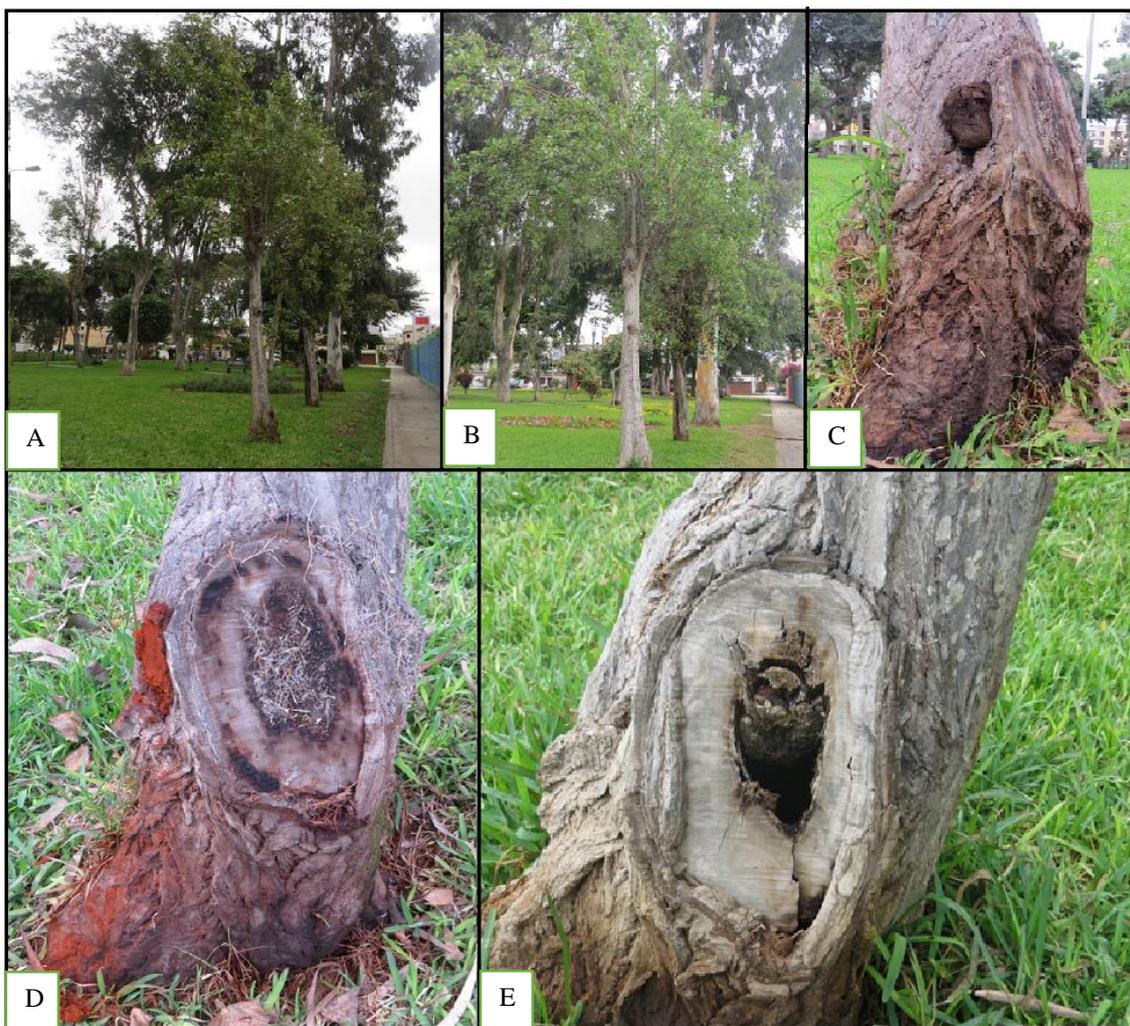


a) Julio 2019, árbol con pérdida de copa (irregular) b) Mayo 2015, copa con buen vigor C) Julio 2019, oquedad con presencia de pudrición d) Julio 2019, grietas en el fuste por infección del patógeno d) Julio 2019, presencia del signo en el fuste en estado maduro. e) Julio 2019, presencia del signo en el fuste en estado maduro y en cúmulos de esporas. Elaboración propia.

Figura 32. Sintomatología del Huarango (*Acacia macracantha*) código S7-20, signo *Inonotus* sp

3.9.2.6 Álamo (*Populus nigra*)

En el álamo (*Populus nigra*), con código S3-14, se evidencio poda de reducción de copa, con rebrotes de ramas, no viéndose muy afectado en su vigor de copa, pero si en el fuste, presentando oquedades con pudrición interna, producto de la poda de una rama principal, lo cual generó una herida expuesta sin cicatrizar, infectando al árbol, generado una oquedad con pudrición, producto de la actividad del patógeno (Figura 33).



a) Mayo 2015, vigor de copa del árbol b) Mayo 2019, copa con presencia de rebrotes c) Mayo 2015, poda de rama principal d) Mayo 2015, infección de la herida expuesta d) Julio 2019, oquedad con pudrición interna. Elaboración propia.

Figura 33. Sintomatología del álamo (*Populus nigra*) código S3-14, signo *Inonotus* sp

3.9.2.7 Jacaranda (*Jacaranda mimosifolia*)

En el árbol de Jacaranda (*Jacaranda mimosifolia*), con código S5-2, se vio una copa con presencia de excesivos rebrote productos de las podas realizadas, lo cual no disminuyó el vigor de la copa, manteniendo la de marchitez permanente en el tiempo. El signo se observó en las ramas como en el fuste, con presencia de pudrición y descortezamiento a nivel del cuello y en la parte media del fuste (figura 34).

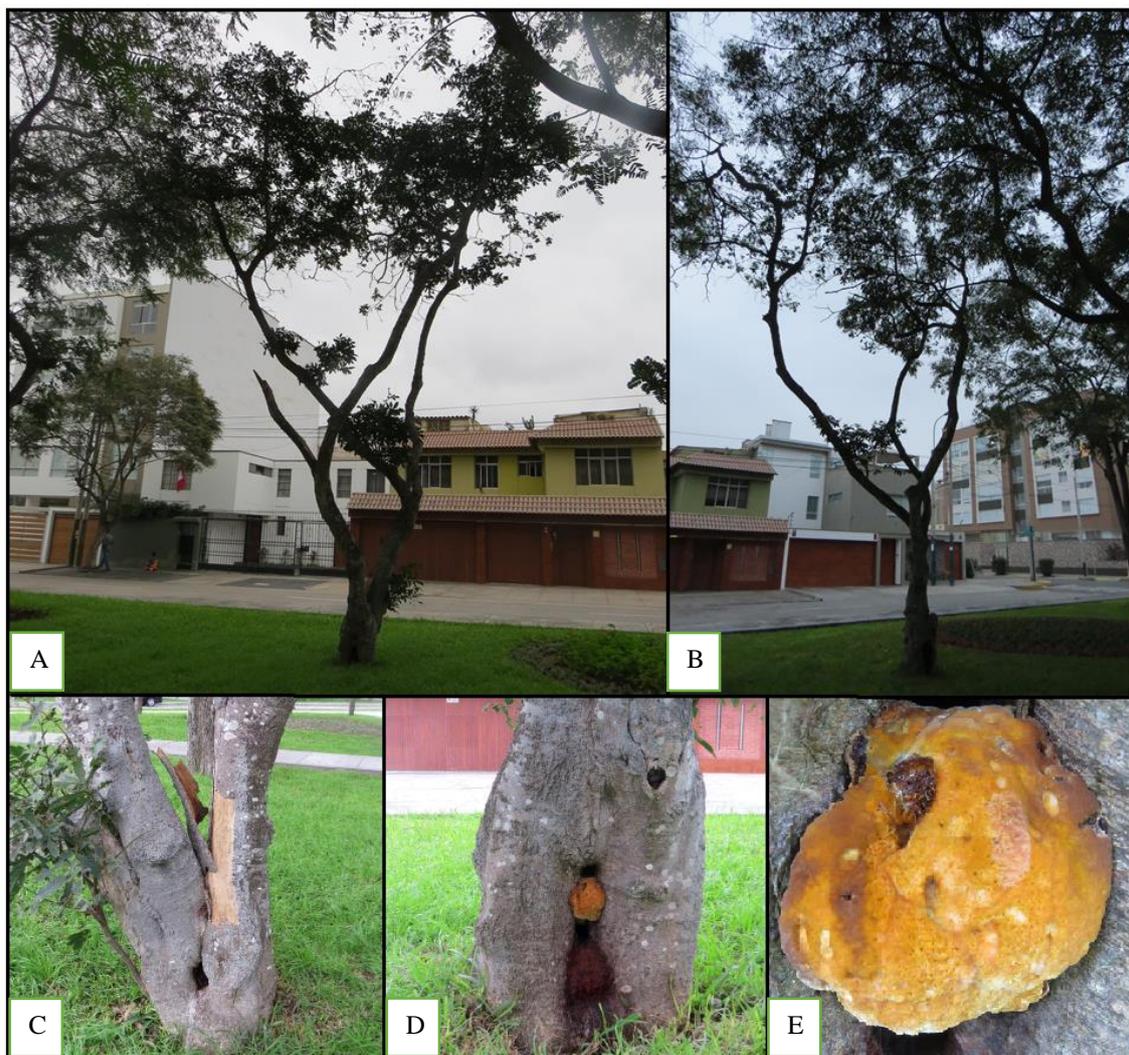


a) Mayo 2015, vigor de copa del árbol b) Mayo 2019, copa con presencia de rebrotes c) Mayo 2019, presencia del signo con esporas en el fuste d) Mayo 2019, presencia del signo cuello del fuste e) Mayo 2015, infección de la herida expuesta, con pérdida parcial de corteza. Elaboración propia.

Figura 34. Sintomatología de la Jacaranda (*Jacaranda mimosifolia*), código S5-2, signo *Inonotus sp*

3.9.2.8 *Inga (Inga feuillei)*

El daño del *Inonotus sp* en el árbol de *Inga (Inga feuillei)*, con código S4-7, manifestando, marchitez de la copa en el tiempo, con una copa reducida en el 2015 del 40%, para en el 2019 solo presentar algunas hojas en la copa; con presencia del signo en el cuello del fuste, con una fase madura e inmadura, teniendo descortezamiento del fuste y presencia de oquedad con pudrición interna (Figura 35).

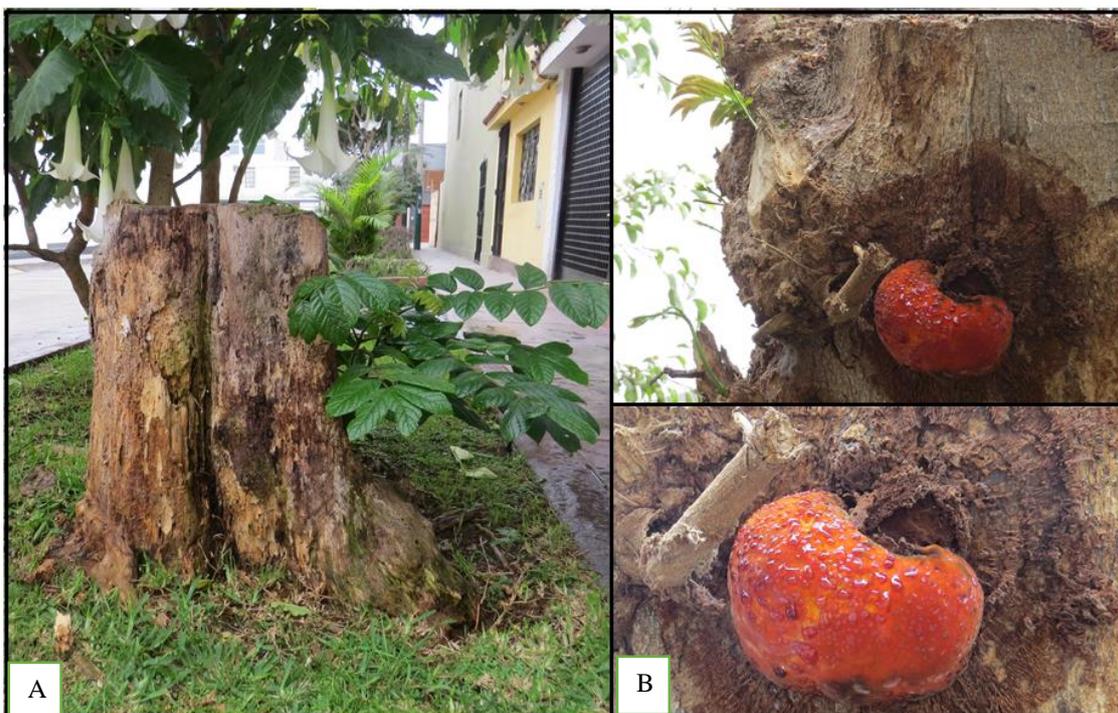


a) Mayo 2015, vigor de copa del árbol b) Mayo 2019, vigor de copa del árbol c) Mayo 2019, descortezamiento del fuste d) Mayo 2019, presencia del signo (maduro e inmaduro) en el cuello del fuste con oquedad e) Mayo 2015, presencia del signo estado maduro. Elaboración propia.

Figura 35. Sintomatología de la Inga (*inga feuleei*), código S4-7, signo *Inonotus* sp

3.9.2.9 Tulipán africano (*Spathodea campanulata*)

Para el caso del Tulipán africano (*Spathodea campanulata*), en el proceso del inventario del 2013, se identificó árbol con una mala sanidad, con descortezamiento parcial del fuste y pérdida de vigor, con ramas inactivas, el cual llevo al colapso del árbol en enero del 2014. Con evidencias de pudrición blanca en el fuste (Figura 36).



a) Mayo 2015, tocón de árbol con rebrote de hojas b) Mayo 2019, presencia del signo. Elaboración propia.

Figura 36. Sintomatología del Tulipán africano (*Spathodea campanulata*), código S4-6, signo *Inonotus* sp

3.9.3 Sintomatología asociada al *Pleurotus* sp

3.9.3.1 Tulipán africano (*Spathodea campanulata*)

En el árbol de Tulipán africano (*Spathodea campanulata*), con código S2-4, manifestó sintomatología de pérdida de vigor de copa (marchitamiento) en el tiempo; presentando, en el año 2015 un reducido follaje en la copa (10%), el cual decayó en el 2017, perdiendo la totalidad de su follaje. Se observó presencia de poda de raíces superficiales, con síntomas de pudrición; limitando así el transporte de nutrientes.

Cabe señalar que el signo se evidenció en el árbol ya debilitado, con muerte regresiva y con un pobre vigor de copa. Para el año 2017 se produjo la muerte del árbol, manifestando inicios de descortezamiento, con presencia de leves fisuras de corteza. En el año 2019 se evidenció la presencia de pudrición blanca en los rastros de fuste que quedaron, producto del retiro de árbol (Figura 37).



a) Mayo 2015, árbol con marchitamiento de copa b) Mayo 2017, árbol, sin follaje c) Mayo 2017, presencia de poda de raíces d) Mayo 2017, presencia del signo colonizando parte del fuste e) Mayo 2019, presencia de pudrición blanca f) presencia del signo maduro. Elaboración propia.

Figura 37. Sintomatología del Tulipán africano (*Spathodea campanulata*), código S2-4, signo *Pleurotus* sp

3.9.4 Sintomatología asociada al *Pleurotus Djamor*

3.9.4.1 Araucaria (*Araucaria excelsa*)

Para el caso de la Araucaria (*Araucaria excelsa*), con código S7-11, se evidenció la presencia del signo luego de ejecución de una poda agresiva a la copa, repercutiendo en los procesos fisiológico del árbol, reduciendo al mínimo su tasa fotosintética, ocasionando el debilitamiento del árbol; haciendo susceptible a la infección del patógeno, cabe señalar que el *Pleurotos Djamor*, es un patógeno saprofito que ataca a madera en descomposición o árboles en estado de muerte regresiva, evidenciando el signo en un estado joven (color blanco cremoso) y maduro (color coral) (Figura 38).



a) Mayo 2015, Con buen vigor de copa b) Mayo 2017, árbol, sin copa, por poda agresiva c) Mayo 2017, colonización del patógeno en árbol debilitado d) Mayo 2017, Mayo 2019, presencia maduro color rosa fuste e) Mayo 2017, Mayo 2017, presencia maduro juvenil color blanco crema f) Julio 2019, árbol talado. Elaboración propia.

Figura 38. Sintomatología de la Araucaria (*Araucaria excelsa*), código S7-11 signo Pleurotus Djamor

3.9.5 Sintomatología asociada al *Leucoagaricus leucothites*

3.9.5.1 Ponciana real (*Delonix regia*)

Para el caso de la ponciana real (*Delonix regia*), con código S3-1, no se evidenciaron cambios tanto en el vigor de copa como el de fuste, no produciendo ningún tipo de daño al árbol. cabe indicar que estas setas habitan en pastizales y áreas verdes de parques y jardines, por lo cual no ha evidenciado ningún daño significativo en el vigor de copa y de fuste (Figura 39).



a) Julio 2019, Con buen vigor de copa b) Mayo 2015, presencia del signo en el área verde c) Mayo 2017, presencia del signo en el área verde próximo a la raíz d) Mayo 2015, morfología del signo. Elaboración propia.

Figura 39. Sintomatología de la Ponciana real (*Delonix Regia*), código S3-1, signo *Leucoagaricus leucothites*

3.10 RESISTENCIA DE LA ESPECIE A LA ENFERMEDAD

Para el presente estudio, la especie forestal urbana que posee una mayor resistencia para la posible enfermedad generada por el *Inonotus sp.* y la *Ganoderma australe* es el árbol de Molle costeño (*Schinus terebinthifolius*)

Es evidente el daño que causan estos 2 patógenos (*Inonotus sp* y *Ganoderma australe*), ocasionando un decaimiento del vigor de copa (marchitez) de manera gradual, con presencia de oquedades con pudrición, el cual se ve acelerado por la constante estrés que sufren los árboles, producto de las podas sistemáticas que estos reciben; por otro, se puede observar en el cuadro de daños por especie según el signo (Tabla 29), evidenciando que las especie caducifolias tiene menor resistencia al ataque de patógenos.

Para el caso de la especies arbóreas con presencia del signo *Pleurotus Djamor* y el *Pleurotus sp.*, se ha considerado un grado de daño bajo, a pesar que los individuos evaluados (*Araucaria excelsa* y *Spathodea campanulata*) hayan muerto; debido a que esto no se debió a la incidencia de estos patógenos en el hospedero, dado que estos aparecieron luego del descabezamiento de copa y de la muerte regresiva de los árboles,

respectivamente; siendo estos patógenos saprófitos comestibles y que están presentes en árboles muertos y muy debilitados con una mala sanidad.

En la evaluación se dispuso un cuadro de resistencia de los árboles a los patógenos evaluados en base a la severidad (daños) que estos han presentado, cabe señalar que los individuos que presenta resistencia media han presentado poco decaimiento del vigor de copa (marchites), pero en el tiempo pasaran a debilitarse producto de la infección del patógeno y de estrés generado por malas praxis de podas, aumento así su severidad con el tiempo.

Tabla 29 Cuadro de daños generados por el posible patógeno asociado a la especie

Especie	Follaje	<i>Ganoderma australe</i>	<i>Inonotus sp</i>	<i>Leucoagaricus leucothites</i>	<i>Pleurotus Djamor</i>	<i>Pleurotus sp.</i>	Cantidad
Molle costeño	perennifolio	Baja	Baja				18
Molle serrano	perennifolio	Alta	Alta				9
Araucarea	perennifolio				Baja		1
Tulipán africano	Caducifolio		Alta			Baja	2
Jacaranda	Caducifolio		Media				2
Ceibo	Caducifolio	Alta					1
Huarango	Caducifolio	Alta	Alta				6
Inga	perennifolio		Alta				2
Parkinsonia ponciana	Caducifolio		Alta				10
Palta	perennifolio	Alta	Alta	Baja			51
Ficus benjamina	perennifolio	Media					1
Álamo	perennifolio		Media				1

Fuente: Elaboración propia

3.11 MORALIDAD DE LA ESPECIE POR PATÓGENO

Durante el proceso de evaluación del 2013 al 2019, se han propiciado el retiro de algunos individuos arbóreos, algunos muertos en pie, y otros retirados por la sanidad que presentaban.

Por lo que las especies con mortalidad para *Ganoderma australe* son: el ceibo (*Ceiba sp*), Huarango (*Acacia macracantha*), Parkinsonia (*Parkinsonia aculeata*), y ponciana real

(*Delonix regia*); mientras que para el *Inonotus sp* es: Molle serrano (*Schinus terebinthifolius*), Tulipán africano (*Spathodea campanulata*), Huarango (*Acacia macracantha*), Inga (*inga feuleei*) Parkinsonia (*Parkinsonia aculeata*), y la Ponciana real (*Delonix regia*); teniendo un total de 22 árboles árbol muertos en pie y retirados (Por su sanidad) en el proceso de evaluación, el cual representa el 21.9.6% de la muestra total (Tabla 30).

Es importante mencionar que se a Retirando de la evaluación a las siguientes especie arbóreas: Molle costeño (*Schinus terebinthifolius*), el cual fueron talados sin evidenciaba una sintomatología que lo amerite, además de las especies Araucaria (*Araucaria excelsa*) y Tulipán africano (*Spathodea campanulata*), por estar asociados a especies saprofitas de madera muerta o en arboles muy debilitados (muerte regresiva), el cual no se ha podido asociar su muerte y/o retiro por efecto del ataque del signo de *Pleurotus Djamor* y el *Pleurotus sp respectivamente*, representando un total de 6 árboles árbol en el proceso de evaluación, el cual representa el 5.7% de la muestra total (Tabla 31).

Tabla 30 Cuadro de Mortandad de la especie forestal asociado al patógeno

Familia	Especie	Signo	Situación	Total por especie	Total por familia
Anacardiaceae	Molle serrano	<i>Inonotus sp</i>	retirados	1	1
Bignonaceae	Tulipán africano	<i>Inonotus sp</i>	caída de árbol	1	1
Bombacaceae	Ceibo	<i>Ganoderma australe</i>	muertos en pie	1	1
Fabaceae	Huarango	<i>Ganoderma australe</i>	retirado	1	
	Huarango	<i>Inonotus sp</i>	muertos en pie	1	
	Inga	<i>Inonotus sp</i>	retirado	1	19
	Parkinsonia	<i>Inonotus sp</i>	retirado	6	
	Ponciana	<i>Ganoderma australe</i>	retirado	5	
	Ponciana	<i>Inonotus sp</i>	retirado	5	
				22	21.9% de la muestra

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 31 Cuadro de árboles descartado de la evaluación

Familia	Especie	Signo	Situación	Total por especie	Total por familia
Anacardiaceae	Molle costeño	<i>Ganoderma australe</i>	retirados	4	4
Bignonaceae	Tulipán africano	<i>Pleurotus sp</i>	muertos en pie	1	1
Araucariaceae	Araucarea	<i>Pleurotus Djamor</i>	retirado	1	1
				6	5.7% de la muestra

Fuente: Elaboración propia

3.12 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Existe un considerable diversidad de especies infectada por patógenos (13 especies), siendo afectados de manera más recurrente por los basidiomicetos de *Inonotus sp* y la *Ganoderma australe*, esto no solo se da a través de la proliferación del patógeno en el medio a través de sus esporas de manera natural, los cuales tienen un gran alcance hacia otros hospederos, y son transportados por los viento y animales; sino que también se dan a través de las herramientas de poda, el cual no son desinfectadas en el proceso, inoculando de manera inadvertida por los operarios de campo, por lo que los tratamientos silviculturales son tomados en cuenta como un componente más de la aparición de enfermedades, por lo que es importante reconocer y hacerlo visible para tomar acciones correctivas en el manejo del arbolado urbano.

La falta de carpóforo en la madera no quiere decir que no exista pudrición, esto se demuestra gracias a un experimento realizado por Bondartsev con *Ungulina fomentaria*, en donde se demostró el poder destructivo de los hongos, manifestando en tres años una destrucción a 1 metro (longitudinalmente) alrededor del punto de acceso del hongo, esto sin la presencia de los carpóforo en la madera, en ese sentido, aunque el estudio se realizó en árboles que presentan el signo presente, se han evidenciado muchos individuos arbóreos que presentan una sintomatología evidente de daños de estos patógenos, por lo que es importante realizar una evaluación permanente a fin de tomar acciones en la seguridad y mantenimiento.

No todos los árboles con presencia de signo manifiestan sintomatología, tal es el caso de molle costeño (*Schinus terebinthifolius*) para ataque de *Inonotus sp.* y de *Ganoderma australe*. Cabe mencionar, que los cuerpos fructíferos, hongos, champiñones, fijados a los tallos leñosos o a las raíces de los árboles vivos son indicadores positivos de descomposición, lo que indica que el árbol tiene un cierto grado de pudrición (Luley, 2006); por lo que no se descarta que en algunas especies evaluadas sin presencia de daño evidente tenga la infección de manera interna por parte del patógeno; así mismo la sintomatología presente en cada uno de los individuos se irá manifestando de manera más marcada en el tiempo, aumentado su severidad de manera progresiva, dependiendo del tipo de signo presente en cada hospedera, el cual se verá acelerada a medida que los árboles sufran estrés sistemático producto de la poda agresiva.

Existe una mayor severidad de daños en especies caducifolias, tales como Tulipán africano (*Spathodea campanulata*), jacaranda (*Jacarandá mimosifolia*), ceibo (*Ceiba sp.*), Huarango (*Acacia macracantha*), Inga (*Inga Feuileei*), Parkinsonia (*Parkinsonia aculeata*), y ponciana real (*Delonix regia*).

Los principales síntomas evidenciado tanto para el *Inonotus sp* y la *Ganoderma australe* han sido el marchitamiento de copa, inactividad de ramas, oquedades, exudaciones, pudrición blanca y descortezamiento de ramas, como de fuste, siendo este último más marcado para *Inonotus sp.*

Aunque la *Ganoderma australe* genera pudrición blanca, esto no se ha podido comprobar en árboles muerto en pie, como es el caso de la ponciana real (*Delonix regia*), el cual pierde de manera progresiva su vitalidad de copa hasta llegar a dejar inactivas todo su follaje, teniendo una muerte regresiva año tras año, descortezando una vez este haya muerto. Cabe mencionar que solo en especie que tienen pérdida parcial de corteza y descubrimiento del fuste (producto de los daños generados por poda o daños mecánicos) se han logrado evidenciar la pudrición blanca generada por el patógeno. Cabe indicar que en individuos muertos en pie, los basidiocarpos llegaron a tener una madures con una consistencia leñosa en toda su estructura, tal como se evidencio en el caso de los árboles con código S3-15 y S3-16; así mismo, es importante mencionar que las especies de ponciana (*Delonix regia*), Molle costeño (*Schinus terebinthifolius*), Huarango (*Acacia macracantha*), Ficus benjamina (*Ficus benjamina*), molle serrano (*Schinus molle*), Palta

(*Persea americana*), Parkinsonia (*Parkinsonia aculeata*) y ceibo (*Ceiba sp.*) tienen una mayor susceptibilidad de ser infectadas por *Ganoderma australe*.

En *Inonotus sp*, los daños que generan son de pudrición blanca; así mismo, es evidente el daño que viene causando el patógeno a nivel de la corteza, degradándola lentamente, en muchos de los casos a nivel del cuello del fuste, debido a la acción enzimática que tiene el patógeno, logrando deteriorar la madera hasta llegar a la médula del árbol, el cual se ha visto evidenciado en la Parkinsonia retirada (código S5-1) y ponciana real (S6-1) eliminando la lignina y dejando tonalidades blanca en la madera, dejando fibras expuestas y desintegrando la madera progresivamente; limitando el transporte de nutrientes a las hojas; logrando llegar el daño hacia el centro del árbol generando su muerte. Es importante mencionar que las especies de ponciana (*Delonix regia*), Molle costeño (*Schinus terebinthifolius*), Parkinsonia (*Parkinsonia aculeata*) y Molle serrano (*Schinus molle*), Jacaranda (*Jacarandá mimosifolia*), Huarango (*Acacia macracantha*), Inga (*Inga Feuileei*), Álamo (*Populis nigra*) y Tulipán africano (*Spathodea campanulata*) tienen una mayor susceptibilidad de ser infectadas por *Inonotus sp*; además que la gran cantidad de esporas que presente el *Inonotus sp*. hace que tengan una mayor dispersión dentro del distrito, llegando a enfermar a una mayor cantidad de especies en el arbolado urbano, tal como se ha evidenciado en el presente estudio, logrando infectar al 75,24% de toda la muestra

el *Inonotus sp* y la *Ganoderma australe* tiene una mayor incidencia hacia las familias Anacardaceas, y Fabáceas, ocasionado pudrición blanca y pérdida de vigor de copa en el tiempo, encontrándose dentro de la muestra un total de 69 (65.71%) y 27 (25.71%) individuos arbóreos con la presencia del patógeno respectivamente.

El *Pleurotus Djamor* y el *Pleurotus sp*, son hongos que no han generado daño a las especies evaluadas, si bien las especies de árboles que se encontraron asociadas a estas han muerto, eso no es producto del ataque de patógeno, dado que la aparición de estos, se produjo luego de pérdida de vigor de copa y muerte progresiva del Tulipán africano (*Spathodea campanulata*) y del descabezado de la copa, en el caso de la araucaria (*Araucaria excelsa*); su presencia es debido a que estos atacan árboles muy debilitados, de mala sanidad, así como a madera muerta o en descomposición.

El *Leucoagaricus leucothites*, no ha evidenciado ningún daño al hospedero, en pérdida de vigor de copa y de fuste, debido a que se encuentran asociados a las áreas verdes ricos en humus, descomponiendo y alimentándose de materia orgánica procedente de restos de raíces y de tallos de diferentes especies herbáceas; por lo que son considerados hongos saprotróficos del suelo.

El ceibo (*Ceiba sp*), el Huarango (*Acacia macracantha*), la Parkinsonia (*Parkinsonia aculeata*) y la ponciana real (*Delonix regia*) tienen alto grado de mortalidad frente al ataque de *Ganoderma australe*; mientras que el molle serrano (*Schinus terebinthifolius*), Tulipán africano (*Spathodea campanulata*), el Huarango (*Acacia macracantha*), la inga (*inga feuillei*), la Parkinsonia (*Parkinsonia aculeata*), y la ponciana real (*Delonix regia*) tienen alto grado de mortalidad al *Inonotus sp*

La humedad es un factor muy necesario para la actividad fisiológica de los hongos, como germinación de esporas, secreción de las enzimas fúngicas, disolución del sustrato leñoso, absorción y transporte de sustancias nutritivas y constitución de sus nuevos tejidos (Eades y Roff ,1953), teniendo en cuenta esos detalles es importante entender que la humedad dentro del distrito de Santiago de surco varía entre 59.3% hasta 95,7 dependiendo de la estación, lo que en es un ambiente muy susceptible a la proliferación de estos patógenos, por las condiciones del lugar, evidenciándose de manera más notorias a las setas anuales de *Inonotus sp*, así como su acción enzimática en época de invierno.

Uno de las causas de presencia de pudrición en los árboles se dan por el corte de ramas principales de gran diámetro, lo cual genera que la compartimentalización no sea exitosa, en otras palabras, que no sea total, cerrando parte de la herida y dejando pequeñas aberturas que ocasiona que el hongo siga avanzando; en ese sentido, es importante entender que los árboles no cicatrizan, sino compartimentalizan los daños generados por las podas, por lo que el avance de la pudrición radica en que tan exitosa sea la compartimentación del árbol; es decir, el aislamiento de las células dañadas de las sanas; dicho esto, la pudrición solo avanzará hasta donde el árbol haya aislado el daño. Así mismo, es importante realizar el corte por fuera del árbol para que la exposición de las fibras sea lejos de las ramas verticales del árbol y la compartimentación se dé al ras del fuste, reduciendo el daño en toda la estructura de soporte del árbol, que es el fuste; dado que si hacemos una poda de ramas muy pegada al fuste del árbol, lo que estamos

generando es una mayor exposición al medio de las fibras verticales del tronco, generando pérdida de resistencia en ese sector, al estar muy expuestas.

La pudrición interna de los árboles genera una descompensación de fuerzas en el árbol, rompiendo su equilibrio natural, por lo que es importante identificar algunos síntomas que no son tan perceptibles a simple vista, como es el abultamiento en el tronco, a fin de compensar la carga gravitacional del árbol, frente a una descomposición o pérdida de madera interna, llamado morfogénesis de tigna, el cual es evidenciado además a nivel transversal, generando anillos de crecimiento más anchos.

Todos los patógenos han sido evidenciado sobre la herida expuesta o dentro de oquedades presentes en los árboles, siendo las más frecuentes en el fuste y cuello, esto debido a los tratamientos silviculturales realizado en los árboles, tales como la poda raíz, el terciado, el desmoche de copa, ciega de césped, así como las podas de grandes diámetros de ramas del árbol realizados por los arboristas, incrementando su incidencia y acelerando el deterioro de los árboles evaluados.

Hay que tener en cuenta que en la evaluación del molle costeño (*Schinus terebinthifolius*), para el ataque de *Ganoderma australe*, no se evidenciaron sintomatología significativa de daños tanto en marchitamiento de copa, ni de pudrición y oquedades en el fuste, sin embargo, muchos de estos fueron retirados, por tener al patógeno presente.

3.13 BENEFICIOS LOGRADOS

A) Determinación de los síntomas del arbolado urbano provocado por los hongos basidiomicetes

Mediante la elaboración de las escalas de severidad de los síntomas se ha logrado caracterizar la sintomatología de 13 especies forestales urbanas. lograda información fotográfica por especie forestal y por especie de posible patógeno, haciendo más gráfico y descriptible los daños en el tiempo; el cual sirve como fuente de información (de inducción), para los operadores de campo, responsables del mantenimiento del arbolado urbano, y generar estrategias de prevención.

B) Generación de información escrita sobre la susceptibilidad, resistencia y mortandad de las especies asociadas a los hongos basidiomicetos.

Se ha generado un registro de información en base a su susceptibilidad, resistencia y mortandad de árboles urbanos (Cuadro 2), frente al ataque de hongos basidiomicetos. Así mismo se ha descrito los principales factores que provocan esta dispersión y proliferación rápida de patógenos dentro del distrito; generando recomendaciones a fin, de poder reducir focos de infección.

C) Se ha logrado identificar en terreno a los hongos basidiomicetes, posibles patógenos de las especies arbóreas urbanas

Se ha logrado describir a través de sus características morfológicas los diferentes tipos de hongos basidiomicetos que inciden en el arbolado urbano, caracterizando, además, a través de un registro de observaciones de campo, los síntomas y daños (Cuadro 3) de enfermedades en el fuste y la copa de las especies arbóreas; asignando grados de severidad del ataque, permitiendo identificar las especies de hongos y generar estrategias de control.

CONCLUSIONES

1. La metodología usada ha permitido generar información importante para la identificación de los síntomas que se evidencian en árboles enfermos por la posible infección de hongos basidiomicetos, que es el principal problema de muerte y caída de árbol en la ciudad de Lima.
2. La descripción de los carpóforos y el contraste con la información de literatura ha permitido identificar a las especies de macro hongos.
3. En este estudio se encontraron cinco 3 especies de hongos, siendo estos: *Ganoderma australe*, *Leucoagaricus leucothites*, *Pleurotus Djamor* y dos géneros *Inonotus sp.* y *Pleurotus sp.*
4. Las podas incorrectas causan un daño grave al árbol, incluso la muerte. En vista de que gran parte de los daños ocasionado en el árbol, productos de las podas, han generado la entrada de patógenos.
5. La mala praxis de tratamiento silviculturales realizado en los árboles, tales como la poda raíz, el terciado, el desmoche de copa, así como las podas de grandes diámetros de ramas del árbol realizados y la ciega de césped, generan heridas expuestas, ocasionando el ingreso de patógenos que se van a desarrollar por la humedad del ambiente, incrementando así la incidencia de patógenos y acelerando el deterioro de los árboles.
6. No todos los basidiomicetos que se encuentran dentro de la urbe son responsables de los daños evidenciado en los árboles, entendiendo que existes especies saprofitas de madera muerta y del suelo, lo cuales aparecen luego de la intervención de daño generado por las heridas causadas por las podas y otros patógenos.
7. Las actividades de los hongos producen tanto la mortalidad como la pérdida de vigor del árbol, disminución de la resistencia estructural y la estética ornamental, manifestándose a través de su sanidad en el tiempo.
8. Aunque existe una gran incidencia de hongos basidiomicetos dentro de la familia Fabaceae, no podríamos aseverar, ni generalizar la sintomatología a tal nivel, para

ayudarnos a clasificar el riesgo a la enfermedad; dado que, los síntomas de enfermedades varían enormemente en especie forestal y en las partes afectadas.

9. La gran cantidad de esporas que liberan los cuerpos fructíferos son una fuente amplia para su dispersión dentro del distrito, llegando a tener un gran alcance y multiplicando su capacidad de enfermar a otros individuos arbóreos a través de heridas expuestas, como es el caso del *Inonotus sp.*, el cual ha llegado a enfermar al 75,24% de toda la muestra

RECOMENDACIONES

1. Para describir los síntomas del arbolado ante las enfermedades se recomienda usar la escala de severidad del síntoma, ya que nos determina niveles de riesgo y posibles medidas de prevención y control
2. Evitar podas agresivas como el descabezamiento, terciado y poda de ramas principales, procurando realizar corte de ramas menor a 10 cm de diámetros, evitando que estén muy pegadas a la corteza, por encima de la arruga de la corteza; a fin de reducir los daños y heridas expuestas.
3. Se recomienda curar las heridas expuestas con cicatrizantes, así como proveer de riego y espacios necesarios para evitar el deterioro de la salud del arbolado urbano y potenciar su resistencia natural.
4. Capacitar a los operarios encargados del mantenimiento del arbolado urbano del distrito, en temas de podas y de temporadas, a fin de disminuir los daños, infección y dispersión de los patógenos dentro del distrito.
5. El mejor momento de hacer las podas es antes de la aparición de las hojas (Final de invierno o comienzos de primavera), ya que las heridas que generemos cicatrizarán inmediatamente, reduciendo el riesgo de generar enfermedades; por lo que se recomienda generar un calendario de podas, a fin de reducir los daños en el arbolado urbano.
6. Se recomienda evitar podas en época de esporulación de hongos, así mismo eliminar las setas presentes (esto para reducir su proliferación, propagación de esporas y contaminación de árboles cercanos); además de quemar los restos de madera que han sido contaminados por el patógeno, desinfectar las herramientas de poda, no instalar la misma especie que fue infectada y reforestar con especie que no hayan sido atacadas o que hayan tenido una mayor resistencia de ataque de hongos y que se adapten mejor a las condiciones y climas de la zona.
7. Se recomienda liberar el césped del cuello radicular de los árboles, a fin de reducir la humedad y evitar daños mecánicos, tanto en el cuello y las raíces, causado por la ciega del césped.
8. Algunos individuos presentaron muerte progresiva por pérdida de vigor progresivo, sin daños estructurales del fuste y muerte de un año a otro; por lo que

- se recomienda estar atento al comportamiento de los árboles y hacer el seguimiento de la sintomatología evidenciadas en el arbolado urbano.
9. Antes de tomar decisiones de remoción en árboles con daños muy severos, se recomienda complementar el estudio visual del daño mediante metodología no destructiva como el sistema de tomografía arbórea o evaluaciones resistográficas, para contrastar los resultados de la evaluación visual. En árboles con daños incipientes este método no es recomendable, pues las numerosas incisiones producen heridas y podrían debilitar su resistencia natural, especialmente cuando la silvicultura urbana está muy poco implementada en los distritos de la capital.
 10. En vista de que no todos los árboles con sintomatologías de ataque de hongos presentan basidiocarpos visibles, se recomienda realizar una evaluación permanente del arbolado urbano, a fin de tomar acciones preventivas.
 11. Es pertinente hacer el seguimiento de los árboles urbanos dentro del distrito, así como seguir estudiando con profundidad estas enfermedades, además de los signos y síntomas evidenciados dentro del arbolado urbano del distrito.
 12. Se recomienda hacer estudios de identificación a nivel de especie de los patógenos; a fin de conocer, más a detalle, información biológica y ecológica que permita dilucidar estrategias de control del microbio.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Agrios, G. N. 1985. Fitopatología. Editorial Limusa, S. A. de C. V. 756 pp.

Agrios, G. 2002. Fitopatología. Séptima reimpresión, 2 ed. México D.F., MX.

Limusa. 839 p.

Agrios, G. 2005. Plant Pathology. 5th ed. Academic Press. Burlington, US. 952 pp

Aguilar F., Huamán H. y Holgado M. Caracterización de *Pleurotus sp.* aislado de la comunidad nativa de Korimani, centro poblado de kiteni-echarate, la convención, cusco, Perú, 2019 departamento académico de biología, universidad nacional agraria la molina, lima – Perú.

Básalo, M. y J.E. Weight, 1982. Survey of the argentine species of the Ganoderma Lucidum complex. Mycotaxon.

Bonkowski, M., Griffith, B. S. y Ritz, K. (2000) ‘Food preference of earthworms for soil fungi’, Pedobiologia, vol. 44, pp. 666–676.

Cadenas, C. s.f. Fitopatología General, Departamento Académico de entomología y fitopatología. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Agraria La Molina Lima, PE. 02, 42, 60, 78p

Cibrián, T.D.; Alvarado, R.D. y García, D.S.E., 2007. Enfermedades Forestales en México/Forest Diseases in Mexico. UACH; CONAFOR-SEMARNAT, México; Forest Service USDA, EUA; NRCAN Forest Service, Canadá y Comisión Forestal de América del Norte, COFAN, FAO. Chapingo, México. 587 p.

Cibrián, D. 2013. Plagas y enfermedades de los árboles (patógenos y plantas parásitas). Universidad Autónoma Chapingo, División de Ciencias Forestales. Texcoco, México. Diapositiva 01

Clemente E., S. Oliveira-Silva, S. M. Gomes da Costa. 2002. Chemical Composition of *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Quél., Substrates and Residue after Cultivation. Brazilian Archives of Biology and Technology. 45 (4): 531-535.

Cubas, P. 2007. Hongos. Departamento de Biología Vegetal II. Facultad de Farmacia Universidad Complutense de Madrid. 03,04 p

Díaz, M., 2004. Los hongos del orden Aphyllophorales en los estados de Durango, Chihuahua y Coahuila, México. Tesis (Doctoral). México. Universidad Autónoma de Nuevo León Facultad de Ciencias Forestales. Subdirección de Postgrado, 2p

D'Souza, T., Merrit, C. y Adinarayana, C. 1999. Lignin-modifying enzymes of the white rot Basidiomycete *Ganoderma lucidum*. *Applied and Environmental Microbiology* 65 (12): 5307–5313.

Eades, H.W. y Roff J.M. 1953. The regulation of aeration in wood soil contact culture technique. *Forest Product Journal* III. p 70-95

FAO/NACA. 2001. Manual of Procedures for the Implementation of the Asia Regional Technical Guidelines on Health Management for the Responsible Movement of Live Aquatic Animals. 2001. Documento Técnico de Pesca de la FAO 402/1

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) y OIRSA (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria), 2008. Guía ilustrada sobre el estado de salud de los árboles Reconocimiento e interpretación de síntomas y daños. Edición en español publicada en San Salvador, El Salvador, 2008. 4 p.

Flood J., Bridge P. y Holderness, M. 2000. *Ganoderma Diseases of Perennial Crops.* CAB International, Wallingford, Reino Unido.

Gallegos, L. 2005. Descripción y manejo de plagas y enfermedades en el arbolado urbano de la comuna de la Reina. Memoria para optar al Título Profesional de Ingeniero Forestal. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. Departamento de Manejo de Recursos Naturales. Santiago, Chile. 02 p

Gilbertson, R. L. 1980. Wood rotting fungi of North America. *Mycoiogia* 72: 1-49.

Gonzales, LC. 1981. Introducción a la Fitopatología. San José, Costa Rica. IICA. 148, 48 p.

Guzmán G., Montoya L., Bandala V.M., Mata G., Salmones D. 1995. Studies in the genus *Pleurotus*, IV. Observations on the pink forms growing in México based in the interbreeding of two different strains. *Mycotaxon*, 53p.

Guzmán G., 2000. Genus *Pleurotus* (Jacq.: Fr.) P. Kumm. (Agaricomycetidae): diversity, taxonomic problems, and cultural and traditional medicinal uses. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 2p.

Guzmán G. 2003. Los Hongos de El Edén Quintana Roo: Introducción a la micobiota tropical de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Veracruz.

Heisecke C. (2015). *Leucoagaricus* (AGARICACEAE) NA REGIÃO SUL DO BRASIL, pp. 22–24.

Hepting, G.H. 1971. Diseases of Forest and Shade Trees of the United States. Agricultural Handbook No. 386. USDA Forest Service, Washington, DC.

Hernández, J., Escobedo, F., Pizarro, V. y De la maza, C. 2002b. Diagnóstico de la gestión municipal del arbolado urbano público en la ciudad de Santiago. En: Seminario Internacional: funciones y valores del arbolado urbano: 21 y 22 de noviembre de 2002. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales

Hernández Parra, P. y Gonzáles, M. 2000. Plagas y enfermedades. En: Silvicultura, manejo, productividad y rentabilidad de *Eucalyptus camaldulensis* en Chile. Instituto Forestal, Santiago, Chile. 27-40. P

Holgado M., 2018. Evaluación de la producción de *Pleurotus ostreatus* (Jacq.ex Fr.) Kumm (Basidiomycete) en residuos lignocelulosicos como alternativa agroecológica en la comunidad de Huayllay- Ccorca, Cusco. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. 120pp

Laessøe, T.; Ryvardeen, L.; Watling, R.; Whalley, A. J. S. 1996. Saprotrophic fungi of the Guinea-Congo Region. *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh. Section B. Biological Sciences*, 104:335–347.

La Mancha. Sánchez-Blanco y Septién (s/f) también desarrollaron una guía para el reconocimiento y el diagnóstico para determinar el defecto y el diagnóstico de anomalías en el arbolado de Madrid. 201 diapositivas.

Luley, C. 2006. Identificación del tipo de pudrición de la madera y hongos xilófagos en árboles urbanos. Arborist News, 1-12 p

Manta M.I. 2015. Escalas de severidad (entrevista). Lima, PE, UNALM. (E-mail: mmanta@lamolina.edu.pe)

MANTA M.I. 2007. Protección Forestal. Curso de Pre-Grado de la Facultad de Ciencias Forestales. Departamento de Manejo Forestal. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, PE. 1000 diapositivas. Color.

Manta, M. I. 2012. Escala de severidad de daños en la copa de los árboles. Asignatura obligatoria de Protección Forestal. FCF/UNALM. Lima, PE. 1 p.

Manta M.I. 2014. Evaluación de patógenos en las plantaciones forestales, en el contexto del cambio climático. XXIII Congreso Peruano de Fitopatología. Del 23 al 27 de noviembre, Ica, Perú

Manta, M. I.; Mestre, A. Aragón, L. 2015. Estimation of damage in forest plantations in the context of climate change. In Symposium: A Global Perspective on the Ecology and Management of Bark and Wood Boring Insects. IUFRO. Bariloche, Argentina. September 1-4, 2015.

Manta, M. I. 2019. Monitoreo de la salud del arbolado urbano en el contexto del cambio climático. In Primer Congreso Peruano de Arboricultura. Asociación Peruana de Arboricultura. UNALM/ FCF. Lima, Perú. Septiembre 26 al 28. Resumen científico.

Mestizo-Valdés L. G. 1997. Entrecruzamiento y evaluación de la producción de las variedades de *Pleurotus djamor* (Fr.) Boedijn. Tesis de Licenciatura. Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz.

Monreal y Tarancón. **s.f. Contribución al conocimiento de los hongos lignívoros en el arbolado urbano de Albacete.** Departamento de Producción Vegetal y Tecnología

Agraria E.T.S.I.A. Albacete. 150-202pp. Disponible en
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1303763>

Moncalvo, J., Wang, H. y Hseu, R. 1995a. Phylogenetic relationships in *Ganoderma* inferred from the internal transcribed spacers and 25S ribosomal DNA sequences. *Mycologia* 87: 223-238.

Moncalvo, J. 2000. Systematics of *Ganoderma*. En: *Ganoderma Diseases of Perennial Crops* (ed. Flood J., Bridge P., Holderness, M.) pp. 23-45. CAB International, Wallingford, Reino Unido.

Muñoz, G. 2016. Hongos filamentosos: entre la hifa y el micelio. Disponible en <https://hongosmasquecallampas.wordpress.com/2016/02/26/hongos-filamentosos-entre-la-hifa-y-el-micelio/>

Muthelo, V. 2009. Molecular characterization of *Ganoderma* species. Tesis de Masterado en Ciencias. Universidad de Pretoria. Pretoria, Sudáfrica.

Nicholl D.B.G. & Petersen R.H. 2000. Phenetic plasticity in *Pleurotus djamor*. *Mycotaxon*. Ithaca Ny., 76.

Oficina Nacional De Evaluación De Recursos Naturales- ONERN 1970. Inventario, Evaluación y Uso Racional de los Recursos Naturales de la Costa- Cuenca del Río Cañete, Volumen I, Lima, Perú. 583p.

Orellana, J. 2014. Prospección y evaluación de síntomas y signos de enfermedades en especies forestales del campus de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Tesis (Ing. Forestal). Lima, PE. Universidad nacional Agraria La Molina. 7 p.

Orellana, G.; Manta, M.I.; Torres, C. 2014. Prospección y evaluación de síntomas y signos de enfermedades en especies forestales XXIII Congreso Peruano de Fitopatología. Del 23 al 27 de noviembre, Ica, Perú.

Panduro T., Masaya N., Arrobo A., Celín .Especies y forma de consumo de hongos comestibles en las comunidades Awajun de Kumpin, Tseasim y Achu, del Distrito de “El Cenepa”- Amazonas - Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia 2018

Royse, D & Sánchez, J. 2017. La Biología, el cultivo y las propiedades nutricionales y medicinales de las setas *Pleurotus* spp.

Royse, D.J., J.E. Sánchez, 2017. Producción mundial de setas *Pleurotus* spp. con énfasis en países iberoamericanos. In: Sánchez, J.E., D. 85 *Scientia Fungorum* vol. 46: 73-85

Saiz de Omeñaca, - J. s.f. Daños en el arbolado de castilla-la mancha: Identificación de causas. Universidad Politécnica de Madrid. Departamento de Silvopascicultura. Madrid. 1,6p

Salmones D. & Mata G. 2017. Recursos genéticos del género *Pleurotus*. En: Sánchez J.E. & Royse D.J. La biología, el cultivo y las propiedades nutricionales y medicinales de las setas *Pleurotus* spp. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México: El Colegio de la Frontera Sur.

Sánchez, M., Artajo M. y Septién A. (s.f.) Defectos y anomalías del arbolado Viario de Madrid. Guía de reconocimiento y diagnóstico. 201 diapositivas

Seo, G. y Kirk, P. 2000. Ganodermataceae: Nomenclature and Classification. En: *Ganoderma Diseases of Perennial Crops* (ed. Flood J., Bridge P., Holderness, M.) pp. 3-22. CAB International, Wallingford, Reino Unido.

Siegel, N. & Schwarz, C. *Mushrooms of the Redwood Coast. A Comprehensive Guide to the Fungi of Coastal Northern California.* Ten Speed Press, Berkeley, California (2016).

Sinclair, W.A., H.H. Lyon, and W T. Johnson. 1987. *Diseases of Trees and Shrubs.* Cornell University Press. Ithaca, NY.

Singer, R. 1986. *The Agaricales in modern taxonomy.* 4th ed. Koeltz Scientific Books, 981 pp.

Scharpf, R. F. 1993. *Diseases of Pacific Coast Conifers.* USDA Forest Service. Agriculture Handbook 521. Pp 199

Schwarze, F.W.M.R., J. Engels, and C. Mattheck. 2000. *Fungal Strategies of Wood Decay in Trees.* Springer, New York, NY, 185p

Torres, C. s.f. Evaluación de enfermedades de planta. SENASA (Servicio Nacional de Sanidad Agraria). Lima, PE. 22p.

Torres. C. Comunicación personal (11 de agosto, 2020)

UNAM, s.f. Hongos. Departamento de Fitoquímica. Universidad Nacional Autónoma de México.

Urbina, M. 2011. Fitopatología general. Unidad IV, Enfermedades causadas por hongos. Universidad Católica Agropecuaria del Trópico seco Pbro. “Francisco Luis Espinoza Pineda”. Nicaragua. 2p

Urcelay, Robledo, Heredia, Morena y García, 2012. Hongos de la madera en el arbolado urbano de Córdoba. Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal (UNC-Conicet). Argentina, 08p

Valoriza. 2015. Estudio de estado y riesgo del arbolado de la calle José ortega y Gasset. Anexo 2. Conceptos básicos de arboricultura urbana. Madrid. 1-13P

Vellinga, E. C. 2004a. Genera in the family Agaricaceae: evidence from nrITS and nrLSU sequences. *Mycological Research*, 108(4):354–377.

Zervakis G, Moncalvo JM, Vilgalys R (2004) Molecular phylogeny, biogeography and speciation of the mushroom species *Pleurotus cystidiosus* and allied taxa. *Microbiology*. 150:715-726.

Anexo 02 Código y coordenada por especie

Código	Coordenadas		Nombre común	Nombre científico	Familia
S1-1	12° 8'23.84"S	76°59'59.86"O	Parkinsonia	<i>Parkinsonia aculeata</i>	Fabaceae
S1-2	12° 8'19.29"S	77° 0'5.85"O	Ponciana	<i>Delonix regia</i>	Fabaceae
S1-3	12° 8'25.27"S	77° 0'13.75"O	Ponciana	<i>Delonix regia</i>	Fabaceae
S1-4	12° 8'6.44"S	77° 0'18.08"O	Ponciana	<i>Delonix regia</i>	Fabaceae
S1-5	12° 7'57.17"S	77° 0'35.47"O	Ponciana	<i>Delonix regia</i>	Fabaceae
S1-6	12° 7'57.04"S	77° 0'39.75"O	Ponciana	<i>Delonix regia</i>	Fabaceae
S1-7	12° 7'51.53"S	77° 0'45.90"O	Molle costeño	<i>Schinus terebinthifolius</i>	Anacardiaceae
S1-8	12° 7'51.37"S	77° 0'47.20"O	Ponciana	<i>Delonix regia</i>	Fabaceae
S1-9	12° 7'56.78"S	77° 0'57.84"O	Ponciana	<i>Delonix regia</i>	Fabaceae
S1-10	12° 7'56.31"S	77° 0'57.93"O	Ponciana	<i>Delonix regia</i>	Fabaceae
S1-11	12° 8'6.52"S	77° 1'1.84"O	Ponciana	<i>Delonix regia</i>	Fabaceae
S1-12	12° 8'11.67"S	77° 0'48.28"O	Ponciana	<i>Delonix regia</i>	Fabaceae
S2-1	12° 9'20.42"S	76°59'15.51"O	Ponciana	<i>Delonix regia</i>	Fabaceae
S2-2	12° 8'54.01"S	6°59'29.57"O	Huarango	<i>Acacia macracantha</i>	Fabaceae
S2-3	12° 8'39.48"S	6°59'44.99"O	Ponciana	<i>Delonix regia</i>	Fabaceae
S2-4	12° 8'38.95"S	76°59'44.30"O	Tulipán africano	<i>Spathodea campanulata</i>	Bignonaceae
S2-5	12° 8'39.83"S	76°59'41.68"O	Ponciana	<i>Delonix regia</i>	Fabaceae
S2-6	12° 8'38.15"S	76°59'39.97"O	Ponciana	<i>Delonix regia</i>	Fabaceae
S2-7	12° 8'36.75"S	76°59'38.99"O	Ponciana	<i>Delonix regia</i>	Fabaceae
S2-8	12° 8'33.22"S	76°59'38.15"O	Ponciana	<i>Delonix regia</i>	Fabaceae
S2-9	12° 8'31.35"S	76°59'34.03"O	Huarango	<i>Acacia macracantha</i>	Fabaceae
S2-10	12° 8'27.36"S	76°59'43.90"O	Molle costeño	<i>Schinus terebinthifolius</i>	Anacardiaceae
S2-11	12° 8'27.16"S	76°59'44.24"O	Molle costeño	<i>Schinus terebinthifolius</i>	Anacardiaceae
S2-12	12° 8'26.47"S	76°59'45.25"O	Ponciana	<i>Delonix regia</i>	Fabaceae
S2-13	12° 8'29.52"S	76°59'49.18"O	Ponciana	<i>Delonix regia</i>	Fabaceae
S2-14	12° 8'31.58"S	76°59'50.55"O	Ponciana	<i>Delonix regia</i>	Fabaceae

S3-1	12° 7'59.43"S	76°59'20.05"O	Ponciana	<i>Delonix regia</i>	Fabaceae
S3-2	12° 8'0.31"S	76°59'20.67"O	Ponciana	<i>Delonix regia</i>	Fabaceae
S3-3	12° 8'3.01"S	76°59'12.33"O	Ponciana	<i>Delonix regia</i>	Fabaceae
S3-4	12° 8'6.98"S	76°59'12.96"O	Ponciana	<i>Delonix regia</i>	Fabaceae
S3-5	12° 8'7.58"S	76°59'10.38"O	Molle costeño	<i>Schinus terebinthifolius</i>	Anacardiaceae
S3-6	12° 8'7.04"S	76°59'7.45"O	Ponciana	<i>Delonix regia</i>	Fabaceae
S3-7	12° 8'5.10"S	76°59'8.07"O	Ponciana	<i>Delonix regia</i>	Fabaceae
S3-8	12° 8'0.25"S	76°59'8.80"O	Molle costeño	<i>Schinus terebinthifolius</i>	Anacardiaceae
S3-9	12° 8'10.29"S	76°59'17.35"O	Molle costeño	<i>Schinus terebinthifolius</i>	Anacardiaceae
S3-10	12° 8'10.42"S	76°59'17.34"O	Molle costeño	<i>Schinus terebinthifolius</i>	Anacardiaceae
S3-11	12° 8'10.13"S	76°59'18.07"O	Molle costeño	<i>Schinus terebinthifolius</i>	Anacardiaceae
S3-12	12° 8'9.83"S	76°59'23.60"O	Ponciana	<i>Delonix regia</i>	Fabaceae
S3-13	12° 8'12.85"S	76°59'21.73"O	Ponciana	<i>Delonix regia</i>	Fabaceae
S3-14	12° 8'14.73"S	76°59'21.02"O	Álamo	<i>Populus sp.</i>	Salicaceae
S3-15	12° 8'21.71"S	76°59'30.05"O	Ponciana	<i>Delonix regia</i>	Fabaceae
S3-16	12° 8'32.16"S	76°59'15.98"O	Ponciana	<i>Delonix regia</i>	Fabaceae
S3-17	12° 8'32.38"S	76°58'58.04"O	Huarango	<i>Acacia macracantha</i>	Fabaceae
S3-18	12° 8'31.01"S	76°59'2.44"O	Huarango	<i>Acacia macracantha</i>	Fabaceae
S3-19	12° 8'11.55"S	76°58'55.35"O	Molle serrano	<i>Schinus molle</i>	Anacardiaceae
S3-20	12° 8'10.00"S	76°58'55.35"O	Molle serrano	<i>Schinus molle</i>	Anacardiaceae
S4-1	12° 7'45.55"S	76°59'21.33"O	Molle serrano	<i>Schinus molle</i>	Anacardiaceae
S4-2	12° 7'46.48"S	76°59'51.47"O	Ponciana	<i>Delonix regia</i>	Fabaceae
S4-3	12° 7'51.06"S	76°59'55.37"O	Ponciana	<i>Delonix regia</i>	Fabaceae
S4-4	12° 7'53.60"S	76°59'50.97"O	Parkinsonia	<i>Parkinsonia aculeata</i>	Fabaceae
S4-5	12° 7'52.01"S	76°59'34.38"O	Ponciana	<i>Delonix regia</i>	Fabaceae
S4-6	12° 08'15.94"S	76°59'34.29"O	Tulipán africano	<i>Spathodea campanulata</i>	Bignoniaceae
S4-7	12° 8'11.25"S	76°59'36.29"O	Inga	<i>Inga feuillei</i>	Fabaceae
S4-8	12° 7'58.61"S	76°59'26.38"O	Palta	<i>Persea americana</i>	Lauraceae
S5-1	12° 6'46.77"S	76°59'30.78"O	Parkinsonia	<i>Parkinsonia aculeata</i>	Fabaceae
S5-2	12° 7'5.71"S	76°59'11.09"O	Jacaranda	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Bignoniaceae

S5-3	12° 7'5.17"S	76°59'11.88"O	Jacaranda	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Bignonaceae
S5-4	12° 7'1.36"S	76°59'18.55"O	Ponciana	<i>Delonix regia</i>	Fabaceae
S5-5	12° 7'2.37"S	76°59'25.90"O	Ponciana	<i>Delonix regia</i>	Fabaceae
S5-6	12° 7'7.45"S	76°59'24.23"O	Ponciana	<i>Delonix regia</i>	Fabaceae
S5-7	12° 7'6.43"S	76°59'28.74"O	Ponciana	<i>Delonix regia</i>	Fabaceae
S5-8	12° 7'5.29"S	76°59'29.97"O	Ponciana	<i>Delonix regia</i>	Fabaceae
S5-9	12° 7'2.16"S	76°59'41.50"O	Ponciana	<i>Delonix regia</i>	Fabaceae
S5-10	12° 7'4.67"S	76°59'46.32"O	Ficus	<i>Ficus benjamina</i>	Moraceae
S5-11	12° 7'7.36"S	76°59'47.23"O	Ponciana	<i>Delonix regia</i>	Fabaceae
S5-12	12° 7'17.33"S	76°59'53.72"O	Molle serrano	<i>Schinus molle</i>	Anacardiaceae
S5-13	12° 7'23.62"S	76°59'48.18"O	Ponciana	<i>Delonix regia</i>	Fabaceae
S5-14	12° 7'22.14"S	76°59'50.80"O	Ponciana	<i>Delonix regia</i>	Fabaceae
S5-15	12° 7'23.96"S	76°59'55.68"O	Molle serrano	<i>Schinus molle</i>	Anacardiaceae
S5-16	12° 7'29.99"S	6°59'41.24"O	Molle serrano	<i>Schinus molle</i>	Anacardiaceae
S5-17	12° 7'33.66"S	6°59'34.20"O	Parkinsonia	<i>Parkinsonia aculeata</i>	Fabaceae
S5-18	12° 7'23.29"S	76°59'23.86"O	Parkinsonia	<i>Parkinsonia aculeata</i>	Fabaceae
S5-19	12° 7'23.05"S	76°59'17.35"O	Parkinsonia	<i>Parkinsonia aculeata</i>	Fabaceae
S6-1	12° 7'38.24"S	76°58'41.76"O	Ponciana	<i>Delonix regia</i>	Fabaceae
S6-2	12° 7'28.97"S	76°58'58.85"O	Ponciana	<i>Delonix regia</i>	Fabaceae
S6-3	12° 7'45.99"S	76°58'40.89"O	Ponciana	<i>Delonix regia</i>	Fabaceae
S7-1	12° 8'0.96"S	76°58'39.41"O	Ponciana	<i>Delonix regia</i>	Fabaceae
S7-2	12° 8'17.88"S	76°58'37.60"O	Ponciana	<i>Delonix regia</i>	Fabaceae
S7-3	12° 8'18.92"S	76°58'43.87"O	Molle costeño	<i>Schinus terebinthifolius</i>	Anacardiaceae
S7-4	12° 8'18.97"S	76°58'44.17"O	Molle costeño	<i>Schinus terebinthifolius</i>	Anacardiaceae
S7-5	12° 8'21.65"S	76°58'32.71"O	Inga	<i>Inga feuillei</i>	Fabaceae
S7-6	12° 8'20.17"S	76°58'39.54"O	Ponciana	<i>Delonix regia</i>	Fabaceae
S7-7	12° 8'10.35"S	76°58'40.12"O	Molle costeño	<i>Schinus terebinthifolius</i>	Anacardiaceae
S7-8	12° 8'11.11"S	76°58'47.81"O	Ponciana	<i>Delonix regia</i>	Fabaceae
S7-9	12° 7'25.41"S	76°58'36.23"O	Huarango	<i>Acacia macracantha</i>	Fabaceae
S7-10	12° 7'25.28"S	76°58'36.32"O	Parkinsonia	<i>Parkinsonia aculeata</i>	Fabaceae

S7-11	12° 6'55.38"S	76°58'32.70"O	Araucaria	<i>Araucaria excelsa</i>	Aracariaceae
S7-12	12° 6'55.31"S	76°58'32.81"O	Ponciana	<i>Delonix regia</i>	Fabaceae
S7-13	12° 6'40.04"S	6°58'35.31"O	Ponciana	<i>Delonix regia</i>	Fabaceae
S7-14	12° 6'52.71"S	6°58'20.79"O	Molle costeño	<i>Schinus terebinthifolius</i>	Anacardiaceae
S7-15	12° 6'34.57"S	6°58'18.39"O	Molle costeño	<i>Schinus terebinthifolius</i>	Anacardiaceae
S7-16	12° 6'34.42"S	76°58'18.00"O	Molle costeño	<i>Schinus terebinthifolius</i>	Anacardiaceae
S7-17	12° 6'33.29"S	76°58'15.88"O	Molle costeño	<i>Schinus terebinthifolius</i>	Anacardiaceae
S7-18	12° 6'32.52"S	76°58'14.76"O	Molle costeño	<i>Schinus terebinthifolius</i>	Anacardiaceae
S7-19	12° 6'33.84"S	76°58'13.24"O	Ponciana	<i>Delonix regia</i>	Fabaceae
S7-20	12° 6'30.76"S	76°57'40.19"O	Parkinsonia	<i>Parkinsonia aculeata</i>	Fabaceae
S7-21	12° 7'23.94"S	76°58'36.09"O	Molle costeño	<i>Schinus terebinthifolius</i>	Anacardiaceae
S8-1	12° 5'20.06"S	6°57'53.56"O	Molle costeño	<i>Schinus terebinthifolius</i>	Anacardiaceae
S8-2	12° 5'19.92"S	6°57'53.51"O	Molle costeño	<i>Schinus terebinthifolius</i>	Anacardiaceae
S8-3	12° 4'55.79"S	76°57'45.54"O	Ponciana	<i>Delonix regia</i>	Fabaceae
S8-4	12° 4'35.54"S	76°57'45.63"O	Ceibo	<i>Ceiba sp.</i>	Bombacaceae
S8-5	12° 4'55.60"S	76°58'25.73"O	Parkinsonia	<i>Parkinsonia aculeata</i>	Fabaceae
S8-6	12° 4'54.87"S	76°58'31.03"O	Molle costeño	<i>Schinus terebinthifolius</i>	Anacardiaceae
S8-7	12° 4'55.56"S	76°58'36.05"O	Molle costeño	<i>Schinus terebinthifolius</i>	Anacardiaceae
S8-8	12° 5'1.08"S	6°58'48.39"O	Parkinsonia	<i>Parkinsonia aculeata</i>	Fabaceae

Fuente: elaboración propia

Anexo 03 Cuadro de severidad para descortezamiento y marchitez de copa del año 2015,2017 y 2019

															Severidad				Ultima observación de los síntomas				
															2013		2015			2017		2019	
Sector	Dirección	N / parque	Bermosa	Nombre común	Nombre científico	Familia	Signos	Ubicación del signo	Descripción del síntoma	Des cort mie nto	Mar chit ez	Des cort mie nto	Ma rchi tez	Des cort mie nto	Ma rchi tez								
S1 - 1	Psje. Alberto Guillen	j-11	1	Parkinsonia	Parkinsonia aculeata	Fabaceae	Inonotus sp	fuste y raíz	podredumbre de ramas con presencia de cancro	1	1	2	2			Retirado	podrición de ramas, leve descortezamiento en el fuste						
S1 - 2	Paje. Giacomo Leopardi	1-65	1	ponciana	Delonix regia	Fabaceae	Inonotus sp	fuste	podredumbre de ramas	1	1	1	2	1	2	Árbol en pie	Oquedad en ramas, con pudrición (poda agresiva)						

s1 - 3	Psje. los Lancon es	0-32	1	Poncia na	Delonix regia	Fabacea e	Ganoder ma australe	fuste	poda de raíces, con presencia de cancro, exudacione s y descorteza miento del fuste	5	4						Retirado	podrición de ramas con descortezamie nto le fuste
s1 - 4	punta sal Psje.	Costa do edific io frente	1	Poncia na	Delonix regia	Fabacea e	Ganoder ma australe	raíz	podredumb re de la raíz	1	1	1	2	1	2		Árbol en pie	Poda de raíz con presencia de pudrición.
s1 - 5	Jr. san Tadeo	230	1	Poncia na	Delonix regia	Fabacea e	Inonotus sp	fuste	podredumb re del fuste, rajadura de corteza	2	1	2	2	3	3		Árbol en pie	podredumbre en el fuste y la raíz, con Rajadura de corteza y

																	oquedad en la bifurcación
S1-6	Jr. Mérida	220	1	Ponciana	Delonix regia	Fabaceae	Inonotus sp	rama	podredumbre de ramas	1	2	1	3	2	3	podrición de ramas	rajadura de corteza, evidencia de una poda agresiva
S1-7	el rosal	parque		Mollecosteño	Schinus molle	Anacardiaceae	Ganoderma australe	fuste	sin síntoma	1	1	1	1	1	1	Árbol en pie	Sin síntoma
S1-8	el rosal	parque		Ponciana	Delonix regia	Fabaceae	Inonotus sp	cuello y raíz	podredumbre de ramas y en la base	1	1	1	3	1	4	Árbol en pie	oquedad en las ramas, podrición en ramas y base
S1-9	Jr. Miguel Aljovín	371	1	Ponciana	Delonix regia	Fabaceae	Leucoagaricus leucothites	raíz	podredumbre de ramas	0	1	0	1	0	1	Árbol en pie	podrición en ramas

S1-10	Jr. Miguel Aljovín	375	1	Ponciana	Delonix regia	Fabaceae	Leucoagaricus leucothitae	raíz	podredumbre en el fuste y de raíz	3	1	3	1	3	1	Árbol en pie	podrición de raíz y fuste, con descortezamiento del fuste
S1-11	Las Lilas III	parque		Ponciana	Delonix regia	Fabaceae	Inonotus sp	cueillo	podredumbre en la rama	2	2	2	3			Retirado	podrición en ramas
S1-12	Jr. Alfonso de silva	366	1	ponciana	Delonix regia	Fabaceae	Inonotus sp	cueillo	podredumbre en el cuello	2	1	2	1	2	1	Árbol en pie	podrición en el cuello
S2-1	Ca. Javier hereda	136	1	ponciana	Delonix regia	Fabaceae	Inonotus sp	fuste	podredumbre en las ramas	1	1	1	1	1	1	Árbol en pie	podrición en ramas
S2-2	Julio Tello	parque		Huarango	Acacia macracantha	Fabaceae	Ganoderma australe	fuste y ramas	podredumbre en el fuste y las ramas	1	1	2	2	3	3	Árbol en pie	podrición de fuste y ramas, descortezamiento de ramas

S2-3	Jr. doña Esther	212	1	poncia na	Delonix regia	Fabacea e	Inonotus sp	rama	podredumb re en rama	1	1	1	2	3	2	Árbol en pie	Pudrición de ramas, descortezamie nto de rama principal.
S2-4	La tapada	parque		Tulipa africana o	Spathod campan ulata	Bignona ceae	Pleurotu s sp	fuste y ramas	poco vigor de copa	1	4	1	5			Retirado	
S2-5	la tapada	parque		poncia na	Delonix regia	Fabacea e	Inonotus sp	rama	podredumb re de ramas	1	1	1	2	1	2	Árbol en pie	pu drición en las ramas, con descortezamie nto leve del fuste
S2-6	Jr. Marqués de Montes claros	285	1	poncia na	Delonix regia	Fabacea e	Inonotus sp	cuello	leve descortez amiento del fuste	1	1	1	1	1	1	Árbol en pie	descortezamie nto leve en el fuste

S2-7	Jr. Marqué s de Montes claros	320	1	poncia na	Delonix regia	Fabacea e	Inonotus sp	cuello y raíz	podredumb re de ramas	1	1	3	3		Retirado	podrición de ramas, con grietas en el fuste	
S2-8	Jr. Doña Amalia	445	1	poncia na	Delonix regia	Fabacea e	Inonotus sp	fuste y ramas	podredumb re de ramas	0	1	1	1	1	1	Árbol en pie	podrición de ramas
S2-9	el cabildo	parque		Huaran go	Acacia macracan tha	Fabacea e	Ganoder ma australe	fuste y ramas	oquedad en fuste y podredumb re de ramas muerto en pie 2016	2	3	2	5		Retirado	Oquedad y descortezamie nto del fuste, con pudrición de ramas.	
S2-10	Jr. Marqué s de Guadal cázar	frente 182	1	molle costeño	Schinus terebint hifolius	Anacard iaceae	Inonotus sp	rama	podredumb re de ramas	0	1	0	1	0	1	Árbol en pie	podrición de ramas

S2-11	Jr. Marqué s de Guadal cázar	172	1	molle costeñ o	Schinus terebint hifolius	Anacard iaceae	Inonotus sp	rama	podredumb re de ramas	0	1	0	1	0	1	Árbol en pudrición de pie ramas
S2-12	Jr. Marqué s de Guadal cázar	158	1	poncia na	Delonix regia	Fabacea e	Ganoder ma australe	cueillo	podredumb re de ramas	1	3	1	4		Retirado	
S2-13	ca. doña gloria	196	1	poncia na	Delonix regia	Fabacea e	Inonotus sp	fuste	podredumb re en el fuste	1	1	2	2	2	2	Árbol en Pie Podredumbre de ramas, presencia de oquedad en la bifurcación.
S2-14	ca. doña gloria	156	1	poncia na	Delonix regia	Fabacea e	Inonotus sp	rama	podredumb re de ramas	1	2	2	3	2	4	Árbol en podredumbre de pie de ramas

S3-1	ca. loma blanca	255	1	Poncia na	Delonix regia	Fabacea e	Leucoag aricus leucothit e	raíz	perdida de vigor de copa, ramas secas	0	2	0	2	0	2	Árbol en pie	
S3-2	ca. loma blanca	234	1	Poncia na	Delonix regia	Fabacea e	Inonotus sp	fuste y re cuello ramas	podredumb del y	2	1	2	1	2	1	Árbol en pie	Pudrición de ramas, rajadura del fuste, con oquedad en las ramas principales, con pudrición.
S3-3	monte de los olivos	242	1	Poncia na	Delonix regia	Fabacea e	Inonotus sp	raíz	perdida de vigor de copa, ramas secas	0	2	0	2	0	2	Árbol en pie	Pudrición de ramas, presencia de daño mecánico.

S3-4	monte de los olivos	costa del 312	1	molle serrano	Schinus molle	Anacardiaceae	Inonotus sp	fuste	tumores en la base	1	1	2	1	3	1	Árbol en pie	Ramas secas, oquedad en el cuello y el fuste, con descortezamiento.
S3-5	Ismael Bielich	parque		molle costeño	Schinus terebinthifolius	Anacardiaceae	Inonotus sp	fuste	perdida de vigor de copa, ramas secas	1	2	1	3	1	3	Árbol en pie	ramas secas, fuste cicatrizado (poda agresiva)
S3-6	Jr. Ismael Bielich	849	1	ponciana	Delonix regia	Fabaceae	Inonotus sp	rama	podredumbre de rama	0	3	1	4			Retirado	oquedad del fuste a través de una rama principal con pudrición
S3-7	ca. loma ponciana	218	1	ponciana	Delonix regia	Fabaceae	Inonotus sp	fuste y cuello	podredumbre de rama	1	3	2	4			Retirado	Rajadura del fuste

S3-8	la amistad	parqu e	molle serrano	Schinus molle	Anacard iaceae	Inonotus sp	fuste	podredumb re del fuste tumores en la base	2	2	2	2	3	3	Árbol en pie	podrición del fuste, con oquedad en el fuste
S3-9	loma de Benavi des	parqu e	molle costeñ o	Schinus terebint hifolius	Anacard iaceae	Ganoder ma australe	cueillo	podredumb re en el fuste y el cuello - muerto en pie	2	1					Retirado	
S3-10	loma de Benavi des	parqu e	molle costeñ o	Schinus terebint hifolius	Anacard iaceae	Ganoder ma australe	cueillo	sin síntomas	1	1	1	1			Retirado	
S3-11	loma de Benavi des	parqu e	molle costeñ o	Schinus terebint hifolius	Anacard iaceae	Ganoder ma australe	cueillo	podredumb re en el fuste y el cuello - muerto en pie	2	1					Retirado	

S3-12	Jr. loma del pilar	260	1	poncia na	Delonix regia	Fabacea e	Inonotus sp	fuste	perdida de vigor de copa, ramas secas	1	2	1	2	1	2	Árbol en pie	ramas secas (perdida de vigor de copa)
S3-13	av. loma hermosa	266	1	poncia na	Delonix regia	Fabacea e	Inonotus sp	fuste y cuello	podredumbre de ramas y fuste	2	2	2	3	3	4	Árbol en pie	Pudrición de ramas y fuste, con oquedades y descortezamiento.
S3-14	bárbara d' Achille	parque		álamo	Populus sp	Salicaceae	Inonotus sp	fuste	podredumbre de ramas	1	2	1	2	2	2	Árbol en pie	podrición del fuste, con presencia de oquedad
S3-15	av. Velasco Ateste	cuadrada 33	1	poncia na	Delonix regia	Fabacea e	Ganoderma australe	cuello	perdida de vigor de copa muerto en pie	1	5					Retirado	

S3-16	Jr. loma de las azucenas	104	I	ponciana	Delonix regia	Fabaceae	Ganoderma australe	cuello	perdida de vigor de copa muerto en pie	1	5						Retirado
S3-17	Carlos Paz Caferata	parque	VIII	Huarango	Acacia macracantha	Fabaceae	Ganoderma australe	fuste	podredumbre de fuste	2	2	2	3	3	4	Árbol en pie	podrición del fuste, con oquedad en el cuello del fuste
S3-18	Julio c. Tello	parque	VI	Huarango	Acacia macracantha	Fabaceae	Ganoderma australe	fuste	podredumbre de fuste	2	2	2	3	2	3	Árbol en pie	podrición del fuste y ramas
S3-19	María Jesús Castañeda de pardo	parque	II	molle serrano	Schinus molle	Anacardiaceae	Inonotus sp	ramas	podredumbre de rama	1	2	2	3	3	4	Árbol en pie	podrición de ramas y fuste, con oquedad
S3-20	María Jesús Castañeda	parque	VI	molle serrano	Schinus molle	Anacardiaceae	Inonotus sp	fuste	podredumbre de fuste	2	2	2	3			Retirado	

								da de pardo										
S4-1	Jhon Kennedy y	f. parque	1	molle serrano	Schinus molle	Anacardiaceae	Inonotus sp	fuste	podredumbre en el fuste	2	1	2	2	3	2	Árbol en pie	en el fuste hacia la medula	podredumbre
S4-2	Jr. Fernando Castrat	450	1	ponciana	Delonix regia	Fabaceae	Ganoderma australe	cueillo	podredumbre de raíz y ramas	2	1	2	1	2	1	Árbol en pie	en pudrición de raíz y fuste	en
S4-3	Psje Livio Montoya	146	1	ponciana	Delonix regia	Fabaceae	Inonotus sp	cueillo	perdida de vigor de copa	1	1	1	1	1	1	Árbol en pie	en ramificación, presencia de grietas en la bifurcación	podrición en
S4-4	Psje las dalias	120	c	Parkinsonia	Parkinsonia aculeata	Fabaceae	Inonotus sp	cueillo	podredumbre del cuello, fuste y ramas	2	2	2	2			retirado	de pudrición de ramas y fuste, con grietas y descortezamiento del fuste	de

S4-5	Jr. Germa n Lapeyr e	204	1	poncia na	Delonix regia	Fabacea e	Inonotus sp	fuste	podredumb re de fuste y ramas	0	2	1	2	Árbol en pie	podrición de ramas y fuste, con oquedad en la bifurcación		
S4-6	ca. José Raguz	156	1	Tulipa n african o	Spathod ea campan ulata	Bignona ceae	Inonotus sp	fuste	perdida de vigor de copa y fuste con podredumb re fuste y ramas					retirado	caída del árbol en el 2013		
S4-7	México	parqu e		inga	inga feuillei	Fabacea e	Inonotus sp	cuello	podredumb re cuello, fuste y ramas	3	2	4	3	4	4	Árbol en pie	podrición del cuello, fuste y ramas, con oquedad en el fuste
S4-8	hondur as	parqu e		palta	Persea america na	Laurace ae	Ganoder ma australe	fuste	perdida de vigor de copa	1	2	2	2	2	2	Árbol en pie	perdida de vigor de copa

																		por efecto de poda agresiva
S5-1	ca. mont errey con monte Hell	1	Parkinsonia aculeata	Parkinsonia aculeata	Fabaceae	Inonotus sp	fuste	podredumbre del fuste y rama	3	2	4						retirado	podrición de fuste y ramas, con presencia de oquedad en el fuste
S5-2	av. la floresta costa do 643	1	Jacaranda	Jacaranda mimosifolia	Bignoniaceae	Inonotus sp	cueillo y fuste	podredumbre del fuste y rama	2	1	2	1	2	1				Árbol en podrición en fuste y ramas
S5-3	av. la floresta 609	1	Jacaranda	Jacaranda mimosifolia	Bignoniaceae	Inonotus sp	rama	podredumbre de ramas y raíz	1	1	1	2	1	2				Árbol en podrición en ramas y raíz
S5-4	Sta. María la floresta parque		Ponciana	Delonix regia	Fabaceae	Inonotus sp	cueillo	podredumbre de ramas, con	2	2	3	3	4	4				podrición de fuste y ramas, con oquedad en el fuste

								oquedad en el fute									
S5-5	ca la pampilla	159	1	poncia na	Delonix regia	Fabacea e	Inonotus sp	cuello y fuste	podredumb re de fuste (albura - duramen), de ramas y cuello	4	2	4	3	4	4	Árbol en pie	podrición de fuste, tronco y ramas, con oquedad en el fuste
S5-6	Jr. Marcona	140	1	poncia na	Delonix regia	Fabacea e	Inonotus sp	cuello	podredumb re de ramas	1	3	1	3	2	3	Árbol en pie	podrición en el fuste y ramas, con rajadura de la corteza
S5-7	ca. aguada blanca	168	1	poncia na	Delonix regia	Fabacea e	Inonotus sp	cuello	podredumb re en fuste y ramas	1	1	2	1	2	1	Árbol en pie	podrición de cuello del fuste y ramas, presencia de gomosis (exudación)

S5-8	ca. aguada blanca	140	1	poncia na	Delonix regia	Fabacea e	Inonotus sp	cueillo	podredumb re en ramas	2	1	2	1	2	1	Árbol en pie	podrición del cuello del fuste y raíces (poda de raíces)
S5-9	Jr. Pisac	frente 314	1	poncia na	Delonix regia	Fabacea e	Inonotus sp	fuste	podredumb re en ramas	2	1	2	1	2	1	Árbol en pie	podrición de ramas y fuste, con descortezamie nto del fuste
S5-10	Jr. Aracena	245	1	ficus benjamina	ficus benjamina	Moracea e	Ganoderma australe	cueillo	perdida de vigor de copa	2	1	2	2	2	2	Árbol en pie	podrición de ramas y fuste, con descortezamie nto del fuste
S5-11	Jr. Aracena	187	1	poncia na	Delonix regia	Fabacea e	Leucoagaricus leucothit e	raíz	sin síntomas	0	1	0	1	0	1	Árbol en pie	sin síntomas

S5-12	av. aviación	Jr. Miguel	c	molle serrano	Schinus molle	Anacardiaceae	Inonotus sp	fuste	podredumbre en ramas y fuste	3	2	3	2	3	2	Árbol en pie	podrición de las ramas y fuste, con descortezamiento del fuste (poda agresiva)
S5-13	Jr. Galeano	876	1	ponciana	Delonix regia	Fabaceae	Ganoderma australe	cueollo	podredumbre en ramas	1	1	1	2	1	3	Retirado	podrición de ramas, con pérdida de vigor de copa
S5-14	Jr. Álvaro Obregón	223	1	ponciana	Delonix regia	Fabaceae	Inonotus sp	raíz	podredumbre de ramas y raíz	1	1	1	1	1	1	Árbol en pie	podrición de ramas y raíces (poda de raíz)
S5-15	av. aviación	4785	c	molle serrano	Schinus molle	Anacardiaceae	Inonotus sp	fuste	podredumbre en fuste y ramas	2	3	2	3	2	3	Árbol en pie	podrición de ramas y fuste, con presencia de exudación y oquedad en el

																	fuste (poda agresiva)
S5-16	Jr. Enrique León García	550	1	molle serrano	Schinus molle	Anacardiaceae	Ganoderma australe	fuste	podredumbre de fuste	2	3	3	3	3	3	Árbol en pie	podrición de fuste, con oquedad en el fuste, presencia de tumores
S5-17	Jr. navarra	frente 394	1	Parkinsonia	Parkinsonia aculeata	Fabaceae	Inonotus sp	fuste	podredumbre de fuste (albura duramen) y ramas	2	2	3	3			Retirado	podrición de fuste y ramas, con oquedad en el fuste
S5-18	av. higuera	462	c	Parkinsonia	Parkinsonia aculeata	Fabaceae	Inonotus sp	fuste	podredumbre en fuste y ramas	2	1	2	2	2	2	Árbol en pie	podrición de ramas y fuste, con

																		descortezamiento del fuste
S5-19	Alameda del sereno	S/N frente parque cosm	1	Parkinsonia aculeata	Fabaceae	Inonotus sp	fuste y rama	podredumbre en fuste y ramas	2	3	3	4	4	5	Árbol en pie	en con descortezamiento y oquedad del fuste		
S6-1	Jr. Batallón callao	161	1	Ponciana Delonix regia	Fabaceae	Inonotus sp	fuste	podredumbre de ramas y fuste	3	1	3	1	4	1	Árbol en pie	en fuste y ramas, con descortezamiento del fuste		
S6-2	Jr. Batallón callao	119	1	Ponciana Delonix regia	Fabaceae	Inonotus sp	fuste	podredumbre de ramas, descortezamiento a lo largo de	1	3	4	5		Retirado	rajadura del fuste con descortezamiento			

								todo el fuste									
S6-3	Jr. Morro solar	1282	1	poncia na	Delonix regia	Fabacea e	Inonotus sp	fuste y cuello	podredumbre de cuello y de rama	2		2	3	2	3	Árbol en pie	grietas, oquedades y descortezamiento del cuello del fuste
S7.1	Juan Mejía baca	parque		poncia na	Delonix regia	Fabacea e	Inonotus sp	fuste	podredumbre de fuste y ramas	2	2	3	3	3	4	Árbol en pie	podrición de fuste y ramas, con oquedad en el fuste (evidencia de compartimentalización)
S7.2	Jr. Cerro negro	450	1	poncia na	Delonix regia	Fabacea e	Inonotus sp	cuello	podredumbre de ramas	0	1	0	1	0	1	Árbol en pie	podrición de ramas
S7.3	Jr. cerro negro	397	1	molle costeño	Schinus terebinthifolius	Anacardiaceae	Inonotus sp	rama	podredumbre de ramas	1	1	1	1	1	1	Árbol en pie	podrición de ramas, descortezamiento

																		nto leve del fuste
S7.4	Jr. cerro negro	310	1	molle costeño	Schinus terebinthifolius	Anacardiaceae	Inonotus sp	fuste	podredumbre de ramas	1	1	1	1	1	1	Árbol en pie	podrición de ramas, descortezamiento leve del fuste	
S7.5	Eloísa Angulo	parque		inga	inga feuilleei	Fabaceae	Inonotus sp	fuste	podredumbre de fuste y ramas	2	3	2	4			Retirado	podrición de ramas y fuste	
S7.6	ca. cerro bello	124	1	ponciana	Delonix regia	Fabaceae	Inonotus sp	fuste	podredumbre de fuste y ramas	2	1	2	1	2	1	Árbol en pie	podrición de ramas y fuste, presencia de oquedad en la rama principal	

S7.7	miguel alegre i	parque		molle costeño	Schinus terebinthifolius	Anacardiaceae	Inonotus sp	rama	sin síntomas	0	1	0	1	0	1	Árbol en pie	sin síntomas
S7.8	Jr. circunvalación	frente 765	c	ponciana	Delonix regia	Fabaceae	Inonotus sp	raíz	podredumbre de raíz	2	2	2	3	2	3	Árbol en pie	perdida de vigor de copa con descortezamiento del fuste
S7.9	Jr. Cristóbal de peralta sur	frente 1235	c	Huarango	Acacia macracantha	Fabaceae	Inonotus sp	cueillo	podredumbre de fuste, raíz y ramas	2	1	2	1	2	2	MUERTO EN PIE	podrición de fuste y ramas, con presencia de oquedades
S7.10	Jr. Cristóbal de peralta sur	frente 1365	c	Parkinsonia	Parkinsonia aculeata	Fabaceae	Inonotus sp	cueillo	Pudrición de fuste y ramas. muerto en pie	3	3	4	4	4	5	Árbol en pie	podrición de ramas y fuste con descortezamiento

S7.1 1	Jr. Cristóbal de peralta sur	587	1	araucaria	araucaria excelsa	Aracariaceae	Pleurotus Djamor	fuste	descopado	0	1	0	4	RETIRADO	perdida de vigor de copa (poda horizontal agresiva)	
S7.1 2	Jr. Cristóbal de peralta sur	583	1	ponciana	Delonix regia	Fabaceae	Inonotus sp	rama	podredumbre de ramas	1	2	1	2	1	2	Árbol en pudrición de pie ramas
S7.1 3	Jr. Cristóbal de peralta sur	202	1	ponciana	Delonix regia	Fabaceae	Inonotus sp	raíz	podredumbre de ramas y raíz	1	1	1	2	1	2	Árbol en pudrición de pie ramas
S7.1 4	Jr. Margot armero	parque		molle costeño	Schinus molle terebintifolius	Anacardiaceae	Inonotus sp	fuste	sin síntoma	0	1	0	1	0	1	Árbol en SIN SINTOMA

S7.1 5	av. primav era	Viva nda	c	molle costeñ o	Schinus terebint hifolius	Anacard iaceae	Inonotus sp	fuste	sin síntoma	0	1	0	1	0	1	Árbol en pie	SIN SINTOMA
S7.1 6	av. primav era	Viva nda	c	molle costeñ o	Schinus terebint hifolius	Anacard iaceae	Inonotus sp	rama	sin síntoma	0	1	0	1	0	1	Árbol en pie	SIN SINTOMA
S7.1 7	Av. primav era	frente grifo Prim ax	c	molle costeñ o	Schinus terebint hifolius	Anacard iaceae	Inonotus sp	rama	sin síntoma	0	1	0	1	0	1	Árbol en pie	SIN SINTOMA
S7.1 8	Av. primav era	frente grifo Prim ax	c	molle costeñ o	Schinus terebint hifolius	Anacard iaceae	Inonotus sp	fuste	podredumb re en rama	0	1	0	1	0	1	Árbol en pie	SIN SINTOMA
S7.1 9	Jr. Talamb o	169	1	poncia na	Delonix regia	Fabacea e	Inonotus sp	rama	podredumb re de ramas	2		3	1	4	4	Árbol en pie	podrición de fuste y ramas (poda de copa agresiva)

S7.2 0	av. central	ar-1	c	Parkinsonia aculeata	Fabaceae	Inonotus sp	fuste- ramas- cuello	podredumbre de fuste, rama y cuello	3	4	4	5			Retirado	podrición de fuste y ramas, con oquedad en el fuste
S7.2 1	Jr. Cristóbal de peralta sur	frente 1211	c	molle costeño	Schinus terebint hifolius	Anacardiaceae	Inonotus sp	rama sin síntoma	0	1	0	1	0	1	Árbol en pie	SIN SINTOMA
S8-1	av. circunvalación club golf los incas	1000	1	molle costeño	Schinus terebint hifolius	Anacardiaceae	Inonotus sp	rama podredumbre en rama	0	1	0	1	0	1	Árbol en pie	SIN SINTOMA
S8-2	av. circunvalación club	1000	1	Huarango	Acacia macracantha	Fabaceae	Inonotus sp	fuste podredumbre de fuste y ramas	3	2	3	3	4	4	MUERTO EN PIE	podrición de ramas y descortezamiento del fuste

	golf los incas																	
S8-3	av. circunv alación club golf los incas	241	1	poncia na	Delonix regia	Fabacea e	Inonotus sp	cuello	podredumb re de fuste y ramas	2	2	2	2	2	2	Árbol en pie	podrición de ramas y descortezamie nto del fuste	
S8-4	av. circunv alación club golf los incas	455	1	ceibo	ceiba sp	Bombac aceae	Ganoder ma australe	fuste, rama, cuello y raíz	podredumb re de ramas, muerto en pie	4	5					MUERT O EN PIE	ramas secas, con descortezamie nto del fuste	
S8-5	calle la floresta caoba	cruce con caoba	1	Parkins onia	Parkinso nia aculeata	Fabacea e	Inonotus sp	fuste y rama	podredumb re de ramas	1	2	2	2			Retirado	podrición de ramas, con grietas y descortezamie nto del fuste	

S8-6	Neptuno	parque	molle costeño	Schinus terebinthifolius	Anacardiaceae	Ganoderma australe	cuello y raíz	podredumbre de ramas, muerto en pie	2	2					Retirado	perdida de vigor de copa, oquedad en el fuste
S8-7	calle los lanceros	océano 1	molle serrano	Schinus molle	Anacardiaceae	Inonotus sp	fuste	podredumbre de ramas	2	2	3	2	3	2	Árbol en pie	oquedad y descortezamiento del fuste (poda de copa agresiva)
S8-8	calle los lanceros	128 1	Parkinsonia	Parkinsonia aculeata	Fabaceae	Inonotus sp	fuste	podredumbre de fuste y ramas	2	2	2	2	3	3	Árbol en pie	podrición de rama principal, con descortezamiento de fuste y ramas