

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



TESIS

Para Optar el Título Profesional de Ingeniero Forestal

**ETIOLOGÍA Y PATOGÉNESIS DE MANCHAS FOLIARES EN
EUCALIPTO (*Eucalyptus globulus* Labill.) EN LA PROVINCIA
DE CAJAMARCA**

PRESENTADO POR

Bachiller Daniela García Zárate

ASESORES

Manuel Salomón Roncal Ordóñez

Oscar Rogelio Sáenz Narro

Cajamarca- Perú

-2017-



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA FORESTAL
Cajamarca – Perú - Telef.044-365846

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

En Cajamarca, a los seis días del mes de diciembre del Año dos mil diecisiete, se reunieron en el ambiente de: 2E-301 de la Facultad de Ciencias Agrarias, los integrantes del Jurado designados por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias, según Resolución de Consejo de Facultad N° 172-2017-FCA-UNC, de fecha 17 de mayo del 2017 con el objeto de Evaluar la sustentación de la tesis titulada:, “**ETIOLOGÍA Y PATOGÉNESIS DE MANCHAS FOLIARES EN EUCALIPTO (*Eucalyptus globulus* Labill.) EN LA PROVINCIA DE CAJAMARCA**” la misma que fue sustentada por la Bachiller en Ciencias Forestales: **Srta. DANIELA GARCÍA ZÁRATE**, para optar el Título Profesional de **INGENIERO FORESTAL**.

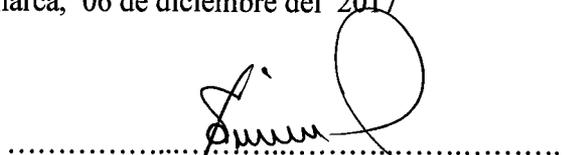
A las diecisiete horas y cincuenta minutos y de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento respectivo, el Presidente del Jurado dio por iniciado el acto. Después de la exposición del trabajo de tesis, formulación de preguntas y de la deliberación del Jurado el Presidente del Jurado anunció la **APROBACIÓN** por **UNANIMIDAD** con el calificativo de **DIECISÉIS (16)**

Por lo tanto, la graduando queda expedita para que se le expida el **Título Profesional** correspondiente.

A las diecinueve horas y quince minutos, el Presidente del Jurado dio por concluido el acto.

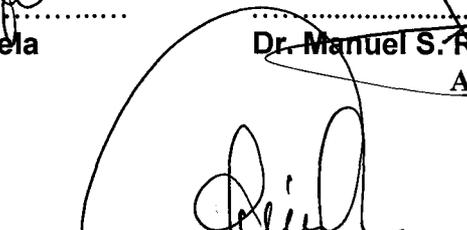
Cajamarca, 06 de diciembre del 2017


.....
Ing. Andrés LLozano Lozano
PRESIDENTE


.....
Ing. Honorio Nehemías Sangay Martos
SECRETARIO


.....
Ing. Luis Dávila Estela
VOCAL


.....
Dr. Manuel S. Roncal Ordóñez
ASESOR


.....
Ing. Oscar Rogelio Saenz Narro
ASESOR

DEDICATORIA

A mi Padre Dios, por darme la vida y la inspiración espiritual cada día.

A mis Padres, Nena y Gustavo por el amor y la fuerza que me inspiran siempre.

A mi mami Pepa, por su amor, sus mimos y por acompañarme desde niña.

A mis hermanos Leo y Diego, por sus consejos, sus risas y por darme ánimos de seguir.

A Micky y Edith por darme su apoyo incondicional siempre.

AGRADECIMIENTO

Al Ing. M. Sc. Manuel Roncal Ordoñez por ser mi asesor y por el tiempo que dedico para concluir este estudio de Tesis.

A la Ing. Teresita del Niño Jesús Moreno Huamán que me dio su tiempo y su apoyo en la fase de Laboratorio de mi Tesis.

Al Ing. M. Sc. Oscar Sáenz Narro por el tiempo que dedico para iniciar este estudio.

A los Ingenieros Luis Dávila, Honorio Sangay, Andrés Lozano, Walter Roncal y Carlos Espino; por contribuir con mi formación profesional, por todo su apoyo y su paciencia.

García Zárate, Daniela, Roncal Ordoñez, M. S. y Sáenz Narro, O.R, (2017). ETIOLOGÍA Y PATOGÉNESIS DE MANCHAS FOLIARES EN EUCALIPTO (*Eucalyptus globulus Labill.*) EN LA PROVINCIA DE CAJAMARCA. Tesis Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Agrarias. Fitopatología. Universidad Nacional de Cajamarca

RESUMEN

La etiología y patogénesis de los hongos causantes de manchas foliares en eucalipto (*Eucalyptus globulus Labill.*) en diferentes sectores de los distritos de Cajamarca, Llacanora, Chetilla, Baños del Inca, Namora y Matara corresponden a los Sphaeropsidales: *Phoma* sp. que ocasiona lesiones regulares pajizas; *Harknessia* sp. manchas necróticas angulares pajizas; *Hendersonia* sp. manchas beige; *Angiopomopsis* sp. sólo afecta hojas adultas, causando protuberancias por la emanación de goma y *Septoria* sp. como anamorfo de *Mycosphaerella* sp. (telomorfo), causan manchas foliares irregulares de color violeta.

Palabras clave: etiología, patogénesis, manchas foliares, *Eucalyptus globulus*.

INDICE

| | |
|--|----------|
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. REVISIÓN DE LA LITERATURA..... | 2 |
| 2.1. Terminología básica relacionada a la investigación | 2 |
| 2.1.1. Fitoenfermedades fungosas | 2 |
| 2.1.2. Generalidades de los hongos fitopatógenos | 5 |
| 2.1.2.1. Requerimiento nutricional de los hongos | 7 |
| 2.1.2.2. Proceso de infección | 8 |
| 2.1.3. Mecanismo de resistencia a la entrada y propagación del patógeno en el hospedero | 15 |
| 2.1.4. Referencias de fitopatógenos del eucalipto en diferentes países del mundo. 17 | |
| Tabla 1. Fitopatógenos de hojas y tallos de <i>Eucalyptus globulus</i> , en diferentes países del mundo | 17 |
| 2.1.5. Fitopatógenos fungosos en hojas del <i>Eucalyptus globulus</i> | 20 |
| 2.1.5.1. <i>Botrytis cinérea</i> | 20 |
| 2.1.5.2. <i>Ramularia pitereka</i> | 20 |
| 2.1.5.3. <i>Phyllosticta</i> sp..... | 21 |
| 2.1.5.4. <i>Macrophoma</i> sp..... | 21 |
| 2.1.5.5. <i>Actinopelte dryina</i> | 22 |
| 2.1.5.6. <i>Harknessia</i> sp..... | 22 |
| 2.1.5.7. <i>Hendersonia</i> sp. | 23 |
| 2.1.5.8. <i>Septoria</i> sp. | 24 |
| 2.1.5.9. <i>Pestalotiopsis</i> sp..... | 24 |
| 2.1.5.10. <i>Alternaria</i> sp. | 25 |
| 2.1.5.11. <i>Fumago</i> sp. | 25 |
| 2.1.5.12. <i>Cercospora</i> sp. | 26 |
| 2.1.5.13. <i>Botryosphaeria dothidea</i> | 26 |
| 2.1.5.14. <i>Septobasidium curtisii</i> | 27 |
| 2.1.5.15. <i>Calonectria eucalyptina</i> | 27 |
| 2.1.5.16. <i>Hypoxylon mediterraneum</i> | 28 |
| 2.1.5.17. <i>Cytospora ambiens</i> | 28 |
| 2.1.5.18. <i>Ustilago vriesiana</i> | 28 |
| 2.1.5.19. <i>Armillaria mellea</i> | 28 |
| 2.1.5.20. <i>Phaeophleospora eucalypti</i> (<i>Septoria</i> tizón de la hoja de eucalipto) | 28 |
| 2.1.5.21. <i>Mycosphaerella cryptica</i> (Cooke) Hansford | 29 |
| 2.2. Generalidades del <i>Eucalyptus globulus</i> Labill..... | 29 |
| 2.2.1. Origen y requerimiento edafo-climático en el Perú | 30 |

| | |
|--|-----------|
| 2.2.2. Dendrología,..... | 30 |
| 2.2.3. Taxonomía | 31 |
| 2.2.4. Características Botánicas del <i>E. globulus</i> | 31 |
| 2.2.4. Utilidades de la planta de <i>E. globulus</i> | 32 |
| III. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 34 |
| 3.1. Materiales..... | 35 |
| 3.1.1. Material biológico,..... | 35 |
| 3.1.2. Material de laboratorio,..... | 35 |
| 3.2. Metodología..... | 35 |
| 3.2.1. Trabajo de campo..... | 35 |
| 3.2.2. Trabajo de laboratorio | 36 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSION | 38 |
| 4.1. Características morfológicas del patógeno que causa la “mancha parda” en hojas de <i>Eucalyptus globulus</i> Labill. | 38 |
| 4.1.1. Patogénesis de <i>Phoma</i> sp. en hojas de <i>Eucalyptus globulus</i> | 38 |
| 4.2. Características morfológicas del hongo que causa “necrosis angular pajiza” en hojas de <i>Eucalyptus globulus</i> Labill. | 42 |
| Tabla N° 4. Características morfológicas del microorganismo que induce la “necrosis angular pajiza” en <i>Eucalyptus globulus</i> | 42 |
| 4.2.1. Patogénesis de <i>Harknessia</i> sp. en hojas <i>Eucalyptus globulus</i> Labill..... | 42 |
| 4.3. Características morfológicas del anamorfo y telomorfo que causan la “mancha foliar violeta” en hojas de <i>Eucalyptus globulus</i> Labill. | 46 |
| 4.3.1. Patogénesis de <i>Mycosphaerella</i> sp y <i>Septoria</i> sp. en hojas de <i>Eucalyptus globulus</i> Labill. | 47 |
| 4.5. Características morfológicas del patógeno que causa “mancha beige” en hojas de <i>Eucalyptus globulus</i> Labill. | 51 |
| 4.5.1. Patogénesis de <i>Hendersonia</i> sp. en hojas de <i>E. globulus</i> | 51 |
| 4.5. Características morfológicas del patógeno que causa “mancha verrugosa” en hojas de <i>Eucalyptus globulus</i> Labill. | 54 |
| 4.5.1. Patogénesis de <i>Angiopomopsis</i> sp. en hojas de <i>Eucalyptus globulus</i> Labill. | 54 |
| V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 57 |
| VII LITERATURA CITADA..... | 59 |
| GLOSARIO | 64 |
| Terminología fitopatológica básica, usada en la presente investigación | 64 |
| APÉNDICE..... | 70 |
| Identificación del género del patógeno que induce la “Mancha pajiza” en <i>E. glóbulus</i> | 70 |
| Identificación del género del patógeno que induce la “Necrosis angular pajiza” en <i>E. glóbulus</i> | 71 |

| | |
|--|----|
| Identificación del género del patógeno que induce la “Mancha foliar violeta” en..... | 72 |
| <i>E. glóbulus</i> | 72 |
| Identificación del género del patógeno que induce la “Mancha beige” en | 73 |
| <i>E. glóbulus</i> | 73 |
| Identificación del género del patógeno que induce la “Mancha foliar violeta” en..... | 74 |
| <i>E. glóbulus</i> | 74 |
| Identificación del género del patógeno que induce la “Mancha verrugosa” en..... | 74 |
| <i>E. glóbulus</i> | 74 |

LISTA DE FIGURAS

| Figura | Página |
|--|-----------|
| 1. Picnidio y conidios unicelulares de <i>Phoma</i> sp., causa de la mancha parda foliar en <i>Eucalyptus globulus</i> | 42 |
| 2. Inicio de infección por <i>Phoma</i> sp. en eucalipto <i>Eucalyptus globulus</i> (a), necrosis parcial de hoja mostrando el signo del hongo en forma de picnidio (b) caída del área necrosada a partir de la nervadura principal (c)... | 43 |
| 3. Manchas foliares en hojas de <i>Eucalyptus globulus</i> causadas por <i>Phoma</i> sp. (marrón claro) (a) y purpura violáceas causadas por <i>Harknessia</i> sp. ... | 43 |
| 4. Picnidio (a) y conidios de <i>Harknessia</i> sp. (b), causa de la “necrosis angular pajiza” en <i>Eucalyptus globulus</i> | 47 |
| 5. Inicio de infección por <i>Harknessia</i> sp. en eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i>); infestación parcial de hoja mostrando el signo del hongo en forma de puntos rojizos (a) área necrosada a partir de la nervadura principal con manchas anguladas (b)..... | 47 |
| 6. Evidencia de ataque de <i>Harknessia</i> sp. en hojas adultas de <i>Eucalyptus globulus</i> | 48 |
| 7. Ataque de <i>Harknessia</i> sp. en hojas tiernas de <i>Eucalyptus globulus</i> | 48 |
| 8. Ascosporas de <i>Mycosphaerella</i> sp..... | 52 |
| 9. Conidiosporas <i>Septoria</i> sp..... | 52 |

| | |
|---|----|
| 10. Fase inicial de infección de <i>Mycosphaerella</i> sp. y <i>Septoria</i> sp. como puntos purpura violáceo (a) en <i>Eucalyptus globulus</i> | 53 |
| 11. Inicio de infección por <i>Mycosphaerella</i> sp. y <i>Septoria</i> sp. en <i>Eucalyptus globulus</i> ; avance de la infección en el centro de la mancha de color crema (b) necrosis parcial de hoja mostrando el signo del hongo en forma de puntos rojo vinoso (c) área necrosada a partir de la base de la nervadura principal de color marrón oscuro (d)..... | 53 |
| 12. Picnidio y conidios tetracelulares de <i>Hendersonia</i> sp., causa de la mancha beige foliar en <i>Eucalyptus globulus</i> | 55 |
| 13: Conidiosporas de <i>Hendersonia</i> sp..... | 56 |
| 14. Inicio de infección por <i>Hendersonia</i> sp en <i>Eucalyptus globulus</i> ; el signo del hongo en forma de manchas circulares de color pajizo (a) área necrosada a partir de la base de la nervadura principal de color marrón oscuro (b)..... | 56 |
| 15. Picnidio y conidios tetracelulares de <i>Angiopomopsis</i> sp., causa de la mancha verrugosa en <i>Eucalyptus globulos</i> | 59 |
| 16. Conidiosporas de <i>Angiopomopsis</i> sp. (a); inicio de infección en <i>E. glóbulos</i> (b); el signo del hongo en forma de verrugas circulares de color pajizo (c)..... | 59 |

I. INTRODUCCIÓN

El eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.) es una especie forestal oriunda de Australia introducida al Perú en el año 1864 iniciando su propagación en el Valle del Mantaro y cultivándose a escala considerable en 1880 (Samaniego 2009) por su aclimatación y capacidad de establecimiento en suelos con aptitud forestal (FAO 1981). Según un reporte de la FAO (2000) indica que el género *Eucalyptus* ocupa una superficie de 17,8 millones de hectáreas a nivel mundial.

En la literatura fitopatológica del Perú, no existen reportes de los fitopatógenos foliares de esta especie a pesar que en viveros y plantaciones definitivas de Cajamarca es frecuente la presencia de manchas foliares y la susceptibilidad a chupadera fungosa causado por *Fusarium* sp. y *Phytium* sp., (Pajares y Martos 1976); en plantas adultas se ha reportado la presencia de *Phomopsis* sp., hongo que prospera en el área foliar, provocando secreciones de goma rojo vinoso, resquebrajaduras en corteza y cavernas en el duramen (Roncal y Roncal 2006). En la provincia de Cajamarca, el follaje de este forestal en rodales y plantas independientes, está siendo afectado por diferentes fitopatógenos fungosos que provocan síntomas peculiares de necrosis foliar. Estos agentes etiológicos atacan a los tejidos de fotosíntesis, conllevando a la reducción de las hojas en el árbol, consecuentemente este daño repercute negativamente en el crecimiento y desarrollo de esta especie (FAO 1981), como el incremento volumétrico ya sea en rebrotes y planta franca, para obtener productos maderables.

Considerando la limitada información fitopatológica de eucalipto en Cajamarca, se realizó la presente investigación, con el objetivo de determinar la etiología y patogénesis de las manchas foliares en esta especie.

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1. Terminología básica relacionada a la investigación

El término etiología corresponde al agente patógeno causante de la alteración fisiológica de las células del hospedero que repercuten en tejidos y órganos del soma de la planta. Esta alteración ocurre desde el inicio de la infección hasta la manifestación de la necrosis parcial o total de los órganos afectados que comúnmente se llama patogénesis (Roncal 2004).

2.1.1. Fitoenfermedades fungosas

Las infecciones fungosas, en los inicios son difíciles de manifestarse a la vista, tiene que transcurrir un tiempo para que se hagan manifiestas las alteraciones en forma de síntomas que es consecuencia de la patogenicidad y patogénesis de cada agente etiológico (Agrios 1996 y Roncal 2004).

Toda alteración fisiológica de las células del parénquima foliar, altera la fotosíntesis, respiración, transpiración y otros principios fisiológicos que tienen que ver con la producción y productividad del hospedero (Roncal 2004); es el caso de infecciones causadas por *Mycosphaerella* sp. y *Terastosphaeria* sp., que causan disminución de la absorción de CO₂ (Cedeño y Carrero 2000).

2.1.1.1. Manchas foliares, la magnitud de las lesiones foliares en diferentes estadios de crecimiento de los forestales tienen repercusión económica de consideración; plántones en vivero, con infecciones de esta naturaleza alteran su crecimiento y desarrollo imposibilitando su comercialización (Roncal 2004).

En plantaciones jóvenes y adultas, los patógenos foliares son la principal causa de muerte de hojas, previo a la senescencia natural y con ello a la intercepción

de luz, disminuyendo la capacidad fotosintética del árbol y con ello deficiente producción de carbohidratos, que conducen a la disminución de crecimiento y desarrollo (Agrios 1999). Cuando las infecciones son severas provoca la muerte prematura de hojas, seguido de necrosis regresiva de ramas imposibilitando la generación de tejido que posibilita la separación normal del tronco (cladotopsis). En plantas adultas la muerte de ramas malogra al fuste, disminuyendo la calidad de la madera (Roncal 2004).

Las manchas foliares se muestran como áreas regulares e irregulares en forma parcial o total de la lámina foliar, debido al colapso de células del parénquima (Agrios 1996), como síntoma, es común en todo tipo de vegetal y puede deberse a varias causas; destacando la contaminación atmosférica por ozono en tabaco (*Nicotiana tabacum*); otros agentes infecciosos están representados por bacterias de los géneros *Pseudomonas* y *Xanthomonas* y por diferentes especies de hongos de la clase Ascomycetes (Manners 1995) y hongos imperfectos de las familias Moniliaceae, Melanconiaceae y Sphaeropsidaceae (Roncal 1993).

Las especies de Sphaeropsidales que causan manchas foliares multiformes están representados por los géneros *Septoria* y *Ascochyta*, cuando la infección avanza sin obstáculos da origen a manchas más o menos circulares; cuando las infecciones se expanden en sentidos opuestos, forman manchas ovales; en algunos casos son las nervaduras las que limitan el avance del patógeno, formando manchas angulares y cuando la infección es aleatoria aparecen manchas irregulares (Agrios 2005).

En las manchas foliares causadas por *Septoria* sp., el área holonecrotica es de color crema claro a blanco con puntos oscuros indistintamente distribuidos en el centro (Roncal 2004).

En eucalipto existen manchas foliares causadas por el Deuteromycete *Pseudocercospora pseudoeucaliptorum* Grous, cuyos teleomorfos corresponden a las especies *Mycosphaerella aurantia* A. Maxwell; *M. communis* Crous & J. P. Madeirae Crous & Denman; *M. marskii* Carnegie & Keane; *M. molleriana* (Thum) Lindau, *M. nubilosa* (Cooke) Hansford; *M. parva* R. F. Park & Keane, *M. readeriellophora* Crous & J. P. Mansilla (Otero *et. al.* 2007).

En *E. urophylla* las manchas crema oscuro a marrón claro, son causados por *Cylindrocladium pteridis* y en otras especies de eucaliptos se ha reportado a *C. calhounii*, *C. clavatum*, *C. gracile*, *C. hawsworthii*, *C. heptaseptatum*, *C. quinqueseptatum*, *C. ilicicola*, *C. pteridis*, *C. theae* y *C. variabile* (Cedeño y Carrero 2000).

Existe una subespecie de *Teratosphaeria parva* para unos y *T. nubilosa* para otros, nominada como *T. parva* sub sp. *cryptica* = *T. nubilosa* sub sp. *cryptica* que afecta hojas jóvenes de eucalipto, produciendo callos alrededor de la lesión. Estos patógenos actúan con humedades relativas menores al 90 %, producen ascocarpos con humedad relativa entre 98 y 100 %, el inóculo germina entre 3 y 30 °C (Cedeño y Carrero 2000).

2.1.2. Generalidades de los hongos fitopatógenos

Los hongos son organismos sin clorofila ni pigmentos con capacidad fotosintética, incapaces de sintetizar sus alimentos; se nutren de materia orgánica viva o en descomposición, peculiaridad que ha permitido nominarlos heterótrofos (Agrios 2005).

El soma está constituido por filamentos con o sin divisiones en ambos casos se ramifican profusamente; de estas emergen talos o estructuras de propagación; en los septados se nomina conidióforos y dan origen a conidios, en los aseptados se llama esporangióforos, aquí se diferencian esporas; en este grupo se encuentran especies menos evolucionadas cuyos esporangióforos dan origen a esporangios que condicionado por humedad y temperatura originan zoosporas. Existen especies del grupo de los septados, que por falta de alimento forman estructuras donde se forman y almacenan los propágulos (esporas); en algunas especies se nominan picnidio y en otras acérvulo; estas estructuras son propio de los Deuteromycetes (Roncal 1993).

Los hongos conocidos como hongos superiores forman sus esporas en células especiales. Los categorizados en la clase Basidiomycetes los hacen en basidios y los Ascomycetes en ascas; en ambas clases, existen especies cuyas células esporígenas, no se encuentran en cuerpos fructíferos, en cambio en otros se encuentran en cuerpos fructíferos denominados basidiocarpos y ascocarpos respectivamente (Roncal 1993).

Los hongos con filamentos tabicados, en condiciones adversas y dependiendo de la especie, forman estructuras de conservación conocidos como rizomorfos, esclerocios y clamidosporas; los primeros se asemejan a cordones debido al agrupamiento longitudinal de hifas y los segundos por agrupación desordenada

de éstas, formando estructuras compactas multiformes, de diferente tamaño y color marrón a negro (Roncal 1993).

Estructuralmente en el micelio se diferencian dos porciones; la vegetativa que está conformado por células especializadas para proveerse de alimento, destaca el haustorio, conformado por una célula multiforme, éste penetra la pared celular del hospedero, se provee de nutrientes del protoplasma de las células del tejido infectado a través de osmosis (Agrios 2005).

Los miembros que integran la clase Ascomycetes y los Deuteromycetes se encuentran estrechamente relacionados con respecto a la estructura de su micelio, el intercambio genético conduce la producción de especies categorizados en las clases Basidiomycetes y Ascomycetes que micológicamente se nominan especies en fase Teleomorfo (Roncal 2004), éstos causan fitoenfermedades con síntomas específicos conocidos como chancros, tizones, antracnosis, manchas foliares (Agrios 1996), marchitamientos por daño de conductos vasculares (Roncal 2004), pudriciones del tallo y raíz (Agrios 1996).

La diferencia entre los miembros que integran la clase Ascomycetes y los Deuteromycetes, está en la producción de esporas; los primeros lo hacen en estructuras especiales denominadas ascas, las mismas que pueden estar libres o formando cuerpos fructíferos conocidos como ascocarpos (Roncal 2004), este proceso raras veces se observan en la naturaleza por lo que poseen poca importancia en la supervivencia del hongo y en la capacidad de causar enfermedad en las plantas (Agrios 1996).

2.1.2.1. Requerimiento nutricional de los hongos

Para realizar estudios morfológicos de los hongos fitopatógenos, se requiere de medios especiales de cultivo, que les proporcionen los elementos de nutrición indispensable como el agua, fuente carbonada, nitrogenada y sales minerales.

A los fitopatógenos, por la forma de nutrirse se los ha tipificado como

a) biotróficos, cuando se nutren exclusivamente de tejidos vivos y se los conoce como parásitos obligados (Rivera 1991). Las estructuras vegetativas de estos hongos se dejan ver en la superficie de los órganos afectados, mientras que las hifas crecen y desarrollan en forma intra e intercelular; proveyéndose de alimento a través de haustorios y de difusión de los complejos tóxicos que terminan necrosando el tejido afectado (Roncal 2004) y los **b) necrótrofos**, que se nutren de células muertas, previa necrosis de las células del hospedero a través de toxinas y enzimas, seguido de la invasión de hifas (Rivera 1991). Tradicionalmente se reporta que la reproducción es sexual y asexual, términos que actualmente están siendo reemplazados por intercambio genético y no intercambio genético respectivamente (Roncal 2004).

El crecimiento y desarrollo óptimo de los hongos en medios de cultivo esta entre 22° y 28°C y en el suelo entre 17° y 28° C; siendo los rangos más bajos de 10 a 12° C; estas temperaturas tienen que ver con el mayor y menor grado de infección, según la susceptibilidad del hospedero.

Los propágulos se diseminan a través del viento, agua, lluvia, granizo, animales, insectos y el hombre; cuando encuentran las condiciones adecuadas provocan las respectivas infecciones con síntomas peculiares en cada órgano susceptible; unos sólo atacan órganos subterráneos, otros órganos de la parte aérea y otros a todos los órganos de la planta susceptible (Roncal 2004).

2.1.2.2. Proceso de infección

El patógeno llega a la superficie de los diferentes órganos del hospedero como esporas, conidios, células individuales provenientes de los filamentos y en forma de estructuras de conservación como esclerocios, rizomorfos y clamidosporas (Roncal 1993).

2.1.2.2.1. Fase de pre penetración, el inóculo en la superficie de los órganos del hospedero pasan por un proceso de **latencia**, hasta encontrar las condiciones de humedad, temperatura y susceptibilidad de la planta; bajo estas condiciones ocurre la **estimulación**, dependiente de las condiciones físicas del lugar y de las sustancias estimulantes de la planta susceptible (Roncal 2004).

Los tubos de germinación de las esporas, conidios y el brotamiento de las estructuras de conservación de los hongos en la superficie de órganos aéreos y subterráneos de la planta se dirigen por quimiotaxismo a las aperturas naturales; a nivel de raíces a las zonas de máxima actividad fisiológica comprendida en la porción donde prosperan los pelos absorbentes; en tallos, hojas, flores y frutos los fitopatógenos mayormente ingresan a través de las aperturas naturales como lenticelas, estomas, hidatodos, nectarios, estigma y anteras; provocando la infección a través de sus principios bioquímicos y mecánicos (Roncal 2004).

Los patógenos antes de provocar infección se enfrentan a obstáculos de defensa del hospedero, ocurriendo la penetración de diferente manera, que se sintetiza a continuación.

a) Penetración del hongo en tejidos leñosos; éstos por naturaleza presentan capas gruesas y mucho más cuando se trata de especies de arbustos y

forestales que son impermeables a la mayoría de hongos. Sin embargo los rizomorfos y el micelio de ciertos basidiomicetos que causan la descomposición de la madera penetran la corteza de la raíz de los árboles como *Armillariella mellea*; en donde la punta del rizomorfo se fija firmemente a la raíz por medio de un mucílago que termina endureciéndose; en tanto la porción subterminal del rizomorfo se ramifica se adhiere a la raíz penetrando corteza y duramen; en esta forma de penetración el hongo utiliza medios mecánicos y químicos que atacan a los componentes de las paredes celulares del hospedero (Roncal 2004).

Otros, como los fitopatógenos foliares, muestran selectividad de infección, así tenemos que *Alternaria solani* mayormente afectan a hojas seniles; *Taphrina* spp. infectan hojas desde el estado de yema. En ambos casos la primera barrera por vencer es la cutícula; constituida por cutina, cera, celulosa y sustancias pécticas; compuestos de defensa que para que ocurra infección el hongo utiliza sus principios bioquímicos, constituidos por enzimas del orden de las pectinasas, celulasas y cutinasas; de estos compuestos, las ceras muestran mayor resistencia; con la evidencia que existen hongos que la degradan con facilidad.

Más del 70% de la cutícula está formada por cutina, que es un polímero de ácidos grasos esterificados, unidos por enlaces de peróxido y otro tipo de enlace. Van den Enden y Linskens (1974), estudiaron 18 especies de hongos; determinando que nueve especies penetraron la cutícula a través de medios mecánicos, seis por medios químicos y tres por combinación de ambos medios. Las evidencias de degradación química se determinaron a través de reacciones de tinción, comprobándose la producción de cutinasa y de reducciones de peso de la cutina por unidad de área foliar en las plantas infectadas.

b) Penetración a través de estomas, lenticelas e hidatodos, existen especies de hongos que sólo ingresan al a los tejidos de la lámina foliar a través de las aperturas naturales. Precisando el ingreso a través de estomas, se ha determinado que los tubos germinativos llegan a los estomas, ocupan la cámara sub estomática, posteriormente en el ápice del filamento se forma un apresorio, como órgano de fijación, el filamento sigue creciendo abriéndose paso entre célula y célula; a este crecimiento sigue la ruptura de la pared celular que es por presión o por acción de la maquinaria bioquímica del patógeno; esta estructura finalmente termina convirtiéndose en haustorio o estructura succionadora de alimento (Roncal 2004). El grado de cierre de estomas son medida de protección para la planta, por lo que se dice que es un mecanismo de defensa.

c) Penetración a través de heridas, es otra forma de ingreso de los patógenos fungosos en la planta. Las heridas en el hospedero lo realiza el hombre durante las labores culturales, animales, aves, insectos, nematodos y los agentes abióticos como las lluvias, granizo, viento, humedad, temperatura y heridas causadas por accidentes fortuitos. Los fitopatógenos para que induzcan infección deben ingresar antes que aparezcan los principios de cicatrización (Agrios 2004).

d) Infección de tejidos y órganos del hospedero, la magnitud de infección depende del patógeno, patogenicidad y patogénesis; éstos son de comportamiento necrótrofos y biótrofo; la necrosis celular del hospedero que inducen ambos tipos de patógenos se debe a la acción toxica. Los biótrofos penetran los tejidos de la planta causando el menor daño; obteniendo nutriente de los espacios intercelulares en estrecho contacto con la membrana celular sin matar a las células del hospedero. Algunos patógenos se propagan lentamente,

pero si existe varios puntos de infección la necrosis se generaliza con rapidez La infección por necrótrofos, para colonizar los tejidos del hospedero primero mata a las células del hospedero, degradan la pared celular; por tanto no tienen que vivir en contacto con células y tejidos vivos del hospedero, por esta razón la capacidad de invasión varía bastante y dependen de las condiciones de humedad y temperatura (Agrios 2004).

e) Degradación de la pared celular, para entender el proceso de degradación de las paredes celulares del hospedero, por acción de los fitopatógenos se hace necesario referenciar el tipo de compuestos que integran estas paredes como glucosa, polisacáridos, pectina, lignina y suberina (Agrios 2005). Estructuralmente las paredes celulares están constituidas por capas de microfibras dentro de una compleja matriz.

f) Enzimas que degradan la pared celular, las proteínas que rompen los enlaces de los compuestos químicos que conforman las paredes celulares, toman el nombre del compuesto que degradan tenemos que las enzimas **celulasas** y **hemicelulosas**, tienen que tener acceso al lugar donde tienen que actuar; de allí que, en una pared lignificada es difícil que actúen estas tijeras bioquímicas.

La **celulasa** es un complejo de enzimas producida por la mayoría de microorganismos, consta por lo menos de cuatro componentes, una la “**enzima C₁**” que actúa sobre las fibras de celulosa, convirtiéndolas en cadenas más simples; la “**enzima C₂**” actúa sobre éstas convirtiéndolas en fibrillas más cortas de celulosa y la “**enzima C_x**” es la hidroliza a estas fibrillas y los convierte en celobiosa, y la “**enzima celobiasa**” hidroliza la celobiosa y lo convierte en glucosa (Mandels y Resse, 1964).

Las **pectinasas**, reportes de la degradación de las sustancias pécticas de las plantas por acción de los fitopatógenos, han permitido determinar que existen diferentes enzimas destacando la **f.1.) Metilesterasas** pectina, estas enzimas separan los grupos metoxi de las pectinas, de los ácidos pectínicos o de ambos, y son producidos por muchos fitopatógenos. El que, debido a su actividad, aumenten o disminuyan la posterior degradación de las sustancias pécticas depende de las enzimas que llevan a cabo dicha degradación, degradan más fácilmente los sustratos metilados o no metilados, **f.2.) Glucosidasas pécticas**, estas enzimas rompen el enlace 1-4 glucosídico entre las unidades adyacentes de ácido urónico a través de un mecanismo hidrolítico. Dentro de este grupo se encuentran otros subgrupos que dependen del mecanismo de ataque; si es terminal (exo-) o está distribuido al azar a lo largo de la cadena (endo-), otros atacan a los polímeros metilados o no metilados, ocasionando la lisis terminal.

La **pectina** preferentemente es atacada por el ácido péctico-exo-polimetilgalacturonasa. El **ácido péctico** es degradado de preferencia por la pectina-endo-poligalacturonasa conduciendo a una lisis al azar.

La enzima **liasas pécticas**, se caracterizan por romper el enlace 1-4 glucosídico entre las unidades adyacentes de ácido urónico a través de un sistema de transeliminasa. Los subgrupos conforman las glucosidasas pécticas, que al final conducen a la lisis celular.

La pectina de preferencia es atacada por el ácido péctico-exo-pectina metil-transeliminasa. El ácido péctico es degradado preferentemente por la pectina-exo-poligalacturonato transeliminasa. Otra manera de degradación de la pectina es a través de la acción de ácido péctico-endo-pectina metil-transeliminasa y el

ácido péctico es atacado por pectina-endo- poligalacturonato transeliminasa (Bateman y Millar 1966).

El progreso de enfermedades en plantas causado por hongos se debe a la acción individual o combinada de sus mecanismos de patogénesis. El “**primero**” corresponde a la síntesis y liberación de enzimas degradativas de la pared celular como: poligalacturonasas, pectato-liasas, hemicelulasas y celulasas, que en ocasiones son liberadas de forma secuencial (Rivera y Codina 1994).

Estas enzimas ocasionan la degradación de sustancias pécticas que unen las paredes celulares en los tejidos parenquimáticos y causan ensanchamiento y degradación de la pared celular y muerte de las células. Un “**segundo**” mecanismo consiste en la producción de toxinas por parte del hongo, productos no enzimáticos de bajo peso molecular que interfieren en el metabolismo de la planta o que afectan a la estructura normal del protoplasma (Agrios 1995). Las toxinas pueden pertenecer a dos categorías diferentes: toxinas huésped-específicas, que son aquéllas que muestran la misma especificidad que el patógeno que las produce, y toxinas huésped-no específicas, cuando la gama de plantas sobre las cuales pueden ocasionar fitotoxicidad no está relacionada con las plantas susceptibles al patógeno, causando síntomas inespecíficos. El “**tercer**” mecanismo de patogénesis consiste en la producción y liberación de compuestos hormonales, antihormonales y de otro tipo que producen una interferencia en el control normal del crecimiento y desarrollo. Así, se ha observado que síntomas de enanismo, elongación, proliferación celular, asociados a desarreglos; en Cajamarca – Perú, la hipertrofia del ada (*Tecoma sambcifolia*) es producto de desorden hormonal causado por *Prospodium* sp. (Roncal 2001), ahora esta etiología corresponde a *Prospodium*

tecomasambocifoliae (Roncal 2008). El “último” de los mecanismos es la interferencia mecánica que provoca el crecimiento del hongo en el movimiento normal del agua, nutriente y metabolitos. Mecanismos de infección de los hongos fitopatógenos (Rivera y Codina 1994).

g) Maceración de tejidos vegetales, éste proceso se da en las paredes celulares de los diferentes órganos vegetales; la causa de la desnaturalizan es por acción de varias enzimas, destacando las endopoligalacturonasas (Byrde, *et. al.* 1973).

h) Necrosis de los tejidos del hospedero, la muerte de tejidos está asociado con la intoxicación celular (Agrios 2005), existen microorganismos que metabolizan toxinas, destacando entre estas la tentoxina producida por *Alternaria alternata* en diferentes órganos de la planta afectada (Hislop, Keon y Fielding, 1979).

La degradación de los componentes de las paredes celulares, por acción enzimática, se muestra con pérdida de consistencia del tejido afectado; existiendo microorganismos que por acción enzimática también degradan a la membranas celulares y membranas de los orgánulos (Roncal 2004).

La degradación enzimática de las paredes celulares es considerada como la acción más importante de la necrosis de tejidos y órganos vegetales (Hislop, Keon y Fielding, 1979).

2.1.3. Mecanismo de resistencia a la entrada y propagación del patógeno en el hospedero

Las defensas naturales de la planta a la entrada de fitopatógenos está representada por:

2.1.3.1. Cutícula y pared celular epidérmica, algunas especies presentan cutícula gruesa, y es más están reforzadas por las paredes celulares gruesas, estas estructuras impiden la penetración de los patógenos foliares principalmente; debido a que en ambas estructuras existe correlación entre el grosor de la cutícula y de la pared celular; esta correlación fue demostrada en los trabajos de Melander y Craigie (1927), quienes utilizaron diferentes patógenos y dentro de estos basidiosporas de *Puccinia graminis tritici*, induciendo infección en hojas maduras y hojas jóvenes de 2 a 3 días en agracejo (*Berberis* spp.).

2.1.3.2. Estomas, se han encontrado correlaciones entre tipos particulares de estructura de los estomas y la resistencia a la entrada del patógeno. La resistencia funcional desempeña cierta función en la reducción de la susceptibilidad a ciertas royas.

2.1.3.3. Lenticelas, cuando éstas están abiertas son una vía de ingreso para los patógenos de órganos como manzanas (*Malus communes*) y papa (*Solanum tuberosum*), cuando la lenticela se cierra debido a la formación de una barrera de corcho continua, se inhibe a la penetración del patógeno. La observación anatómica de papas infectadas por *Erwinia atroseptica* (Fox, Manners y Myers 1971), demostraron que el patógeno es incapaz de penetrar una barrera de

células suberizadas, lo cual demuestra que dicha barrera es completa, pero que la menos interrupción de ella constituye una vía de entrada para el patógeno.

2.1.3.4. Órganos florales, los estigmas, estilos y ovarios de las angiospermas constituyen una vía de entrada de algunos patógenos, las teliosporas del *Ustilago nuda* (causa carbón volador en trigo y cebada) infecta los ovarios del hospedero después de haber germinado sobre el ovario (Batts 1955; Malik y Batts 1960); los tejidos del estilo y el estigma de la planta inhiben el crecimiento del hongo. Pero cuando germinan las esporas pueden llegar hasta la parte sensible de la pared del ovario cuando se abren las glumas, este proceso mantiene una correlación positiva entre susceptibilidad de campo y duración de apertura de la gluma (Jung 1956).

2.1.3.5. Barreras mecánicas inducidas, estas se forman como reacción de la infección y dependen tanto de la naturaleza del hospedero como la del patógeno. La reacción de una planta al ataque patogénico suele ser similar a la de la misma especie al daño mecánico. Las células heridas mueren y en las capas de células inmediatamente debajo de ellas se producen sustancias como suberina, lignina, gomas, taninos y flobafenos. Esta barrera se forma en dentro de 24 horas de producida la herida, unos días después empieza a formarse un cambium de corcho profundamente dentro de los tejidos y esto produce una barrera perenne de tejido suberoso.

2.1.4. Referencias de fitopatógenos del eucalipto en diferentes países del mundo.

Tabla 1. Fitopatógenos de hojas y tallos de *Eucalyptus globulus*, en diferentes países del mundo

| Órgano afectado | País | Fitopatógeno |
|--------------------------|-----------------------------------|--|
| Hojas y tallos | Australia | <i>Xanthomonas eucalypti</i> |
| | | <i>Botrytis cinerea</i> |
| | | <i>Piggotia substellata</i> |
| | | <i>Pythium sp.</i> |
| | | <i>Ceuthospora innumera</i> |
| | | <i>Ramularia pitoreka</i> |
| | | <i>Phytophthora cinnamomi</i> |
| | | <i>Sporotrichum destructor</i> |
| | India | <i>Cylindrocladium scorparium</i> |
| | | <i>Cylindrocladium quinquiseptatum</i> |
| | Natal | <i>Pestalotia sp.</i> |
| | Tansval | <i>Alternaria tenuis</i> |
| | EEUU | <i>Ramularia pitoreka</i> |
| | | <i>Fusarium oxysporum</i> = |
| | | <i>F. auranticum</i> |
| | Costa Rica | <i>Cylindrocladium scorparium</i> |
| | Brasil | <i>Cylindrocladium quinquiseptatum</i> |
| | | <i>Cylindrocladium clavatum</i> |
| <i>Alternaria tenuis</i> | | |
| Argentina | <i>Alternaria tenuis</i> | |
| Chile | <i>Cylindrocladium scorparium</i> | |

| | | |
|--------------------------|-------------------------------|--|
| | Perú | <i>Macrophomina phaseolina</i> |
| En ramas y tronco | Australia | <i>Sporotrichum destructor</i> |
| | India | <i>Corticium salmonicolor</i> |
| | | <i>Sahyadrassus malabaricus</i> |
| | Mauricio | <i>Corticium salmonicolor</i> |
| | Surinam | <i>Endothina havanensis</i> |
| | Zaire | <i>Corticium salmonicolor</i> |
| | Nigeria | <i>Corticium salmonicolor</i> |
| | Costa Rica | <i>Corticium salmonicolor</i> |
| | Brasil | <i>Corticium salmonicolor</i> |
| | | <i>Diaporthe cubensis</i> |
| | Argentina | <i>Phytophthora cinnamomi</i> |
| | Chile | <i>Phytophthora cinnamomi</i> |
| Perú | <i>Phytophthora cinnamomi</i> | |
| Hojas adultas | India | <i>Cylindrocladium</i> <i>quineseptatum</i> |
| | | <i>Alternaria alternata</i> |
| | | <i>Corynespora asiicola</i> |
| | | <i>Cercospora eucalypti</i> |
| | | Mosaico |
| | España | <i>Pestalotia eucalypti</i> |
| | Costa Rica | <i>Cylindrocladium scoparium</i> |

Ruperez y Muñoz (1980).

En las plantaciones de eucaliptos en Portugal, se han reportado fungosis causadas por *Botrytis cinérea*, *Alternaria* sp., *Harknessia eucalypti*, *Hendersonia eucalyptina*, *Macrophoma australis*, *Macrophylosticta eucalyptina*, *Septoria ceuthosporoides*, *Cercospora* sp., *Botryosphaeria berengeriana*, *Ustilago uriesiana*. En España, plantones de este forestal muestran tumoraciones de causa aún definida; las hojas y tallos jóvenes de son atacados por *Botrytis cinérea*, el patógeno se deja ver como moho en la superficie del órgano afectado (Ruperez y Muñoz 1980). Las hojas de plantas jóvenes y adultas muestran susceptibilidad a los Ascomycetes *Mycosphaerella* sp. y *Botryosphaeria* sp.; y a los Deuteromycetes *Ramularia* sp., *Macrophylosticta eucalyptina*, *Phyllosticta* sp., *Macrophoma* sp., *Actinopelte* sp., *Harknessia eucalypti*, *Hendersonia eucalyptina*, *Septoria* sp., *Pestalotia* sp., *Monochaetia* sp., *Alternaria* sp., *Fumagina* sp., *Cercospora* sp. y al Basidiomycetes *Septobasidium* sp. Otro reporte interesante corresponde a una micoplasmosis, cuyo síntoma característico es el repollado (Ruperez y Muñoz 1980).

Las ramas y troncos muestran susceptibilidad a los Ascomycetes: *Botryosphaeria dothidea* = *B. berengeriana*, *Calonectria* sp., *Hypoxyton mediterraneum*; Deuteromycetes *Cytospora ambiens* y a al Basidiomiceto *Ustilago uriesiana*. En raíces se han reportado *Armillaria mellea*, *Rosellinia necatrix* (Ruperez y Muñoz 1980).

2.1.5. Fitopatógenos fungosos en hojas del *Eucalyptus globulus*

2.1.5.1. *Botrytis cinérea*

Este Deuteromycete tiene cientos de razas fisiológicas específicas, determinadas para cada hospedero (Ruperez y Muñoz 1980); en medio de cultivo forma micelio profusamente ramificado de color gris a gris claro; en el hospedero se deja ver el signo en forma de moho gris; en condiciones de alta humedad relativa éste se muestra en forma de micelio hialino en diferentes porciones de los órganos afectados. En la naturaleza el tapizado del signo está conformado por hifas o filamentos brillantemente coloreado de color verde (Roncal 1993); del cual se desprenden conidióforos grandes con ramificación terminal (Barnett & Hunter 1999), son más o menos flexibles, ramificados en dos o tres unidades, terminando en una zona conidiogénica globosa hialina, de cuya superficie se originan esterigmas sobre las cuales crecen y desarrollan los conidios (Roncal 1993), éstos son unicelulares hialinos débilmente coloreados y de forma variable de elipsoides a sub esféricos, de 6-18 x 4-11 μm (Ruperez y Muñoz 1980).

2.1.5.2. *Ramularia pitereka*

Se reportó afectando plantas en viveros (Sing & Sing, 1975), *Ramularia* sp., es una especie de comportamiento hiperparásito de royas, por lo que en el caso de su identificación debemos considerar su presencia incluso como beneficiosa. Como Deuteromycete se caracteriza por presentar conidióforos hialinos y sub hialinos agrupados en estroma, frecuentemente curvados con prominente herida conidial; los conidios cilíndricos de dos a tres células, formando pequeñas cadenas, afecta plantas causando manchas foliares (Barnett y Hunter 1999). Es oportuno hacer notar que *Ramularia* sp., como anamorfo tiene a *Mycosphaerella*

sp., como teleomorfo (Roncal 2004). *Mycosphaerella molleriana*, afecta eucalipto como Ascomycete conformado por un cuerpo fructífero en peritecio, sin pseudoparáfisis el asca bitunicada presenta ocho ascosporas bicelulares. El género *Mycosphaerella* tiene más de 1000 especies y sus formas imperfectas están representadas por los géneros *Septoria*, *Cladosporium*, de comportamiento parasito o saprofito (Ruperez y Muñoz 1980).

2.1.5.3. *Phyllosticta* sp.

Este hongo se caracteriza por presentar un picnidio globoso ostiolado de color oscuro, inmerso en el tejido del hospedero, los conidióforos son pequeños, sobre el que crecen y desarrollan conidios ovoides y ovoides alargados. En la naturaleza se encuentran afectando el parénquima foliar (Barnett & Hunter 1999); en hojas de eucalipto causan manchas circulares de 1 mm de diámetro, de color pardo, con el borde más obscuro y el centro blanquecino (Ruperez y Muñoz 1980).

Los conidios son pequeños, ovoides, unicelulares hialinos, de 2-2,5 μm x 5-7,5 μm (Lanier 1978). Taxonomicamente corresponde a la clase Deuteromycetes, orden Sphaeropsidales, familia Sphaeropsidaceae (Roncal 1993).

Phyllosticta sp., se caracteriza por ser maculicola ya que prospera sobre lesiones ocasionados por especies de los géneros *Ascochyta*, *Asteromella*, *Phoma* y *Phomopsis* y sobre lesiones de Uridinales (Lanier 1978).

2.1.5.4. *Macrophoma* sp.

Se caracteriza por presentar un picnidio oscuro ostiolado globoso errumpente, conidióforos simples cortos a veces alargados, conidios hialinos de más de 15 μm (Barnett & Hunter 1999). Taxonómicamente se categoriza en la clase

Deuteromycetes, orden Sphaeropsidales, familia Sphaeropsidaceae (Roncal 1993).

El género *Macrophoma* se diferencia del género *Phoma* por el tamaño de conidios y por los órganos que afecta; las especies del género *Phoma* presentan conidios de menos de 15 µm y en el hospedero afectan hojas; en cambio las especies de *Macrophoma* presentan conidios mayores de 15 µm y como patógeno afectan el tejido cortical de ramas y tallos (Roncal 1993). *Macrophoma australis*, fue reportado por Goes (1977), afectando hojas de eucalipto en Portugal.

2.1.5.5. *Actinopelte dryina*

Este hongo presenta picnidio superficial, formado sobre una columela pequeña en tallos del hospedero; los picnidios ostiolados en grupos son de color oscuro; los conidióforos son simples, hialinos pero a veces se muestran de color marrón; los conidios son ovoides, oblongos y en ocasiones fusiformes (Barnett & Hunter 1999). Taxonómicamente corresponde a la clase Deuteromycetes, orden Sphaeropsidales, familia Sphaeropsidaceae (Roncal 1993).

Los conidios de *A. dryina* son oliváceos, de 12-15 x 5-8µm y los microconidios hialinos 5-7 x 1,5-2 µm, este hongo vive normalmente sobre hojas vivas o muertas de *Quercus* sp., es sospechoso de ser solamente un saprofito (Ruperez y Muñoz 1980).

2.1.5.6. *Harknessia* sp.

Este género se caracteriza por presentar picnidio globoso, cónico de color claro, con poro apical, las picnidiosporas se diseminan a manera de estallido; los conidióforos son filiformes hialinos, soportando en la parte terminal conidios

ovoides, elipsoides unicelulares oscuros (Barnett & Hunter 1998). Taxonómicamente corresponde a la clase Deuteromycetes, orden Sphaeropsidales, familia Sphaeropsidaceae (Roncal 1993).

Harknessia eucalpti, presenta conidios algo esféricos en su base, con terminación punteaguda, característica que lo hace mostrarse como una raqueta; el color en conjunto se muestra de marrón-verdoso a oscuro; el conidióforo es hialino, ligeramente ensanchado en la base. Los conidios inmaduros se muestran más alargados y con forma menos hexagonal y con ligera pigmentación. El conidióforo mide 15 μm y el conidio 12,5 x 20 μm , En su conjunto es característico la forma de raqueta (Fernandez 1978). En eucalipto causan manchas foliares internervales, éstas tienen formas geométricas irregulares que en un inicio son de color canela claro, posteriormente oscurece mostrándose el cuerpo fructífero en picnidio. En ataques severos, las manchas se juntan unas a otras formando amplias áreas necróticas con pequeñas abolladuras (Fernandez 1978).

Este patógeno en los bosques de eucalipto del norte de España, afecta hojas desde el tercio inferior de la planta y también afecta a hojas primordiales.

2.1.5.7. *Hendersonia* sp.

Este hongo se caracteriza por presentar picnidios globosos oscuros, ostiolados en las lesiones del hospedero se muestran separados; conidios elongados y fusoides oscuros multicelulares (Barnett & Hunter 1998) de 4 x 12 μm (), son saprófitos y patógenos (Barnett & Hunter 1998). Se ubica en la clase Deuteromycetes, orden Sphaeropsidales, familia Sphaeropsidaceae (Roncal 1993).

2.1.5.8. *Septoria* sp.

Tiene picnidios globosos de paredes delgadas; en el área muerta del hospedero se muestra en forma de puntos oscuros; los conidióforos son pequeños, los conidios filiformes hialinos son multicelulares (Barnett & Hunter 1998). Pertenece a la clase clase Deuteromycetes, orden Sphaeropsidales, familia Sphaeropsidaceae (Roncal 1993). En Portugal se reporta a *Septoria ceuthosporoides*, afectando hojas de eucalipto (Barnett & Hunter 1998).

2.1.5.9. *Pestalotiopsis* sp.

En el tejido afectado del hospedero, los filamentos se muestran inmersos, dependiendo de la especie y raza fisiológica los hay hialinos y marrón claro. La estructura de propagación o cuerpo fructífero denominado acérvulo, se forma en la superficie o medianamente inmerso en la lesión del tejido afectado del hospedero; ésta estructura contiene en su interior conidióforos ramificados hialinos, conidias fusiformes con cuatro células centrales oscuras y la de los extremos hialinas; de la célula superior se desprenden apéndices filiformes (Sutton 1980). A este género Barnett y Hunter (1998) aún lo siguen nombrando *Pestalotia*, (Roncal 2016), teniendo en cuenta la estructura del cuerpo fructífero se categoriza en la clase Deuteromycetes, orden Melanconiales, familia Melanconiaceae (Roncal 1993). *Pestalotiopsis* sp., = *Pestalotia* sp., en España se encuentra ocasionando manchas foliares en eucalipto; en la superficie de la lesión produce fructificaciones negras, que al desprenderse forman cirros, debido a la aglutinación de numerosos conidios pentacelulares de las cuales, la de los extremos son hialinas y las otras tres centrales ensombrecidas; de la célula apical se desprenden flagelos hialinos (Sutton 1980).

2.1.5.10. *Alternaria* sp.

En la naturaleza existen diferentes especies del género *Alternaria*, todas con la particularidad de ocasionar manchas foliares, en donde se distingue el área necrosada o holonecrótica de color marrón oscuro a negro y que en algunos hospederos se muestran anillos concéntricos; rodeando a ésta se aprecia una amplia área clorótica denominada plesionecrótica, producto del proceso de intoxicación por acción del patógeno (Roncal 2004). Existen reportes que las diferentes especies de este género se los encuentra colonizando lesiones foliares causadas por otros agentes etiológicos.

Este patógeno, prospera en medio de cultivo PDA, formando micelio oscuro, con filamentos septados, de donde se desprenden conidióforos simples que soportan conidios solitarios o formando cadenas (Roncal 1993). Los conidios se originan a través de un poro de la célula conidiogénica del conidióforo; estos conidios presentan setos transversales y longitudinales, observándose el conidio en forma de muro (Barnett & Hunter 1998). Microscópicamente se puede identificar por sus conidios en forma de pera, unidos en sucesión, oscuros y policelulares o muriformes. Pertenecen a los deuteromicetos dematiaceos. Por las características morfológicas, se categoriza en la clase Deuteromycetes, orden Moniliales y familia Dematiaceae (Roncal 1993).

2.1.5.11. *Fumago* sp.

Estructuralmente se caracteriza por presentar filamentos oscuros multicelulares, pequeños conidióforos oscuros, conidios multicelulares (Barnett 1960); este hongo prospera sobre las heces de pulgones, queresas, formando costras oscuras sobre los órganos de la parte aérea de la planta (Roncal 2004).

Taxonomicamente se encuentra en la clase Deuteromycetes, orden Moniliales y familia Dematiaceae (Roncal 1993). Este hongo se ha encontrado en eucaliptos de España, el daño puede ser importante, cuando prospera en abundancia insectos que proporcionan excreciones azucaradas que son el alimento para este tipo de hongos (Sutton 1980). El daño de *Fumago* sp., se caracteriza por taponar estomas, lenticelas impidiendo el intercambio gaseoso del hospedero, seguido por la limitación de la fotosíntesis por la presencia de la costra de fumagina en la superficie de la lámina foliar, frutos y otros órganos verdes (Roncal 2004).

2.1.5.12. *Cercospora* sp.

Patógeno por naturaleza foliar, morfológicamente se caracteriza por presentar conidióforos agrupados en la base y de crecimiento simpodial en la porción terminal desde donde se formaron los conidios filiformes multicelulares hialinos; esta característica permite incluirlos en clase Deuteromycetes, orden Moniliales y familia Dematiaceae (Roncal 1993). Las manchas redondeadas castañas típicas de *Cercospora* han sido detectadas por nosotros. No así los cuerpos de fructificación que se han negado sistemáticamente a dejarse visualizar. Para aquellos que tengan mejor fortuna se describen las características del género *Cercospora* perteneciente a los deuteromicetos dematiaceos.

2.1.5.13. *Botryosphaeria dothidea*

Esta especie es considerada en lugar de sus sinonimias, *B. ribis* y *B. berengeriana*. Pertenece al conjunto de los loculoascomicetos, cuya fructificación es una periteca subglobosa, formando un estroma, con apertura apical (por laceración), o por ostiolo. No existen pseudoparáfisis; las ascas son bitunicadas, típicas, alargadas, ensanchadas y ligeramente acuminada en su parte superior. Las ascosporas no están septadas raramente bicelulares,

subhialinas (24-42 x 10-18µm) las ascas miden 110 x 22 µm. Puede vivir en *Quercus suber*, los daños en ramillos consisten en canchros vinosos oscuros, formando redondeles de 10-15mm de diámetro. El centro se va haciendo grisáceo cuando fructifican las peritecas. El chancro en tronco comienza un englobamiento resinoso que termina por hundirse y da lugar al chancro en hendidura con savia endurecida y acaramelada. Suele aprovechar la proximidad de la inserción de una ramilla.

Citamos entre los daños de hojas a este hongo y lo creemos una novedad ya que la literatura habla siempre de troncos y de ramas. Las manchas en las hojas son de dos tipos: A, grisáceas irregulares; B, Oscuras y redondeadas, parecidas a los chancros de los ramillos.

2.1.5.14. *Septobasidium curtisii*

Este hongo fragmo basidiomiceto vive sobre más de veinte especies entre ellas el *Quercus ilex*, su cita este hongo se encuentra asociado a las cochinillas de los géneros *Chionaspis* y *Chrysomphalus* que no hemos visto sobre eucaliptos.

2.1.5.15. *Calonectria eucaliptina*

Descrito de Portugal (Dos Santos), es un ascomiceto eupyrenoascomicetal nectrial, que presenta peritecas carnosas de color claro, con aseas octosporales subeifíndricas, y ascosporas cortas fusiformes subhialinas, plurinucleadas en series de 2 ó 3. Las peritecas cespitosas y gregarias se forman en la superficie de la corteza y se disponen en sentido longitudinal, son coalescentes, en contacto unas con otras, con poro redondo, exteriormente amarillo marrón y luego amarillo claro o subhialinas, de 280-370 µm.

2.1.5.16. *Hypoxylon mediterraneum*

Este hongo que es un parásito importante de ramas de *Quercus súber*, aparecido frecuentemente en Portugal sobre eucaliptos, de donde procede esta primera cita sobre nueva matriz vegetal. Es un ascomiceto eupirenomicetal con fructificaciones y ascosporas de color oscuro en su madurez, estando la periteca incluida en un estroma.

2.1.5.17. *Cytospora ambiens*

Este hongo aparece sobre partes muertas próximas al ataque de *Botryosphaeria*. Los cirros son negros no muy mucilaginosos con numerosos conidios unicelulares alantoides.

2.1.5.18. *Ustilago vriesiana*

Resulta interesante la cita de este basidiomiceto ustilaginal, pues es rara la presencia de ustilaginales en plantas forestales.

2.1.5.19. *Armillaria mellea*

Este basidiomiceto es un agresivo hongo bien caracterizado por la presencia de numerosos cordones entrecruzados, que constituyen los rizomorfos. Este detalle es más frecuente que la presencia del micelio blanquecino o de los cuerpos de fructificación.

2.1.5.20. *Phaeophleospora eucalypti* (*Septoria* tizón de la hoja de eucalipto)

Sinónimos: *Septoria pulcherrima* Gadgil y Dick, *Phaeophleospora eucalyptos* (Cooke y Masee) Crous, FA Ferreira y B. Sutton. Manchas de color amarillo pálido en ambos lados de la hoja. Color de punto pronto cambia a un carmín rojo profundo y, finalmente, a marrón con un margen de carmín residual. Las lesiones regulares en forma, la fusión a menudo juntos y cubrir grandes áreas de la hoja.

Masas de esporas exudaba visibles en las lesiones como manchas de color oscuro.

2.1.5.21. *Mycosphaerella cryptica* (Cooke) Hansford

Rojizo-marrón, manchas de forma irregular con un púrpura destacado margen presentes en ambos lados de las hojas jóvenes, en expansión. Spots eventualmente se vuelven de color gris oscuro. Los cuerpos fructíferos se desarrollan en ambos lados de las hojas.

Las hojas infectadas a menudo distorsionadas y echaron prematuramente. Chancros (hasta 25 mm de largo) en infectados dispara. Exudación de las encías a menudo se asocia con el desarrollo de la chancrosis y muerte regresiva se produce si chancros ciñen brotes.

2.1.5.22. *Angiopomopsis* sp.

Patógeno causante de la gomosis en el eucalipto, la patogénesis se presenta con verrugas que forman chancros con emanación de goma en las hojas, defoliación y necrosis progresiva de ramas (Roncal 2006).

2.2. Generalidades del *Eucalyptus globulus* Labill.

El eucalipto, se introduce en el Perú desde 1860 (Jacobs 1981), la masificación en la producción de esta especie se debe a la rentabilidad de la madera y a la necesidad de madera con fines de construcción y combustible debido a la escasez de especies leñosas en la zona sur del Perú (Samaniego 2009) se estima que llegó a Cajamarca en la década de 1880, prosperando como planta límite de terrenos, en forma de cerco vivo y como plantas aisladas, en chacras de propietarios independientes. En 1975 las plantaciones de eucalipto en Perú

eran de 92 882 ha, la finalidad de estas eran producir madera industrial, para las minas, con fines de construcción rural, leña, postes, etc.

Los suelos empleados para esta especie son suelos de aptitud forestal (rocosos y ligeramente ácidos, deficientes en nitrógeno y materia orgánica con bajo contenido de fósforo, alto contenido de potasio) para este fin en la planificación nacional (FAO 1981).

Esta especie se ha convertido en un recurso de importancia desde el punto de vista económico debido a que de él se obtiene madera de aserrío, combustible, aceites esenciales para uso medicinal, es fungicida e insecticida y por la majestuosidad de su porte, embellece el paisaje (Roncal 2005).

2.2.1. Origen y requerimiento edafo-climático en el Perú

El eucalipto procede de Tasmania oriental y sur de Australia (Montoya 1995), prospera en el Perú entre 2 200 a 3 200 msnm, aunque existen reportes que en la sierra central se encuentra bosques hasta 3 500 msnm; soporta periodos de lluvia entre 800 a 1 500 mm de precipitación y 10,8 - 16,8 °C de temperatura, principalmente en el callejón interandino. Prefiere suelos franco - arenosos, arcillosos, areno - arcillosos, con pH de 5 a 7, bien drenados y no compactados (Pathauer, 2005). Son factores limitantes de crecimiento y desarrollo la falta de boro (Bo) y fósforo (P); limitan estas características periodos prolongados de neblina, vientos superiores a 8m/s, sequías prolongadas; los árboles jóvenes son susceptibles al fuego, pero éste no causa su muerte (COMAFORS 2013).

2.2.2. Dendrología,

La planta en la plenitud de su desarrollo alcanza hasta 30 m de longitud, con diámetro promedio de 2.5 m; el árbol plus tiene tronco cilíndrico, recto, con 2 m a más de diámetro a la altura de pecho (DAP); copa alargada e irregular,

conformado por ramas de primer, segundo y tercer orden utilizables; fuste ramificado a partir del tercio medio al superior, cubierto por corteza relativamente gruesa de hasta 3 cm de espesor, ésta a medida que el árbol crece y desarrolla forma el corcho o ritidomas fácilmente desprendible, en forma de tiras; cuando el ritidoma se retira artificialmente, la segunda corteza se muestra lisa, dando al árbol un aspecto característico de planta joven lozana; en ocasiones se aprecia exudados de resina (COMAFORS 2013), Presenta dimorfismo foliar. Las hojas juveniles son glaucas, sésiles, opuestas y dispuestas en tallos cuadrangulares. Las hojas adultas son pecioladas, alternas, falcadas y acuminadas, con el nervio central marcado, semicoriáceas, de 10 a 20 cm de largo. Poseen numerosas glándulas productoras de aceites esenciales (Di Marco 2011).

2.2.3. Taxonomía

Pertenece a la Familia MYRTACEAE, género *Eucalyptus* y especie *Eucalyptus globulus* Labill; presenta especies con determinadas características anatómicas, como floema interleñoso en el tallo, glándulas oleíferas lisígenas en hojas, de ahí que son olorosas por la presencia de aceites esenciales; éstos se encuentran en glándulas formando puntos translucidos (Corsin Paule 1973).

El eucalipto conocido como alcanfor es planta para madera, presenta hojas que contienen esencias, taninos, materia amarga y resinas; utilizadas para aliviar afecciones de vías respiratorias (Aldave y Mostacero 1988).

2.2.4. Características Botánicas del *E. globulus*

Árboles perennifolios de porte recto, pudiendo llegar hasta 60m de altura más o menos resinosos.

Corteza exterior con ritidoma marrón claro con manchas grises o parduzcas sobre la corteza interna más lisa. La porción desprendible **corteza caduca** se llama **ritidoma**; estas se forma cada año. El color del ritidoma maduro es de color marrón claro; si se lo desprende deja a la corteza de forma lisa y color pardo con manchas. Esta característica se denomina como "gums" en Australia (FAO 1981). **Hojas** cuando jóvenes sésiles, ovaladas, amplexicaules o perfoliadas y cuando maduras, son coriáceas, de color verde azulado brillante, alternas, lanceoladas, falcadas, con aceites esenciales. **Inflorescencia** umbeliforme en las axilas de las hojas o terminales. **Flores** blancas y solitarias, con el cáliz y la corola unidos por una especie de tapadora que cubre los estambres y el pistilo, la cual al abrirse libera una cantidad de estambres de color amarillo. **Frutos** capsulas dehiscentes de color negro, con gran cantidad de semillas de tamaño pequeño

Tallo es recto, erguido, en Cajamarca puede alcanzar de 40 a 65m; cuando se desarrollan solo. **Ramas**, de acuerdo a la edad, tamaño de planta, considerando a plantas de bosque, éstas presentan ramificaciones a partir del tercio superior cuyos diámetros de mayor espesor en la unión con el tallo principal es de 5 a 8 cm; en cambio en plantas sembradas en líneas o solitario, las ramas son de diferente orden, y varían en diámetro de 5 a 30 cm en relación al tallo principal que lo contiene (Roncal y Roncal 1999).

2.2.4. Utilidades de la planta de *E. globulus*

Madera se utiliza en la construcción de estructuras, pisos en forma de parquet; tirantes en socavones de minas; construcciones de viviendas; en ebanistería para construir muebles; mangos de herramientas; escaleras; artículos didácticos; juguetes; otros utensilios agrícolas; las chapas y contrachapados para

construcciones rústicas; madera para pasta; cajas y embalajes; fósforos; tableros de fibras duras; tableros de partículas; postes; pilotes.

Combustible en forma de leña y bueno para carbón vegetal.

Nectario de las flores es fuente esencial para la miel de abejas (*Apis mellífera*).

Aceites esenciales de las hojas, se usan en la industria farmacéutica; licorería (FAO 1996).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del experimento

Se desarrolló en campo y laboratorio; el trabajo en campo se realizó en diferentes sectores de seis distritos de la provincia de Cajamarca.

Tabla 2. Distritos y sectores donde se extrajeron las muestras para determinar etiología y patogénesis de *Eucalyptus globulus* Labill.

| DISTRITO | SECTOR | ALTITUD | LONGITUD OESTE | LATITUD SUR |
|----------------|-------------|---------|----------------|-------------|
| Cajamarca | Cumbe Mayo | 3100 | 78° 32` | 7° 12` |
| | Porcón Bajo | 3150 | 78° 00` | 7° `0 |
| | Pariamarca | 2179 | 79° 0` | 6° 0` |
| Llacanora | Llacanora | 2651 | 78° 26` | 7° 12` |
| Namora | Chilacat | 2940 | 78° 28` | 7° 11` |
| Matara | Matara | 2624 | 78° 15` | 7° 15` |
| Chetilla | Chetilla | 2897 | 78° 40` | 7° 9` |
| Baños del Inca | Otuzco | 2850 | 78° 0` | 7° 8` |

El material vegetal colectado en campo fue analizado en el laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca; ubicado entre los meridianos 78° 30" y 78 32" de longitud oeste y entre los paralelos 07° 08" y 07° 10" de latitud sur, en el Km 3 de la carretera Cajamarca –Baños del Inca, a una altitud de 2,750 msnm.

3.1. Materiales

3.1.1. Material biológico,

Hojas jóvenes y adultas de *E. globulus* con síntomas de manchas foliares.

3.1.2. Material de laboratorio,

Material de vidrio: láminas porta y cubre objetos, erlenmeyer de diferente capacidad, placas de Petri.

Materiales de esterilización y asepsia: estufa, cámara de flujo laminar, mechero de alcohol.

Equipo óptico: lupa, estereoscopio, microscopio compuesto y cámara fotográfica.

Otros materiales: aguja hipodérmica N° 25, bisturí, navajas, agua destilada estéril y alcohol de 96°.

3.2. Metodología

3.2.1. Trabajo de campo

Las hojas de *Eucalyptus globulus* que mostraban síntomas de manchas regulares e irregulares se seleccionaron de ejemplares al azar; en la mayoría de casos se extrajeron hojas de ramas del tercio inferior del árbol; además se consideró el estado de crecimiento de la planta franca y rebrotes. En ambos casos se tuvo en cuenta seleccionar las hojas jóvenes y hojas adultas que mostraban síntomas de necrosis. Cada muestra se dispuso en una bolsa de papel y ésta protegida con una bolsa de plástico con la identificación respectiva, que consistió en anotar la procedencia y fecha de recolección.

3.2.2. Trabajo de laboratorio

En el laboratorio las muestras fueron seleccionadas teniendo en cuenta la forma y color de la mancha foliar para posteriormente utilizar el estereoscopio y obtener el signo del hongo que permitió realizar la identificación del género haciendo uso de las claves de identificación de Deuteromycetes de Barnett (1960), Barnett y Hunter (1999), de Ascomycetes de Hanlin (1989) y de Coleomycetes de Sutton (1980).

Para facilitar la observación del signo de los fitopatógenos por identificar; las manchas foliares fueron tratadas con hipoclorito de sodio al 2%, enjuagadas con agua destilada estéril y dispuestas en cámaras húmedas y sometidas a incubación entre 18 y 21°C durante 24, 48 y 72 horas.

Para obtener el tamaño de las manchas foliares se usó un escalímetro y así obtener las dimensiones de cada una.

Para obtener el signo del hongo las manchas foliares fueron cuidadosamente observadas a través del estereoscopio; las porciones necróticas del parénquima que mostraban puntuaciones oscuras fueron extraídas con agujas hipodérmicas N° 25, cada signo se dispuso en el porta objetos que contenía una gota de agua destilada estéril, inmediatamente se dispuso el cubre objetos realizando la observación al microscopio.

Teniendo en cuenta la presencia del signo en forma de "puntos negros", se tuvo cuidado en anotar la disposición de éste en el tejido del hospedero (superficial, semiinmerso e inmerso), además fue necesario anotar si el cuerpo fructífero corresponde a un picnidio, acérvulo o ascocarpo en sus diferentes formas.

Si el cuerpo fructífero correspondió a un picnidio se tuvo en cuenta anotar color, presencia o no de ostiolo, conidióforos, color de conidios, número de células y forma de septación de conidios y cuando el cuerpo fructífero correspondió a un ascocarpo en peritecio se tuvo en cuenta anotar forma de ascas, número de ascosporas por asca, forma, color, septación y número de células de ascosporas.

Con las características diferenciadas de cada patógeno se realizó la identificación del género del patógeno, haciendo uso de las claves de identificación respectivas.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Características morfológicas del patógeno que causa la “mancha parda” en hojas de *Eucalyptus globulus* Labill.

Tabla N° 3. Características morfológicas del hongo que causa la “mancha parda” en hojas de *Eucalyptus globulus*.

| Estructura | Descripción |
|--------------|---|
| Picnidio | Oscuro, ostiolados, erumpente, medianamente globosa, inmerso en el tejido |
| Conidióforos | Cortos, simples, hialinos |
| Conidio | Unicelular, hialino y ovoide |

Las características morfológicas descritas en la tabla 3, permitió realizar la determinación del género siguiendo las claves de Barnett (1962) y Barnett & Hunter (1998), que nos condujo a identificar el género *Phoma* (Figura 1), que para la presente investigación se trata de *Phoma* sp.

4.1.1. Patogénesis de *Phoma* sp. en hojas de *Eucalyptus globulus*

El patógeno afecta a hojas de plántones en vivero, hojas de tallos de rebrote y ocasionalmente se presenta en hojas adultas de *E. globulus*.

Estos resultados guardan relación con los aportes de Rupérez y Muñoz (1980), que manifiestan que *Phoma* sp. causa manchas foliares en *E. globulus*.

El inóculo de *Phoma* sp., cuando encuentra condiciones de 51-70 % de humedad relativa y temperatura de 14.5 °C, germina un tubo de germinación que ingresa a través de los estomas como lo menciona Agrios (1998). Las hifas o filamentos desarrollan por los espacios intra e intercelulares, proveyéndose de alimento a

través de haustorios manifestado por Roncal (1993); bajo estas condiciones se manifiesta la infección con presencia de puntos cloróticos indistintamente distribuidos en el parénquima foliar; posteriormente aparecen manchas circulares de color marrón claro de 1 mm de diámetro (Figura 3), en toda la lámina foliar; como el proceso de intoxicación sigue, se hace evidente el cambio de color de la necrosis y el tamaño respectivo; así tenemos que las manchas alcanzan 6 mm de diámetro, de color marrón claro a oscuro.

Finalmente las necrosis regulares coalescen, aumentando de tamaño secuencialmente; primero ocupan un pequeño espacio parenquimático, luego las lesiones se limitan por nervaduras del tercer orden; a medida que aumentan de tamaño fuertes infecciones comprometen las nervaduras secundarias y terminan necrosando la nervadura principal.

El tejido muerto es de color pajizo claro o marrón cremoso que con el tiempo se desprende. Es común observar la coalescencia de las manchas foliares desde un cuarto a la mitad de la hoja completamente necrosada por acción del patógeno mientras que el resto muestra las infecciones indistintamente distribuidas. En las porciones muertas de la lámina foliar, a simple vista se observa el signo del hongo en forma de puntos negros como lo menciona Barnett y Hunter (1998), que corresponden a los picnidios; el tamaño de éstos varían de 0.1 – 0.3 mm de diámetro. Como el patógeno se localiza en el parénquima foliar y no en las nervaduras de primer orden y la principal, éstas siguen su crecimiento, ocasionando enrollamiento del tejido necrosado del borde a la nervadura central. Este síntoma es común en hojas de ramas de rebrote.

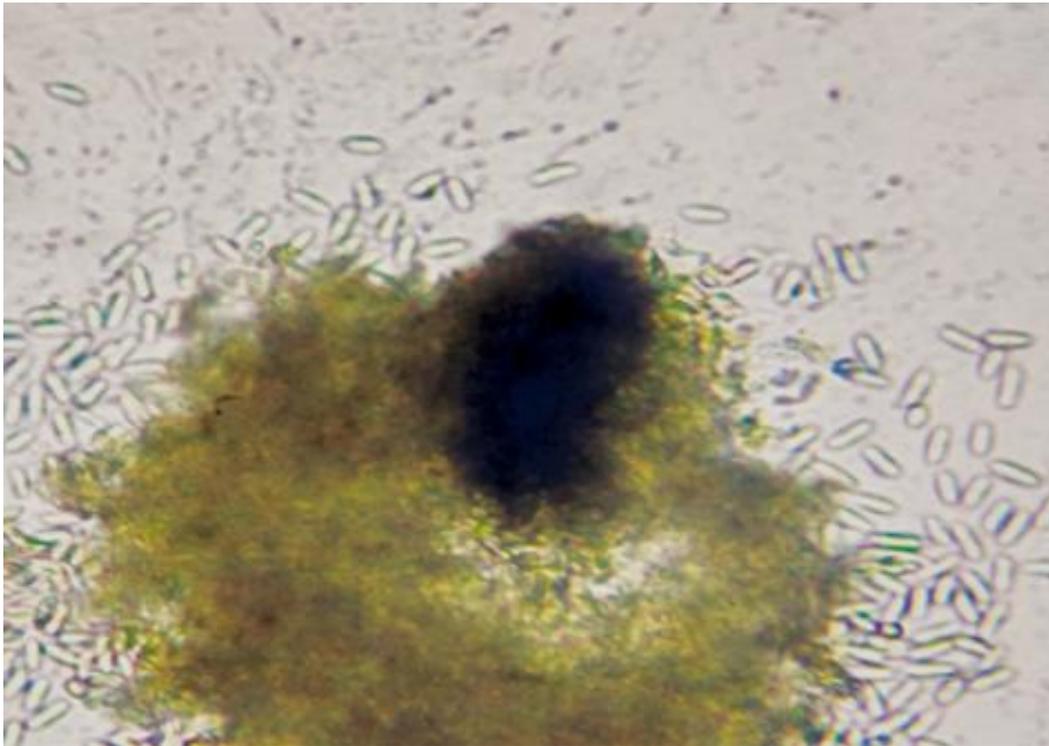


Fig 1. Picnidio y conidios unicelulares de *Phoma* sp., causa de la mancha parda foliar en *Eucalyptus globulus*.



Fig 2. Inicio de infección por *Phoma* sp. en eucalipto *Eucalyptus globulus* (a), necrosis parcial de hoja mostrando el signo del hongo en forma de picnidio (b) caída del área necrosada a partir de la nervadura principal (c).



Fig. 3. Manchas foliares en hojas de *Eucalyptus globulus* causadas por *Phoma* sp. (marrón claro) (a) y purpura violáceas causadas por *Harknessia* sp. (b)

4.2. Características morfológicas del hongo que causa “necrosis angular pajiza” en hojas de *Eucalyptus globulus* Labill.

Tabla N° 4. Características morfológicas del microorganismo que induce la “necrosis angular pajiza” en *Eucalyptus globulus*.

| Estructura | Descripción |
|--------------|---|
| Picnidio | Crema clara o blanca, globoso, cónico, de paredes delgadas de fácil laceración en el ápice. |
| Conidióforos | Filiformes, oscuros |
| Conidio | Oscuro, elipsoide unicelular a ovoide formando un pedicelo hialino |

Las claves de Barnett (1962) y Barnett & Hunter (1998), nos permitió determinar a *Harknessia* sp. (Figura 4.a y 4.b)

4.2.1. Patogénesis de *Harknessia* sp. en hojas *Eucalyptus globulus* Labill.

Harknessia sp. infecta a hojas de plantas adultas y de rebrotes (Figura 6 y 7), en macizos y en árboles aislados de *E. globulus*, reportado también por Rupérez y Muñoz (1980).

Para que prospere esta enfermedad tomamos como referencia las condiciones ambientales durante el tiempo que duró la investigación, es decir en un rango de temperatura promedio de 14.5 °C y humedad relativa de 51-70 %.

Bajo estas condiciones los conidios del hongo germinan un tubo germinación que logran penetrar el parénquima foliar a través de los estomas, distribuyéndose el filamento por los espacios intra e intercelulares, como está reportado por Agrios (2005); como lo menciona Roncal (2004) luego de que el hongo

metaboliza sus toxinas, la intoxicación se aprecia inicialmente como puntitos 0.1 a 0.3 mm de diámetro de color rojo con el centro de color pajizo; estas lesiones aumentan de tamaño hasta alcanzan de 5 – 6 mm de diámetro de color pajizo y rodeados de un margen rojo oscuro a negro; posteriormente las porciones muertas coalescen, mostrándose necrosis de color pajizo claro y de forma irregular; alrededor de la necrosis se aprecia clorosis y pigmentación púrpura violácea estas pueden llegar a tener hasta 10 mm de diámetro. La pigmentación púrpura violácea se debe a que existe bloqueo de xilema, que trae como consecuencia acumulación de carbohidratos en las células del parénquima foliar; este tipo de síntoma es común en manchas foliares, como lo reporta Agrios (1995).

En daños severos los puntos de infección ocupan la totalidad de la hoja (Figura 5.a). El color pajizo (Figura 5.b) claro indica que no hay transformación de los productos fenólicos de la planta en melanina por reacciones químicas con las toxinas del hongo como lo menciona Jauch (1988).

Cuando se generaliza la intoxicación del parénquima foliar se pierde el color verde, mostrándose una clorosis generalizada de la hoja, resaltando las nervaduras de color verde oscuro por el haz.

En fuertes infecciones las lesiones de la hoja se juntan unas con otras formando áreas muertas polimorfos, destacando ángulos limitados por las nervaduras. Bajo estas condiciones se aprecia al parénquima foliar de color pajizo claro rodeado por un margen de 1 a 2 mm de espesor de color marrón oscuro, púrpura violácea hasta negro; margen específico de concentración de melanina (Figura 5.b).

Dentro de la zona muerta se dejan ver limitados picnidios en forma de puntos negros; esta pigmentación se debe a la concentración de melanina en el área donde se forma el picnidio. En otros casos y sólo con ayuda del estereoscopio se aprecian los picnidios de colores claros no perceptibles a la vista.

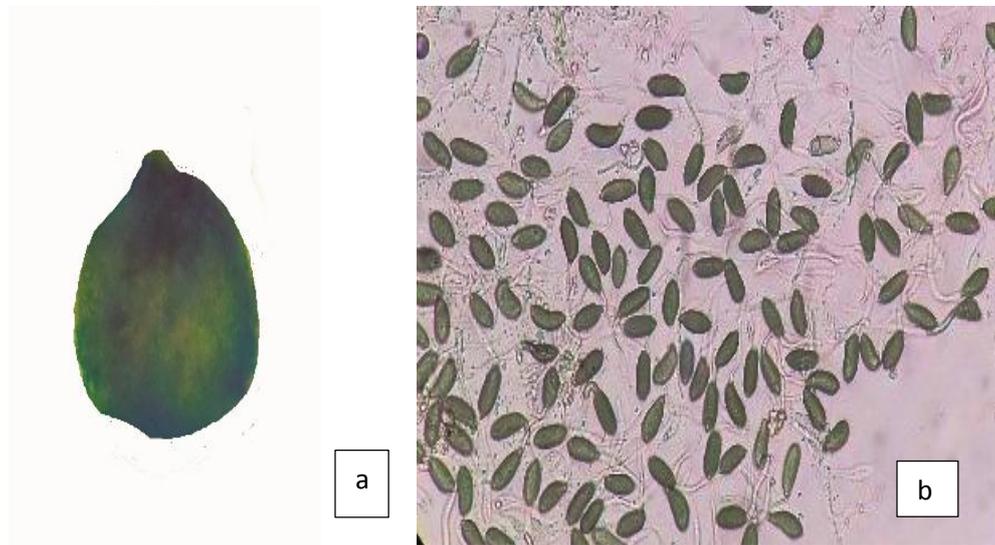


Fig 4. Picnidio (a) y conidios de *Harknessia* sp. (b), causa de la “necrosis angular pajiza” en *Eucalyptus globulus*.



Fig 5. Inicio de infección por *Harknessia* sp. en *Eucalyptus globulus*; infestación parcial de hoja mostrando el signo del hongo en forma de puntos rojizos (a) área necrosada a partir de la nervadura principal con manchas anguladas (b).



Fig. 6: Evidencia de ataque de *Harknessia* sp. en hojas adultas de *Eucalyptus globulus*.



Fig. 7. Ataque de *Harknessia* sp. en hojas tiernas de *Eucalyptus globulus*.

4.3. Características morfológicas del anamorfo y teliomorfo que causan la “mancha foliar violeta” en hojas de *Eucalyptus globulus* Labill.

Tabla N° 5. Características morfológicas de los microorganismos que inducen la “mancha foliar violeta” *Eucalyptus globulus*.

| Estado anamorfo | | Estado teliomorfo | |
|---------------------|--|-------------------|---|
| Estructura | Descripción | Estructura | Descripción |
| Picnidio | Oscura, globoso, ostiolado, frágil = errumpente | Ascocarpo | Piriforme, marrón oscuro, se destruye con facilidad = errumpente. |
| Conidióforo | Cortos | Asca | Fusiforme, hialina |
| Conidiospora | Hialina, estrechamente elongado a filiforme, septado | Ascospora | Hialinas, cilíndricas romas y con un septo |

Utilizando las claves de Barnett (1962) y Barnett & Hunter (1998), descritas en la tabla N° 5 determinamos el anamorfo *Septoria* sp. (Figura 8) y haciendo uso de la clave de Hanlin (1990) determinamos al teliomorfo *Mycosphaerella* sp. (Figura 7).

4.3.1. Patogénesis de *Mycosphaerella* sp y *Septoria* sp. en hojas de *Eucalyptus globulus* Labill.

Este patógeno causa manchas foliares de color violeta, principalmente en hojas de ramas de rebrotes y hojas maduras de árboles en macizo, en linderos y en árboles aislados que coincide con la investigación de Rupérez y Muñoz (1980).

Durante el periodo de muestreo para determinar la etiología de esta mancha foliar; para la provincia de Cajamarca se registró 51-70 % de humedad relativa y 14.5°C de temperatura promedio; condición que permitió el proceso de infección y patogénesis de *Mycosphaerella* sp.

Como todo hongo, las células del conidio germinan tubos germinales que por quimiotaxismo se dirigen a los estomas; inmediatamente después del establecimiento en la cámara sub estomática, el tubo germinativo se transforma en filamento o hifa; en este estado se distribuye por los espacios inter e intracelulares, de esta última porción se forman los haustorios a través del cual se alimenta el hongo succionando el contenido celular del parénquima foliar, este proceso lo reportado ampliamente Agrios (1995).

Con la dotación de alimento, los filamentos del hongo siguen su distribución en el tejido parenquimático; bajo estas condiciones metabolizan diferentes micotoxinas como lo comenta Jauch (1988); cuyo efecto en las células del hospedero es la nula replica de los ácidos nucleicos de esta manera las células mueren manifestándose diferentes síntomas.

Los primeros síntomas en la lámina foliar se observan a través del estereoscopio como puntos cloróticos inconspicuos (Figura 10.a); posteriormente la infección

se hace notorio a simple vista en forma de manchas regulares purpura violáceo de 1 a 2 mm de diámetro, cuando la lesión aumenta de tamaño de 4 – 6 mm de diámetro se aprecia un margen de hasta 3 mm de espesor de color marrón rodeado de otro margen de 1 a 1.2 mm de espesor de color púrpura violáceo y en la parte central de esta lesión se aprecia un punto color café de hasta 3 mm de diámetro (Figura 11.b y c). Este tipo de manchas se encuentran indistintamente distribuidas en la lámina foliar.

La pigmentación purpura violácea indica que el proceso de la patogénesis ocurre con la obstrucción del xilema acumulándose fotosintatos en algunas células del parénquima formando los pigmentos antociánicos como lo menciona Agrios (1995).

Fuertes infecciones permiten observar manchas irregulares que comprometen la nervadura y el parénquima foliar, necrosando el tejido de color café oscuro. Cuando las machas coalescen el tejido necrosado alcanza varios centímetros teñidos de negro, que con facilidad se resquebrajan (Figura 11.d).

En el interior del tejido necrosado se observan lesiones oscuras de 0.1 – 0.3 mm de diámetro, éstas contienen a picnidios y arcosporos como estructuras de propagación en estado anamorfo y telomorfo del hongo.

En la literatura fitopatológica universal la etiología de las manchas foliares purpura violáceo del eucalipto corresponden al anamorfo *Septoria* sp., y al telomorfo *Mycosphaerella* sp.

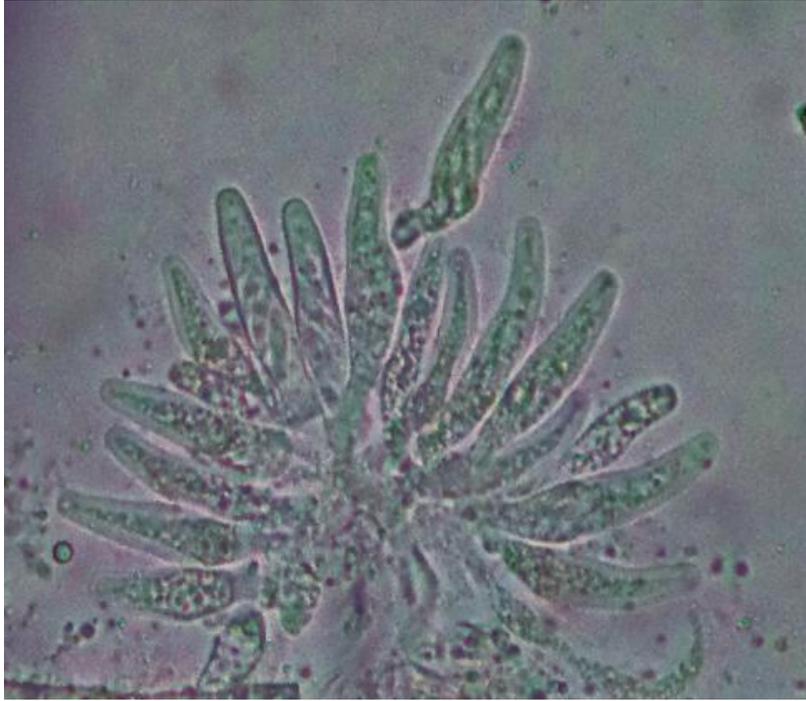


Fig. 8 Ascosporas de *Mycosphaerella* sp.



Fig. 9 Conidiosporas *Septoria* sp.



Fig. 10 Fase inicial de infección de *Mycosphaerella* sp. y *Septoria* sp. como puntos purpura violáceo (a) en *Eucalyptus globulus*.

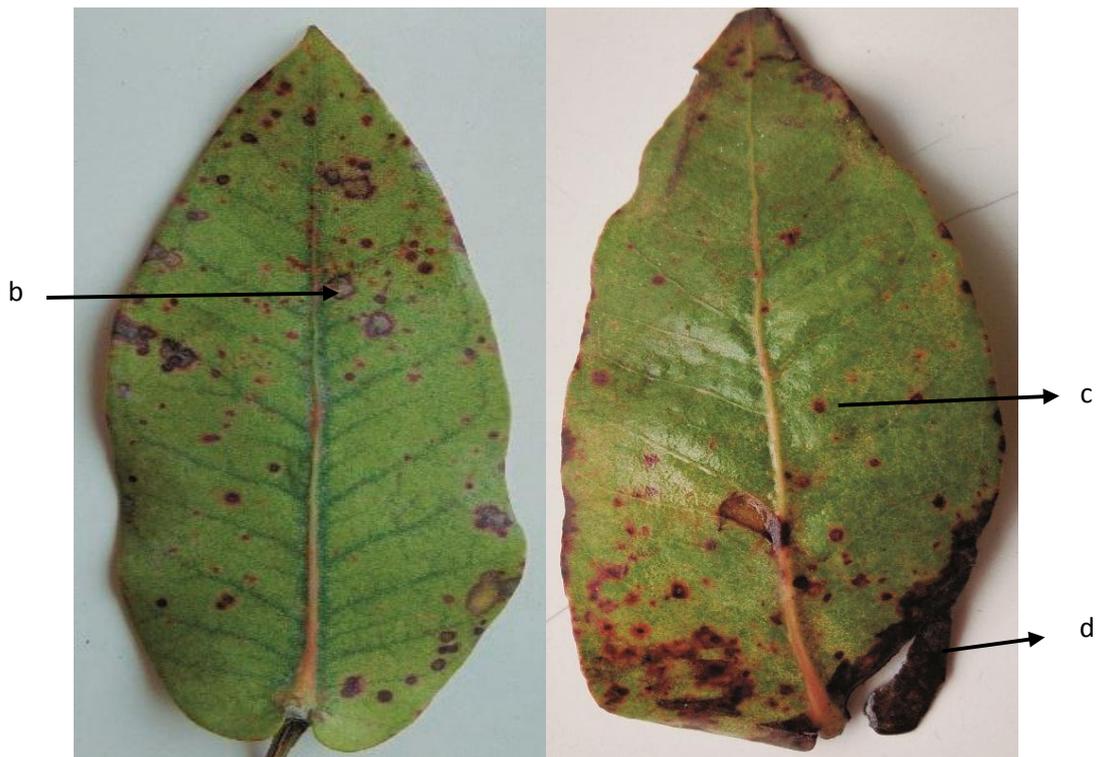


Fig 11. Inicio de infección por *Mycosphaerella* sp. y *Septoria* sp. en *Eucalyptus globulus*; avance de la infección en el centro de la mancha de color crema (b) necrosis parcial de hoja mostrando el signo del hongo en forma de puntos rojo vinoso (c) área necrosada a partir de la base de la nervadura principal de color marrón oscuro (d).

4.5. Características morfológicas del patógeno que causa “mancha beige” en hojas de *Eucalyptus globulus* Labill.

Tabla N° 6. Características morfológicas del hongo que induce “mancha beige” de *Eucalyptus globulus*

| Estructura | Descripción |
|---------------------|---|
| Picnidio | Oscuro aislado, globoso, ostiolado, inmerso en el sustrato, erumpente |
| Conidióforos | Pequeños, hialinos |
| Conidios | Oscuro, multicelular, fusiforme alargado. |

Las características morfológicas expuestas en la tabla N° 6, permitió hacer uso de las claves de Barnett (1962) y Barnett & Hunter (1998), determinando el género *Hendersonia* sp. (Figura 12 y 13).

4.5.1. Patogénesis de *Hendersonia* sp. en hojas de *Eucalyptus globulus* Labill.

Como todo fitopatógeno foliar, el inóculo multicelular de *Hendersonia* sp., en condiciones adecuadas de humedad y temperatura germinan (51-70 % de humedad relativa y temperatura promedio de 14.5 °C), penetrando el tubo germinativo a través de estomas; desarrollando el filamento en forma inter e intra celular, proveyéndose de alimento a través de haustorios.

Las primeras infecciones sólo se dejan ver a través del estereoscopio; apreciándose áreas circulares con pérdida del color verde normal de la hoja; a medida que se incrementa la infección las células del parénquima se necrosan tiñéndose de marrón oscuro (Figura 14.a), mostrándose a la vista áreas circulares de 1 a 3 mm de diámetro; alrededor de esta área, se aprecia un

margen de tejido afectado de color marrón rojizo. Transcurrido el tiempo, el tejido parenquimático necrosado se deshidrata mostrándose áreas circulares de hasta 5 mm de diámetro color beige claro, rodeado de un fino hilo marginal de color marrón rojizo (Figura 14.b). En hojas jóvenes las lesiones se muestran aisladas en cambio en hojas adultas tienden a coalescer principalmente por la base, procurando muerte progresiva incluyendo la nervadura principal y secundarias. En el tejido necrosado se aprecia pequeñas áreas oscuras de 0.1 – 0.3 mm de diámetro, éstas en su parte central contienen a los picnidios del hongo. Es frecuente que en una hoja afectada por *Hendersonia* sp., también se encuentre picnidios de *Phoma* sp.; cada uno de estos patógenos manifiestan asociación sinérgica; necrosando a las hojas de eucalipto con mayor rapidez.

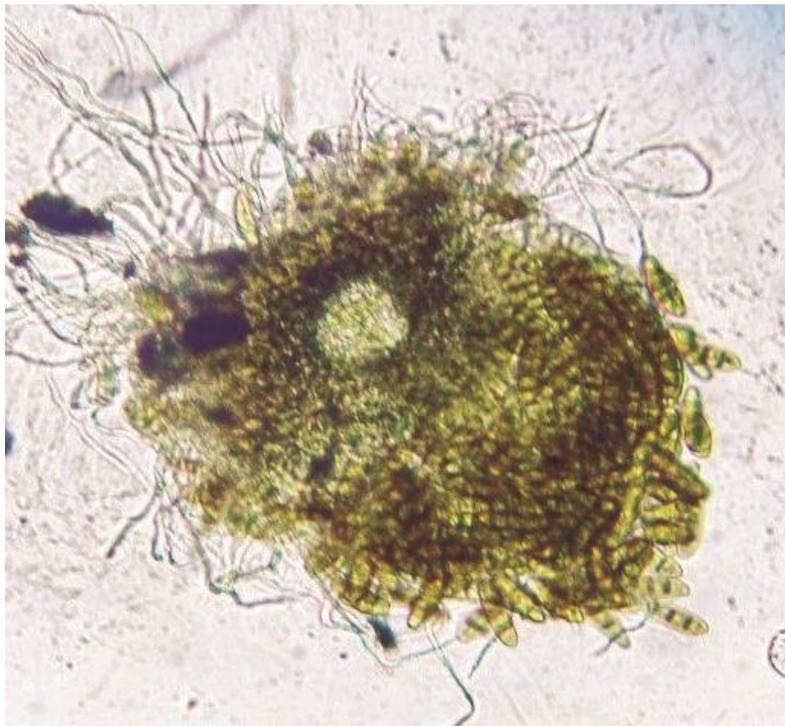


Fig 12. Picnidio y conidios tetracelulares de *Hendersonia* sp., causa de la mancha beige foliar en *Eucalyptus globulus*.

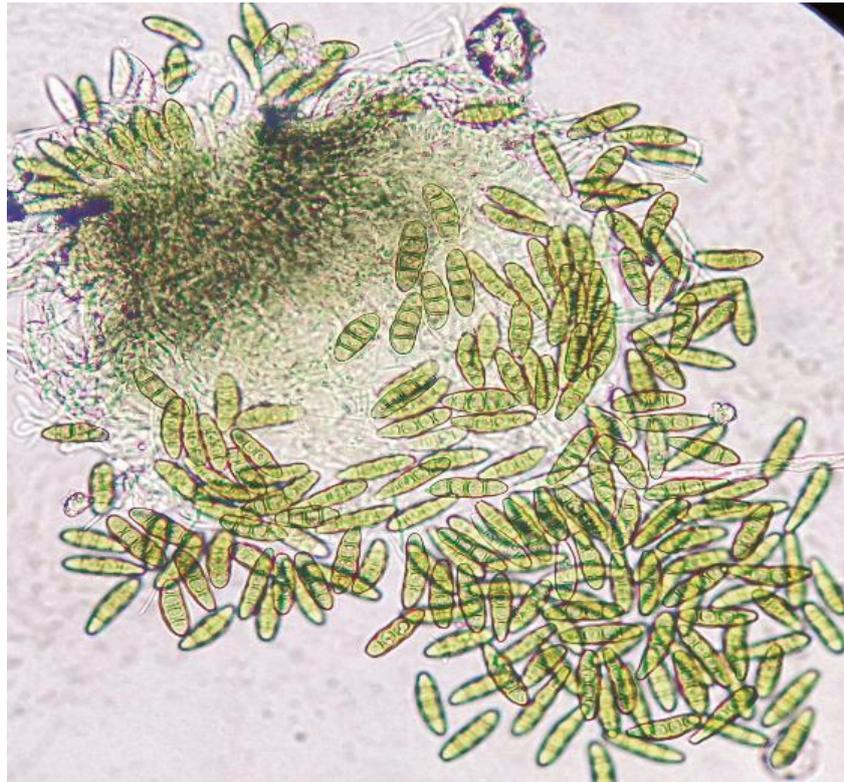


Fig. 13: Conidiosporas de *Hendersonia* sp.

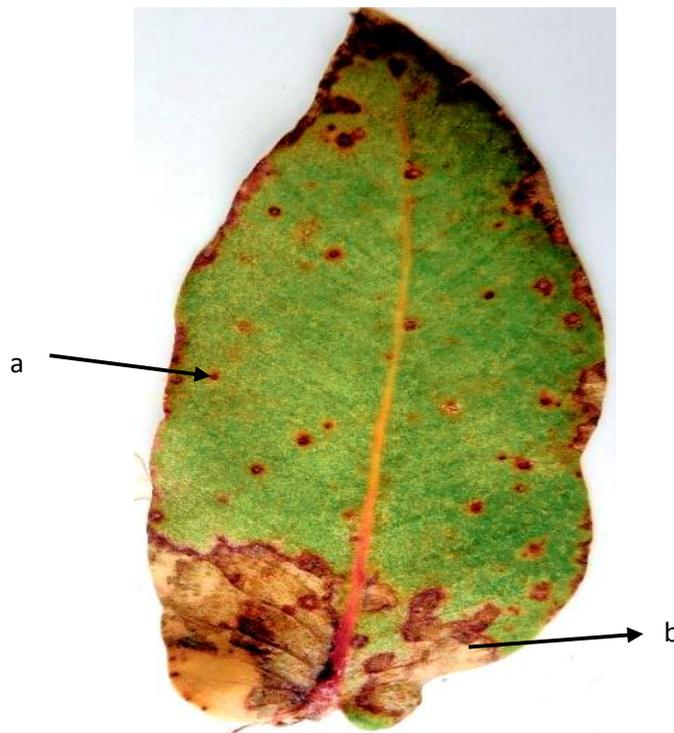


Fig 14. Inicio de infección por *Hendersonia* sp en *Eucalyptus globulus*; el signo del hongo en forma de manchas circulares de color pajizo (a) área necrosada a partir de la base de la nervadura principal de color marrón oscuro (b).

4.5. Características morfológicas del patógeno que causa “mancha verrugosa” en hojas de *Eucalyptus globulus* Labill.

Tabla 7. Características morfológicas del microorganismo que induce “mancha verrugosa” en hojas de *Eucalyptus globulus*.

| Estructura | Descripción |
|--------------|--|
| Picnidio | Oscuro, ostiolado, globosos aplanado y de distribución inmerso en el substrato |
| Conidióforos | Elipsoide, fusiforme, hialino |
| Conidios | Elipsoide, cilíndrico, fusiforme, marrón brillante |

Las características descritas en la tabla N° 7 se contrastaron con las claves de Sutton (1980) determinando que el agente etiológico es *Angiopomopsis* sp. (Figura 15).

4.5.1. Patogénesis de *Angiopomopsis* sp. en hojas de *Eucalyptus globulus* Labill.

Angiopomopsis sp., como causa de la “mancha verrugosa”, en hojas del eucalipto se diagnosticó, cuando las condiciones de temperatura de la provincia de Cajamarca fueron de 14.5 °C y la humedad relativa de 51-70 %; condiciones ambientales semejantes reportados por Roncal y Roncal (2002) en la investigación de la “Gomosis” del eucalipto cuya causa es el mismo patógeno.

Cada célula del conidio tetra celular germina un tubo de germinación que ingresan a través de estomas, hidatodos, lenticelas de la nervadura y por heridas artificiales, principalmente en hojas lanceoladas de árboles adultos.

Las primeras infecciones se observan a través del estereoscopio, como puntos protuberantes indistintamente distribuidos en haz y envés de las hojas (Figura 16.b); éstas miden de 0.01 a 0.03 mm de diámetro idéntico al reporte de Roncal y Roncal (2002) y son de color pajizo. A medida que pasa el tiempo, aumentan de tamaño hasta alcanzar 3 a 5 mm de diámetro coloreados de marrón vino a marrón osco, con emanación de goma (Figura 16.c), como consecuencia de la degradación de celulosa de la pared celular del hospedero. Las porciones de tejido afectado coalescen formando áreas necróticas que ocupan hasta el 100 % de la lámina foliar.

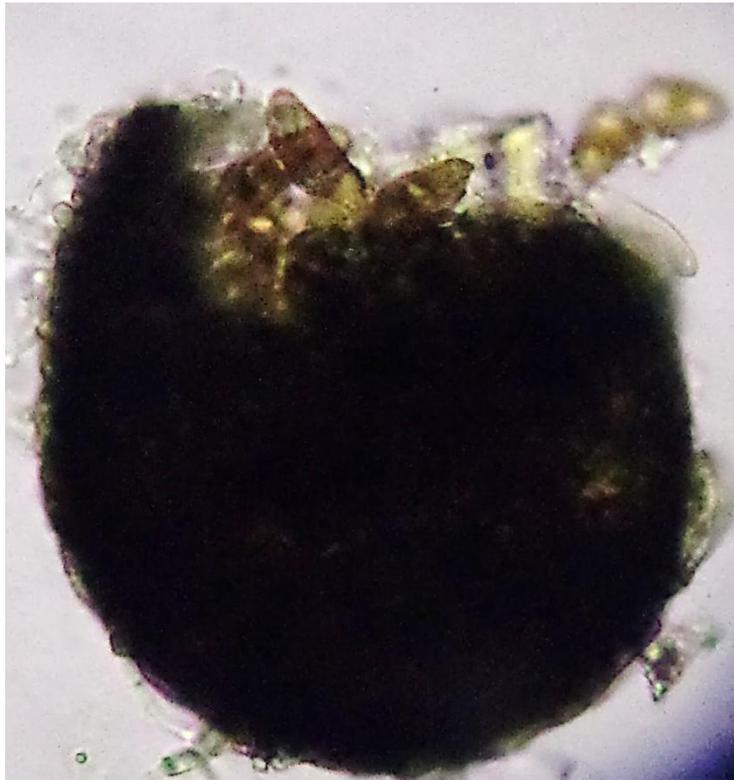


Fig 15. Picnidio y conidios tetracelulares de *Angiopomopsis* sp., causa de la mancha verrugosa en *Eucalyptus globulos*.



Fig 16. Conidiosporas de *Angiopomopsis* sp. (a); inicio de infección en *E. glóbulos* (b); el signo del hongo en forma de verrugas circulares de color pajizo (c).

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Se determinó como agente etiológico a ***Phoma sp.***, agente causal de la “**Mancha parda**”, la patogénesis inicia con lesiones visibles son circulares de 6 mm de diámetro y terminan de varios centímetros cuadrados. Ocasionalmente abarcan el 100 % de la hoja; el área muerta de la hoja se resquebraja y se desprende.
2. Se determinó como agente etiológico a ***Harknessia sp.***, este patógeno causa la “**Necrosis angular pajiza**”; la patogénesis se inició con puntos rojos de 0.1 – 0.3 mm; cuando alcanzan de 5 – 6 mm, éstas coalescen formando áreas anguladas irregulares, limitadas por las nervaduras de más de 1.5 cm, limitadas por un hilo rojo vinoso a negro y este a su vez rodeado de áreas purpura violáceos y la clorosis respectivas como indicador de intoxicación de células del parénquima del hospedero.
3. La “**Mancha foliar violeta**”, es causado por los agentes etiológicos ***Septoria sp.*** y ***Mycosphaerella sp.*** (teliomorfo de *Septoria sp.*); la patogénesis de ambos patógenos corresponden a puntos de 1 – 2 mm de diámetro, de color violáceo oscuro; cuando alcanzan de 4 – 6 mm de diámetro, presentan un margen de 3 mm de espesor de color marrón, rodeado de otro, de 1 a 1.2 mm de color púrpura violáceo. El tejido muerto es de color marrón oscuro; por naturaleza la coalescencia se muestra en la base de la hoja.

4. Se determinó como agente etiológico a *Hendersonia sp.*, causa de la “**Mancha beige**”, la patogénesis inicia a partir de 1 mm de diámetro se observa como puntos marrón oscuro; cuando alcanzan 5 mm de diámetro la necrosis es de color beige claro, rodeado de un fino hilo marginal de color marrón oscuro. Cuando las lesiones coalescen el parénquima necrosado mantiene el color característico, mientras que el margen marrón oscuro aumenta de espesor hasta los 3 mm.
5. Se determinó como agente etiológico a *Angiopomopsis sp.*, causante de la “**Mancha verrugosa**”; la patogénesis inicia con puntitos de 0.1 mm, estos son de color rojo vinoso acompañado de cristales; cuando alcanzan de 3 a 5 mm de diámetro, el tejido afectado se resquebraja. Estas lesiones se distribuyen indistintamente en todo el área foliar tanto en el has como envés.

VII LITERATURA CITADA

Agrios, G. N. 2004. Plant pathology. 5 ed. Elsevier Academic Press. Department of plant pathology University of Florida. 922 pag.

Aldave P. A. y Mostacero L. J. 1988. Botánica Farmacéutica. 1ª edición. Editorial Trujillo- Perú. 156 pag.

Barnett H.L. & Hunter B. B. 1998. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. 4º edición. The American Phytopathological Society, St. Paul, MN, USA.

Cedeño, L. y Ch. Carrero 2000. *Cylindrocladium pteridis* Causando Manchas Foliares en Eucaliptos de Portuguesa – Venezuela. Revista Forestal. Venezuela 101–106 pag.

COMAFORS 2013. Corporación del manejo forestal sustentable, Ficha técnica *Eucalyptus globulus* Labill. Primera edición. Ecuador. Consultado 30 nov. 2016. Disponible en <http://eco-andino.blogspot.pe/2009/09/historia-sintetica-del-eucalipto-en-el.html>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) 1975. El eucalipto en la repoblación forestal. Primera edición. España. 215pg.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) HOLANDA. 1996. Manual de Plantaciones Forestales para la sierra peruana. Segunda edición. Lima-Perú. 180 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) HOLANDA. 2006. Manual de Campo Plagas y enfermedades de eucaliptos y pinos en el Uruguay. Primera edición. Uruguay. 173p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) 2000. Global Forest Resources assessment 2000 – Main Report. FAO Forestry Paper, (en línea). Roma. Consultado 15 de nov. 2016. Disponible en <http://www.fao.org/forestry/fo/fra/main/index.jsp>

INIA (Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria). 2008. La Selvicultura del *Eucalyptus globulus* (en línea). Primera edición. España. Consultado 11 de abril del 2016. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/259744643_La_Selvicultura_del_Euca](https://www.researchgate.net/publication/259744643_La_Selvicultura_del_Euca_lyptus_globulus)
[lyptus_globulus](https://www.researchgate.net/publication/259744643_La_Selvicultura_del_Euca_lyptus_globulus)

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) HOLANDA. 2015. Manual de viveros Forestales para la sierra peruana. Segunda Edición. Lima-Perú. 360p.

Fernández Valiela, MV. 1978. Introducción a la Fitopatología. Hongos. Tercera Edición. Buenos Aires Argentina. Colección Científica del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Argentina. Consultado 11 abril del 2016.

Disponible

en http://eprints.ucm.es/9233/1/Fisiologia_Vegetal_Aspectos_basicos.pdf

Gallegos, L. 2005. Descripción y Manejo de Plagas y Enfermedades en el Arbolado Urbano de la Comuna de la Reina. Grado Ingeniero Forestal. Santiago-Chile. Universidad de Chile.

Guevara ChJ, Villanueva MO. y Roncal MS.. 2001. Cuadro clínico y etiología de la roya del ada (*Tecoma sambucifolia* HBK). Tesis Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cajamarca

Hanlin R.T. 1990. Illustrated Genera of Ascomycetes *Mycosphaerella* sp. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota 55121, USA. 2° edición. 11, 146, 148, 149, 206 pag.

INAFOR (Instituto Nacional Foresta) 2010. Manual de Viveros para la Producción de Especies Forestales en Contenedor. Volumen Uno Planeación, Establecimiento y Manejo del Vivero. Guatemala. 20 p.

Llácer G., López M.M., Trapero A., Bello A., 1996. Patología Vegetal. 1 Ed. Sociedad Española de Fitopatología y Phytoma España. 695 pag.

Lanier, C., Heutte, N., Richard, E., Bouchart, V., Lebailly, P., & Garon, D. 2009. Mycoflora and mycotoxin production in oilseed cakes during farm storage. Journal of Agricultural and Food Chemistry, (en línea). Francia. Consultado el 24 de oct. 2016. Disponible en: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf8031588>

Métro, A. 1955. El eucalipto en la repoblación forestal. FAO Departamento de Montes. (en línea). Roma-Italia. 20-01-2014. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/004/AC459S/AC459S00.htm#TOC>

Navarrerte, F. y Sandra Lupo (s/f). 2010. Aislamiento e identificación de especies de *Mycosphaerella* y *Teratosphaeria*, asociados a la enfermedad de la mancha de la hoja en *Eucalyptus* spp. (en línea). 20 de ene. del 2016. Disponible en: <https://www.colibri.udelar.edu.uy/bitstream/123456789/1636/1/uy24-14560.pdf>

Otero, L. 2007. El género *Mycosphaerella* en plantaciones de Eucalyptus en Galicia. PATOLOGÍA. Bol. San. Veg. Plagas. 33:503 – 516.

Pathauer, P. (2005) Subprograma Eucaliptos y Pinos en la Región Pampeana. Mejores Árboles para más Forestadores. Proyecto Forestal de Desarrollo. http://forestindustria.magyp.gob.ar/backup2/_archivos/_biblioteca/pathauer.pdf

Rivera Ramírez M. E. y Codina Escobar J. C. 1991. Mecanismos de infección de los hongos fitopatógenos. Schäfer, *Ann.Rev. Phytophatol.* **32**:461

Roncal Ordóñez, MS 2004. Principios de Fitopatología Andina. 1ra edic., edit., Grafica Bracamonte. Lima Perú.

Roncal Ordóñez. M. S. 2008. Morfofisiología y taxonomía de patógenos que inducen roya en arbustos y árboles en Cajamarca. Tesis Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cajamarca

Roncal Rabanal M. R. 2002. Diseminación y sintomatología de la gomosis en eucalipto en seis distritos de Cajamarca. Tesis Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cajamarca

Ruperez, A.; Muñoz, C. 1980. Enfermedades de los eucaliptos en España. Bol. Serv. Plagas. Pag. 193-217. 20-12-2016. Disponible en: www.mangrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revista/pdfplagas%2FBSVPO

Sánchez, L.; Cáceres. J. M. 1995. Árboles Ornamentales de la Región de Murcia. Publicación Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Agrícolas de la Región de Murcia. 20-01-2016. Disponible en: <http://www.árbolesornamentales.es/Myrtaceae.htm>

Suton, B. C. 1980. The Coelomycete-Fungy Imperfecti con Pycnidia Acervuli y Stromata. 3° edición. Commonwealth Micological Institute Key, Surrey, England. Pag. 11,146, 148, 206

Urán, ME.; Cano, LE. 2008. Maestría en Ciencias Médicas, Universidad Pontificia Bolivariana, Melanina: implicaciones en la patogénesis de algunas enfermedades y su capacidad de evadir la respuesta inmune del hospedero. Medellín, Colombia. En línea. 05/09/2017. Disponible en: <http://www.revistainfectio.org/index.php/infectio/article/viewFile/117/142>

Webster, J. 1986. Introduction to Fungi. Second edition. Cambridge University Press. Cambridge. London New York New Rochelle. Melbourne Sydney. 669

GLOSARIO

Terminología fitopatológica básica, usada en la presente investigación

Anamorfo.- designación micologica que se utiliza para explicar el origen de los conidios de la clase forma deuteromicetes, también denominados hongos imperfectos. Los miembros que lo integran esta clase producen conidios sin el proceso de intercambio genético (talos de diferente polaridad) (Webster, 1986).

Asco o Asca.- célula en forma de saco, que usualmente contiene ocho ascosporas, es una característica de los Ascomycetes (Agrios, 2004).

Ascospora.- Meiospora que se forma en el asco (Agrios, 2004).

Ascocarpos.- cuerpo fructífero de los ascomicetos que contiene ascas (Agrios, 2004).

Cenocítico. Hifa sin divisiones transversales (Agrios, 2004).

Conidio.- espora asexual de un hongo formada en el extremo de un conidióforo (Agrios, 2004).

Conidióforos.- hifa especializada sobre la cual se forman uno o más conidios (Agrios, 2004).

Clorosis. Amarillamiento de los tejidos normalmente verdes, debido a la destrucción de la clorofila o a la imposibilidad de sintetizarla (Agrios, 2004).

Coalescencia: posibilidad de que dos o más materiales se unan en un único cuerpo.

Conidio. Estructura de reproducción de origen sexual o asexual producida por los hongos (Agrios, 2004).

Conidióforo. Hifa especializada sobre la cual se forman uno o más conidios (Agrios, 2004).

Desinfectante. Agente físico o químico que destruye o inactiva a los patógenos del ambiente o de la superficie de una planta u órgano, antes de que ocurra la infección cccc.

Esclerocio. Estructura pseudoparenquimática; producto del agrupamiento desordenado y apretado de hifas. Son multiformes, consistentes de colores oscuros. En esta forma, muchos hongos soportan condiciones adversas, por periodos prolongados de tiempo.

Esporodoquio. Fructificación de origen asexual producida por algunos hongos y constituida por masas de conidióforos desarrollados sobre un estroma fungoso (Agrios, 2004).

Espora. Unidad reproductiva de los hongos que consta de una a varias células; es análoga a la semilla de las plantas verdes (Agrios, 2004).

Esporangio. Estructura protoplasmática, generalmente multicelular, de forma esférica, ovoide o cilíndrica. Puede formar esporas, zoosporas o germinar directamente un tubo de germinación (Agrios, 2004).

Estroma. Es una masa de hifas vegetativas que forman un pseudotejido fungoso (Agrios, 2004).

Etiología.- se define como el estudio de la naturaleza de la causalidad de una fitoenfermedad o determinación del agente causal de una enfermedad (Llácer, 1996).

Fiálide. Estructura fungal pequeña en forma de botella, producto de la ramificación de algunos conidióforos. Tiene comportamiento de célula conidiogénica, debido a que en su interior se forman conidios que son expulsados en su oportunidad (Agris, 2004).

Filamento. Estructura delgada, flexible, similar a un hilo (Agris, 2004).

Filiforme. Parecido a un hilo (Agris, 2004).

Floema. Tejido vascular compuesto generalmente por los tubos cribosos, las células acompañantes y el parénquima que conduce los compuestos alimenticios elaborados.

Halo. Zona clorótica (Agris, 2004).

Haustorio. Modificación del micelio producida por algunos hongos con el objetivo de extraer desde las células hospederas los nutrimentos requeridos para el crecimiento y desarrollo del hongo (Agris, 2004).

Hialino. Carente de coloración, transparente (Agris, 2004).

Hidátodos. Estructuras con una o más aberturas que eliminan el agua del interior de la hoja hasta su superficie (Agris, 2004).

Hifa. Ramificación simple de un micelio (Agris, 2004).

Infección. Establecimiento de un parásito dentro de una planta hospedante (Agrios, 2004).

Inoculo. Es el organismo patógeno o aquella parte de él responsable de producir una infección (Agrios, 2004).

Laceración.- ruptura, herida, magulladura que se produce en el caso de esta investigación en la superficie foliar.

Melanina. Pigmento ubicuo en todos los reinos biológicos más común y de mayor distribución en la naturaleza, responsable de la coloración de plantas y animales. En la planta la melanina son pigmentos oscuros que protegen a la planta del estrés ambiental (Urán y Cano, 2008).

Mesófilo. Tejido central de la hoja interna y no vascular que está constituido por tejido mesofílico esponjoso en empalizada.

Micelio. Conjunto de finos tubos o hifas que caracterizan a la gran mayoría de hongos.

Micelio cenocítico.- Cuando las hifas no presentan septas, el micelio es denominado

Cenocítico o no tabicado

Micelio no cenocítico.- cuando presenta septas el micelio se dice que es tabicado.

Micotoxinas.-son sustancias venenosas producidas por algunos hongos que se encuentran mayormente en las siembras de cereales y oleaginosas, frutas secas mal almacenadas.

Moteado. Síntoma de enfermedad que consiste en el desarrollo de zonas claras y oscuras; patrón foliar irregular.

Patogénesis.- es la secuencia del desarrollo de la fitoenfermedad, que inicia con la germinación del inóculo o la penetración de este a través de las aperturas naturales de la planta, por ejemplo si la espora de un hongo germina en la superficie foliar, el tubo germinativo por quimiotropismo se dirige a un estoma; por un determinado tiempo se establece en la cámara sub estomática, posteriormente abre paso por los espacios intercelulares; este proceso sigue la diferenciación por haustorio que ingresa al interior de la célula roturando la pared celular, mas no la membrana celular, alimentándose a través de osmosis; luego de metabolizar toxinas, estas también se difunden por osmosis en las células del hospedero (Roncal, 2004).

Pedicelo.- columna carnosa que sostiene el sombrerillo de las setas del hongo.

Picnidio.- cuerpo fructífero asexual, esférico o en forma de botella que en su interior contiene conidióforos y conidios.

Quimiotropismo.- Tropismo vegetal en que la dirección de crecimiento, de atracción o repulsión, es provocada por sustancias químicas.

Teliomorfo.- término micológico que se refiere a la producción de esporas, en estructuras especiales denominadas ascas estas pueden estar libres o en

cuerpos fructíferos denominados ascocarpos, incluidos en la clase Ascomycetes; los cuerpos fructíferos tienen distintas nominaciones. Las otras especies teleomórficas se caracterizan por producir esporas en basidias y los representantes corresponden a la clase Basidiomycetes (Webster, 1986).

Toxinas.-sustancias extremadamente venenosas que actúan a muy bajas concentraciones.

APÉNDICE

Identificación del género del patógeno que induce la “Mancha pajiza” en

E. glóbulus

Claves de identificación Illustrated genera of Imperfect Fungi (Barnett, 1960)

A2 Micelio no cenocítico con frecuente septa, conidia normalmente presente excepto en algunos género.....(HONGOS IMPERFECTOS)

B2 Conidióforos y conidias producidos dentro de un picnidio.....(SPHAROPSIDALES)

C1 Conidia globosa a oblonga o elipsoide no filiforme

D1 de una célula

E1 Conidia hialina

F1 Picnidio completo y con células desarrolladas en la base

G1 Picnidio separada no están en estroma

H3 Picnidio corto no parasito de los mildius y oídiums

I2 Picnidio con ostiolo o poro definido

J2 Picnidio no en subiculum (levemente inmerso)

K2 Conidia de un solo tipo

L2 Conidia exógena

M3 Conidia globosa, ovoide o elipsoide, puede tener una ligera curvatura no es oscura no es dictiospora y clamidiospora

N2 conidioforos simples

O2 Conidio sin apéndice en el ápice

P2 Picnidia confundida con el sustrato natural

Q2 Conidia corta

R2 Picnidio sin

zeta.....Phoma

(Barnett, 1960).

Identificación del género del patógeno que induce la “Necrosis angular pajiza” en *E. glóbulus*

Claves de identificación Illustrated genera of Imperfect Fungi (Barnett, 1960)

A2 Micelio no cenocítico con frecuente septa, conidia normalmente presente excepto en algunos género.....(HONGOS IMPERFECTOS)

B2 Conidióforos y conidias producidos dentro de un picnidio... (SPHAROPSIDALES)

C1 Conidia globosa a oblonga o elipsoide no filiforme

D1 de una célula

E2 Conidia con pigmentación oscura

F2 Picnidio bien desarrollado, con o sin ostiolo

G2 No parasita lichens

H2 Picnidia sin zetas

I1 Picnidia clara, conidioforos largos, filiformes.....*Harknessia*

(Barnett, 1960).

Identificación del género del patógeno que induce la “Mancha foliar violeta” en

E. glóbulus

Claves de identificación Illustrated genera of Imperfect Fungi (Barnett, 1960)

A2 Micelio no cenocítico con frecuente septa, conidia normalmente presente excepto en algunos género.....(HONGOS IMPERFECTOS)

B2 Conidióforos y conidias producidos dentro de un picnidio... (SPHAROPSIDALES)

C1 Conidia globosa a oblonga o elipsoide no filiforme

D2 Picnidia no estroma, no gelatinosa.

E2 Picnidia globosa o aplastada

F1 Picnidia ostiolada

G1 Conidia hialina

H1 Picnidia producida en manchas necróticas en el huésped

I2 Picnidia sin setas.....*Septoria*

(Barnett, 1960).

Identificación del género del patógeno que induce la “Mancha beige” en

E. glóbulus

Claves de identificación Illustrated genera of Imperfect Fungi (Barnett, 1960)

A2 Micelio no cenocítico con frecuente septa, conidia normalmente presente excepto en algunos género.....(HONGOS IMPERFECTOS)

B2 Conidióforos y conidias producidos dentro de un picnidio... (SPHAROPSIDALES)

C1 Conidia globosa a oblonga o elipsoide no filiforme

D3 Conidia 3- a varios – celda

E1 Conidios sólo con septos transversales

F1 Conidios sin apéndices

G1 Picnidia marrón o negro, sin estroma

H1 Conidia oscuro; picnidia sin espinas

I1 Conidia solo en conidióforos.....Hendersonia

(Barnett, 1960).

Identificación del género del patógeno que induce la “Mancha foliar violeta” en

E. glóbulus

Claves de identificación Illustrated genera of Ascomycetes (Hanlin, 1989)

| | |
|---|----------------|
| 1´ Ascosporas no filiformes..... | 2 |
| 2´(1´) Ascosporas distintas de los alantoides en forma..... | 3 |
| 3´ (2´) Ascosporas con más de una célula..... | 58 |
| 58(3´) Ascosporas bicelulares..... | 59 |
| 59(1´) Ascosporas hialinas o verdosas..... | 60 |
| 60(59) Ascosporas apiculadas no tienen un septo desarrollado..... | 62 |
| 62´(60´) Ascas bitunicadas..... | 63 |
| 63(62´) Ascoma peritheciold..... | 64 |
| 64(63´) Centro muy frágil con pseudoparafisis..... | Mycosphaerella |

(Hanlin, 1989).

Identificación del género del patógeno que induce la “Mancha verrugosa” en

E. glóbulus

Claves de identificación The Coelomycetes Fungi Imperfecti with Picnidia Acervuli and Stromata (Sutton, 1980)

Picnidio inmerso