UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

DETERMINACION DE ENFERMEDADES FOLIARES PROVOCADAS POR HONGOS EN DIEZ ESPECIES FORESTALES EN PLANTACIONES UBICADAS EN LOS DEPARTAMENTOS DE ALTA VERAPAZ, BAJA VERAPAZ, EL PETEN E IZABAL, DURANTE LA EPOCA LLUVIOSA

TESIS

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

ALVARO ENRIQUE SOTO ALVARADO

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRONOMO
EN SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA EN EL GRADO ACADEMICO DE LICENCIADO

GUATENMALA, MAYO 2002

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

ING. AGR. EFRAIN MEDINA GUERRA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	**Ing. Agr. Edgar Oswaldo Franco Rivera**
VOCAL PRIMERO:	**Ing. Agr. Walter Estuardo García Tello**
VOCAL SEGUNDO:	**Ing. Agr. Manuel de Jesús Martínez Ovalle**
VOCAL TERCERO:	**Ing. Agr. Erberto Raúl Alfaro Ortiz**
VOCAL CUARTO:	**Br. Wener Armando Ochoa Orozco**
VOCAL QUINTO:	**Br. Axel Aureliano Herrera Pérez**
SECRETARIO:	**Ing. Agr. Edil René Rodríguez Quezada**

Guatemala, Mayo del 2,002

Honorable Junta Directiva
Honorable tribunal examinador
Facultad de Agronomía
Universidad San Carlos de Guatemala

Distinguidos miembros:

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:
DETERMINACION DE ENFERMEDADES FOLIARES PROVOCADAS POR HONGOS EN DIEZ ESPECIES FORESTALES EN PLANTACIONES UBICADAS EN LOS DEPARTEMANTOS DE ALTA VERAPAZ, BAJA VERAPAZ, EL PETEN E IZABAL DUARNTE LA EPOCA LLUVIOSA.

Presentando como requisito previo a optar el titulo de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado de Licenciado.

Esperando que la presente investigación llene los requisitos para su aprobación, me suscribo de ustedes.

Atentamente

Alvaro Enrique Soto Alvarado

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS TODOPODEROSO	Por todas las bendiciones concedidas
MIS PADRES	Jorge David Soto y Rosalia Eugenia Alvarado Por los sacrificios la abnegación y el amor brindados durante toda mi vida.
MIS HERMANOS	Lauriano, Hector, Víctor, Gersón, Ariel, Maria y Velveth Por ser parte integral de este triunfo
MIS SOBRINOS	Josberth, María René, Gabriela y Pablo. Con todo mi cariño.
MI CUÑADA	Nancy De Soto, como muestra de mi aprecio
MIS TIOS Y TIAS	A todos ellos con mucho cariño y aprecio
MIS PRIMOS Y PRIMAS	Por compartir mis ilusiones
A MIS MAESTROS Y CATEDRATICOS	Por los conocimientos brindados
A MIS AMIGOS ESPECIELAMENTE	Daysi De Soto, Roman Castillo y Marco Tulio Larios por el apoyo brindado.
MIS COMPAÑEROS	Baldomero Sandoval, Cesar Enriquez, Edy Lopez, Geovany Lopez, Arturo Estrada,

TESIS QUE DEDICO

A:

GUATEMALA

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

INDUSTRIAS SOTO

INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES

COLEGIO ARABE GUATEMALTECO

INSTITUTO CLEMENTE MARROQUIN ROJAS

INSTITUTO GUAMELATECO ISRAELI

TODOS AQUELLOS QUE COLABORARON EN MI FORMACION

AGRADECIMIENTOS

A:

MIS ASESORES Ing. Agro. José Humberto Calderón Díaz

Y COLABORADORES Ing. Agro. Gustavo Alvarez Valenzuela

Ing. Agro. Alvaro Hernandez

Por su aporte y colaboración, para la realización de esta investigación.

INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES

Por el interés en la investigación en beneficio de nuestros bosques

AL PERSONAL TÉCNICO DE LA SUBAREA DE PROTECCIÓN DE PLANTAS.

A las empresas

AGROFOREST

FORESA

EDCOFIASA

REFINSA

DISTRIBUIDORA PANAMERICANA

REFORESTADORA MAYA

Por su colaboración en la realización de esta investigación

ÍNDICE GENERAL

INDICE DE CUADROS x

INDICE DE ESQUEMAS Y FIGURAS x

INDICE DE FOTOGRAFIAS x

RESUMEN xi

I. INTRODUCCIÓN 1

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. 2

III. MARCO TEÓRICO 3

3.1 Marco conceptual 3

3.1.1. Especies forestal 3

3.1.2. Plantación forestal 3

3.1.3. Enfermedad de plantas 3

3.1.4. Enfermedades foliares 4

3.1.5. Características de las enfermedades 5

3.1.6 Características de los hongos fitopatógenos 6

3.2. Marco Referencial 7

3.2.1. Localización de las áreas de muestreo 7

3.2.2. Características climáticas de las áreas de muestreo 8

3.2.3. Lista de especies forestales incluidas en el estudio 9

3.2.4 Enfermedades reportadas por especie forestal 12

IV. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN 13

4.1. General 13

4.2. Específicos 13

V. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN 14

5.1 Establecimiento de áreas de muestreo 14

5.2. Método de muestreo 15

5.3. Toma de muestras 15

5.4. Transporte material en fresco 15

5.5. Transporte en seco 16

5.6. Análisis de las muestras 16
5.6.1 Análisis de campo 16
5.6.2. Procesamiento de muestras 17
5.6.3. Determinación de agente causal 17
5.6.4. Preservación de muestras 18
5.6.5 Elaboración de material fotográfico 18
5.7. Análisis de la información 18
5.7.1 Descripción de la enfermedad y su importancia 18
5.7.2. Enfermedades por especie forestal 18
VI RESULTADOS 19
6.1. RESULTADOS DE DIAGNOSTICO 19
6.2. CARACTERÍSTICAS DE LA ENFERMEDADES 25
6.2.1. PINO CARIBE (*Pinus caribaea Morelet*) 25
6.2.1.1 *Pestalotia sp.* 25
6.2.1.2. *Sphaeropsis sp.* 26
6.2.1.3. *Lophodermium sp.* 27
6.2.1.4. *Lecanosticta sp.* 28
6.3.1.5. *Calonectria sp.* 29
6.2.1.6. *Schyzothirium sp.* 29
6.2.2. TECA (*Tectona grandis L.*) 30
6.2.2.1. *Mycosphaerella sp.* 30
6.2.2.2. *Pestalotia sp.* 31
6.2.2.3. *Diplodia sp.* 32
6.2.2.4. *Hendersonia sp.* 32
6.2.2.5. *Hendersonula sp.* 33
6.2.2.6. *Fusarium sp.* 33
6.2.3. PINO ROJO (*Pinus maximinoii. H.E Moor*) 34
6.3.3.1. *Lophodermium sp.* 34
6.3.3.2. *Sphaeropsis sp.* 35
6.2.3.3. *Cronartium sp.* 35

6.2.3.4. *Coleosporium sp.* 36
6.2.3.5. *Ploioderma sp.* 37
6.2.4. MELINA (*Gmelina arborea Robx.*). 38
6.2.4.1. *Cercospora sp.* 38
6.2.5. CIPRÉS COMÚN (*Cupressus lusitanica* Miller). 38
6.2.5.1. *Cercospora sp.* 38
6.2.6. CEDRO (*Cedrela odorata L.)* 39
6.2.6.1. *Botryosphaeria sp.* 39
6.2.6.2. *Hysterographium sp.* 40
6.2.7. CAOBA (*Swietenia macrophylla. King.)* 41
6.2.7.1. *Glomerella sp.* 41
6.2.7.2. *Pestalotia sp.* 42
6.2.7.3. *Hysterographium sp.* 43
6.2.7.4. *Nectria sp.* 43
6.2.8. IRAYOL (*Blepharidium guatemalense Standl*) 44
6.2.8.1. *Guignardia sp.* 44
6.2.8.2. *Botriosphaeria sp.* 45
6.2.8.3. *Lasiodiplodia sp.* 46
6.3.8.4. *Hysterographium sp.* 46
6.2.9. PALO SAN JUAN (*Vochysia guatemalensis Donn*) 46
6.2.9.1. *Pestalotia sp.* 47
6.2.9.2. *Sphaeropsis sp.* 47
6.2.10. MARÍO (*Calophyllum basiliense Camb*) 48
6.2.10.1. *Colletotrichum sp.* 48
6.2.10.2. *Sphaeropsis sp.* 49
VII. CONCLUSIONES 62
VIII. RECOMENDACIONES 64
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 65
X. ANEXOS 67

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Ubicación de los proyectos 7
Cuadro 2. Patógenos reportados por especie forestal. 12
Cuadro 3. Empresas administrativas y especies forestales utilizada. 14
Cuadro 4. Especies forestales y enfermedades presentes. 20
Cuadro 5. Enfermedades y grado de importancia 21
Cuadro 6. Cuadro resumen enfermedades más importantes 22

INDICE DE ESQUEMAS Y FIGURAS

Esquema 1. Clasificación taxonómica. 23
Figura 1. Localización de la áreas de muestreo. 67

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografias 1-6 51
Fotografias 7-12 52
Fotografias 13-18 53
Fotografias 19-24 54
Fotografias 25-30 55
Fotografias 30-37 56
Fotografias 38-43 57
Fotografias 44-49 58
Fotografias 50-55 59
Fotografias 56-61 60
Fotografia 62 61

DETERMINACION DE ENFERMEDADES FOLIARES PROVOCADAS POR HONGOS EN DIEZ ESPECIES FORESTALES EN PLANTACIONES UBICADAS EN LOS DEPARTEMENTOS DE ALTA VERAPAZ, BAJA VERAPAZ, EL PETEN E IZABAL, DURANTE LA EPOCA LLUVIOSA.

DETERMINATION OF FOLIAGE DISEASES PROVOKED BY FUNGI ON TEN FOREST SPECIES ON PLANTATIONS LOCATED IN THE DEPARTAMENTS OF ALTA VERAPAZ, BAJA VERAPAZ, EL PETEN AND IZABAL DURING THE RAINY SEASON.

RESUMEN

La importancia del sector forestal en Guatemala aumenta cada año al implementarse nuevos proyectos de reforestación en diferentes partes del país, lo que genera desarrollo del sector forestal de producción y una reducción de la deforestación con lo que permite la conservación del recurso bosque con los beneficios socio ecológicos que esto implica para la biodiversidad y para el mejoramiento de la calidad de vida de las personas.

Pero la implementación de plantaciones sin planes de manejo que incluyan el monitoreo y control de enfermedades puede ser riesgoso para los intereses de los productores forestales.

El campo de la patología forestal es uno de los menos desarrollados en Guatemala. La investigación primaria de los agentes causales de las diferentes enfermedades es de vital importancia para el desarrollo de planes de contención de patógenos potencialmente peligrosos para las plantaciones forestales. En varias regiones del país grandes extensiones de terreno están siendo reforestadas por empresas privadas, las cuales no cuentan con la información necesaria sobre enfermedades forestales

La presente investigación permite conocer a diferentes patógenos encontrados en parte de las regiones norte y nororiental del país, específicamente en los departamentos de Alta y Baja Verapaz, El Petén e Izabal.

La investigación se llevo a cabo en varias plantaciones ubicadas en 7 municipios de los 4 departamentos mencionados. En estos proyectos se obtuvieron muestras de 10

especies forestales distintas, las cuales fueron *Pinus caribaea Morelet, Pinus maximinoii H.E. Moore, Tectona Grandis L., Cupressus lusitanica Miller, Gmelina arborea Robx, Cedrela odorata L., Swietenia macrophylla King, Blepharidium guatemalense Standl., Vochysia guatemalense Donn., y Calophyllum brasiliense Standl.* Al termino de la investigación se proveen de información básica sobre las características morfológicas y de los síntomas provocados por el ataque de 23 géneros diferentes de hongos encontrados, los porcentajes de incidencia y severidad de cada uno así como su localización y las diferentes especies forestales a las que atacan. Los principales agentes patógenos encontrados fueron: *Pestalotia sp., Lophodermium sp., Sphaeropsis sp., Cercospora sp., Mycosphaerella sp. y Ploioderma sp.*

I. INTRODUCCIÓN

En Guatemala se incrementa anualmente la cantidad de proyectos de reforestación. Esto incrementa la probabilidad de ocurrencia de enfermedades en las especies forestales, debido a la presencia de extensas áreas de bosque artificial sin diversidad y sin control, con característica de monocultivo. Las condiciones ambientales son un factor que favorece la diseminación de los patógenos, la humedad relativa del 70% (promedio anual) predominante en las áreas de reforestación, así como la temperatura media anual para la zona atlántica, la cual, según de la Cruz (8), se mantiene en 25° C, de estos patógenos, los hongos son algunos de los mas problemáticos en las plantas debido a la variabilidad de formas en que se presentan, así como la diversidad de climas en los que se desarrollan y el amplio rango de especies de plantas a las que pueden afectar teniendo en su rango de hospederos a todas las familias de plantas conocidas Farr *et al.* (11).

Para poder diseñar programas de control de enfermedades se hace necesario poseer un conocimiento de la diversidad de agentes patógenos especialmente hongos que pudieran afectar a las especies forestales en las áreas actualmente utilizadas.

En el presente estudio se hace la descripción de algunos de los hongos patógenos que se han podido detectar en dichas áreas, en donde se ubicaron algunas de las especies forestales de mayor importancia y distribución en nuestro medio. Como ejemplo tenemos los hongos de los géneros *Lophodermium sp.*, *Pestalotia sp.*, *Ploioderma sp.*, *y Sphaeropsis sp.*, son los mas incidentes en las plantaciones de pinos específicamente en las plantaciones de *Pinus caribaea Moor.*, donde se encontraron la mayor parte de patógenos. Los géneros mas importantes en las plantaciones de las especies latifoliadas fueron *Pestalotia sp.*, *Sphaeropsis sp.*, *Cercospora sp.*, *Botriosphaeria sp.*, *y Mycosphaerella sp.* Estos géneros atacan en diversas especies, pero debido al tamaño de las plantaciones los proyectos que utilizaron las especies de *Tectona sp.*, *Cedrela sp.*, *Swietenia sp.*, *y Gmelina sp.*, son los que se encuentran mas afectados. Las áreas de muestreo fueron localizadas en los departamentos de Izabal, Alta Verapaz y el departamento de El Petén y este estudio se realizó durante la época lluviosa del año 2000 para poder encontrar la mayor cantidad de hongos en las áreas de plantación.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Guatemala existe muy poca investigación realizada en el campo de la patología forestal. No se ha generado información que pueda servir a los productores forestales para el control de enfermedades. El conocimiento acerca de las características morfológicas, anatómicas, ciclos de vida, características reproductivas, y de interacción con el medio ambiente de los agentes patógenos causales de enfermedades son importante para el planteamiento métodos de manejo que permitan prevenir y controlar el desarrollo de enfermedades foliares.

Actualmente las plantaciones forestales son vulnerables al ataque de enfermedades, debido a los que los planes de manejo no incluyen planes de monitoreo y control de enfermedades. En proyectos establecidos esto podrían causar a futuro graves pérdidas económicas a los empresarios forestales, debido a los altos costos que implican los insumos para el control de enfermedades, lo extenso de las áreas de aplicación y prolongado tiempo que lleva obtener productos maderables.

A final esto repercutiría en las extensiones boscosas, la economía de los sectores forestales con el eventual efecto ecológico, ya que al no ser rentable un proyecto forestal, los productores se verían desinsentivados a permanecer en esta actividad.

III. MARCO TEÓRICO

3.1 Marco conceptual

3.1.1 Especies forestal

Se denomina especie forestal a toda especie de planta con hábito arbóreo y con tallo leñosos, que se puede encontrar en los bosques naturales y en plantaciones artificiales. Su principal uso es como árboles maderables y como productores de materia prima para la elaboración de papel y derivados de la celulosa. Pueden presentar usos alternos como la producción de frutales y resinas, así como especias y sustancias básicas para la fabricación de compuestos farmacéuticos orgánicos.

3.1.2 Plantación forestal

Las plantaciones forestales son áreas, terrenos o fincas, que han sido empleadas para la propagación de árboles pertenecientes a una o varias especies forestales. Estas pueden estar destinadas a varios objetivos como lo son la producción de árboles para uso maderable, la producción de materia prima para la productos industriales, o para la preservación de ecosistemas y biodiversidad tanto de plantas como de animales.

3.1.3 Enfermedad de plantas

Para Agrios (1), las enfermedades de la plantas son desordenes fisiológicos provocados por la presencia de agentes bióticos o por condiciones abióticas que crean alteraciones en actividades como síntesis hormonales, funciones como la absorción de sustancias nutritivas o la fotosíntesis de los organismos vegetales.

Las enfermedades aparece primero como reacciones químicas invisibles en los organismos producto de sustancias segregadas por los patógenos pero que poco después producen cambios histológicos o fisicos que se hacen notables en las partes afectadas produciendo lo que se conoce como síntomas de las enfermedades.

3.1.4. Enfermedades foliares

Dentro del grupo de enfermedades provocadas por agentes patógeno de tipo fungoso la enfermedades foliares ocupan un lugar importante debido a la relación que existe entre el área foliar de una planta, la fotosíntesis y la velocidad de desarrollo del organismo, esta interacción se lleva debido a que la fotosíntesis es el mecanismo por medio del cual las plantas transforman la energía lumínica del sol en compuestos orgánicos como la glucosa, utilizados como fuente de energía en la síntesis de otros compuestos que derivan en el desarrollo de las plantas, por lo que la disminución de este proceso debido a la disminución del área foliar por efecto de interferencia provocadas por hongos y otros organismos tendrá como consecuencia un desarrollo mas retardado del organismo vegetal o en el peor de los casos terminara con la vida de la planta.

Para el reconocimiento de enfermedades foliares en el campo, se utilizan nombres comunes, los cuales describen principalmente la sintomatología o el efecto mas visible de la enfermedad en el organismo. Agrios (1), Sinclair *et al.* (15) y Walker (19) destacan entre los nombres comunes de la enfermedades los siguientes:

a) Manchas foliares; estas son lesiones localizadas de tipo y desarrollo concéntrico del síntoma, en torno de la partícula infecciosa o espora, en la mayoría de los casos son provocadas por hongos patógenos de diseminación aeróbica que se ubican en las hojas de las plantas ya sea en el haz o el envés produciendo las características clorosis iniciales que con el tiempo se desarrollan en manchas foliares que se extienden, dando lugar a la formación de cuerpos fructíferos que diseminan mayor cantidad de esporas y que terminan salpicando a toda el área foliar de manchas de tejido necrótico que disminuye el área foliar de la planta afectada.

b) Antracnosis; las antracnosis son necrosis o muertes de tejido, que por lo regular se inician en los bordes exteriores del tejido foliar y al inicio pueden confundirse con deficiencias nutricionales o bien con efectos de frío extremo (marchitamientos y quemaduras), pero su velocidad de avance tipo de diseminación y los márgenes de clorosis donde se observa el avance del tejido fungoso denotan la presencia de organismos patógenos.

c) Tizones; estos son necrosis generalizadas del tedio de la planta que se inicia en las partes foliares a manera de mancha o antracnosis o clorosis, pero que se difunde ampliamente por todo el resto de la planta causándole la muerte de manera rápida.

d) Cenicillas; son acumulaciones de tejido fungoso de tipo micelial que cubre en su totalidad el haz y a veces el envés de las hojas provocando la interrupción del proceso fotosintético causando deficiencia nutricional en las plantas.

e) Mildius; enfermedades que presentan la necrosis del tejido foliar provocado por una invasión externa e interna de tejido fungoso a la planta principalmente en el envés de las hojas lo que provoca deficiencia nutricional de las plantas. La invasión es provocada por tejido estructural así como partes reproductivas de los hongos (cuerpos fructíferos).

f) Roya; esta enfermedad se caracteriza por la aparición en el haz y el envés de la hojas de la planta afectada de pústulas de tejido fungoso inmersas en manchas clóricas especialmente cuerpos fructíferos cargados de esporas de hongos de tipo basidiomicetes que pueden ser de tipo teliospóricas o aeciospóricas, la coloración de las manchas y pústulas puede variar pero se mantiene por lo regular entre los rangos de coloraciones amarillentas pasando por diferentes gamas de anaranjados y rojos hasta llegar a coloraciones marrón.

g) Cánceres; los cánceres son deformaciones de tejido celular provocado por la variación de los niveles hormonales de las sustancias involucradas en los procesos de fisiológicos de las plantas que se tornan permanentes en el tejido dando como resultado alteraciones en el crecimiento, como hipertrofias, hiperplasias, chancro, coronas, etc.

h) Mosaicos; son mosaicos son alteraciones en los patrones de coloración de los tejidos foliares provocados por la invasión de tejidos patógenos o por la deficiencia de nutrientes, por lo regular estas enfermedades son provocadas por virus.

i) Marchitamientos; Los marchitamientos son provocados por diferentes factores que van desde la deficiencia nutricional hasta el ataque de patógenos de suelo o por daños mecánicos a las plantas. Los marchitamientos se caracterizan por la pérdida de la coloración, turgencia y firmeza de las plantas hasta terminar como una necrosis general del tejido de la planta.

3.1.5. Características de las enfermedades

a) Síntoma, los síntomas de las enfermedades comprenden el conjunto de cambio observables que se manifiestan en la apariencia de las plantas enfermas. Los síntomas de una enfermedad pueden cambiar durante el desarrollo de la enfermedad, por ejemplo las enfermedades comúnmente se inician como

manchas foliares, marchitamientos o antracnosis, pero por lo común terminan en efectos como tizones o clorosis generales terminando comúnmente en la necrosis general que causa la muerte de la planta según a Agrios (1).

b) Signos, se le denomina signos de la enfermedad al conjunto de tejido observable perteneciente al organismo patógeno que produce el síntoma de la enfermedad, estos tejidos pueden ser de tipo micelial como las mismas hifas del hongo o bien de función reproductiva como esporas, esporangioforos, esporodoquios, ascas, picnidios, estrómas etc. según Agrios (1).

c) Incidencia, La incidencia se conceptualiza de manera simple como la cantidad o número de individuos de una población que se ven afectados por una misma enfermedad.

d) Severidad, este término se refiere al porcentaje de una planta que se ve afectada por una enfermedad o el grado de infección general de una enfermedad en una población dependiendo del parámetro que el investigador asigne a la severidad.

3.1.6. Características de los hongos fitopatógenos

La mayoría de los hongos tienen un soma vegetativo similar en función al de la plantas que consta de filamentos microscópicos continuos mas o menos alargados y muy ramificados que están estructurados por células bien definidas. Al soma del hongo se le denomina micelio y a las bifurcaciones se les llama hifas. Los hongos se reproducen por medio de estructuras especializadas para la propagación llamadas esporas, las cuales constan de una o varias células unidad dependiendo del tipo de hongo al que pertenezcan. Estas estructuras pueden formarse sexual o asexualmente. Cuando los hongos se encuentran es su estado de desarrollo parasitan a los hospederos alimentándose de los fluidos intracelulares o bien de la savia elaborada que envuelve a las células, Agrios (1).

3.2 Marco Referencial

3.2.1 Localización de las áreas de muestreo

Las áreas de muestreo se localizan en plantaciones comerciales manejadas por diferentes empresas en cada departamento (cuadro 1).

Para la zona del departamento de Izabal la mayor concentración de plantaciones a muestrear se encuentra en el municipio de Livingston, allí se encuentran los proyectos de las empresas Reforestadora Maya, Refinsa y Foresa, además también en el municipio de los Amates se encuentran proyectos de reforestación a incluir los cuales son manejados por Foresa.

En el departamento de El Petén la empresa contactada para llevar a cabo la inspección fue Distribuidora Panamericana, la cual posee sus plantaciones en el municipio de La Libertad.

En el departamento de Alta Verapaz se muestrearon plantaciones ubicados en las zonas de los municipios de Senahú, San Cristóbal, Cobán, pertenecientes a las empresas: Agroforestal, Refinsa, Edcofiasa, y Foresa.

Cuadro 1 Ubicación de las plantaciones y las empresas reforestadoras que los administran.

Proyecto	Empresa	Área en Ha.	Municipio
————	Dist. Panamericana	50	La Libertad
Comunitario	Bosque comunal	20	San Jerónimo
4 proyectos	Foresa	400	Los Amates
Cienaga y Setaña	Foresa	250	Livingston
Reforestadora Maya	Reforestadora Maya	50	Livingston
Las Flores, Las Rosas. Hno.	Refinsa	350	Livingston
Chimelb	Edcofiasa	50	San Cristóbal
Sequichaj	Edcofiasa	30	Coban
Ici, Lancasco I- II, Avon	Agroforest	350	Senahú
4 proyectos	Foresa	350	Senahú

3.2.2 Características climáticas de las áreas de muestreo

Las áreas donde se localizan los proyectos de reforestación de las diferentes empresas generalmente poseen características climáticas especificas correspondientes a la zona de vida en la que se encuentran, así según la clasificación de zonas de vida que hace De La Cruz (8). Los proyectos poseen la siguiente denominación:

a) Para los proyectos ubicados en la región adyacente al municipio de Coban la zona de vida se clasifica como: Bosque muy húmedo subtropical templado (bmh-st). Este posee las siguientes características; Humedad relativa 85 %, temperatura media anual 19.1° C, Precipitación promedio anual 2,300 mm, y un rango de alturas entre los 1,000 – 1,400 msnm.

b) En el municipio de La Libertad, departamento de El Petén las condiciones nos refieren a una zona de vida clasificada como bosque húmedo subtropical cálido (bh-sc), el cual posee las siguientes características: temperatura media anual de 24°C, humedad relativa de 75 %, con rangos de precipitación promedio anual de 1,600 mm, con alturas de entre 100 y 600 msnm.

c) Livingston en su mayoría de territorio posee una zona de vida clasificada como bosque muy húmedo subtropical cálido (bmh-sc), con una humedad relativa de mas de 85 %, una temperatura media anual de 28° C, precipitación promedio anual de 3,000 mm y alturas de territorio en el rango entre 0 – 500 msnm.

d) Los proyectos ubicados en el municipio de San Cristóbal en el departamento de Alta Verapaz, se encuentran en una zona de vida denominada bosque húmedo subtropical templado (bh-st). Las características de esta región son: humedad relativa de 80 %, temperatura promedio anual de 18.6° C, precipitación promedio anual de 2,000 mm rangos de altura entre 500 – 1,800 msnm.

e) La zona de vida en la que se localizan los proyectos ubicados en el municipio de San Jerónimo en el departamento de Baja Verapaz es conocida como bosque muy húmedo subtropical frío (bmh-sf), las características del área son: humedad relativa de 85 %, temperatura promedio de 17° C, precipitación promedio anual 2,500 mm, con un rango de alturas entre 500 – 2,000 msnm.

f) Los proyectos ubicados en el municipio de Senahú, del departamento de Alta Verapaz se encuentran en una zona de vida de bosque húmedo subtropical cálido (bh-sc). Se tienen únicamente

datos de temperatura media anual de 26° C, y precipitaciones promedio de 1,600 mm con alturas entre 200 a 1,000 msnm.

3.2.3 Especies forestales incluidas en el estudio

Las especies forestales que se incluyeron en el estudio de enfermedades comprenden un número de diez en total las cuales pertenecen a los dos grandes grupos de especies forestales, estos son las especies de tipo de hoja angosta ó coníferas y las especies de hojas ancha ó latífoliadas. Se incluyeron los dos tipos de especies debido a que en los diferentes proyectos se tienen dependiendo del área donde se ubican, así para las áreas con predominancia de climas templados se usan pinos y cipreses y en las áreas de climas más cálidos se usan variedades de tipo de hoja ancha como tecas, melinas, cedros etc.

La ubicación de las especies utilizadas por las 6 diferentes empresas en los proyectos y los municipios donde se encuentran se detalla en el cuadro 3 y en la Figura 1 (anexos).

A. PINO CARIBE (*Pinus caribaea Morelet*)

Especie de conífera perteneciente a la familia *Pinaceae*, se encuentra nativa en nuestro medio, abunda en planicies y laderas de colinas con elevaciones no mayores a los 600 msnm. Se le puede encontrar en los departamentos de Izabal, El Petén, en el sudeste de México, en Belice, algunas islas del caribe y en Nicaragua. Estos árboles alcanza alturas de 15-30 m. con un diámetro de hasta 1 m cuando está completamente desarrollados (3, 13, 16).

B. TECA (*Tectona grandis L)*

Esta es una especie latífoliada introducida probablemente del sudeste de Asia, su característica básica es el rápido crecimiento. Se desarrolla como un tronco erecto sin ramas hasta alcanzar unos 4 m. De altura, posteriormente desarrolla las ramas laterales y al alcanzar una madurez fisiológica brota de la parte superior del árbol la inflorescencia de color amarillo como se observa en la fotografía 13. Puede alcanzar los 15 m. de altura.

C. PINO ROJO (*Pinus maximinoii. H.E Moore*)

Otra especie conífera nativa de la región puede ser encontrada en alturas de 800-3000 msnm, Puede alcanzar alturas de 35-40 m, se encuentra muy difundido en los departamentos. De Alta Verapaz, Baja Verapaz, Totonicapán, Huehuetenango, Solola, Quiché, Guatemala y Jalapa. Diseminado comúnmente con *Pinus oocarpa*, se le puede encontrar como parte integral en los bosques de coníferas y mixtos húmedos templados (3, 13, 14).

D. MELINA (*Gmelina arborea Robx*)

Esta es una especie latífoliada introducida desde el sudeste del continente asiático, probablemente nativa de la península indochina. Su introducción se debe a la capacidad de crecimiento que posee por lo que se convirtió en una especie muy utilizada para proyectos de producción forestal con fines de obtención de pulpa de madera. Alcanza altura de hasta 30 m y se le puede encontrar hasta los 500 msnm.

E. CIPRES COMÚN *(Cupressus lusitanica Miller)*

Esta especie de conífera se encuentra muy difundida por todo el territorio guatemalteco y en muchos lugares se le da nombres diferentes según la localidad donde se le encuentra. Probablemente sea nativo en alturas de 2,000-3,200 msnm. Es nativo, por ejemplo en Progreso, Chimaltenango, Qhiche, Totonicapán y Jalapa. Es un árbol crece hasta los 30 m. de altura con tallos erectos pero no muy anchos, regularmente alcanza los 0.75 m. de diámetro (14).

F. CEDRO (*Cedrela odorata L)*

El cedro es un árbol latífoliado muy abundante en las zonas subtropicales de América y es uno de los mas notorios por su altura tamaño y exuberancia. Es un árbol que alcanza los 30 m de altura y se le puede encontrar en Guatemala, distribuido en los departamentos de El Petén, Izabal, en México en toda la península de Yucatán. En general se le encuentra en toda América central hasta los 800 msnm (16). Su uso principal es como un árbol maderable, cuyo producto tiene gran valor en el mercado nacional e internacional .

G. CAOBA (***Swietenia macrophylla King***)

Árbol latífoliado de hasta 25 m de altura. Se ençuentra en zonas semisecas a húmedas hasta los 500 msnm, en los departamentos de Santa Rosa, Escuintla, Retalhuleu, Izabal, Petén, San Marcos. Su madera es muy apreciada para fabricación de muebles y acabados de interiores, por lo que llega a tener un alto valor comercial. Por ser parte de la flora nativa de la región centroamericana se puede encontrar silvestre en los bosques de las regiones tropicales (16), pero también se encuentran proyectos forestales que se dedican al establecimiento de áreas con fines comerciales .

H. IRAYOL (***Blepharidium guatemalense Standl***)

Especie arbórea latífoliada nativa de las regiones tropicales y subtropicales de América se le puede encontrar hasta los 800 msnm. De copa frondosa puede alcanzar los 25 m. de altura o mas. Se le encuentra nativo en las regiones de Izabal, El Petén, Escuintla, Guatemala, Santa Rosa, Honduras y el sudeste de México (16). Su uso es maderable y tiene un precio menor al de la caoba y el cedro pero mayor al del pino .

I. PALO DE SAN JUAN (***Vochysia guatemalensis Standley***)

Árbol latífoliado nativo de la región mesoamericana alcanza alturas de 20-25 m, se le puede encontrar hasta los 1,000 msnm en los departamentos de Izabal, El Petén, Sudeste de México y Honduras (16). Tiene uso como especie maderable aunque su producción es baja y el precio de su madera no es muy alto en comparación con otras maderas con las que comparte su hábitat.

J. MARÍO ó SANTA MARÍA. (***Calophyllum basiliense Camb***)

Nativo de las selvas húmedas de centro y Sudamérica. Esta especie de hoja ancha puede ser encontrada hasta los 600 msnm, donde suele alcanzar alturas de hasta 25 m. Es una especie forestal de uso limitado a áreas con caracteristicas climáticas especificas de selva, es decir altas temperaturas y régimen pluviométrico alto (16). Se pueden obtener buenos productos maderables de esta especie .

3.2.4. Enfermedades en especies forestales

En Latinoamérica se ha reportado la presencia de algunas enfermedades afectando partes foliares de algunas de las especies forestales en estudio. En el cuadro 2 se presentan los agentes causales de enfermedades de partes foliares en U.S.A., México, Centro América y la región del Caribe según Farr *et al.* (11), CATIE (7).

Cuadro 2 Patógenos reportados en especies forestales, en U.S.A, México, América Central y el Caribe.

Especie forestal	Patógenos reportados
Bleparidium guatemalense Standl.	—
Calophyllum brasiliense Camb.	*Phyllosticta sp.*
Cedrela odorata L.	*Schyzophyllum sp., Phoma sp., Alternaria sp., Pestalotiopsis sp.*
Cupressus lusitanica Miller.	*Botriosphaeria sp., Diaporte sp., Lophodermium sp., Nectria sp., Cercospora sp., Physalospora sp., Diplodia sp., Macrophoma sp., Phomopsis sp., Stigmina sp., Phyllosticta sp.*
Gmelina arborea Robx.	*Cercospora sp., Curvularia sp., Phoma sp., Pseudocercospora sp., Corynespora sp.*
Pinus caribaea Morelet.	*Phytophthora sp., Phytium sp., Acathostigma sp., Antostomella sp., Apendiculella sp., Ascocalix sp., Capnodium sp., Botriosphaeria sp., Ceratosystiosis sp., Dothistroma sp., Elitrhoderma sp., Hypodermella sp., Hysterographyum sp., Lophodermella sp., Lophodermium sp., Pestalotia sp., Mycosphaerella sp., Shyzothirium sp., Hyphodermella sp., Cronartium sp.*
Pinus Maximinoii H.E. Moore.	*Dotristroma sp., Lophodermella sp., Phomopsis sp., Lophodermium sp., Pestalotia sp., Cronartium sp., Coleosporium sp., Hypodermella sp., Colletotrichum sp., Ploioderma sp., Sphaeropsis sp., Botriosphaeria sp.*
Swietenia macrophylla King.	*Calonectria sp., Hypoxylon sp., Mycosphaerella sp., Nectria sp., Phylachora sp., alternaria sp., Curvularia sp., Cercospora sp., Diplodia sp., Phyllosticta sp., Helmintosporium sp., Oidium sp., Fusicladium sp., Pestalotia sp.*
Tectona grandis L.	*Cercospora sp.*
Vochysia guatemalensis Standl.	*Fusarium sp., Phoma sp.*

IV. OBJETIVOS.

4.1 General

4.1.1 Determinar los géneros de hongos que provocan enfermedades en hojas ramas y tallos en especies forestales en plantaciones comerciales de los departamentos de Izabal, Alta Verapaz, Baja Verapaz y El Petén durante la época lluviosa.

4.2 Específicos

4.2.1 Determinar los géneros de hongos asociados a enfermedades foliares en especies de tipo confieras.

4.2.2 Determinar los géneros de hongos asociados a enfermedades foliares en especies latifoliadas.

4.2.3 Describir las características de las enfermedades detectadas mediante el proceso de diagnóstico.

4.2.4 Determinar la distribución geográfica de los géneros de hongos patógenos mas importantes.

V. METODOLOGÍA

5.1 Establecimiento de áreas de muestreo

Se localizaron áreas de muestreo en proyectos administradas por 6 empresas, con diferentes especies forestales establecidas, ubicadas en 7 municipios pertenecientes a alguno de los 4 departamentos como se detalla en el cuadro 3.

Cuadro 3. Empresas administrativas de las plantaciones, ubicación departamental, municipal y especies forestales utilizada en los proyecto durante el año 2000.

EMPRESA	UBICACIÓN Depto.	UBICACIÓN Municipio	ESPECIES FORESTALES
AGROFOREST	ALTA VERAPAZ	Senahú	*Pinus caribaea Morelet*
		Senahú	*Tectona grandis L.*
Dist.PANAMERICANA	PETÉN	La Libertad	*Pinus caribaea Morelet*
EDCOFIASA	ALTA VERAPAZ	San Cristóbal	*Pinus caribaea. Morelet.*
FORESA	IZABAL, A.V.	Senahú, Los Amates, Livingston	*Pinus caribaea Morelet*
		Livingston	*Swietenia macrophylla King,*
		Livingston	*Cedrela odorata L.*
		Livingston	*Blepharidium guatemalensis Standl.*
		Livingston	*Calophyllum brasiliense Camb.*
		Livingston	*Vochysia guatemalensis Standl.*
REFINSA	IZABAL, A.V	Livingston, Cobán	*Cupressus lusitanica Miller*
	IZABAL.	Livingston.	*Pinus caribaea Morelet*
		Livingston	*Cedrela odorata L.*
		Livingston	*Swietenia macrophylla King.*
REFORESTADORA MAYA,	IZABAL	Livingston	*Swietenia macrophylla king.*
		Livingston	*Cedrela odorata L.*
		Livingston	*Calophyllum brasilisnse Camb.*
		Livingston	*Vochysia guatemalensis Standl.*
		Livingston	*Blepharidium guatemalense Standl.*
BOSQUE COMUNAL	BAJA VERAPAZ	San Jerónimo	*Pinus maximinoii H.E Moore.*
		San Jerónimo	*Cupressus lusitanica Miller.*

Las áreas de muestreo fueron establecidas en las plantaciones de proyectos de reforestación privados pertenecientes a empresas inscritas en el plan de incentivos forestales del Instituto Nacional de Bosques (INAB). En estas plantaciones se realizó una serie de entrevistas con los encargados para recopilar información sobre incidencia y manejo de enfermedades, estableciendo las áreas mas afectadas en cada plantación.

5.2. Método de muestreo

Para llevar a cabo la investigación se procedió a realizar un caminamiento dirigido, en compañía de los administradores de las plantaciones. Los cuales de antemano habían detectados focos de enfermedades y áreas de desarrollo anormal dentro de las plantaciones de diferentes edades, principalmente en aquellas que tienen menos de 10 años de establecimiento.

Los muestreos fueron llevados a cabo durante la época lluviosa que comprende de Mayo a Noviembre.

5.3. Toma de muestras

En la mayoría de los casos se tomaron muestras de hojas y rama unidas, en ocasiones que así se permitiera se tomó al árbol completo para su análisis, pero comúnmente se utilizó solo el follaje que presentaba síntomas, teniendo el cuidado de obtener material que presentara partes afectadas así como partes sanas para verificar al agente patógeno causal e identificar las características de desarrollo del organismo. Se buscó específicamente material que presentara alguna sintomatología de ataque de hongos. Estas comprenden un gran numero de síntomas entre los que se pueden mencionar algunos de los mas importantes como lo son: manchas foliares, antracnosis, tizones, defoliaciones, clorosis etc (1). Estos síntomas son característicos de ataques de algunas especies de hongos en las hojas de especies de hoja ancha (magnoleophytas), así como en especies de hoja angosta (pinophytas) (1, 5, 15).

5.4 Transporte material en fresco

El traslado de muestras al laboratorio de diagnóstico consistió en colocar la muestra recién cortada en hieleras para evitar la exposición al sol y la pérdida de humedad.

También se pueden transportar las muestras envueltas en papel periódico ligeramente humedecido y colocarlas en bolsas plásticas, para mantener las características del material y evitar el

contacto entre diferentes muestras, lo cual debe evitarse para que no se contaminen con otro tipo de microorganismos que pudieran alterar los resultados (5).

5.5. Transporte en seco

Cuando el tiempo y la distancia no fueron adecuadas para el transporte en fresco se utilizó el método de traslado en seco, esta consiste en tomar la muestra de material afectado y someterla a un deshidratado envolviéndolas en papel periódico y exponiéndolas al sol para evitar que el material sea contaminado por otros microorganismos oportunistas y saprófitos (5).

5.6. Análisis de las muestras

Se procedió a determinar al agente causal del síntoma observado, mediante la siguiente metodología.

5.6.1 Análisis de campo.

A. Para determinar la localización de la enfermedad se anota el dato de área afectada dentro de la plantación proporcionado por los administradores de las plantaciones.

B. La incidencia se determinó con el porcentaje de zona afectada. Así por ejemplo en una plantación con 200 Ha de área y una zona afectada de 4 Ha. El grado de incidencia será de 2% de acuerdo al calculo siguiente: (4Ha / 200 Ha) * 100 % = 2 %.

En caso de no tener áreas afectadas y la enfermedad se presente únicamente en algunos individuos este dato se obviará y se tomará únicamente el dato del grado de severidad de la enfermedad en el árbol.

Se llevó a cabo la anotación de sintomatología de la enfermedad en el campo, conjuntamente con el daño ocasionado en los árboles en base al grado de severidad que presentan los árboles muestreados.

C. El grado de severidad se determinó según el grado de avance de la enfermedad en un árbol , asumiendo a cada árbol como una unidad, dividida en 4 niveles de daño.

a. Grado 1. Presencia localizada de la enfermedad en las hojas sin necrosis = 25%.

b. Grado 2. Presencia localizada de la enfermedad y necrosis de tejido foliar = 50%.

c. Grado 3. Presencia general de la enfermedad y necrosis localizada de tejido foliar = 75%.

d. Grado 4. Zonas necróticas generalizadas en el árbol = 100%

5.6.2. Procesamiento de muestras y análisis de laboratorio

El análisis de las muestras se realizó en los laboratorios de parasitología de la FAUSAC. Los materiales necesarios fueron empleados según se hace necesario durante el proceso de diagnóstico en el cual se empleo la metodología de disección de material fresco, la cual consistió en los pasos siguientes:

1° Identificación de sintomatología mediante observación directa y a estereoscopio (5).

2° Crecimiento de microorganismos en cámaras húmedas cuando las muestras observadas no presentaban signos visibles.

3° Disección de signos visibles de los posibles agentes causales.

4° Aislamiento de los microorganismos en medios de cultivo PDA (1).

5° Preparación de montajes para observación microscópica mediante tinción con lactofenol rojo, azul ó con solución de "cotton blue" comercial.

5.6.3. Determinación de agente causal

Luego de la observación bajo el microscopio con resoluciones de 10x, 40x y 100x, se procedió a comparar las características del microorganismo con la información disponible en las diferentes claves de identificación con las que se contó en el laboratorio. Se analizaron las muestras en observaciones al estereoscopio y microscopio para describir y determinar las características de los signos visibles del agente causal, así como estructuras somáticas (micelio) y estructuras reproductivas (esporodoquios, ascomatas, conidiomatas y esporas).

La determinación de la taxonomía del agente causal y su identificación se realizó con el auxilio de los diferentes materiales de apoyo bibliográfico utilizados en la subárea de protección vegetal.

a) Dematiaceous Hyphomycetes de M.B Ellis (9).

b) Dictionary of Fungi de G.C Ainsworth (2).

c) Illustrated genera of Ascomycetes de Richard Handling (12)

d) Illustrated genera of Imperfect Fungi de Barnet (4).

e) More Dematiaceous Hyphomycetes de M.B Ellis (10).

f) The Coelomycetes Sutton B.C. (17).

5.6.4 Preservación de muestras

De los patógenos encontrados se preservaron los montajes microscópicos originales. Las muestras utilizadas en la determinación de dichas enfermedades fueron preservados en un herbario, donde se conservan las partes de las plantas que presentan síntomas característicos de la enfermedades. Además se procedió a realizar una preservación en fresco con un tratamiento de acetato de cobre como desinfectante y formalina al 4% como agente preservante. Ambos tipos de muestras se encuentran en el INAB para su observación.

5.6.5 Elaboración de material fotográfico

Se realizo un registro fotográfico de los síntomas en campo, síntoma observados en laboratorio y agentes causales. Los sintamos de campo y laboratorio fueron obtenidos mediante fotografía directa con equipo de 35 mm, mientras que la micrografía de los agentes patógenos se obtuvo con la utilización equipo Leica de fotografía microscópica. Para la toma de micrografías se utilizo película standard de 35 mm Asa 400. Las tomas fueron realizadas con intensidades de luz de 10 lux y con tiempo de exposición de 0.25 seg. con disparo manual.

5.7. Análisis de la información

5.7.1. Descripción de la enfermedad y su importancia

Las enfermedades se detalla en cuanto a su localización geográfica sus características en el campo, sintomatología observable, grado de incidencia en la plantación, y severidad con la que ataca a los árboles para determinar su importancia.

5.7.2. Enfermedades por especie forestal

Se incluye dentro de los resultados un cuadro donde se detalla cada una de las especies forestales en el estudio y las enfermedades que se encontraron en cada una según la importancia de las mismas en cuanto al la distribución y severidad con la que atacan a cada especie forestal.

VI RESULTADOS

6.1. RESULTADOS DE DIAGNOSTICO

En los cuadros que se presentan a continuación se hace una descripción de los datos obtenidos mediante los diagnósticos que se efectuaron sobre las muestras analizadas de cada especie forestal en estudio.

En el cuadro 3 se detallan los agentes patógenos asociados a la presencia de alguna enfermedad encontrada en cada una de las especies forestales.

En el cuadro 4 se describen los grados de severidad e incidencias con las que se presentan los patógenos encontrados en cada una de las especies forestales.

En el cuadro 5 se hace un resumen de los grados de importancia que adquieren los organismos patógenos según el alcance de su virulencia, es decir el rango de hospedantes a los que se le encontró parasitando, así como el grado de incidencia y severidad que presentaba en cada caso. Este ultimo cuadro resume a los principales hongos encontrados durante el estudio dándoles una nomenclatura de variables que representa el grado de importancia del patógeno en la investigación. El último grado de importancia que se tomó fue el alcance geográfico que poseían los patógenos ya que algunos fueron encontrados en áreas de muestreo con diferentes tipos de condiciones ambientales imperantes por lo que la capacidad de dispersión y de colonización de áreas remotas fue otro factor a tomar en cuenta para la evaluación.

El esquema 1 muestra la clasificación taxonómica de los organismos patógenos encontrados en los diagnósticos.

La Figura 1 muestra la localización aproximada de las plantaciones forestales en los departamentos muestreados

Cuadro 4. Especies forestales y enfermedades presentes en las plantaciones.

NOMBRE COMÚN	ESPECIE FORESTAL	ENFERMEDAD	PATÓGENO
Pino del caribe	*Pinus caribaea Morelet.*	Mancha foliar	*Pestalotia sp.*
		Antracnosis	*Sphaeropsis sp.*
		Tizón	*Lophodermium sp.*
		Mancha foliar	*Lecanosticta sp.*
		Mancha foliar	*Calonectria sp.*
		Epífito	*Schyzothirium sp.*
Teca	*Tectona grandis L.*	Antracnosis	*Mycosphaerella sp.*
		Mancha foliar	*Pestalotia sp.*
		Cáncer de tallo	*Diplodia sp.*
		Cáncer de tallo	*Hendersonia sp.*
		Cáncer de tallo	*Hendersonula sp.*
		Pudricion	*Fusarium sp.*
Pino rojo	*Pinus maximinoii H.E. Moore.*	Tizón	*Lophodermium sp.*
		Mancha foliar	*Sphaeropsis sp.*
		Roya blanca	*Cronartium sp.*
		Roya de acículas	*Coleosporium sp.*
		Mancha foliar	*Ploioderma sp.*
Melina	*Gmelina arborea Robx.*	Mancha foliar	*Cercospora sp.*
Ciprés	*Cupressus lusitanica Miller.*	Tizón	*Cercospora sp.*
Cedro	*Cedrela odorata L..*	Antracnosis	*Botriosphaeria sp.*
		Epífito	*Hysterographium sp.*
Caoba	*Swietenia macrophylla King.*	Mancha foliar	*Glomerella sp.*
		Mancha foliar	*Pestalotia sp.*
		Cáncer	*Nectria sp.*
		Epífito	*Hysterographium sp.*
Irayol	*Blepharidium guatemalense Standl.*	Mancha foliar	*Guignardia sp*
		Cáncer de tallo	*Botriosphaeria sp.*
		Cáncer de tallo	*Lasiodiplodia sp.*
		Epífito	*Hysterographium sp.*
Palo de San Juan	*Vochysia guatemalense Standl..*	Mancha foliar	*Pestalotia sp.*
		Mancha foliar	*Sphaeropsis sp.*
Mario o Santa Maria	*Calophyllum brasiliense Camb.*	Antracnosis	*Colletotrichum sp*
		Mancha foliar	*Sphaeropsis sp.*

Cuadro 5. Enfermedades, grado de incidencia y severidad por especie forestal en las plantaciones durante el año 2000.

ESPECIE FORESTAL	PATÓGENO	INCIDENCIA máx.	SEVERIDAD máx.
Pinus caribaea Morelet.	*Pestalotia sp.*	hasta 80 %	hasta 100 %
	Sphaeropsis sp.	menor del 0.1 %	hasta 50 %
	Lophodermium sp.	hasta 80 %	hasta 100 %
	Lecanosticta sp.	menos de 0.1 %	hasta 50 %
	Calonectria sp.	menos de 0.1 %	hasta 25 %
	Schyzothirium sp.	menos de 0.1 %	hasta 25 %
Tectona grandis L.	*Mycosphaerella sp.*	hasta 50 %	hasta 100%
	Pestalotia sp.	hasta 50 %	———
	Diplodia sp.	menor de 0.1 %	hasta 50 %
	Hendersonia sp.	menos de 0.1 %	hasta 50 %
	Hendersonula sp.	menos de 0.1 %	hasta 50 %
	Fusarium sp.	hasta 50 %	hasta 100 %
Pinus maximinoii H.E. Moore.	*Lophodermium sp.*	hasta 25 %	hasta 50 %
	Sphaeropsis sp.	hasta de 50 %	hasta 25 %
	Cronartium sp.	menor de 5%	hasta 25 %
	Coleosporium sp.	menor del 10 %	hasta 50 %
	Ploioderma sp.	hasta 75 %	hasta 75 %
Gmelina arborea Robx.	*Cercospora sp.*	hasta 75 %	hasta 25 %
Cupressus lusitanica Miller.	*Cercospora sp.*	hasta 50%	hasta 50%
Cedrela odorata L..	*Botriosphaeria sp.*	hasta 100 %	hasta 50 %
	Hysterographium sp.	hasta 100 %	hasta 25 %
Swietenia macrophylla King.	*Glomerella sp.*	hasta 10%	hasta 25%
	Pestalotia sp.	hasta 60 %	hasta 50 %
	Nectria sp.	menor del 0.1%	hasta 50 %
	Hysterographium sp.	hasta 75%	hasta 50%
Blepharidium guatemalense Standl.	*Guignardia sp*	hasta 50%	hasta 25 %
	Botriosphaeria sp.	hasta 100 %	hasta 50%
	Lasiodiplodia sp.	hasta 100%	hasta 75%
	Hysterographium sp.	hasta 100 %	hasta 25 %
Vochysia guatemalense Standl..	*Pestalotia sp.*	hasta 100 %	hasta 25 %
	Sphaeropsis sp.	menor de 0.1%	———
Calophyllum brasiliense Camb.	*Colletotrichum sp*	menor de 0.1 %	hasta 25 %
	Sphaeropsis sp.	menos de 0.1 %	hasta 25 %

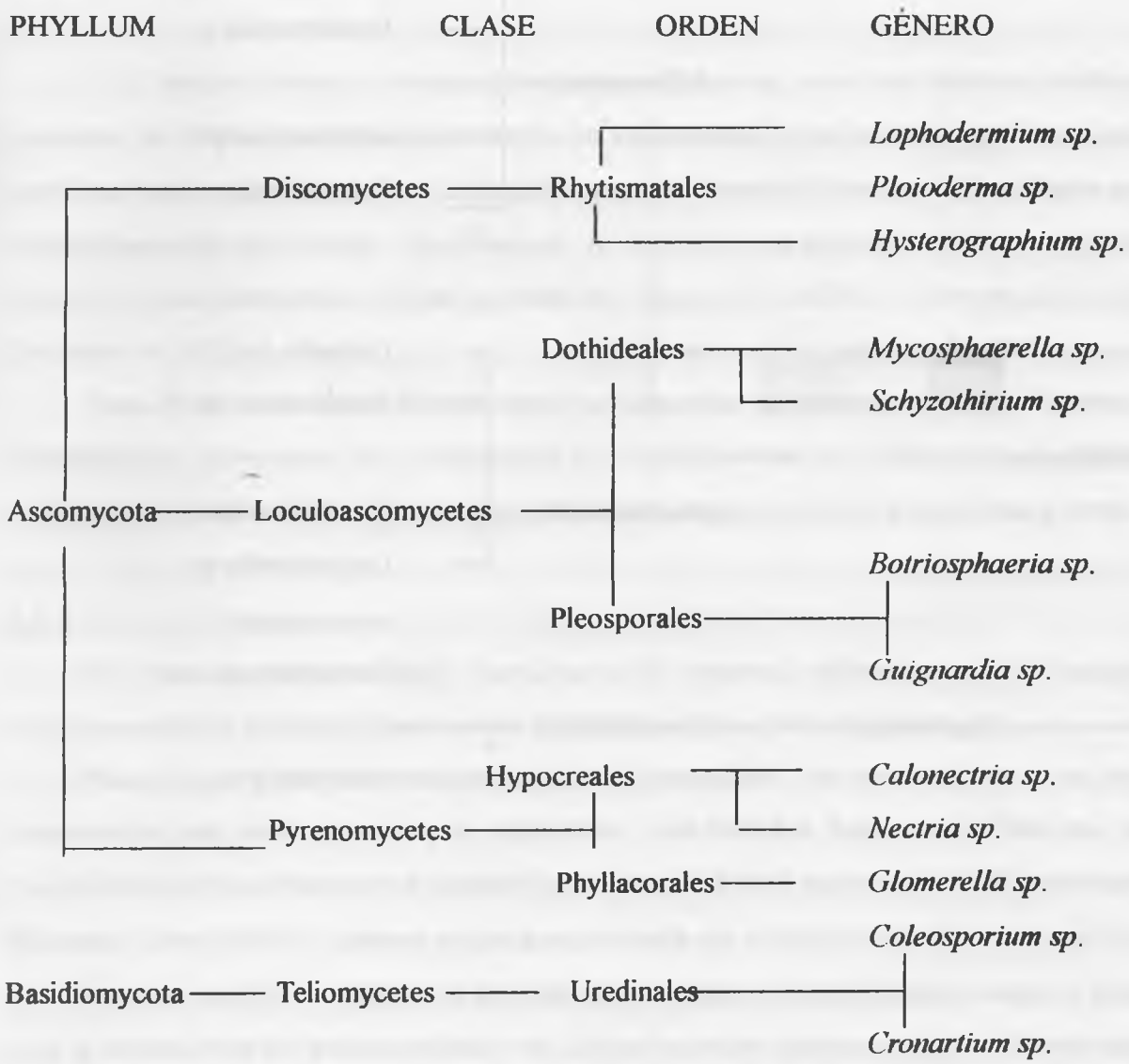
Cuadro 6. Patógenos más importantes localizados en las plantaciones forestales, según sus características de rango de alcance geográfico y patogenicidad en diferentes especies.

Patógeno	Valor de incidencia máx.	Valor de severidad máx.	No municipios donde se encontró.	Especies afectadas	Valor de importancia
Pestalotia sp.	80%	100%	5	4	A
Lophodermium sp.	80%	100%	7	2	B
Sphaeropsis sp.	50%	50%	3	4	C
Cercospora sp.	75%	50%	2	2	D
Mycosphaerella sp	50%	100%	3	1	E
Ploioderma sp.	75%	75%	1	1	F

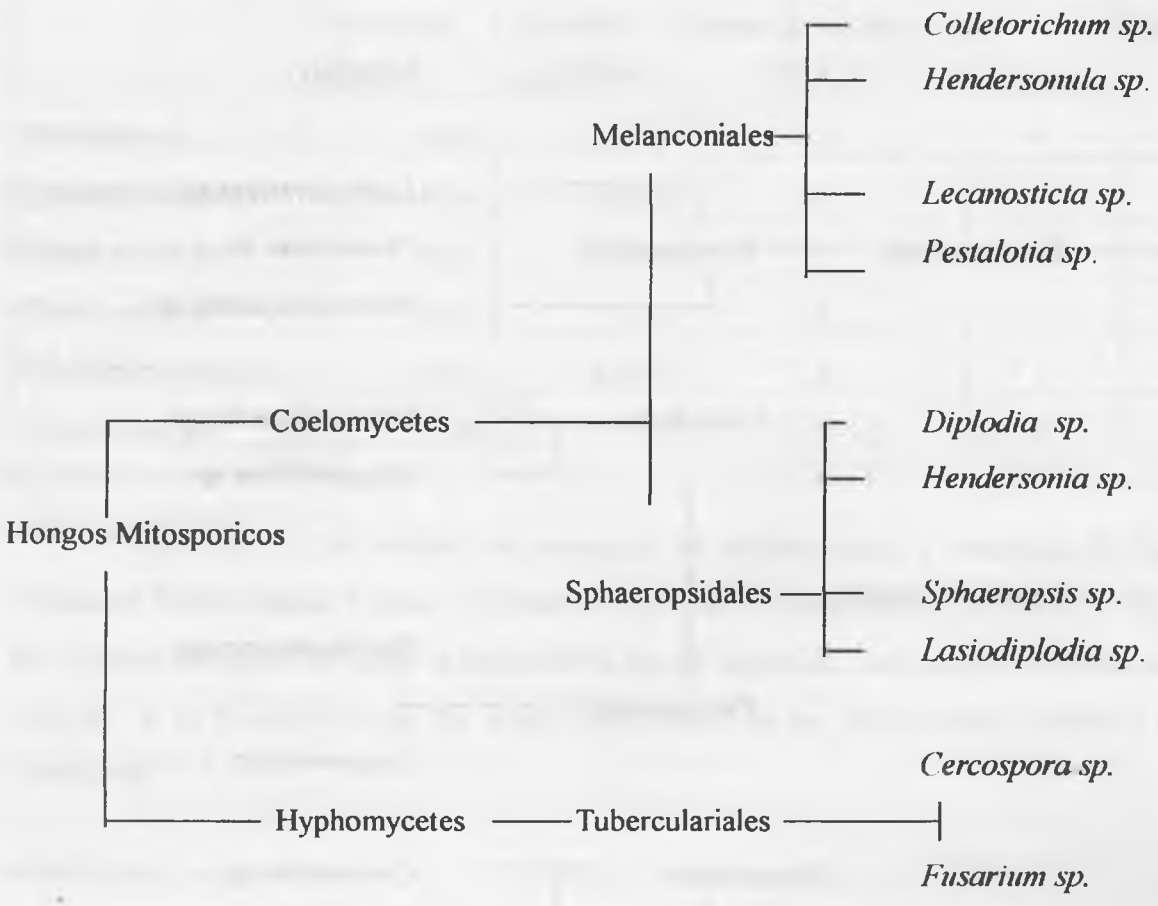
El resultado de los análisis de presencia de enfermedades y resultado de los diagnósticos realizados a cada especie forestal se detallan conforme a la importancia en cuanto al área cubierta con las especies forestales así como la importancia que se determinó para cada enfermedad en cada especie forestal y su localización en las áreas muestreadas en las plantaciones forestales en diferentes municipios.

ESQUEMA 1. Clasificación taxonómica géneros de hongos presentes en el estudio.

HONGOS PERFECTOS



HONGOS IMPERFECTOS



6.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS ENFERMEDADES EN LAS ESPECIES FORESTALES

6.2.1. PINO CARIBE (*Pinus caribaea Morelet*)

A la familia *Pinacea* y en especial al género *Pinus sp.*, se le han descrito muchos patógenos causantes de diferentes enfermedades debido a la importancia a nivel mundial que tienen los bosques de coniferas tanto a nivel natural y comercial que en su mayoría se encuentran poblados con especies representantes de esta familia. En *Pinus sp.*, se describen una diversidad de enfermedades, manchas foliares, tizones, antracnosis, royas, cánceres etc. Boyce (5), CATIE (7), Farr *et al.*(11), USDA (18), Sinclair *et al.* (15),

Para *Pinus caribaea* en nuestro medio se determinó la presencia de los patógenos siguientes: *Pestalotia sp.*, *Sphaeropsis sp.*, *Lecanosticta sp.*, *Lophodermium sp.*, *Calonectria sp.*, Todas causando enfermedades foliares. *Schyzothirium sp.*, por su parte causa un cáncer en las ramas jóvenes.

6.2.1.1 *Pestalotia sp.*

En *Pinus sp.*, Ainsworth (2), Farr *et al.* (11) reportan diferentes especies de este patógeno como causantes de manchas foliares como *P. funerea*, *P. peregrina*, *P fodeans* etc .

Puede llegar a ser un problema debido a la capacidad de reproducción y su capacidad de diseminación por medio aéreo y por salpicadura. Las manchas foliares en *Pinus sp.*, rápidamente pueden convertirse en tizones que pueden llegar a matar al árbol por completo por antracnosis.

Síntoma: *Pestalotia sp.*, aparece en una zona marcada por el decoloramiento ó clorosis la que cambia de coloración amarillo a plateado al necrosar por completo el área afectada. Luego se disemina hacía toda la extensión de las acículas dejando los fascículos de una apariencia ceniza. Puede aparecer en la punta de las acículas o en la base de las mismas (7), su síntoma *en P. caribaea* se observa en la fotografía 1.

Signo: Se presenta como una masa de conidias que irrumpe por la epidermis del tejido en forma de cirrios. Al observar el signo se constató que las conidias tienen una forma ovalada con tres a cuatro segmentos y tres apéndices frontales más un apéndice caudal. Los segmentos pueden observarse

claramente en una tinción diferencial con lactofenol o con cotton blue. En la fotografia 2 se puede observar la estructura tipo acervular dentro de la cual se desarrolla la masa de conidias.

Distribución: Se encontró en muchos sitios de muestro en las regiones de Alta Verapaz, Izabal y El Petén, donde se encuentran índices de severidad de hasta 100 % en un número amplio de individuos observándose claramente manchones de gran extensión en las plantaciones que en los peores casos como en Senahú y en Livingston llegaban a grados de incidencia de 80% en los proyectos.

Control: No se tienen en ninguna medidas de control para estas enfermedades en los proyectos, así como no se ha evaluado el efectos de los fungicidas en el control de esta enfermedad en plantaciones forestales. En especies frutales y hortalizas donde se conoce el daño ocasionado por *Pestalotia sp.*, la medidas de control incluyen saneamientos y aplicaciones de fungicidas protectantes.

6.2.1.2. *Sphaeropsis sp.*

En *Pinus sp.*, Ainsworth (2) y Farr *et al.* (11) reporta varias especies de *Sphaeropsis sp.* causando diferentes enfermedades y síntomas como: antracnosis, manchas foliares, cánceres y tizones entre otras. Específicamente para este género se reportan las especies *S. sapinea*, S. *malorum* y en general *Sphaeropsis sp.* En *P. caribaea* no se había reportado la presencia de *Sphaeropsis sp.*

Síntoma: Inicialmente se presenta como una mancha foliar de color amarillo ocre que puede producir una hinchazón en el tejido de la acícula. Posteriormente esta mancha se extiende y provoca un tizón en la acícula como se observa en la fotografia 3.

Signos : Este se pueden observar a simple vista. por su gran tamaño (hasta 0.5 mm de diámetro). Los picnidios oscuros se forman en la superficie de la acícula afectada. La mayor parte del mismo yace en el tejido sub-epidermal. Al realizar un corte trasversal se observan como en la fotografia 4 macro conidias oscuras y claviformes de 40 micras de longitud

Distribución: Esta enfermedad fue detectada en las áreas de los proyectos de reforestación de los municipios de San Cristóbal, Coban y Senahú en el departamento de Alta Verapaz, donde se encontraba afectando plantaciones de mas de 5 años. El nivel de daño ó severidad no sobrepasaba el 50 %. En ningún área se encontró árboles muertos o follaje necrosado producto de este patógeno así como no fueron detectados focos de la enfermedad solamente casos aislados por lo que su incidencia tiende a menos del 0.1 %.

Control : No se practica en ninguna plantación control sobre esta enfermedad.

6.2.1.3. ***Lophodermium sp.***

Esta asociado a tizones que afectan al pino en todo su ciclo de vida. Es común encontrarlo en árboles que tienen problemas de desarrollo, es decir árboles débiles (7). Se le puede encontrar en casi todas las áreas donde se tienen especies de pino. No es común que cause daños mas graves que una necrosis de follaje viejo en árboles débiles. Cuando las condiciones ambientales lo favorecen puede dispersarse con facilidad causando problemas serios en los establecimientos forestales donde se presentan casos en los proyectos del municipio de Senahú.

Síntoma: Se observaron manchas de color marrón-rojizo las cuales se extienden con facilidad produciendo la muerte de las acículas. Esta se generaliza posteriormente en todo el follaje del árbol como se observa en la fotografia 5.

Signo: Se puede observar a simple vista un cuerpo fructífero tipo apotecio elíptico, inmerso en el tejido del huésped el cual irrumpe al madurar y se abre a través de una fisura longitudinal. Al realizar la disección transversal se observo en el interior un número bastante grande de ascas unitunicadas mezclándose con numerosos parafisos filiformes. Las ascas guardan en su interior de 4-8 ascosporas filiformes, unicelulares, hialinas, recubiertas con una masa gelatinosa . En la fotografia 6 se pueden observar mas detenidamente estas estructuras.

De este hongo Hanlin (12) reporta dos estados anamórficos, *Labrella sp. y Leptostroma sp.* Varias especies han sido reportadas para el género *Lophodermium sp.* pero la mas común en el pino es *Lophodermium pinastri* (5, 7, 15, 18).

Distribución: Esta enfermedad fue encontrada en todas las áreas donde se tienen plantaciones de *Pinus sp.*, afectando hasta el 40% de las plantaciones. Se encontraba dañando árboles de toda edad, desde plantaciones recientes con menos de 5 años hasta árboles con mas de 10 años de establecidos con severidades de hasta 100 %.

En los lugares donde fue encontrado el género *Lophodermium sp.* se observó la combinación con la presencia del género *Pestalotia sp.* en mismo lugar y planta por lo que se presume una interacción entre ambos y la debilidad de los árboles afectados.

Control: No se lleva a cabo ningún tipo de control de esta enfermedad.

6.2.1.4. Lecanosticta sp.

Descrito como causante de la mancha marrón del pino y de un tizón (17) se encuentra ampliamente distribuido en *Pinus sp.* afectando a casi todas sus especies en diferentes partes del mundo. No se tenia informe de su presencia en Guatemala.

Síntoma: En *P. caribaea* se presenta una mancha marrón muy parecida a la provocada por *Lophodermium sp.*, la cual se extiende igualmente a toda la acícula y posteriormente al fascículo entero terminando en todo el follaje del árbol como se aprecia en la fotografía 7.

Signo: La fotografía 8 muestra la disección del signo donde se observa micelio interno, septado y oscuro, con un acérvulo elíptico. En el mismo se ve una pequeña pared externa que la recubre hasta el momento de la madurez, cuando las conidias irrumpen en forma de masa amarillenta. La conidiomata o acérvulo es una estructura multicelular, formada por una serie de conidióforos que asemejan una pared de ladrillos los cuales dan origen a un número extenso de conidias. Las conidias tienen forma fusoide (1), hialinas al principio, se tornan marrón posteriormente a la emergencia. Son multiseptadas y de una textura exterior lisa ó verrugosa (17). Se conocen el estado telomórfico de este género como *Scirrhia acicola.* De las especies que se reportan para *Pinus* están ; *L. acicola, L. pini* pero ninguna había sido descrita en especies de pinos en Guatemala.

Distribución: El patógeno fue localizado en algunos árboles de las plantaciones de *Pinus caribaea*, en el municipio de Senahú del departamento de Alta Verapaz por lo que su incidencia es menor al 0.1 % además de no provocar daños severos a los árboles por lo que su severidad fue medida como menor al 50 %. Al igual que el género *Pestalotia sp.* necesita de altas precipitaciones para desprender sus conidias y fuertes vientos para distribuirlas largas distancias.

Control : Como los demás hongos tendrían que evaluarse los diferentes métodos de control como control químico, cultural e integrado, para poder dar una recomendación sobre el manejo de un microorganismo ya que hasta ahora no se había detectado como un problema en las plantaciones pero este con el rango de diseminación podría en un futuro llegar afectar de mayor manera.

6.3.1.5. *Calonectria sp.*

Este hongo esta asociado a enfermedades de partes aéreas como tallos, ramas y hojas de plantas vasculares. Se le reporta como parásito facultativo de *Eucaliptus sp., Araucaria sp., Liquidambar sp., Crotalaria sp., y Swietenia* sp., Farr *et al.* (11), CATIE (7).

Su distribución es a nivel mundial por lo que es posible que sobreviva en otras especies leñosas, pero en Guatemala no se había reportado con anterioridad.

Síntoma. En *P. caribaea* se presenta con una clorosis ó amarillamiento en las acículas, que se transforma en un tizón de manera muy rápida. Es detectado en la acículas de las partes medias y las mas bajas del árbol como se observa en la fotografia 9.

Signo. Se observa similar al síntoma de *Lecanosticta sp*, es decir seminmerso en el tejido epidermal de la acícula pero al disecar el signo se observa un ascoma uni ó multiloculado, peritecial. El ascoma se divide en dos secciones angulares o globosas de paredes gruesas. En la fotografia 10 pueden observase las ascas unitunicadas, de paredes delgadas, inmersas con un gran número de parafisos. Ascosporas hialinas á oscuras, multicelulares de forma fusoide. Como el estado anamórfico de este hongo Hanlin (12) y Farr *et al.* (11) reportan a *Cilindrocladium sp.*

Distribución: Este hongo fue encontrado únicamente como parte del complejo que afectaba las plantaciones forestales del municipio de Livingston, y el porcentaje de incidencia fue menor de 0.1 % y severidad menor al 25 % por lo que su probabilidad de aparecimiento como problema fueron poco significantes hasta el momento de la investigación.

Control: Por no conocerse mucho de su ciclo biológico en nuestro país no existen estrategias preestablecidas para su control y su significancia en las mismas es tan baja que no tiene contemplado un método de control, por lo que el control cultural y aplicación de protectantes al follaje en caso de que se reporte un caso de influencia económica para la plantación.

6.2.1.6. *Schyzothirium sp.*

Este hongo se puede encontrar en hojas y tallos de muchas plantas con frutos y plantas florales, para el género *Pinus sp.* Farr *et al.* (11) y Hanlin (12) reportan en U.S.A. una especie en particular, *Schyzothirium acuum* en acículas de pinos en los estados del sudoeste como Arizona, Nuevo México y California . No se reporta anteriormente para Guatemala en árboles del género *Pinus sp.*

No se le asocia con una enfermedad en particular pero se le considera epífito al vivir sobre el tejido vivo, y pudiera estar asociado a un trastorno en la emergencia de ramas nuevas en árboles jóvenes, aunque esto no a sido comprobado.

Síntoma: Se le puede encontrar adyacente a las áreas donde el árbol presenta una formación de ramas fuera de lo común o amacollamiento ó escobas de bruja ("whitch broms") como se observa en las ramillas presentadas en la fotografía 11. No se puede precisar que esta deformación sea causada por la presencia de este hongo.

Signo: Se observan apotécios que se forman sobre el tejido vivo de las ramas jóvenes de los árboles. No se observa micelio externo, pero se puede ver la invasión del mismo a las células vivas en montajes frescos. Las ascas son bitunicadas, de forma clavada a globosa, en su interior se encuentran 8 ascosporas las que se aprecia en la fotografía 12, de forma elipsoidal-alargadas, bicelulares, hialinas . Hanlin (12) reporta los estados anamórficos *Leptothyrium sp. y Zigophiala sp.*

Distribución: Encontrado en ramas provenientes del departamento de Izabal del municipio de Livingston únicamente, y con incidencias menores del 0.1 % y severidad de hasta 25 %.

Control: Por ser de tipo epífito no se considera un método de control para este organismo.

6.2.2. TECA (*Tectona grandis L)*

Según Ainsworth (2) y Farr *et al.* (11) se encuentra afectada por una enfermedad foliar de tipo antracnosis, Producida *Mycosphaerella sp.*, la cual fúe detectada en las plantaciones de Senahú , Los Amates y Livingston. También se encontró la presencia de los géneros *Diplodia* , *Hendersonia y Hendersonula* asociadas a un cáncer en el tallo de árboles jóvenes en viveros. También en teca se encontró presente el género *Pestalotia sp.*, pero en esta ocasión asociado a la antracnosis provocada por el género *Mycosphaerella* por lo que en esta se considera un hongo de tipo oportunista .

6.2.2.1. Mycosphaerella sp.

El género *Mycosphaerella sp.*, se encuentra reportado para un gran número de plantas angiospermas Farr *et al.* (11). Distribuida mundialmente con cientos de especies, se puede encontrar en nuestro medio representada por las especies *M. musicola y M. fijiensis,* las dos asociadas a la enfermedad conocida como **Sigatoka** en el cultivo de *Musaceas*. Esta enfermedad afecta además otra

gran variedad de plantas cultivadas y su distribución es principalmente en las regiones tropicales y subtropicales (11). No se había reportado la presencia en Guatemala de este patógeno en teca.

Síntoma. En teca se pude notar como las hojas en desarrollo y las hojas desarrolladas empiezan a tomar una coloración amarillenta conocida como clorosis, en el área afectada se notan lesiones de color marrón que se extienden rápidamente en forma desordenada y sin un patrón definido hasta que recubre por completo la hoja como se aprecia en las fotografías 14 y 15.

Signo. *Mycosphaerella sp.* se presenta en una serie de peritecios uniloculares, localizados en una área de la lesión, inmersos o errumpentes usualmente son de color oscuro. El asca es bitunicada, oblonga y en su interior aloja 8 ascosporas hialinas de forma oblonga bicelulares que presentan una constricción a nivel del septo, especialmente cuando están maduras , las características descritas por Hanlin (12) se pueden observar en la fotografia 16.

Hanlin (12) reporta como estados anamorfos los géneros *Cercospora sp., Cercosporidium sp., Cercoseptoria sp., Cladosporium sp., Ramularia sp., Stigmina sp., Ovularia sp., Fusicladiella sp.*, entre otros.

Distribución: Se encontró este hongo en todas las muestras foliares de teca provenientes tanto del municipio de Livingston en el departamento de Izabal como en el municipio de Senahú del departamento de Alta Verapaz, donde los índices de incidencia y severidad en el ataque a árboles jóvenes y maduros llegaban al 50% y 100 % respectivamente.

Control: De convertirse en un problema serio para las plantaciones deben ensayarse los métodos de control a ser aplicados con base al factor económico de los proyectos.

6.2.2.2. *Pestalotia sp.*

Pestalotia sp. a sido descrito con anterioridad en la sección correspondiente a *Pinus caribaea*. Las generalidades del patógeno en teca son las mismas que en casos donde se encuentran manchas foliares, con la excepción que en teca es menos común encontrarla y se observa la presencia de la misma en hojas ya afectadas por *Mycosphaerella sp.*, pero en menor proporción de signos por lo que no pudo establecerse la severidad del ataque, la incidencia se midió en igual forma que la de *Mycosphaerella sp.*

6.2.2.3. *Diplodia sp.*

El género *Diplodia sp.*, es comúnmente descrito para especies de tipo leñoso, como *Hacer sp.*, *Eucaliptus sp.*, *Cupressus sp.*, *Vitis sp.*, *Melia sp.*, en las cuales se le encuentra afectando los tallos Farr *et al.* (11). No se encontraba reportado en Guatemala afectando a *Tectona grandis.*

Síntoma. En Teca se le encuentra en asociación a otros dos géneros en áreas de tallos jóvenes en plantas de vivero y en establecimientos recientes donde los árboles empiezan teniendo un resquebrajamiento de la corteza y posteriormente pierden la misma, la presencia de corcho es común en las plantas afectadas.

Signo. En los tallos afectados cerca de las zonas con resquebrajamiento se pueden encontrar los picnidios oscuros, globosos errumpentes en la corteza, en grupos muy númerosos pero sin formar estromas ó agregarse unos con otros. Siempre se encuentran de manera individual como se ve en la fotografia 17. Al realizar un seccionamiento de la estructura, al microscopio pueden observarse las conidias bicelulares, al inicio hialinas las cuales se tornan oscuras al madurar (17) como se muestra en la fotografia 18.

Distribución: Este género se reporta proveniente de viveros y plantaciones de teca en la región del municipio de Senahú donde no se tienen grados altos de incidencia y su localización pudiera ser fortuita en la plantación. La severidad de la enfermedad es del 50 % y en las muestras obtenidas los árboles de vivero y las plantaciones se observan desarrollos anormales.

Control: No se determina ningún tipo de control especifico como en el resto de hongos encontrados.

6.2.2.4. *Hendersonia sp.*

Este hongo tiene características saprófitas y parasíticas en hojas y tallos de angiospermas, sin que se le describa asociación directa con algún tipo de daño en particular. No se tenia reportado en Guatemala afectando a *Tectona grandis.*

Síntoma. Se observa áreas demarcadas por líneas oscuras en la superficie del los tallos. En algunas ocasiones se distingue un cambio de coloración en el interior del perímetro demarcado marcado por la línea como se ve en la fotografia 19.

Signo. Se distinguen dentro de las áreas demarcadas picnidios oscuros, semiinmersos, separados, globosos, y en ocasiones de tipo errumpente. Al realizar el corte vertical de la estructura se pueden encontrar en su interior conidias multicelulares, de forma ovoide a elongada, con constricciones en

cada septo. las conidias a su vez son hialinas ú oscuras cuando maduran (17), esta estructura se puede apreciar en la fotografia 20.

Distribución: Este patógeno se reporta proveniente de muestras obtenida del municipio de Senahú en el departamento de Alta Verapaz y se encontró al igual que *Diplodia sp.* en los árboles débiles de las plantaciones de manera fortuita y con severidades menores al 50 %.

6.2.2.5. *Hendersonula sp.*

Comúnmente se reporta como saprófito en plantas leñosas. Puede invadir los tallos jóvenes, induciéndolos a la formación de corcho (17). Comúnmente se reporta regiones templadas y semitropicales. No se reportaba en Guatemala afectando a *Tectona grandis.*

Síntoma. Se observa una producción de corcho en los tallos jóvenes seguido de una pérdida de hojas en las partes apicales de los árboles en desarrollo como muestra la fotografia 21.

Signo. Cavidades que denotan la presencia de picniostromas próximos a irrumpir a través de la corteza pueden ser observados. De color oscuro y con paredes gruesa, pueden ser uní ó multiloculares. En algunas ocasiones presentan un ostiolo por donde expulsan las conidias que son hialinas y unicelulares en el interior de la cavidad estomatical, luego se tornan multicelulares y de color oscuro (17) . Este signo se observa en la fotografia 22.

Distribución: Se encontró este hongo en muestras también provenientes de Senahú con incidencia de menos de 0.1 y severidad de 50 %.

Control: Al igual que otros hongos de hábito epífito no se necesita algún tipo de control específico ya que forman parte común de la microflora de los ecosistemas naturales (17).

6.2.2.6. *Fusarium sp.*

Se describe como causante de varias enfermedades asociadas a muertes descendentes, pudriciones de raíz, tizones etc., pero también es uno de los saprófitos y contaminantes mas comunes en los campos y en materiales de laboratorio. Su distribución en diferentes partes del mundo afectando diferentes cultivos lo hacen un patógeno muy dificil de determinar como agente causal primario deacuerdo a Aisworth (2).

Síntoma:. Se presenta una muerte de las partes apicales del tallo, que se traslada hacia la base del tallo, en los mismos se encuentra una masa de micelio blanco externa que se presenta en las áreas de los ápices foliares como en la fotografia 23.

Signo: Las masas de micelio blanco contienen una gran cantidad de conidióforos, encadenados, los cuales portan las conidia que son de color hialino, de forma fusoide-filiforme, se pueden observar en diferentes estados conidias de una variedad de formas y numeración de septos que van desde conidias unicelulares llamadas microconidias por Barnett (4), hasta llegar a las macroconidias multiseptadas estas con una coloración de "cotton blue" se observan en la fotografia 24 de color azul.

Distribución: Se encontró este hongo en muestras provenientes de los departamentos de Izabal y Alta Verapaz asociado principalmente a árboles de vivero y de plantaciones muy recientes. El grado de incidencia en las plantaciones fue de 1 % y en algunos viveros fue del 25 %. La severidad por su parte se midió en las plantaciones de menos del 50%, pero en los viveros ocasionó muertes por lo que se tomó como alcanzando un 100 %.

Control: Debido al bajo nivel de incidencia y severidad de esta enfermedad en las plantaciones no se proyectan mas controles que los culturales para eliminar cualquier presencia de inóculo. Los controles mas comunes a nivel cultural en viveros o en establecimientos consistirían en la eliminación de los árboles afectados y la destrucción de los mismos además de aplicaciones de fungicidas al material de sustratos donde se elaboran los viveros biocida como PCNB, Banrot y otros productos son frecuentes en los viveros de otros tipo de plantas.

6.2.3. PINO ROJO (*Pinus maximinoii Lamb*)

Es comúnmente afectado por royas, y algunas enfermedades foliares en toda Centroamérica, México, U.S.A. y el Caribe según CATIE (7) y Farr *et al.* (11), los patógenos determinados afectando las plantaciones en Guatemala son: *Lophodermium sp, Cronartium sp, Coleosporium sp, Sphaeropsis sp y Ploioderma sp.*

6.3.3.1. *Lophodermium sp.*

La información y figuras referentes a este patógeno pueden ser revisadas en la descripción que se hace del mismo para *Pinus Caribaea*. La única diferencia con tal descripción es que para *Pinus*

maximinoii H. E. Moor. El patógeno se encuentra a más de 1,000 msnm donde *Pinus caribaea* ya no habita.

Distribución: Se tomaron muestras únicamente en los bosques comunales de San Jerónimo, Baja Verapaz. Los rangos de incidencia y severidad en esta especie son menores que en *P. caribaea* no sobrepasando el 25 % de severidad y un 50 % de incidencia.

6.3.3.2. *Sphaeropsis sp.*

Otro género de patógenos compartido entre *P caribaea y P maximinoii* es *Sphaeropsis sp*, descripción del cual también se encuentra disponible en *Pinus caribaea.*

Distribución: Se tomaron muestras únicamente en los bosques comunales de San Jerónimo, Baja Verapaz. Los rangos de incidencia y severidad en esta especie fueron mayores que en *P. caribaea* sobrepasando el 25 % de severidad y su incidencia fue en algunos casos del 50 %.

Control: No se aplican medidas de control.

6.2.3.3. *Cronartium sp.*

Este género es uno de los cuales provocan royas en el pino, posee una descripción de varias especies que los afectan (11). Caracterizada por un estado aecial (1) en el cual los estróbilos se ven afectados, no presenta mayores daños a no ser que ataque a árboles en los primeros estados de desarrollo donde puede ser un problema, por la rapidez con la que se disemina y por la severidad de su ataque.

Las principales especies que se reportan en Guatemala son *C. quercum y C. conigenum.*

Síntoma: Regularmente se observan estróbilos invadidos de aeciosporas, presentan hipertrofia y una coloración anaranjada debido a la esporulación. Este estado pasa por el huésped alterno en este caso *Quercus sp.* para emerger como los otros estados de las royas para completar su ciclo vital. Son fáciles de observar y reconocer a principios de la temporada lluviosa en nuestro medio (11).

Signo: En el estado de aecias de los estróbilos afectados pueden recogerse las esporas que tienen una forma ovoide, con doble capa y con una ornamentación característica vista en la fotografía 25.

Distribución: Este hongo fue encontrado en todas las áreas donde habitan especies de pinos, principalmente a altura mayores de 500 msnm pero su incidencia no supera el 5 % de las áreas así como su severidad no sobrepasa el 25 %.

Control: Comúnmente este hongo desaparece a cada año ya que su ciclo comprende una fase de estadío en género forestal *Quercus sp.*, por lo que para evitar problemas de agallas en los troncos no se recomienda el asocio de estas dos especies en áreas con historial de presencia del patógeno. Para control a nivel de viveros aplicaciones de fungicidas protectantes y la eliminación de cualquier árbol afectado es suficiente para controlar el desarrollo de esta enfermedad en el campo.

6.2.3.4. *Coleosporium sp.*

Conocida regularmente como roya de acículas, esta enfermedad se caracteriza por la presencia en su estado aecial de una erupción de esporas en una estructura blanca. Como muchas royas incluyendo el género *Cronartium sp.*, *Coleosporium sp.* completa su ciclo vital pasando de un huésped a otro, en diferentes estados así esta por ejemplo el estado aecial lo tiene en las acículas de pino, luego estas infectan a su huésped alterno generalmente del género *Aster sp.*, donde aparece en el estado de uredia, pudiera pasar al estado teliospórico en el mismo huésped pero luego de pasar la temporada de letargo en el mismo emerge para infectar al huésped principal y formar el estado de basidia con lo que completa su ciclo vital.

Síntoma: Se presenta una pequeña mancha clorótica no muy aparente en la acícula, donde luego emerge una hinchazón del tejido de la cual brotan las aecias. Se observan en la fotografía 26 los árboles afectados con numerosas acículas decoloradas de la parte terminal, en ramas bajas y en ramas medianas, dándole al árbol un tono bicolor, amarillo con verde.

Signo: La aecia (fotografía 27) se presenta como una estructura errumpente de forma alargada aplanada, de donde brotan las aeciosporas aplanadas y semicirculares ornamentadas, con doble capa, en tinción diferencial con reactivo "cotton blue" el centro se colorea perfectamente pero la capa externa permanece decolorada (fotografía 28).

Distribución: Esta enfermedad se encuentra ampliamente establecida en toda la zona templada del área de muestreo es decir los municipios de San Cristóbal y en Coban Alta Verapaz. El grado en el que esta enfermedad afecta esta en función de las condiciones del clima y en épocas de alta humedad relativa seguida de períodos secos con temperaturas regularmente bajas con promedio de 18 – 19° C la enfermedad se distribuye con mas rapidez, llegando hasta un 10 % creando problemas de desarrollo en plantaciones jóvenes, pero la severidad del ataque raramente sobrepasa el 50 %.

Control: Para el control de esta enfermedad se puede utilizar el mismo criterio que con *Cronartium sp.*, por lo que evitar el asocio con los huéspedes alternos es suficiente para plantaciones establecidas, mientras que aplicaciones de protectantes en vivero tendrán el efecto de evitar la translocacíon del patógeno al área de establecimiento.

6.2.3.5. ***Ploioderma sp.***

Otro causante de manchas foliares y tizones es el género *Ploioderma sp.*, el cual se encuentra difundido en muchas especies de pino en las diferentes áreas donde este habita, Prefiere alturas por encima de los 600 msnm y es fácil de confundir con *Lophodermiun sp.*, por lo parecido de los síntomas que provocan así como por el tipo de signo que presentan. Puede causar daño significativo en etapas tempranas del establecimiento de las plantaciones, pero en árboles adultos su nivel de daño es mínimo. No se encontraba reportada su presencia en bosques de Guatemala.

Síntoma: Se caracteriza por iniciarse por una mancha roja o marrón en la mitad de las acículas que se distribuye al resto del folículo. Produce un tizón de color cenizo que se extiende rápidamente en el árbol, provocando defoliaciones severas en los árboles jóvenes (7), ver fotografias 29 y 30.

Signo: Es de forma apotecioide, alargada, inmersa en el tejido del huésped. Cuando las ascosporas maduran este irrumpe por el tejido abriéndose por la parte central, liberando así las ascosporas las cuales son hialinas de forma ovalada algunas veces reducidas en la parte central, de gran tamaño (25 x 5-10 micras) recubiertas por una capa gelatinosa se encuentran dentro de ascas unitunicadas que contiene hasta 8 ascosporas y que se encuentran rodeadas por parafisos filiformes hialinos septados. Este signo y las estructuras mencionadas son claramente apreciadas en las fotografias 31, 32, 33.

Distribución: Esta enfermedad se encontró en muestras obtenida de plantaciones de áreas templadas en el departamento de Alta Verapaz donde se encontraban árboles dispersos con poca incidencia alcanzando en algunos rodales hasta 75 %, pero la severidad del ataque se calculó alrededor del 75% en el momento del muestreo en algunos de los árboles afectados , por lo que el seguimiento de esta enfermedad en las áreas templadas es importante para establecer el nivel de daño que pudiera causar esta enfermedad en el futuro de plantaciones jóvenes.

Control: Por las características del ataque del patógeno, debe realizarse una correcta prevención en viveros para evitar la movilización de este patógeno a las áreas de plantación densa, otra medida de control es eliminar al portador del inóculo inicial y quemarlo fuera de la plantación para que no infecte a otros árboles.

6.2.4. MELINA (*Gmelina arborea Robx*)

Para esta especie forestal se determinó una mancha foliar provocada por el género *Cercospora sp.*

6.2.4.1. *Cercospora sp.*

Se encuentra reportada por CATIE (7), Ellis (9,!0) y Farr *et al.* (11) como patógeno para el género *Gmelina spp* en países como Cuba, Brunei, Gana, Sudan, Java, específicamente con el patógeno *Cercospora volkameriae*, mientras que en centro América se reporta a *Cercospora rangita* como causante de una mancha foliar similar en características a la encontrada en las plantaciones de nuestro país, CATIE (7).

Síntoma: Se producen sobre las hojas de melina manchas pequeñas de color café ó grisáceo con bordes oscuros, de formas irregulares que se distribuyen a todo lo ancho del haz en las que se pueden distinguir unos puntos más oscuros como se aprecia en la fotografia 34.

Signo: Se presenta en un raspado superficial un conidioforo en esporodoquio de color oscuro oliváceo o pardo. Las conidias son filiformes y deformadas, de color hialino a oliváceo transparente, con 6-14 septos ó divisiones (9, 10) de 50-150 x 3-4.5 micrómetros de dimensiones estos se observa en al fotografia 35.

Distribución: La localización de este patógeno se realizó en el área de Livingston donde si bien la incidencia era de alrededor del 75% la severidad del ataque era menor al 25% por lo que se presume que el árbol esta adaptado a la presencia del patógeno sin que este le cause mayores daños.

Control: Por lo anterior las medidas de control serian mínimas limitándose a monitoreos del desarrollo de la enfermedad para establecer algún posible daño en árboles jóvenes y de vivero.

6.2.5. CIPRÉS COMÚN (*Cupressus lusitanica Miller*)

Barnett (4), CATIE (7) y Farr *et al.* (11), reportan un gran número de patógenos causantes de diversos síntomas de tipo foliar en este especie en particular del género *Cupressus sp.*, pero en las áreas de muestreo solo se pudo determinar la presencia del género *Cercospora sp.* como responsable un tizón foliar.

6.2.5.1. Cercospora sp.

Este hongo es de hábitos cosmopolitas en su distribución y con un amplio rango de huéspedes, no es de extrañar que también se le encuentre en *Pinophytas*, donde se reportan varias especies como *C. sequoiae var. juniperum*, que pueden producir diversidad de sintomatologías como tizones, antracnosis, y manchas foliares deacuerdo a Barnett (4), CATIE (7) y Farr *et al.* (11).

Síntomas: Se presenta una necrosis de escamas en las hojas de ciprés que paulatinamente se extiende desde las puntas hasta las bases de las ramas, esto se observa en la fotografia 34. Los primeros síntomas se presentan en cualquier parte de las ramas donde se observan puntos cloróticos, los cuales se extienden como manchas foliares terminando en antracnosis totales o tizones, estas fases se aprecian en las fotografia 36 y 37.

Signo: Se observan sobre el tejido estructuras parecidas a tricomas muy finos en racimos compactos. Estas estructuras llamadas esporodóquios son grupos de conidióforos los cuales producen y liberan las conidias las cuales son filiformes y multicelulares las cuales pueden tener hasta 12 divisiones (9, 10) ver la fotografia 35.

Distribución: Se encontró este patógeno en plantaciones de Baja Verapaz donde alcanzaba grados de incidencia mayores a 50 % y severidades de ataque en algunos casos de hasta 50 % al momento del muestreo.

Control: No se han realizado controles de este patógeno.

CEDRO (*Cedrela odorata L.*)

Las enfermedades que se encontraron en esta especie son compartidas por otras especies de la región por la cercanía de su filogenia, así, por compartir los mismos espacios físicos dentro de las plantaciones y a nivel natural.

6.2.6.1. *Botriosphaeria sp.*

Este patógeno asociado comúnmente a enfermedades de tallos y ramas es causante de varias enfermedades como antracnosis y manchas foliares según Hanlin (12), es muy común en la literatura

que se incluya a los géneros *Guignardia sp.*, *y Botriosphaeria sp.*, en un solo género, aunque se pueden distinguir por el hábito que tiene el primero de aparecer como un peritecio solitario mientras que el segundo lo hace en estromas en las partes leñosas y en masas de peritecios en las hifas como en esta ocasión.

Síntoma; Se produce la aparición de una zona clorótica definida en el envés y el haz de la hoja donde rápidamente se llena con numerosas manchas oscuras las cuales forman una masa observable en la fotografia 38 y a simple vista, posterior a lo cual se da una clorosis a todo lo extenso de la hoja y la misma termina por desprenderse de la rama.

Signo; Se forman una serie de cuerpos de color oscuro en la hoja producto de la unión de varios peritecios llamadas ascomatas estromáticos los cuales poseen paredes compuestas de varias células oscuras. Portan en su interior las ascas bitunicadas las cuales constan cada una de 8 esporas unicelulares de forma oblonga o fusoide de color claro ó hialino que en ocasiones poseen una cubierta fina y gelatinosa según Hanlin (12), estas estructuras son observables en la fotografia 39. Se reportan por Hanlin (12) los estados anamórficos como los géneros *Diplodia sp.*, *Lasiodiplodia sp.*, *Botriodiplodia sp.*, *Macrophoma sp. y Sphaeropsis sp.* En *Cedrela sp.* no existe reporte de este patógeno, pero para la familia *Meliacea* a la cual pertenece, se reporta *Botriosphaeria dothidea* como responsable de una muerte descendente Farr *et al.* (11).

Distribución: Este patógeno se encontró en varios árboles de diferentes edades en plantaciones de Livingston en grados de incidencia mayores de 50 % en el follaje y de 25% en los tallos y ramas. Los grados de severidad alcanzaron el 100% a nivel de vivero donde los árboles afectados murieron en pie y al momento de su traslado al campo.

Control: Proveer al árbol de nutrientes para aumentar el vigor en los viveros aunado a la aplicación de desinfectantes del suelo y fungicidas protectantes a base de cobre ayudarán al desarrollo en el campo para los árboles ya que a mayor edad el no presenta grados de severidad de mas de 50%.

6.2.6.2. *Hysterographium sp.*

En *Cedrela sp.* se presenta este hongo en las ramas y tallos aunque no se reporta como patógeno, se encuentra presente en el tejido de la corteza y sus hifas se encuentran adyacentes al cambium. Se considera epífito (1) aunque se observó fisuras de la corteza en presencia de este hongo en algunos árboles de las plantaciones. Se tiene considerado un patógeno provocando un cáncer en la corteza de

árboles del género *Pinus sp.*, especialmente en la región noroccidental de México y el sudoeste de los Estados Unidos Farr *et al.* (11).

Síntoma: Forma un mosaico de mancas en toda la corteza presentándose en diferentes formas, pero sin llegar a romper por completo la misma, solamente formando unas fisuras en el tejido mas superficial como se presenta en la fotografia 40.

Signo: Se forma una costra o ascomata (1) uni ó multilocular, discoide, lineal o amorfa, dentro de la cual se encuentran las ascas bitunicadas y ascosporas dictiosporicas, ver fotografia 41.

Distribución: El género *Hysterographyum sp.*, fue localizado en cedros municipio de Livingston donde el síntoma fue encontrado por primera vez afectando a los árboles jóvenes con una incidencia en las plantaciones de un 25% y severidades de ataque de 25 % en la corteza específicamente del tallo principal en árboles maduros la incidencia fue de 100% pero la severidad bajo al 25 % como máximo.

Control: Aunque se considera en la que la presencia de este hongo es epifita en varias especies forestales deacuerdo a Hanlin (12), el efecto que producen al resquebrajas las cortezas podría causar serios daños a los árboles por lo que controlar su desarrollo con aplicaciones de fungicidas a base de cobre al tallo o con pinturas de cal, en caso que el avance de la enfermedad afecte a árboles jóvenes en etapas primarias de desarrollo. Por el contrario en árboles maduros el control no se hace necesario ya que el avance del hongo se atribuye a la excesiva humedad de las plantaciones densas de los primeros años.

6.2.7. CAOBA (*Swietenia macrophylla. King*)

Entre las enfermedades foliares determinadas para *Swietenia sp* se encontraron las siguientes:

6.2.7.1. *Glomerella sp.*

Hongo presente en gran número de cultivos y especies arbóreas siendo un hongo de tipo omnívoro y de un rango amplio de ecosistemas donde puede sobrevivir según Farr *et al.* (11) y Hanlin (12).

Síntoma: Manchas pequeñas de forma irregular y de tipo clorótico en el haz y el envés en las hojas, las cuales se tornan marrón diseminándose sin un patrón definido necrosando la parte afectada, abarcando toda la lámina foliar, este síntoma se observa en la fotografía 42.

Signo: El tejido afectado presenta estructuras reproductivas denominadas por Hanlin (12) como peritecios emergiendo a través de la epidermis como pequeñas protuberancias, mientras que el resto del cuerpo del mismo se encuentra inmerso, ver la fotografía 43. En el interior se encuentran las ascas, las cuales son unitunicadas, de paredes delgadas, conteniendo en su interior entre 4-8 ascosporas de forma alantoide (forma de frijol), semipigmentadas de menos de 20 micras de largo. Entre las ascas se pueden distinguir parafisos que son estructuras parecidas a filamentos engrosados y segmentados.

Distribución: Se encontró en las áreas de muestreo de el municipio de Livingston, con severidades menores a 25 % e incidencias fortuitas.

Control: No se aplican en las plantaciones ningún método de control. Pero en viveros son eliminadas las partes foliares que presentan enfermedades antes de llevarlas al campo definitivo. En algunas ocasiones son aplicados fungicidas protectantes.

6.2.7.2. ***Pestalotia sp.***

Una característica de este hongo es la capacidad que tiene de parasitar una gran variedad plantas y es reportado por Farr *et al.* (11) como parásito oportunista en la mayoría de las plantas cultivadas.

Síntoma: Sinclair (15) asocia este patógeno a diferentes síntomas como antracnosis, tizones, etc pero el más común y por el que mejor se le conoce es por las manchas foliares, especialmente por aquellas en las cuales se presenta en lesiones de color plateado cenizo. Su patrón de infección como en la enfermedad encontrada en caoba puede ser ó no ser de tipo regular dependiendo de la especie que sea la causante de la infección que muestra la fotografía 44, donde se presenta como una mancha foliar de aspecto irregular y con la característica de dejar un área necrótica central de color plateado.

Signo; En los bordes de las manchas entre el área necrosada y el área clorótica se observan en la fotografía 45 acérvulos con conidias de color oscuro multicelulares y con tres apéndices claros en la cresta y uno sencillo en la cola . En condiciones de poca humedad las conidias al estar maduras irrumpen a través de la epidermis en forma de masas gelatinosas las cuales forman cirros o curvas irregulares deacuerdo a Sinclair (15) esta forma especifica de erupción se puede apreciar en la

fotografia 46. Para el género *Swietenia sp.* se reporta a *Pestalotia sorvi* como causante de manchas foliares según Farr *et al.* (11).

Distribución: Este patógeno se encontró en hojas y tallos de muestras obtenidas del municipio de Livingston donde la incidencia en la aparición del mismo fue de 50% en plantaciones jóvenes y de 25% en plantaciones de mas de 5 años de establecimiento al igual que en viveros. Su incidencia en viveros fue baja pero en los campos se encontró un índice de 50-60 % dependiendo de la densidad de población y la edad de los árboles. Siendo los árboles mas afectados los que comprenden edades entre 5-10 años y con densidades de siembra de 1,400-700 árboles por manzana (1 Mz = 0.7 Ha = 7,000 m²).

Control: Mantener un monitoreo constante de enfermedades en los viveros evita que patógenos se traslade al campo y pueda causar mayor daño. Aplicaciones de fungicidas preventivos pueden utilizarse en las condiciones donde se den los casos de mas alto riesgo.

6.2.7.3. *Hysterographium sp.*

Hongo de características muy particulares que se presenta sobre la corteza de especies maderables, pero en ninguna de ellas se reporta como patógeno (5, 11, 12, 15, 18). Sobrevive mientras el árbol esta en pie, aunque es discutible su relación con el árbol. Posee características epífitas o de parásito facultativo. Hanlin (12) reporta un estado anamórfico como *Hysteropicnis sp.*

Síntoma: En el caso de la caoba , produce áreas delimitadas de coloración diferente al del resto de la corteza la cual posteriormente se termina por desprender, un ejemplo de este síntoma se presenta en la fotografia 46.

Signo: Su desarrollo varia de una ascomata (1) unilocular de forma discoide a una multilocular, pero en ambos se desarrollan las ascas en forma dispersa dentro de una masa de parafisos musilaginosos con una cubierta oscura, en las ascas que son de tipo bitunicado se pueden observar ascosporas dictiospóricas, elípticas, ovoides, oblongas a cilíndricas, de color claro o hialinas, multinucledas, la cuales al madurar se tornan oscuras (12).

Distribución: Principalmente se encontró en plantaciones establecidas de el municipio de Livingston en el departamento de Izabal afectando a caobas jóvenes y en mayores etapas de desarrollo con incidencias de 75% y ataque de severidad con 50%. No fue detectado en plantas de vivero por lo que

6.2.8.2. *Botriosphaeria sp.*

Descrito anteriormente en *Cedrela sp*, las características en *Blepharidium sp.* no difieren mucho y la información del patógeno así como las fotografías del mismo pueden ser consultadas en la parte que hace mención del mismo para cedro.

Síntoma: Para el Irayol, *Botriosphaeria sp.*, se presenta como un cáncer en el tallo el cual produce un resquebrajamiento en la corteza la cual queda expuesta el ataque de otros patógenos, ver fotografía 52.

Signo: Obsérvese *Botriosphaeria sp.* en *Cedrela sp.* (fotografía 39). El estado anamórfico es el género *Lasiodiplodia sp., deacuerdo a Hanlin* (12).

Distribución: Presente en las áreas pobladas por Irayol en el municipio de Livingston con incidencias de 75-100 %, con severidades de 25-50%.

Control: No se hace necesario un control estricto de esta enfermedad excepto en caso de que pudiera iniciarse un resquebrajamiento de la corteza, pero en el mismo caso el árbol siempre sobrevive según informes de los trabajadores locales.

6.2.8.3. *Lasiodiplodia sp.*

Regularmente se le asocia a la presencia del patógeno *Botriosphaeria sp.* según Sutton (16) y USDA (17). Su ataque y nivel de daño son mayores, causando el descascaramiento de los árboles, este daño a sido reportado por Brow *et al.* (6) en especies frutales .

Síntoma: Produce un resquebrajamiento en la corteza de diferentes especies de árboles y arbustos leñosos, en el Irayol este resquebrajamiento no se produce y queda una formación tipo mosaico en la corteza como se observa en la fotografía 53, lo que produce una gomosis del árbol, pero solamente en estados muy avanzados de la infección.

Signo: Produce un picniostroma uní ó multiloculado de paredes gruesas y células oscuras dentro observar en las fotografías 54 y 55, en cual se desarrollan cientos de conidias unicelulares de forma ovoide unicelulares y hialinas al principio, las cuales al emerger en forma errumpente en una masa se tornan bicelulares y de color oscuro las esporas ó conidias de este hongo en particular pueden observarse en las fotografías 56 y 57.

Distribución: Se encontró en la región del municipio de Livingston en el Depto. de Izabal. Los porcentajes de incidencia y severidad encontrados en el campo fueron de 25 % y 50 % respectivamente.

Control: No se aplican medidas de control.

6.3.8.4. ***Hysterographium sp.***

Fue descrito anteriormente en cedro y caoba. su comportamiento en Irayol es similar y habría de darse un seguimiento al desarrollo por algún tiempo para establecer una posible diferencia entre el ataque a distintos géneros forestales.

Síntomas y signo : Las descripciones de los mismos se ajustan a las que se dieron para cedro y caoba.

6.2.9 PALO DE SAN JUAN (*Vochysia guatemalensis Standl*)

Entre las enfermedades que afectan a esta especie se encontraron dos tipos de manchas foliares provocadas por patógenos descritos ya para otras especies. Por una parte tenemos al género *Pestalotia sp.*, causante de varios tipos de manchas foliares en otras especies, y al género *Sphaeropsis sp.*, también causante de este tipo de enfermedad según Ainsworth (2). En Guatemala ninguna de los dos géneros se describía con anterioridad afectando al género *Vochysia sp.*

6.2.9.1. ***Pestalotia sp.***

Descrita por Ainsworth (2), es un patógeno de tipo omnívoro , es decir que es parásito de muchos géneros de plantas. A las cuales causa manchas foliares muy distintivas por ser de una coloración ceniza plateada rodeada por bordes negruzcos.

Síntomas: En esta especie forestal en particular la enfermedad se presenta como una serie de manchas de mas o menos 2-4 mm de diámetro, distribuidas en toda la hoja (fotografía 58), sin presencia aparente de signos hasta que se colocan en medios de reproducción donde aparecen los acérvulos (1).

Signos: El signo primero como una mancha oscura en el centro de la mancha plateada y posteriormente se desarrolla en un acérvulo pequeño de forma discoide con paredes finas, (fotografía 59). En su interior se desarrollan las conidias descritas para este género en particular es decir cuerpo compacto robusto, con 4 septos y con apéndices transparentes 3 en la parte anterior y uno en la parte basal próxima a la zona de unión con el conidioforo (1). No se tiene reportado como patógeno en Guatemala para esta especie en particular.

Distribución: Se encontró en toda el área del municipio de Livingston con incidencia de 100% en las plantaciones artificiales y en los bosques naturales, pero la severidad no sobrepasaba el 25% por lo que también se considero que formaba parte del ecosistema de la región y que su presencia no afecta al árbol.

Control: En *Vochysia sp.* no se hace necesario el control de esta enfermedad ya que no se relacionó a la enfermedad con una afección sino como parte del complejo biótico del árbol, como un tipo de relación biológica de comensalismo sin consecuencias para el huésped.

6.2.9.2 Sphaeropsis sp.

Como en otros tantos huéspedes el género *Sphaeropsis sp.* produce enfermedades de tipo foliar con características de manchas foliares y antracnosis en *Vochysia sp.*

Síntoma: Se presentan como manchas foliares irregulares con un borde oscuro, el cual delimita una mancha foliar típica (18), la cual aparece en el haz de la hoja. Se extiende paulatinamente en forma de clorosis necrosando en su totalidad la hoja como se aprecia en la fotografia 60.

Signo: El signo típico de *Sphaeropsis sp.* son los peritecios, los cuales son de tamaño regularmente grandes cuando están maduros, entre 200-350 micras ó micrones de diámetro como promedio según Sutton (17). El micelio se encuentra inmerso en el tejido del huésped y puede observarse su invasión a las células en montajes recién preparados. En algunas ocasiones presenta setos en el exterior. Las conidias se desarrollan en conidióforos cortos entre 5-10 micras de longitud, las conidias pueden llegar a tener tamaños de hasta 45 micras de longitud según lo reporta Sutton (17) en algunas especies. En *Sphaeropsis sp.* las conidias son de color claro hasta llegar a tornarse de un color pardo oscuro, con forma ovoide ó claviforme (fotografia 61).

Distribución: Presente en algunas muestras de palo San Juan en el municipio de Livingston sin que se reporte con grados de incidencia y severidad ya que se encontró en manera fortuita.

Control: No se reporta control para este caso ya que podría ser un caso aislado.

6.2.10. MARÍO ó SANTA MARÍA (*Calophyllum basiliense Camb*)

Esta especie presenta enfermedades de tipo foliar como antracnosis producida por un hongo del género *Colletotrichum sp.* y una mancha foliar producida por el género *Sphaeropsis sp.*

6.2.10.1. *Colletotrichum sp.*

Género de hongos coelomycetes que producen antracnosis muy severas en una gama muy amplia de hospederos Farr *et al.* (11), Sutton (17). Es el estado anamórfico del género *Glomerella sp.* deacuerdo a Hanlin (11), y se presenta en formas variadas del estándar conocido como *Colletotrichum gloesporoides.*

Síntoma: Se observa una necrosis con costra en las hojas y ramas del árbol. De la estructura reproductiva brota una masa de conidias de color claro que se torna rápidamente anaranjado al oxidarse la cubierta exterior. Esta denota la esporulación del hongo.

Signo: La masa de conidias que se observa en el exterior es producto de la esporulación de un acérvulo que se encuentra inmerso en el tejido necrosado. Con esporas hialinas, unicelulares y con estructuras internas las cuales hacen que parezcan multicelulares. La forma es variada de ovoides hasta elongadas deacuerdo a Sutton (17). En la fotografia 62 pueden observarse varias de estas estructuras .

Distribución: Se encontró en casos aislados en el municipio de Livingston , reportando un porcentaje de incidencia de 10 % y se determinó en 1 de los 10 árboles aislados que hay en el área . Su severidad también fue solo del 25 % .

Control: No se aplica control sobre esta enfermedad.

6.2.10.2. *Sphaeropsis sp.*

Síntoma: En *Calophyllum sp.* (Mario), se produce una mancha foliar muy fácil de observar por la decoloración rodeada en su totalidad de un anillo de color oscuro, dentro de cual se pueden observar los picnidios en forma de colonias.

Signos: Se observa un picnidio setoso semi-inmerso o inmerso en su totalidad, de paredes compuestas de varias capas de células oscuras dando la apariencia de un estroma, dentro del mismo se desarrollan

las conidias que pueden llegar a medir 30-45 micras de longitud y 15-20 de diámetro, de color claro y de doble capa al principio de su desarrollo, se tornan amarillas- café oscuras cuando están completamente desarrolladas. Su forma es por lo regular ovoide, pero pueden elongarse y deformarse en algunas ocasiones hasta conseguir una figura claviforme como en le caso de *Sphaeropsis sapinea*.

Distribución: Se encontró en la muestra obtenida en el municipio de Livingston, Izabal con grados de incidencia y severidad de 10 % y 25 % respectivamente.

Control: No se toman medidas de control para esta enfermedad.

Foto 1. cirrios de *Pestalotia sp.* sobre acículas de *P. caribaea* Aumento 2x = 20 veces el tamaño normal.

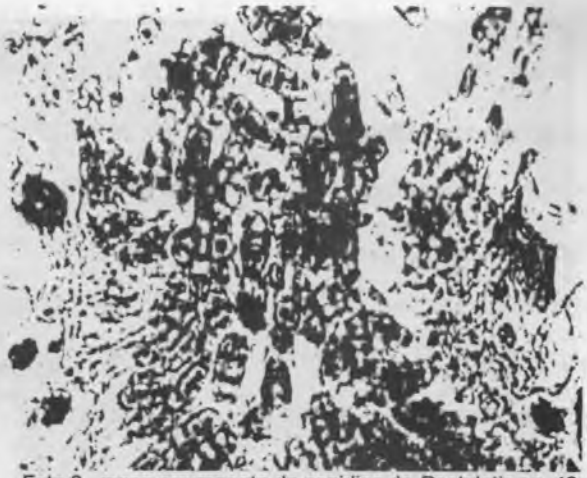


Foto 2. masa errumpente de conidias de *Pestalotia sp.* 40 x (400 veces)

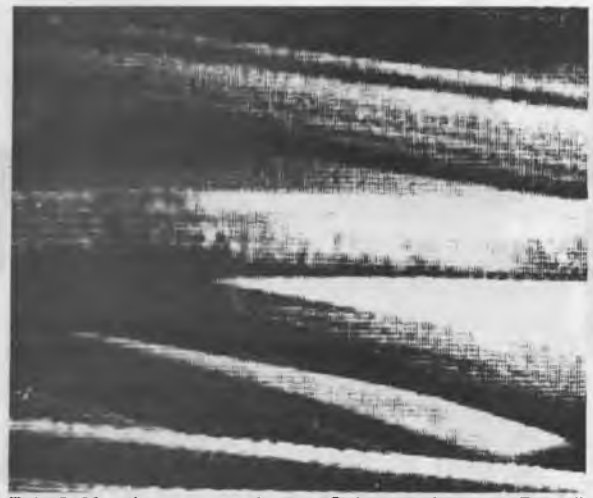


Foto 3. Manchas provocadas por *Sphaeropsis sp, en P. caribaea.* Foto 4. Picnidio y macroconidias de *Sphaeropsis sp.* 10x aumento 2 x = 20 veces

Foto 5. Síntoma de Lophodermium sp. en P. caribaea.

Foto 6. Apotecio de *Lophodermium sp.* donde se observan l as ascas y las ascosporas del hongo errumpiendo, 40x

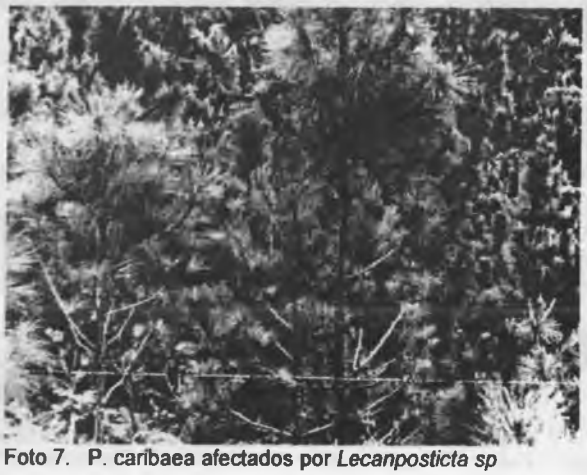


Foto 7. P. caribaea afectados por *Lecanposticta sp*

Foto 8. Acervulo y conidias de *Lecansoticta sp.* 40x

Foto 9. Árboles de P caribaea afectados por *Calonectria sp.*

Foto 10. Cleistotecios, ascas y ascosporas de *Calonectria sp* 40 x

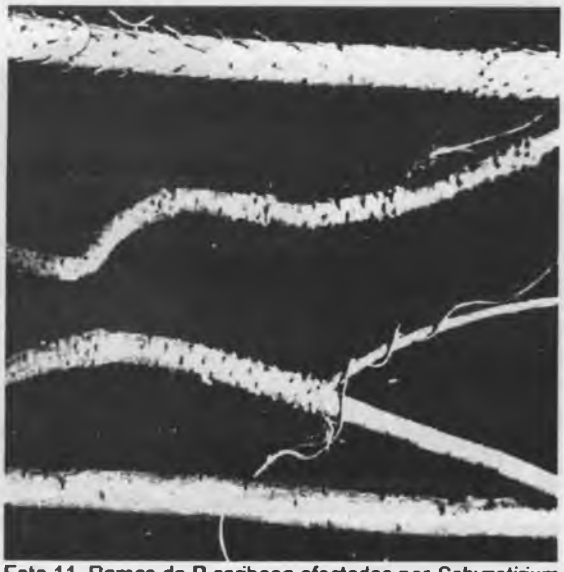


Foto 11. Ramas de P caribaea afectadas por *Schyzotirium sp.*

Foto 12. Apotecio, ascas y ascosporas de *Schyzotirium sp.* 10 x

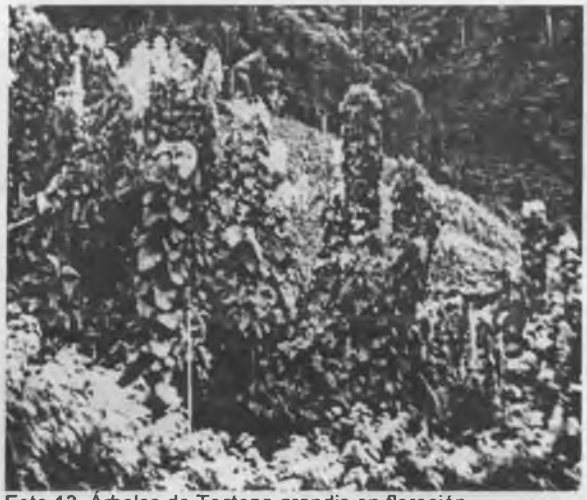


Foto 13. Árboles de Tectona grandis en floración.

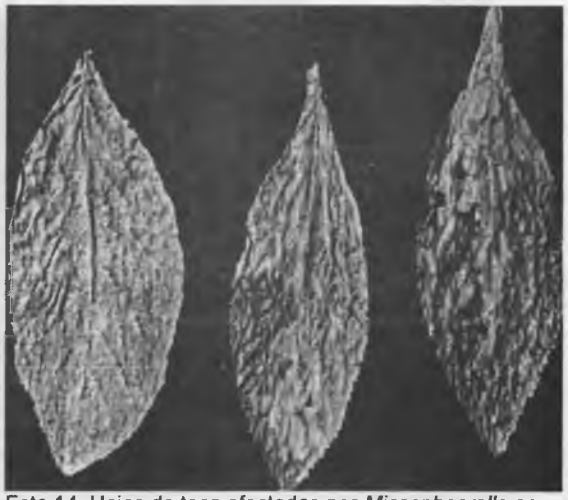


Foto 14. Hojas de teca afectadas por *Micosphaerella sp.*

Foto 14. Ascas y ascosporas de *Micosphaerella sp.* en teca Aumento 40 x

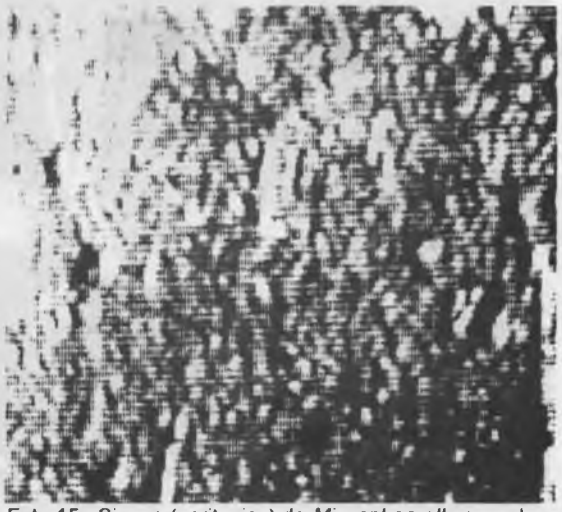


Foto 15. Signos (peritecios) de *Micosphaerella sp.* sobre hojas de teca. Aumento 2x

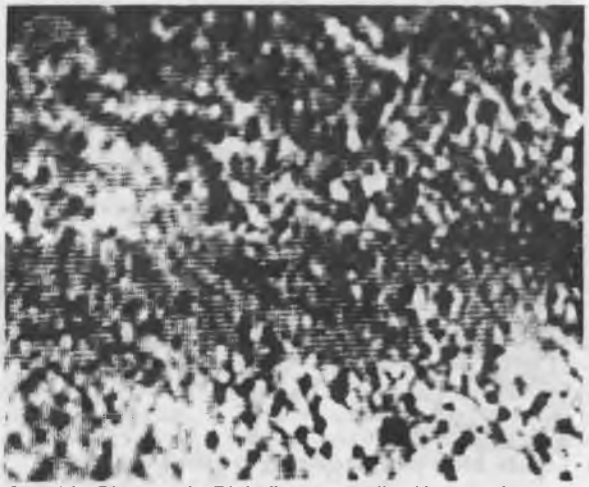


Foto 17. Síntoma de *Diplodia sp* en tallos jóvenes de teca. 2 x

Foto 18. Picnidio y conidias de *Diplodia sp.* 40 x

Foto 19. Síntoma de *Hendersonia sp.* sobre tallos de teca.

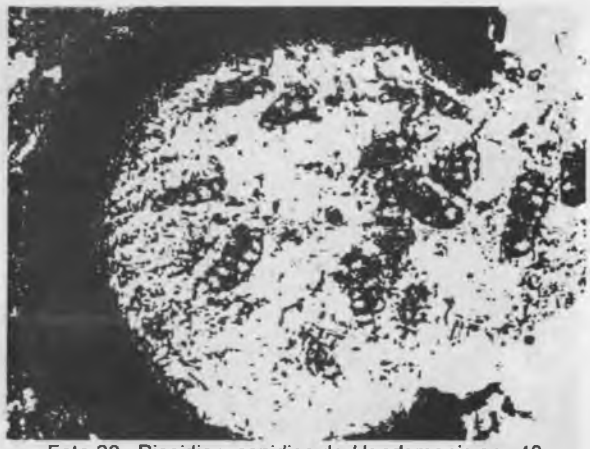


Foto 20. Picnidio y conidias de *Hendersonia sp.* 40x

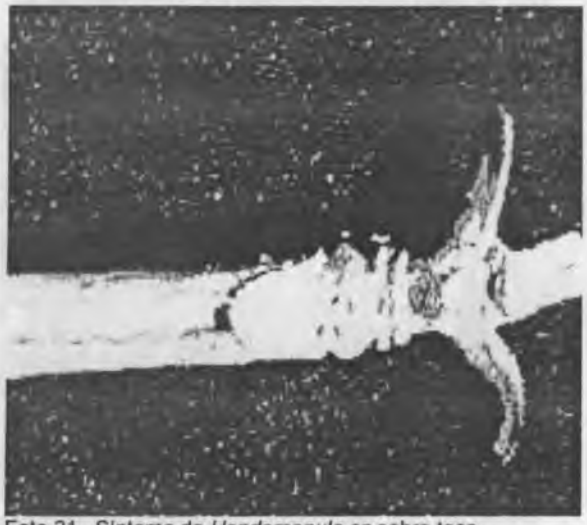


Foto 21. Síntoma de *Hendersonula sp* sobre teca.

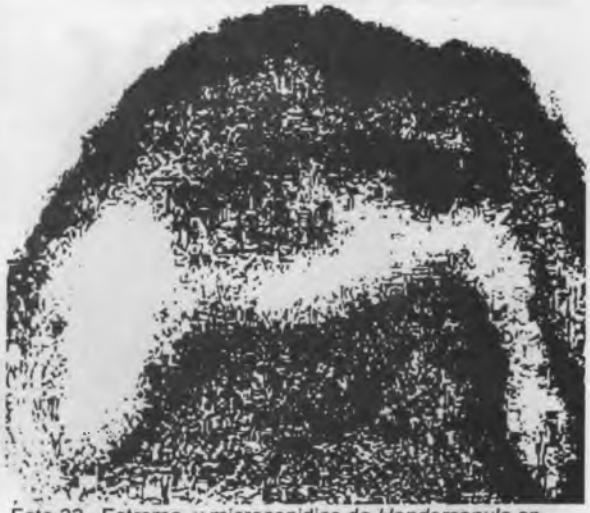


Foto 22. Estroma y microconidias de *Hendersonula sp.* 40x

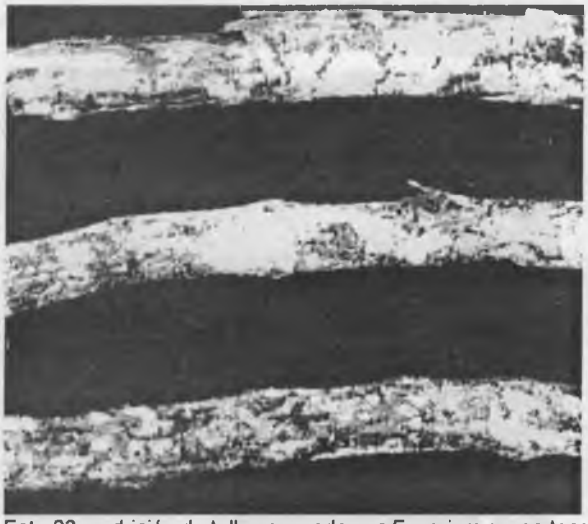


Foto 23. pudrición de tallos causada por *Fusarium sp.* en teca

Foto 24. Micro y macro conidias de *Fusarium sp.* 40x

Foto 25. Aeciosporas de *Cronartium sp.* 40x

Foto 26. Daño en acículas de P. maximinoii provocado por *Coleosporium sp.*

Foto 27. Aecia y aeciosporas de *Coleosporium sp.* 10 x

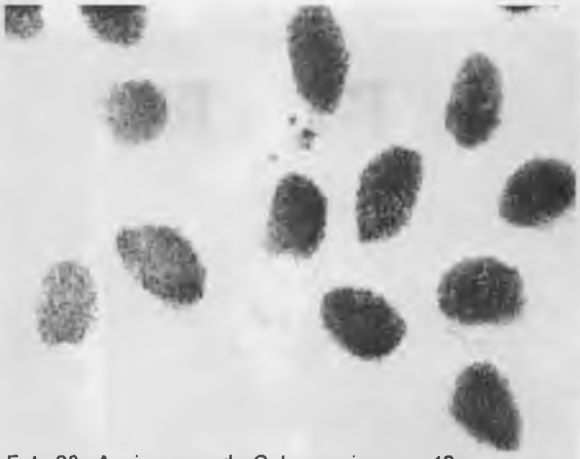


Foto 28. Aeciosporas de *Coleosporium sp.* 40x

Foto 29. Manchas provocadas por *Ploiderma sp* en aciculas de P maximinoii

Foto 30. Apotecios de *Ploiderma sp* sobre acículas de P. maximinoii. 2 x

Foto 31. Apotecio de *Ploiderma sp* en *P. maximinoii*. 40x

Foto 32 y 33. ascas y ascosporas de *Ploiderma sp.* 100 x

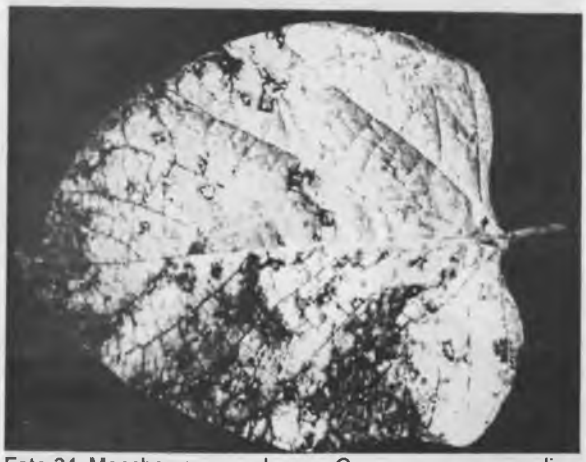


Foto 34. Manchas provocadas por *Cercospora* sp. en melina.

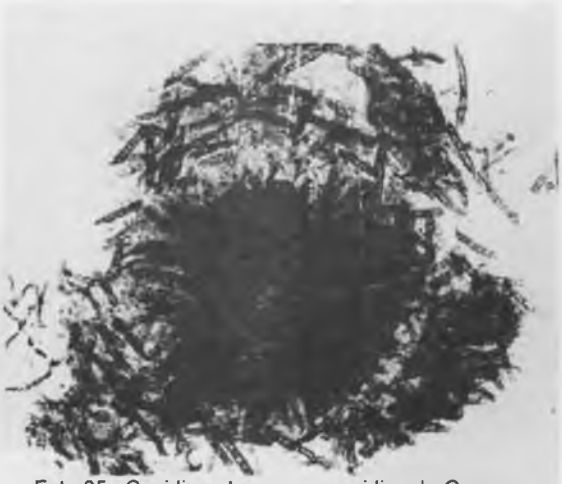


Foto 35. Conidiomata y macroconidias de *Cercospora* sp. 40x.

Foto 36. Árboles de C. lusitánica afectados por *Cercospora sp.*

Foto 37. Clorosis de escamas de ciprés asociadas a la presencia de *Cercospora sp.*

Foto 38. Hojas de cedro afectadas por *Botriosphaeria sp.*

Foto 39. Estromas, peritecios y ascas de *Botriosphaeria sp.* Aumento 40x.

Foto 40. Ramillas de cedro afectadas por *Hysterographium sp*

Foto 41. Ascas y ascosporas de *Hysterographium sp.* 40 x.

Foto 42. manchas provocadas por *Glomerella sp* en caoba.

Foto 43. Cleistotecio, ascas y ascosporas de *Glomerella sp.* aumento 40 x.

Foto 44. Hojas de caoba afectadas por *Pestalotia sp.*

Foto 45. Conidias de *Pestalotia sp* en caoba aumento **40 x.**

Foto 46. Síntoma provocado por *Hysterographium sp.* en el fuste de árboles de caoba

Foto 47. síntoma provocado por *Nectria sp* en el fuste de fuste principal de un árbol de caoba.

Foto 48. Cleistotecio, ascas y ascosporas de *Nectria sp.* Aumento 40 x.

Foto 49. Manchas foliares provocadas por *Guignardia sp* en hojas de Irayol. 2 x .

Foto 50. Peritecio y ascas de *Guignardia sp.* 40 x

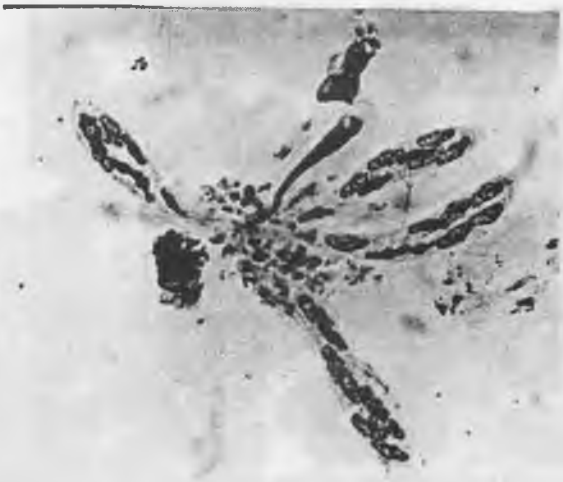


Foto 51. Ascas y ascosporas de *Guignardia sp.* 40 x.

Foto 52. Síntoma de *Botriosphaeria sp.* en Irayol

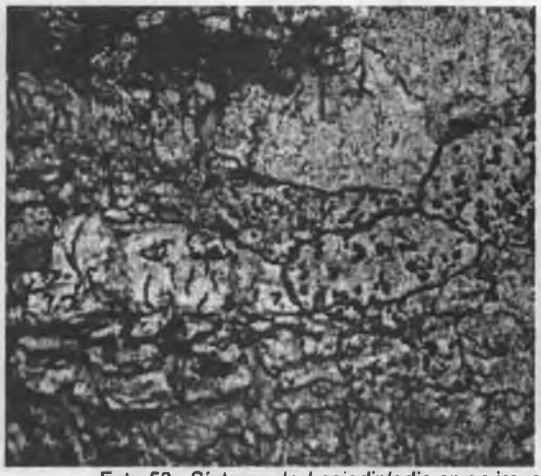


Foto 53. Síntoma de *Lasiodiplodia sp* en irayol.

Foto 54. Acercamiento 2 x de signo de *Lasiodiplodia sp.*

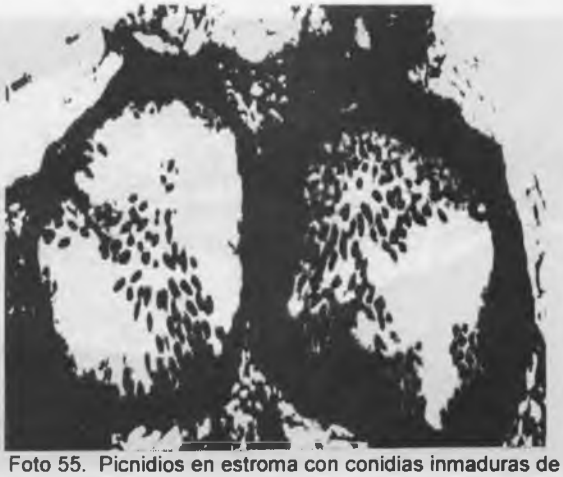


Foto 55. Picnidios en estroma con conidias inmaduras de *Lasiodiplodia sp.* Aumento 10 x.

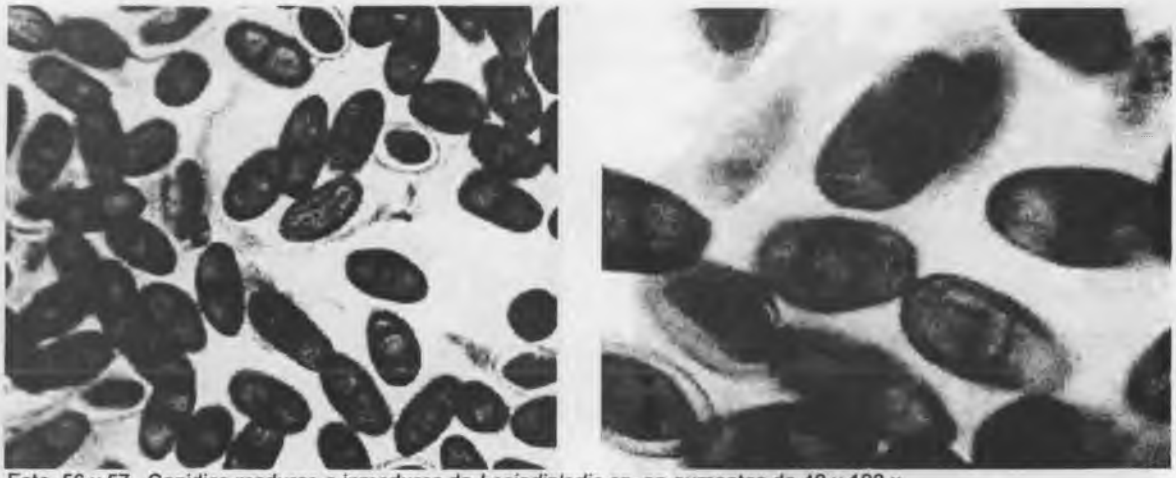


Foto 56 y 57. Conidias maduras e inmaduras de *Lasiodiplodia sp.* en aumentos de 40 y 100 x.

Foto 58. Manchas provocadas por *Pestalotia sp* en San Juan.

Foto 59. Acervulo y conidias de *Pestalotia sp.* 10 x

Foto 60. Hoja necrosada por *Sphaeropsis sp* en palo de San Juan

Foto 61. Picnidio y conidias de *Sphaeropsis sp.*

Fotografía 62. Conidiomata y conidias de *Colletotrichum sp* sobre ramas de árbol de santa Maria o Mario

VII. CONCLUSIONES

7.1 En las plantaciones bajo estudio se encontraron un total de 22 organismos de tipo fungoso asociado a desordenes fisiológicos considerados como enfermedades. Entre estos se individuos de los géneros: *Lophodermium sp., Pestalotia sp., Ploioderma sp., Botriosphaeria sp., Guignardia sp., Sphaeropsis sp., Lasiodiplodia sp., Mycosphaerella sp., Nectria sp., Calonectria sp., Cercospora sp., Hendersonia sp., Hendersonula sp., Fusarium sp., Colletotrichum sp., Lecanosticta sp., Glomerella sp., Diplodia sp., Cronartium sp., Coleosporium sp.* Además de otros dos hongos que son considerados de tipo epífito, pero que se encuentran relacionados a algún desorden fisiológico estos son los géneros *Schyzothirium sp. e Hysterographium sp.*

7.2 Entre los géneros que se encontraron en las especies forestales pertenecientes al la subdivisión *Pinophyta* (confieras) esta: *Cercospora sp., Pestalotia sp., Sphaeropsis sp., Lophodermium sp., Lecanosticta sp., Calonectria sp., Cronartium sp., Coleosporium sp., Ploioderma sp.*, y se encontró también al hongo epífito *Schyzothirium sp.*

7.3 En las especies forestales pertenecientes a la subdivisión *Magnoleophyta* se encontraron los siguientes géneros causando enfermedades en partes aéreas: *Glomerella sp., Pestalotia sp., Nectria sp., Botriosphaeria sp., Colletotrichum sp., Sphaeropsis sp., Cercospora sp., Diplodia sp., Hendersonia sp., Hendersonula sp., Fusarium sp., Guignardia sp., Mycosphaerella sp., Lasiodiplodia sp.*, así como al hongo epífito *Hysterographium sp.*

7.4 Las características de cada una de las enfermedades se detallan en los resultados para cada enfermedad , pero en común todas las enfermedades con altos índices de severidad e incidencia presentan alta capacidad de diseminación e infección , todos los organismos causales son microscópicas y con alto numero de producción de estructuras reproductivas sean ascosporas o conidias, aunque las estructuras no sean observables a simple vista, poseen micelios inmerso por lo que no se puede observar su presencia hasta que producen síntomas visibles en los árboles o hasta que producen estructuras reproductivas en forma de estromas, picnidios, peritecios, cleistotecios, conidióforos, acervulos etc.

7.5 Los enfermedades se encontraron presentes durante periodos de humedad relativa mayor del 75 % en las áreas de muestreo y con temperaturas superiores a los 22° C, ya que la mayoría de muestreos se realizó de mayo a noviembre, por lo que se presume que para los hongos causantes de las

enfermedades las condiciones de lluvia fuertes imperantes en la región nororiental ayudan a su diseminación.

7.5 De los organismos encontrados, los más importantes en las regiones de muestreo según el grado de incidencia y severidad y el alcance geográfico en base al número de municipios donde se encontró respectivamente fueron:

	% de incidencia máx.	%de severidad máx.	No municipios donde se encontró.
Pestalotia sp.	80%	100%	5
Lophodermium sp.	80%	100%	7
Sphaeropsis sp.	50%	50%	3
Cercospora sp.	75%	50%	2
Mycosphaerella sp	50%	100%	3
Ploioderma sp.	75%	75%	1

VIII. RECOMENDACIONES

A) Monitoreo de los patógenos determinados durante el presente estudio para obtener mayor información sobre el daño que ocasionan en las plantaciones.

B) Evaluar medidas de control técnica y económicamente viables para los proyectos forestales.

C) Realizar las medidas de control de patógenos a nivel de los viveros para evitar la diseminación a áreas definitivas.

D) Evitar combinar en la áreas de reforestación especies que pudieran ser afectadas por un mismo organismo.

E) Extender la investigación de los organismos causales de enfermedades a mas áreas de reforestación en diferentes regiones del país para obtener un inventario nacional sobre los patógenos encontrados.

F) Extender la investigación sobre otros organismos patógenos de las especies forestales como; nematodos, bacterias y hongos para obtener mayor información sobre las interacciones en los ecosistemas forestales artificiales.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1 AGRIOS, G.N. 1989. Fitopatología, enfermedades de plantas. Trad. Manuel Guzmán. México. Limusa. 756 p.

2 AGUILAR , G.C. 1995 Pinos de Guatemala. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 33 p.

3 AINSWORTH, G.C. 1995. Dictionary of the fungi. 8° th Ed. N.Y., USA., CAB. International Mycologycal Institute. 616 p

4. BARNETT, H.L. 1972. Illustrated genera of imperfect fungi. 3°th Ed. Minnesota USA. Burgees Publishing. 239 p.

5 BOYCE, J.S. 1948. Forest pathology. 2°th Ed. N.Y., USA. McGraw-Hill, 549 p.

6 BROW, E.A.; BRITTON, K.O. 1986. Botryosphaeria diseases of apples and peaches in the southern U.S. C.A., U.S A., U.S. Department of Agriculture. 245 p.

7 CATIE. 1991. Plagas y enfermedades en América Central, guía de campo. Turrialba, C.R. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 185 p.

8 CRUZ, R. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.

9 ELLIS, M.B. 1971. Dematiaceous Hyphomycetes. England. CAB, Commonwealth Mycological Institute. 507 p.

10 _____. 1976. More dematiaceous Hypomycetes England. CAB. Commonwealth Mycological Institute. 507 p.

11 FARR, D.; BILLS, G.; CHAMURIS, G.; ROSSMAN, A. 1989. Fungi on plants and products in the U.S. USA. American Phytophatological Society. 1252 p.

12 HANLIN, R.T. 1989. Illustrated genera of ascomycetes. Minessota USA. American Phytopathological society. 263 p.

13 PERRY, J. 1991. The pines of Mexico and Central America. Hong Kong., China., Timber Press. 231 p.

14 PONCIANO, I.; DARY, M.; AGUILAR, J. 1988. Las coníferas de Guatemala. Guatemala. Universidad San Carlos de Guatemala. Col. cuadernos de investigación. no. 12-87. 80 p.

15 SINCLAIR, W.; LIONS, H.; JOHNSON, W. 1987. Diseases of trees and shrubs. USA. Cornell University . 574 p.

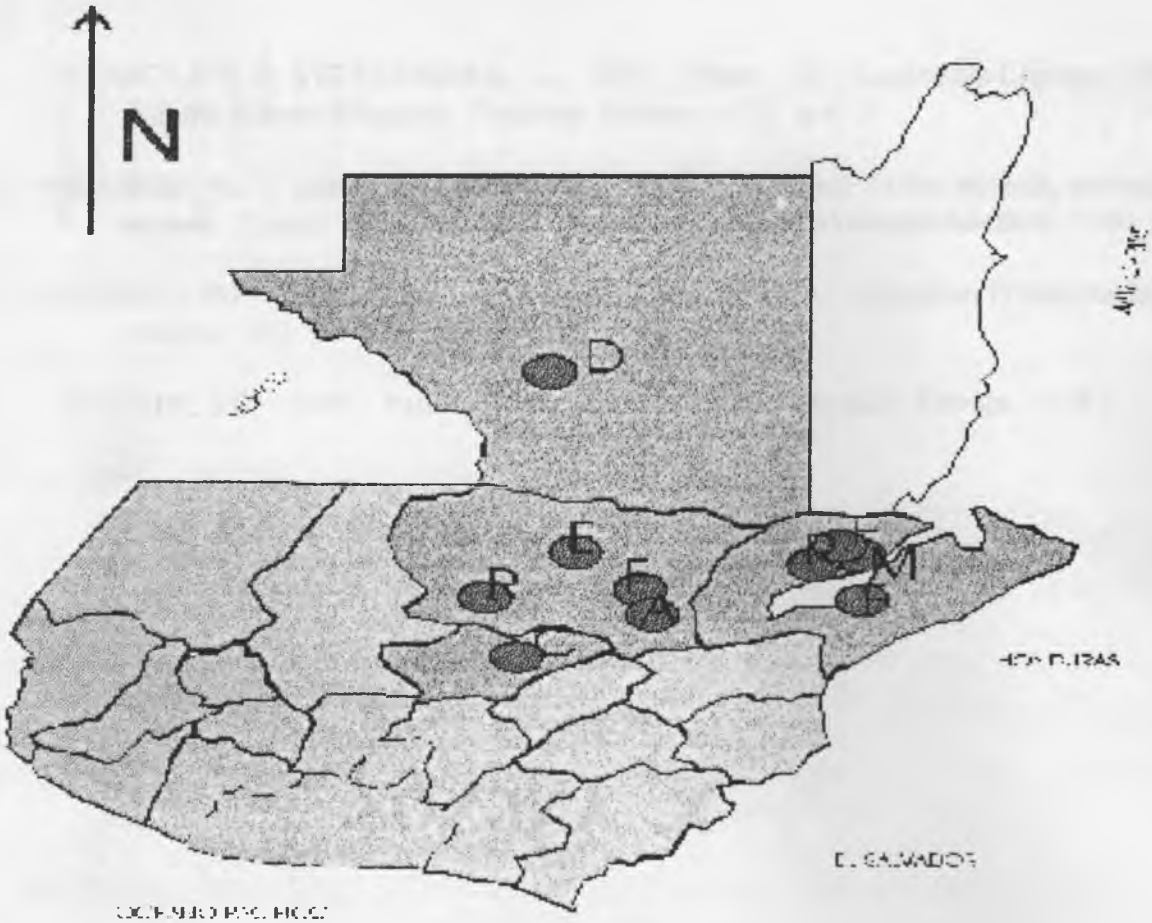
16 STANDLEY, P.; STEYERMARK, J. 1977. Flora of Guatemala Chicago. USA. Natural History Museum. Fieldiana Botany v. 24. pte. 3.

17 SUTTON, B.C. 1980. The coelomycetes, fungi imperfect with picnidia, acervuli and stroma. United Kingdom. CAB. Commonwhelth Mycological Institute. 696 p.

18 USDA. 1997. Compendium of conifer diseases. USA. American Phytopyhatoligical Society 101 p.

19 WALKER, J.C. 1965. Patología vegetal. Barcelona, España, Omega. 349 p.

X. ANEXOS.



Departamentos muestreados
Areas ampliadas donde se realizo el muestreo
Empresas que manejan las areas de muestreo

A Agrofores (senahu)
C Comunal (San Jeronimo)
D Dist. Panamericana (la Libertad)
E Edcoflasa (San Pedro Carcha)
F Foresa (Livingston, Los Amates, Senahu)
M Ref. Maya (Livingston)
R Refinsa (San Cristobal, Livingston)

Figura 1. Ubicación de las áreas de muestreo en los departamentos muestreados.

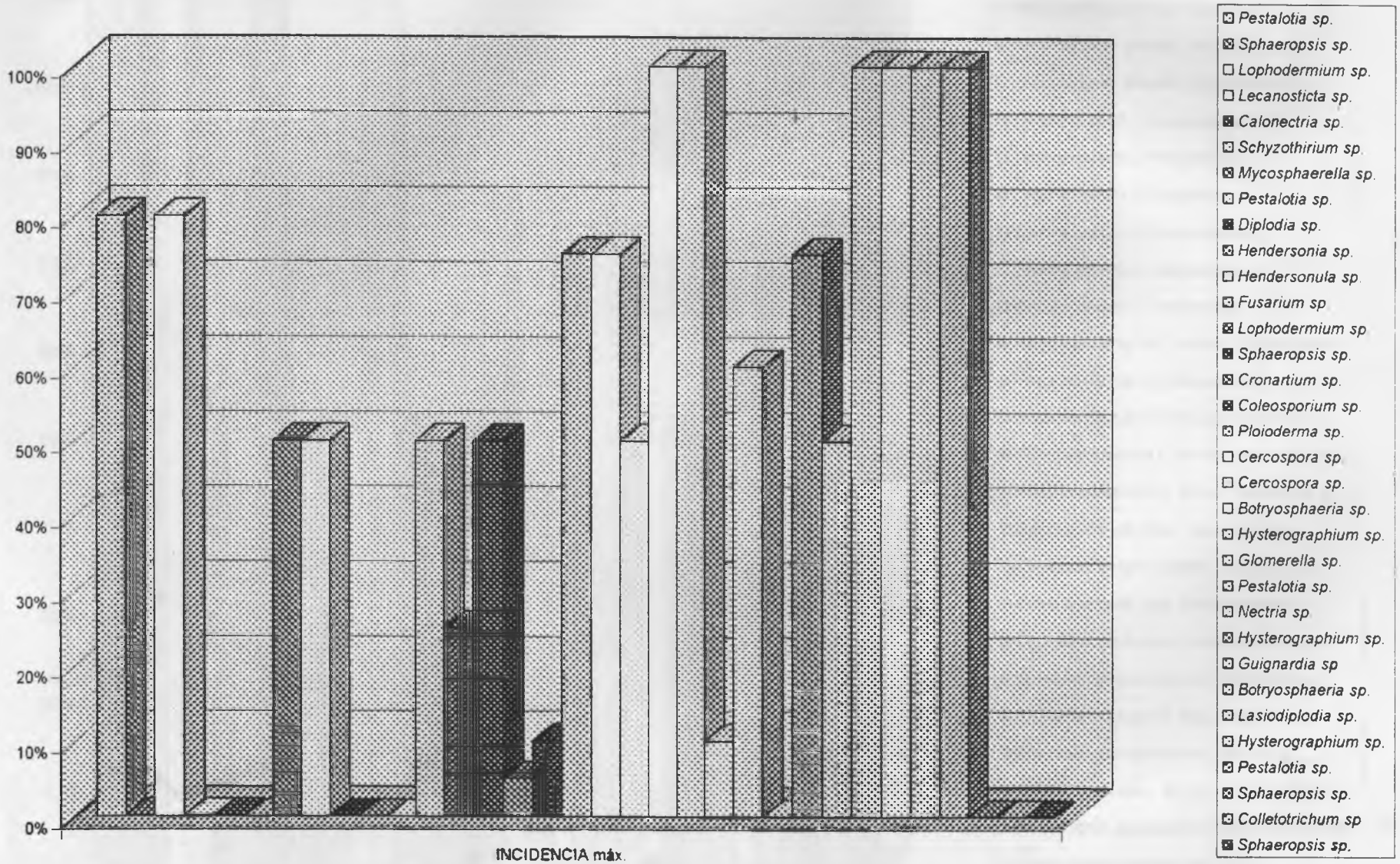
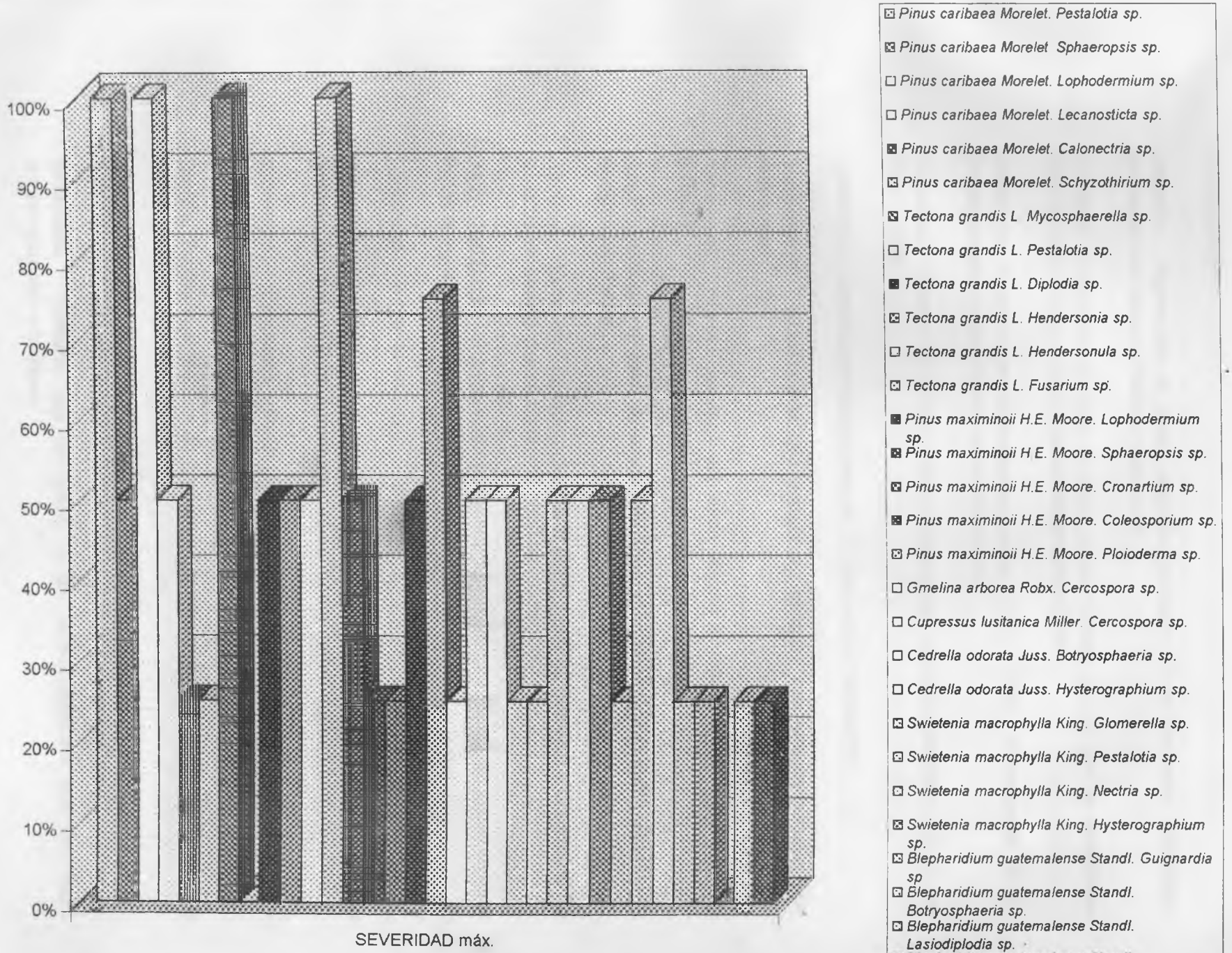


Grafico 1. Incidencia maxima de los patógenosencontrados



Grafica 2 Severidad maxima de los patógenos encontrados

GLOSARIO.

Absición. Separación de partes vegetales producto de un fenómeno fisiológico provocado por factores bioticos o abioticos.

Acérvulo. Estructura en forma de copa o disco donde se protegen las estructuras reproductivas de los coelomycetes u hongos imperfectos.

Aeciospora. Espora reproductiva perteneciente al tercer estadio de desarrollo de los hongos pertenecientes al phyllum basidiomycota.

Alantoide. Espora con forma elíptica ligeramente curvada, parecida a la de un riñón o frijol.

Anamórfico. Estado imperfecto o asexual de los hongos verdaderos.

Angiosperma. Clasificación que agrupa a plantas que poseen semillas con endospermo.

Antracnosis. Muerte paulatina del tejido vegetal que se desarrolla sin un patrón definido.

Apical. Asociado al ápice de una planta. Que se encuentra en la punta de ramas y tallos de las plantas.

Apotécio. Estructura en forma de copa o disco donde se protegen y desarrollan las ascas de los hongos pertenecientes al phyllum ascomycota.

Asca. Estructura de protección a manera de envoltura o saco, de las ascosporas de los hongos pertenecientes al phyllum ascomycota.

Ascomatas. Grupo de ascas.

Ascospora. Estructura reproductiva, espora especializadas de los hongos pertenecientes al phyllum ascomycota.

Ascostroma. Estructura amorfa formada por un grupo de apotécios, peritécios o cleistotécios unidos por un grupo de células atrofiadas en forma de costra.

Basidia. Espora reproductiva de los hongos basidiomycetes que se encuentra en el cuarto estado de desarrollo sexual.

Bicelular. Estructura formada por dos células.

Bitunicada. Termino que se refiere a un asca compuesta por dos sacos semitrasparentes o hyalinos.

Cirrios. Estructuras que se forman con la unión de varias estructuras como conidias, teliosporas o urediosporas envevidas en una matriz de tipo musilaginoso o proteico. Comunmente se les observa sobresaliendo en formas caprichosas como engrosamientos o cascadas.

Claviforme. Forma peculiar en forma de cuña, colmillo o clavija de algunas esporas.

Clorosis. Perdida de la pigmentación de las partes foliares de una planta, producto de la acción fisiológica de microorganismos o de problemas de fertilidad.

Conidia. Espora reproductiva asexual de los hongos pertenecientes a los hongos mitosporicos.

Conidióforo. Estructura de sustentación ó base de las conidias.

Conidiomata. Conjunto de conidióforos.

Cuerpo fructifero. Termino referente a la estructura donde se desarrollan la partes reproductivas de los hongos.

Dictiosporica. Termino que se refiere a una espora con divisiones o septos, tanto verticales y horizontales.

Epifitia. Fenómeno en el que una enfermedad se desarrolla en un alto numero de individuos en un espacio de tiempo relativamente corto.

Epífito. Organismo que puede sobrevivir sobre otros organismos sin que tenga una relacion de parasitismo con estos.

Errumpente. Termino que se refiere a un objeto que sobresale de una estructura abruptamente o de manera rápida.

Espermacial. Estado perfecto de los hongos donde se producen microsporas que pueden convinarse con una estructuras.

Esporodoquio. Estructura de los hongos imperfectos donde se desarrollan esporas de manera libre.

Esporulacion. Etapa de liberación de esporas en los hongos.

Estromas. Estructuras formadas por células atrofiadas de las plantas que sirven de protección a los cuerpos fructíferos de algunas especies de hongos.

Filiforme. Estructura en forma de filamento o aguja.

Fusoide. Forma peculiar de algunas esporas en las que una elipse se contrae de un extremo. Parecida a la forma oblonga.

Hyalina o hyalino. Refierese a la coloración traslúcida o semitransparente de algunas estructuras celulares.

Hipertrofia. Fenomeno de engrosamiento o alargamiento de las células producto de la accion enzimatica causada por la presencia de algunos organismos patógenos o enzimas liberadas poor estos.

Macroconidias. Conidias que sobrepasan las 10 micras de diámetro.

Micelio. Parte vegetativa asexual de los hongos, el cual esta formada de redes de filamentos de distinto tamaño.

Micra. Milésima parte de un milímetro = a la millonésima parte de un metro = 1 x 10^{-6} m.

Microconidia. Conidias que no sobrepasan 1 micra de diámetro.

Multilocular. Se llama así a estructuras como los estromas que en su interior alojan varias cavidades.

Multiseptada. Estructura que posee varias separaciones o septos.

Musilaginosa. Estructura recubierta por capas de mucílago .

Mucilago. Sustancia generalmente formada porro compuestos proteicos que brinda protección y viscosidad a ciertas estructuras.

Necrosis. Muerte total del tejido vegetal producido por agentes bioticos. ambientales, o daños mecánicos.

Ostiolo. Abertura externa a la epidermis por donde los cuerpos fructíferos cerrados expulsan las esporas.

Parásito facultativo. Organismo regularmente saprófito que posee la capacidad de infectar a organismos huéspedes, pero que de ninguna manera depende exclusivamente de ellos.

Parafiso. Estructura filamentosa que se encuentra en ocasiones acompañando a las estructuras reproductivas de los hongos.

Patogenicidad. Capacidad infecciosa de los organismos que se mide en niveles de virulencia.

Peritécio. Estructura semiesferica de los hongos pertenecientes al phyllum ascomycota en los que se encuentra un ostiolo siempre presente.

Picnidio. Estructura en todas características similar al peritécio, con la salvedad que este es propio d elos hongos de tipo mitosporico ú hongos imperfectos.

Phynophyta. Planta perteneciente a la división donde se agrupan aquellas que se reproducen por medio de estróbilos y poseen un sistema de conducción conformado poor traqueidas. En esta se agrupan las familias Pinaceae, Cupresaseae, Taxodiaceae, Cicadaceae etc.

Saprófito. Organismo que sobrevive alimentándose de la materia orgánica en descomposicíon.

Septo. Sitio donde se observa o localiza una división celular.

Setos. Estructuras filamentosa parecidas a tricomas.
Teliospora. Segundo tipo de esporas pertenecientes a los hongos del phyllum basidiomycota.

Telomorfico. Estado perfecto de los hongos mitosporicos o imperfectos que regularmente son del phyllum ascomycota o basidiomycota.

Tricoma. Estructura vegetal en forma de filamento o espina que sirve de protección a las plantas al segregar sustancias urticantes que interfieren el ataque de insectos. En los hongos esta protección puede servir para evitar el ataque de ácaros.

Unitunicada. Termino referente a un asca que esta formada por una sola cubierta o saco.

Uredia. Primer tipo de espora sexual de los hongos pertenecientes al phyllum basidiomycota. En orden de aperecimiento los hongos basidiomycetes Presentan Uredias. Teliosporas. Aeciosporas Y Basidiosporas.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA

REF: Sem. 26-2002

FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS

LA TESIS TITULADA: " DETERMINACION DE ENFERMEDADES FOLIARES PROVOCADAS POR HONGOS EN 10 ESPECIES FORESTALES EN PLANTACIONES UBICADAS EN LOS DEPARTAMENTOS DE ALTA VERAPAZ, BAJA VERAPAZ, EL PETEN E IZABAL, DURANTE LA EPOCA LLUVIOSA."

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: ALVARO ENRIQUE SOTO ALVARADO

CARNET: 9210165

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Jorge Omar Samayoa Juárez
Ing. Agr. Filadelfo Guevara Chávez
Ing. Agr. José Mario Saravia Molina

Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ing. Agr. Gustavo Adolfo Alvarez Valenzuela
A S E S O R

Ing. Gustavo A. Alvarez V.
INGENIERO AGRONOMO
Colegiado 1556

Ing. Agr. José Humberto Calderón Díaz
A S E S O R

Dr. Ariel Abderraman Ortíz López
DIRECTOR DEL IIA

I M P R I M A S E

Ing. Agr. M.Sc. Edgar Oswaldo Franco Rivera
D E C A N O

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS · FACULTAD DE AGRONOMIA · DECANO

AO/nm
c.c. Archivo
Control Académico
IIA

APARTADO POSTAL 1545 § 01091 GUATEMALA, C.A.
TEL/FAX (502) 476-9794
e-mail: ilusac.edu.gt § http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomía.htm