



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

Trabajo de Graduación

TEMA

**Diagnostico de enfermedades en Pino (*Pinus* sp) en fincas
del municipio de San Fernando, Nueva Segovia.**

AUTOR

Br. Irma Baltodano

ASESORES

Ing. M.Sc. Yanet Gutiérrez Gaitán

MANAGUA, NICARAGUA

Junio, 2009

DEDICATORIA

A Dios mi escudo, mi fuerza, mi gloria y el que levanta mi cabeza.

A Ileana Eli (q.d.e.p.) un Ángel que cuida de mi. Tu pérdida fue dolorosa pero hoy eres mi fuente de inspiración!! Te amo

A mis padres Orlando Baltodano y Dolores Altamirano por dirigir mi vida hacia un mejor camino.

A José Adrian Martínez tu amor y entrega a calado mi vida.

A Merling Belen (q.d.e.p.), aún me afecta que no estés. Cuanto deseara que estuvieras entre nosotros y compartir este momento. Te añoro con vehemencia!!

A mis compañeros de clases en especial a Alfonso García, Saúl Sanders, Heninthong Albuquerque y José León Cornejo por todos los momentos que compartimos.

A mi asesora Ing. M.s.C. Yanet Gutiérrez Gaitán quien tiene todo el mérito en la realización de este estudio.

A una amiga muy especial Emelina Tapia Lorio, tu apoyo fue un pilar en mi vida.

A la naturaleza y tierra que habitamos, merecedora de nuestro respeto y amor para conservarla y disfrutarla.

Br. Irma Baltodano

AGRADECIMIENTO

A mi Señor Jesús por darme la fortaleza y recursos para realizar y culminar con éxito mis estudios.

A mi familia por creer en mí, gracias por sus palabras de aliento y amor en cada momento, son un pilar esencial en mi vida. Los amo.

A una persona especial y esencial en mi vida Jose Adrian Martínez, su apoyo moral, espiritual y material en la realización de este estudio.

A mí apreciada asesora Ing. M.s.C. Yanet Gutiérrez Gaitán por brindarme sus conocimientos, tiempo y paciencia con esmero y dedicación para realizar este estudio.

A los docentes que integraron el equipo de trabajo del proyecto de investigación Ing. M.s.C. Alberto Sediles, Ing. M.s.C. Carolina López, Ing. M.s.C. Lucía Romero, por darme la oportunidad de ser integrada a este estudio.

A Mario Cerna por su apoyo en el trabajo de laboratorio.

A todos mis docentes que compartieron sus conocimientos para mi formación profesional, en especial a Ing. M.s.C. Victor Sandino, Ing. M.s.C. Alberto Sediles, e Ing. M.s.C. Nicolás Valle. Les agradezco porque han dejado en mí huellas de su experiencia profesional.

Br. Irma Baltodano

INDICE GENERAL	Páginas
CONTENIDO	iv
INDICE DE TABLAS	ix
INDICE DE GRÁFICAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE FOTOS	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
RESUMENE	xvii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
III. REVISIÓN DE LITERATURA	4
3.1. Especies de Pino en Nicaragua (<i>Pinus</i> spp)	4
3.1.1. Descripción de características de dos especies de pino	5
3.1.1.1. <i>Pinus caribaea</i>	5
3.1.1.2. <i>Pinus oocarpa</i>	5
3.2. Clasificación de síntomas y enfermedades asociadas a especies de pinos	7
3.3. Patógenos que causan tizones o manchas foliares en acículas	9
3.3.1 <i>Lecanosticta</i> sp	9
Mancha roja en acículas	
3.3.2 <i>Dothistroma</i> sp	11
Banda roja de acículas	
3.3.3. <i>Pestalotia</i> sp	13
3.3.4. <i>Lophodermium</i> sp	15
Tizon de acículas	
3.4. Patógenos que causan marchitez en acículas y ramas	17
3.4.1. <i>Phoma</i> sp	17
Tizón en acículas y chancros en ramas y tallos	
3.4.2. <i>Sphaeropsis</i> sp	19
Marchitez de brotes y acículas	

3.5. Patógenos asociados a chancros	21
3.5.1 <i>Diplodia pinea</i> (Desm.)J. Kicks	21
 Pudrición en tallos y ramas	
3.5.2 <i>Botryosphaeria rhodina</i> Berk y M.A. Curtis) Arx.	22
 Chancro en ramas y tallos	
3.5.3. <i>Nectria cinnabarina</i> (Tode) Fr.	24
 Chancro en tallo y ramas	
3.5.4. <i>Chrysosporthe</i> sp	25
 Chancro en rama y tallo	
3.5.5. <i>Fusarium</i> sp	27
 Chancros resinosos en ramas y tallos	
3.6. Patógeno que causan enfermedades vasculares y vectoreadas	28
3.6.1 <i>Ophiostoma</i> sp	29
 Marchitez vascular	
3.6.2 <i>Ceratocystis</i> sp	30
 Hongo del azulado de la madera	
3.7. Royas fusiformes en conos y tallos	31
 <i>Cronartium</i> sp	
3.8. Manejo de enfermedades de pino	35
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	36
4.1. Ubicación de zona de muestreo	36
4.2. Descripción de ubicación de sitios de muestreo	38
4.3. Descripción de toma de muestra	39
4.4. Variables evaluadas	39
4.5. Frecuencia de colecta de muestra	39
 4.5.1. Registros de síntomas en árboles de pino	39
4.6. Fase de laboratorio	40
4.6.1. Análisis patológico de material vegetativo	40
 4.6.1.1. Medios de cultivos	40
 4.6.2. Técnicas de aislamiento para hongos, bacterias y nematodos	40
 4.6.2.1. Cámara húmeda	40

4.6.2.2. Siembra de trozos de acícula con estructuras fructíferas en AA	41
4.6.2.3. Siembra tejido infectados de acículas, ramas, tallo y raíces en PDA y AN	41
4.6.2.4. Siembra de tallos y raíces con galerías en medio específico para <i>Ophiostoma</i> (trozos de pino esterilizados + ciclohexamina y estreptomycin).	42
4.7. Análisis patológico de suelo	42
4.7.1. Métodos de aislamiento y cultivo de hongos, bacterias y nematodos	42
4.8. Análisis físico químico de suelo	42
4.9.1. Identificación de Hongos	42
4.9.1.1. Claves utilizadas para identificación de hongos	42
4.9.2. Identificación de Bacterias	43
4.9.3. Identificación de Nemátodos	43
4.10. Análisis de resultados	43
4.10.1. Frecuencia de hongos foliares	44
4.10.2. Cuantificación de hongos y bacterias de suelo	44
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	45
5.1. Especies de pino encontradas en las fincas en estudio	45
5.2. Análisis físico químico de suelo	45
5.3. Patógenos encontrados causantes de enfermedades en los bosques de pinos de las fincas	46
5.3.1 Principales géneros de hongos asociados a manchas y tizones en acículas	47
5.3.1.1. Mancha parda en acículas	48
<i>Lecanosticta</i> Fase asexual	
5.3.1.2. Banda roja en acículas	49
<i>Dothistroma</i> Fase Asexual	
5.3.1.3. Género <i>Mycosphaerella</i>	51
5.3.2. Otros géneros de hongos asociados a daños de acículas	
5.3.2.1. Género <i>Phoma</i>	52
5.3.2.2. Género <i>Phyllosticta</i>	53
5.3.2.3. Género <i>Sphaeropsis</i>	53
5.3.2.4. Género <i>Pestalotia</i>	54
5.3.3. Condiciones que favorecieron el desarrollo de los hongos asociados a manchas y tizones en acículas	55

5.4. Géneros de hongos asociados a Chancros	56
5.5.2. Género <i>Chrysoporte</i>	56
5.5.3. Género <i>Nectria</i>	57
5.5.4. Género <i>Botryosphaeria</i> Fase sexual	58
<i>Dothiorella</i> Fase asexual	58
5.5.5. Género <i>Lasiodiplodia</i>	59
5.5.5. Género <i>Phoma</i>	59
5.5.6. Condiciones favorables para géneros de hongos asociados a Chancro	60
5.6. Hongos causantes de enfermedades asociadas a marchitez vascular y enfermedades vectoreadas	60
5.6.1. Género <i>Ophiostoma</i> sp	61
Marchitez vascular	
5.6.2. Género <i>Graphium</i> sp	63
5.6.3. Otros géneros de hongos asociados a marchitez vascular	63
5.6.4. Comparación hongos vasculares encontrados en época seca y época lluviosa	64
5.7. Royas en cono Género <i>Cronartium</i> sp.	65
5.8. Microorganismos de suelo en bosques de pino	65
5.10. Unidades formadoras de colonias por gramo de suelo (UFC por gramo de suelo)	66
5.11.1. Número de colonias bacterianas	66
5.11.2. Número de colonias de hongos	67
5.12. Frecuencia de géneros de hongos causantes de manchas y tizones en acículas a nivel de laboratorio	68
5.11.2. Frecuencia de los principales géneros de hongos causantes de manchas y tizones en acículas	68
5.12.2. Frecuencia géneros hongos secundarios	70
5.13. Géneros de hongos encontrados en diferentes partes de tejido vegetal enfermo en las fincas evaluadas	71
VI. CONCLUSIONES	73
VII. RECOMENDACIONES	74
VIII. LITERATURA CITADA	75
IX. ANEXOS	81

INDICE DE TABLA

Tabla 1	Comparación de características edafoclimáticas de <i>Pinus caribaea</i> Morelet var. <i>Hondurensis</i> (Sénécl.) Barr. & Golf. y <i>P. Oocarpa</i> Schiede ex Schlecht. subsp. <i>oocarpa</i> (Styles, 1994)	6
Tabla 2	Coordenadas de las fincas evaluadas	36
Tabla 3	Especie de Pino en cada finca evaluada	45
Tabla 4	Comparación de resultados de hongos vasculares encontrados en dos fechas de muestreo	64
Tabla 5	Géneros de hongos en suelo de bosques de pino	65
Tabla 6	Comparación de resultados patológicos entre las fincas y los bosques evaluados	72

INDICE DE GRÁFICA

Gráfica 1	Datos climáticos, Humedad relativa (%), temperatura (°C) y precipitación (mm) de San Fernando, Ocotal (INETER 2007-2008)	37
Gráfica 2	Comparacion de promedios de ufc* g suelo de en cada época en los bosque de las las fincas evaluadas	67
Gráfica 3	Comparacion de promedios de ufc* g suelo de hongos en cada época en los bosques de fincas evaluadas.	68
Gráfica 4	Comparación de frecuencia de principales hongos foliares causantes de manchas y tizones <i>Dothistroma</i> sp y <i>Lecanosticta</i> sp	69
Gráfica 5	Comparación de frecuencia de hongos foliares secundarios <i>Pestalotia</i> sp, <i>Phoma</i> sp, <i>Sphaeropsis</i> sp, <i>Phyllosticta</i> sp	70

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	<i>Mycosphaerella dearnessi</i> Barr(Evans, 2005)	9
Figura 2	<i>Lecanosticta acicola</i> Thuem. Syd. Petr (Evans, 2005)	9
Figura 3	<i>Dothistroma</i> sp A; Picnidio sobre acícula B; Conidias hialinas; C; estroma (Barnet y Hunter, 1988)	11
Figura 4	<i>Pestalotia</i> sp A; conidióforo y conidias B; conidias C; hábitat de acérvulo (Barnet y Hunter, 1988)	13
Figura 5	<i>Lophodermium</i> sp A; Apotecio sobre acícula, B; Apotecio C; asca con ascosporas D; ascospora (Hanlin, 1989)	14
Figura 6	<i>Phoma</i> sp A y C; Picnidio D; Picnidio subepidérmico B; conidias (Barnet y Hunter, 1998)	16
Figura 7	<i>Sphaeropsis</i> sp A; Picnidio, B; Conidias (Barnet y Hunter, 1998)	19
Figura 8	<i>Diplodia</i> sp A; picnidios en ramas B; picnidio irrumpiendo, C, picnidio, D; conidia (Barnet y Hunter, 1998)	20
Figura 9	<i>Nectria</i> sp. A; Peritecio, B; Asca y parafises, C; Ascospora madura (Agrios, 2004).	24
Figura 10	<i>Chrysosporthe</i> Cuerpos fructíferos) (Gryzenhout <i>et al.</i> 2008)	26
Figura 11	<i>Chrysosporthe</i> Ascosporas en ascas (Gryzenhout <i>et al.</i> 2008)	26
Figura 12	<i>Ophiostoma</i> sp.	27
Figura 13	<i>Leptographium</i> sp	30
Figura 14	<i>Ceratocystis</i> sp	30
Figura 15	<i>Graphium</i> sp	32
Figura 16	<i>Fusarium</i> sp	32
Figura 17		33

INDICE DE FOTOS

Foto 1	<i>Lecanosticta</i> sp. Síntoma inicial,	48
Foto 2	<i>Lecanosticta</i> sp Mancha parda	48
Foto 3	Cuerpo fructífero de <i>Lecanosticta</i> sp sobre mancha	48
Foto 4	A: Tejido vegetal Acérvulo y conidias	48
Foto 5	Conidias <i>Lecanosticta</i> sp	48
Foto 6	<i>Dothistroma</i> sp Banda roja sobre acículas	49
Foto 7	<i>Dothistroma</i> sp Picnidio negro	49
Foto 8	<i>Dothistroma</i> sp Picnidio en esporulación subepidérmico	49
Foto 9	<i>Dothistroma</i> sp estroma elongado	50
Foto 10	<i>Dothistroma</i> sp picnidio	50
Foto 11	Conidia <i>Dothistroma</i> sp	50
Foto 12	Poblacion de conidias <i>Dothistroma</i> sp	50
Foto 13	Síntoma inicial de tizones manchas en forma anillada	51
Foto 14	Daño avanzado en rama bajera del árbol	51

Foto 15	Ascas de <i>Mycosphaerella</i>	51
Foto 16	Scosporas	51
Foto 17	Ascosporas <i>Mycosphaerella</i>	52
Foto 18	Cuerpos fructíferos sobre acícula atizonada	52
Foto 19	Acícula necrosada con formación de cuerpos	52
Foto 20	Acícula sembrada en AA	53
Foto 21	Picnidio <i>Phoma</i> sp	53
Foto 22	Conidias <i>Phoma</i> sp	53
Foto 23	Picnidios <i>Phyllosticta</i> sp	53
Foto 24	Conidias <i>Phyllosticta</i> sp	53
Foto 25	<i>Sphaeropsis</i> sp Picnidio	54
Foto 26	<i>Sphaeropsis</i> sp	54
Foto 27	Brote marchito causado por <i>Sphaeropsis</i>	54
Foto 28	Cirros irrumpentes de <i>Pestalotia</i> sp	55
Foto 29	<i>Pestalotia</i> sp. Crecimiento micelial	55
Foto 30	Conidia <i>Pestalotia</i> sp	55
Foto 31	Arbol presentando chancros en ramas	56
Foto 32	Vista de chancro en ramas	56
Foto 33	Chancro n tallo.	56
Foto 34	<i>Crhysoportea</i> Peritecio	56
Foto 35	<i>Crhysoportea</i> Peritecio	57
Foto 36	Ascosporas <i>Crhysoportea</i>	57
Foto 37	Peritecios <i>Nectria</i> sp	57
Foto 38	Peritecios <i>Nectria</i> sp	58
Foto 39	<i>Nectria</i> Ascosporas	58
Foto 40	Peritecio <i>Botryosphaeria</i>	58
Foto 41	<i>Botryosphaeria</i> sp Ascosporas en ascas	59
Foto 42	Foto que presenta las dos fases de <i>Botryosphaeria</i>	59
Foto 43	<i>Lasiodiplodia</i> Peritecio	59
Foto 44	<i>Lasiodiplodia</i> Ascosporas	60
Foto 45	<i>Phoma</i> sp Lesiones de chancros en rama	60
Foto 46	Picnidio <i>Phoma</i> sp	60
Foto 47	<i>Phoma</i> sp conidias saliendo causados del por <i>Phoma</i> sp. de picnidio	61
Foto 48	<i>Ophiostoma</i> sp. Manchas oscuras en los	61
Foto 49	<i>Ophiostoma</i> sp	61
Foto 50	Galerías hechas por insectos	61
Foto 51	Tejido enfermo haces vasculares	62
Foto 52	<i>Ophiostoma</i> Crecimiento de peritecios	62
Foto 53	<i>Ophiostoma</i> sp. Peritecio	62
Foto 54	<i>Ophiostoma</i> Ascosporas	62
Foto 55	<i>Ophiostoma</i> sp. Cuello de peritecio	62
Foto 56	<i>Ophiostoma</i> sp.	62

Foto 57	<i>Graphium</i> Sinemas	62
Foto 58	<i>Graphium</i> sinemas y conidias	63
Foto 59	<i>Cronartium</i> , roya en cono	64

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1	Mapa de distribución de pino	82
Anexo 2	Variación de conidias de <i>Lecanosticta</i> a diferentes altitudes (Evans, H.C. CAB Interational, 2005)	83
Anexo 3	Mapa de ubicación de sitio de muestreo	84
Anexo 4	Tabla de datos climatológicos obtenidos de INETER y ubicación geográficas de las estaciones meteorológicas ubicadas en el municipio de San Fernando y Ocotal.	85
Anexo 5	Sitios de muestreos para colecta de muestras que se establecieron en los rodales de las fincas	86
Anexo 6	Preparación medios de cultivos	87
Anexo 7	Método de dilución de suelo (Castaño-Zapata, 1986)	88
Anexo 8	Métodos de extracción de nemátodos (Herrera, 2004)	89
Anexo 9	GRAM STAIN	90
Anexo 10	Resultados de análisis físicos químico en fincas evaluadas en el municipio de San Fernando	91
Anexo 11	Galería de fotos	97
Anexo 12	Registros UFC por gramos de suelo para hongos y bacterias	98
Anexo 13	Tabla de frecuencia de géneros de hongos foliares	99
Anexo 14	Glosario	100

I. INTRODUCCIÓN

Los bosques de pino (*Pinus* spp), en Nicaragua, son considerados como uno de los recursos más valiosos por su importancia socioeconómica, bioecológica y genética. Estos se encuentran distribuidos principalmente en la región autónoma del atlántico norte (RANN) y en la zona norte del país en el departamento de Nueva Segovia.

Su importancia socioeconómica radica en el comercio de madera preciosa, obtención de subproductos y el potencial turístico que representan. Desde el punto de vista bioecológico son importantes porque representan elementos claves en la diversidad ecológica ya que proporcionan hábitat para muchas especies, regulan la estructura y composición del bosque, realizan la descomposición y reciclaje de nutrientes, contribuye a la generación de oxígeno para nuestro planeta, al ciclo del carbono y al equilibrio climático.

En Nicaragua existen 4 especies de Pino *Pinus caribae* Morelet var. *hondurensis* (Sénécl.) Barr. & Golf., *Pinus patula* Shiede & Deppe subsp. *tecunumanii* (Eguiluz y Perry) Styles, *Pinus maximinoi* H.E.Moore, *Pinus oocarpa* Schiede ex Schlecht. subsp. *oocarpa*. Según Styles (1964), los resultados de ensayos internacionales de especies procedentes de ¹ Yucul, citan que *Pinus caribae* y *Pinus tecunumanii*, se encuentran entre las mejores especies del mundo, porque muestran una evolución hacia adaptaciones tropicales y representan el límite más austral del género creciendo en forma natural en el continente. Estos resultados remarcen su importancia genética, ya que ha despertado interés a nivel mundial.

Según reportes de estudios realizados por el INAFOR para el tiempo comprendido del 1999-2001, en el Municipio San Fernando, Nueva Segovia los bosques de pino sufrieron daño por el descortezador *Dendroctonus frontalis* por lo cual las pérdidas estimadas fueron de 6,147 ha y representó el 50 % de los bosques del municipio.

¹ Reserva de recursos genéticos
San Ramón, Matagalpa, Nicaragua

Los pinares han sido afectados, por otros agentes patógenos, (bacterias, hongos y nemátodos) y plantas parásitas que ocasionan enfermedades foliares y sistémicas. Existen pocas enfermedades bacterianas reportadas, debido al pH generalmente ácido de los suelos donde crece naturalmente el pino. El ataque de nematodos es principalmente en viveros. La mayor problemática de enfermedades es de origen fungoso (Hansen, 2003).

Diversos estudios realizados en diferentes países del centro y sur América como Costa Rica, Honduras, Guatemala y Venezuela han demostrado la presencia hongos que atacan árboles de pino como hongos causante de tizones en acículas *Dothistroma pini* (Hulbary), *Lecanosticta acicola* (Thuem. Syd. Petr), *Lophodermium pinastri* (Desm) y *Phoma pomorum* Tum. También hongos que producen chancros resinosos causado por *Fusarium circinatum* que agrietan la corteza, deforman la parte afectada y en algunos casos obstruye los vasos xilémicos. *Cronartium conigenum* f. sp. *Fusiforme* (Burds y G.A. Snow), asociados a royas de los conos de pinos y otros asociados a marchitamiento vasculares como *Ophiostoma wagneri* (D.J. Goheen y F. W. Cobb) y *Ceratocystis ulmi* (Buisman) Moreau.

La Alcaldía, San Fernando para el año 2005, reportó en los bosques de regeneración natural de dicho municipio, afectaciones en los árboles cuyos síntomas inician con una reducción de la coloración verde (decoloración), seguida de amarillamiento hasta llegar a la muerte de árbol, presentado color rojizo. Estos cambios de coloración son similares a los ocasionados por el ataque de descortezadores *D. frontalis*, sin embargo, no se ha encontrado a este agente en los árboles afectados, ni sus signos más particulares como grumos de resina y galerías internas, lo cual indica que es ocasionado por otro agente patógeno.

Este estudio tiene especial importancia ya que en Nicaragua no existen estudios realizados en diagnóstico de enfermedades en rodales de pino. Los existentes son acerca de enfermedades en condiciones de viveros. Por lo cual surge la necesidad realizar diagnóstico fitosanitario para conocer la diversidad de agentes causales de enfermedades y dar pautas de estrategias de manejo fitosanitario.

II. OBJETIVOS

Objetivo general

- Contribuir al esclarecimiento de la etiología de agentes causales de enfermedades que representan una problemática sanitaria en los pinares de tres fincas del Municipio de San Fernando, Nueva Segovia

Objetivo específicos

- Identificar los géneros de hongos y bacterias presente en tejido vegetal enfermo de árboles de pinos en las fincas evaluadas
- Identificar y determinar la población microbiana (hongos, bacterias, nemátodos) de los suelo de las fincas evaluadas
- Analizar la diversidad de microorganismos y su interacción con los factores abióticos que afectan a los árboles de pino de las fincas evaluadas

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Especies de Pino en Nicaragua (*Pinus* spp)

Reino: *Plantae*

División: *Spermatophyta*

Clase: *Coniferae*

Orden: *Pinales*

Familia: *Pinaceae*

Los bosques de pinos en Nicaragua se encuentran en forma de parches dispersos, a menudo extensos, a lo largo de la costa Atlántica, desde la Laguna de Perlas en el sur hasta la frontera de Honduras en el norte (Anexo 1). Siendo esto parte de la diseminación natural de los pinos desde el norte de América hasta Nicaragua. En los países del centro y sur de América son bosques establecidos. Los parches están atravesados por bosque de galería e irregularmente se entremezclan con bosque húmedo semiverde. Los suelos son extremadamente pobres, en su mayoría varían desde arena hasta grava. Las quemadas son frecuentes y son un aspecto predominante de su ecología (Hollowell, *et al* 2001).

En Nicaragua existen cuatro especies de pinos, que aunque son pocas son de suma importancia genética, estas son: *Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis* (Sénécl.) Barr. & Golf., *Pinus maximinoi* H.E.Moore, *Pinus oocarpa* Schiede ex Schlecht. subsp. *oocarpa* y *Pinus patula* Schiede & Deppe subsp. *tecunumanii* Eguiluz & Perry (Styles, 1994). En el departamento de Nueva Segovia las especies que predominan son *Pinus caribaea* y *Pinus oocarpa*.

Los pinos son árboles resinosos, con follaje adulto, marcadamente dimorfo, formadas de fascículos de hoja angosta, aciculares, fotosintéticas, que representan brotes enanos deciduos, y hojas escamosas café, tallos jóvenes, conos femeninos maduros leñosos con brácteas fusionadas, sus semillas entre un ala biunguiculada bien desarrollada, cotiledones 4-20 (Hollowell, *et al* 2001).

3.1.1. Descripción de características de dos especies de pino

3.1.1.1. *Pinus caribaea*

Árbol de 25-35 m de altura y 35 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP), con copa irregular y cónica, generalmente 3 acículas por fascículo, a veces 4 a 5, 12-28 cm de longitud; vainas persistentes, 10-16 mm de longitud. Con 2-3 canales resinosos internos. Cono alargados-oblongos 6-13 cm de largo x 4-7.54 cm de ancho, tempranamente caedizos. Los conos maduran de mayo a junio (Styles, 1994).

3.1.1.2. *Pinus oocarpa*

Árbol con una altura de hasta 36 m, alcanzando a veces los 48 m, con 50-65 cm DAP. Copa cónica pero irregular en árboles viejos con ramas más o menos péndulas. Follaje verde oscuro, erecto o esparcido, tosco y grueso, 5 acículas por fascículo, gruesas y toscas 12-28 cm de longitud, vainas persistentes escamosas de 10-30 mm de longitud. Con 3-8 canales internos de resinosos, la mayoría septales (que tanto tocan al hipodermo como al endodermo). Conos ovoides, abriéndose para formar rosetas, que maduran de enero a marzo (Styles, 1994). La tabla 1 refiere características edafoclimáticas que requieren estas especies de pino.

Tabla 1 Comparación de características edafoclimáticas de *Pinus caribaea* Morelet var. *Hondurensis* (Sénécl.) Barr. & Golf. y *P. Oocarpa* Schiede ex Schlecht. subsp. *oocarpa* (Styles, 1994)

Características de sitio	<i>Pinus caribea</i>	<i>Pinus oocarpa</i>
Latitud de las plantaciones	0-25	10-28
Rango longitudinal	0-800 m	1 000-2 500 m
Precipitación anual media	1 000-2 500 mm	750-2 000 mm
Temporada seca	0-6 meses	2-6 meses
Temp. Max. Media en el mes de mayor temperatura	26-34 ° C	20-30 ° C
Temp. Min. Media en el mes de mayor temperatura	15-22 ° C	8-16 ° C
Promedio anual de temperatura	22-27 ° C	18-23 ° C
Textura de suelo	Liviano a mediano	Liviano a mediano
pH de suelo	Neutro a acido	Neutro a acido

3.2. Clasificación de síntomas y enfermedades asociadas a especies de pinos

Clorosis

Amarillamiento del tejido normalmente verde debido a la destrucción de clorofila o la imposibilidad de sintetizarla.

Manchas foliares

Lesiones localizadas en las hojas de los hospedantes que constan de células muertas y colapsadas.

Tizones

Coloración café y generalmente rápida de las hojas, ramas, ramitas y órganos florales de una planta, que dan como resultados la muerte de estos órganos.

Chancros

Herida localizada o lesión necrótica; con frecuencia sumida bajo la superficie del tallo de una planta leñosa. Clasificación de chancros según área afectada o donde se forman:

- Chancros corticales que son los se forman en la base del tallo.
- Chancros que agrietan la corteza dejando descubierto las placas carbonosas.
- Chancros que impiden circulación de la savia.
- Chancros resinosos que producen desecación de las partes que se desarrollan encima de la zona del tronco y ramas (Torres, 2003).

Pudrición de raíces

Pudrición o desintegración de todo el sistema radicular de una planta o parte de él.

Marchitamiento vascular

Marchitamiento, empardecimiento y muerte de hojas y vástagos suculentos del árbol, (Agrios, 2004). Las hojas se tornan cloróticas, pierden turgencia, debido a la invasión del patógeno vascular propagándose internamente por los vasos xilémicos, incidiendo el crecimiento terminal del árbol, ocasionando la muerte en focos de infección (Hansen, 2003).

Enfermedades vectoreadas

Se les denomina a aquellas causadas por patógenos que no son capaces de diseminarse y penetrar al tejido del árbol sin la ayuda de un insecto vector, como por ejemplo géneros de hongos del orden *Ophiotomateacea*, que son diseminados por insectos *Scolytidos*. Estos invaden los vasos xilémicos causando marchitez y hasta la muerte de los árboles en focos de infección (Hansen, 2003).

3.3. Patógenos que causan tizones o manchas foliares en acículas

3.3.1 *Lecanosticta* sp

Mancha marrón de acículas

Phyllum: *Deuteromycota*

Clase: *Coelomycetes*

Orden: *Melanconiales*

Familia: *Melancolinaceae*

Mycosphaerella dearnessii Barr. (*Ascomycota*, *Dothidiomycetes*,

Mycospharellaceae) Fase sexual

Lecanosticta acicola Thuem. Syd. Petr (Fase Asexual)

Hospedante

Pinos, especialmente *Pinus radiata*, *P. palustris*, *P. sylvestris*

Etiología

El genero *Mycosphaerella* se caracteriza por formar peritecios de color negro inmersos en el tejido del hospedero (Hanlin, 1998). Las ascosporas de la especie *dearnessii* se caracterizan por ser hialinas, oblongas, cuneadas, con dos células desiguales las cuales presentan una prominente gota parda de aceite en cada una (Patton, 2003) (Figura 1).

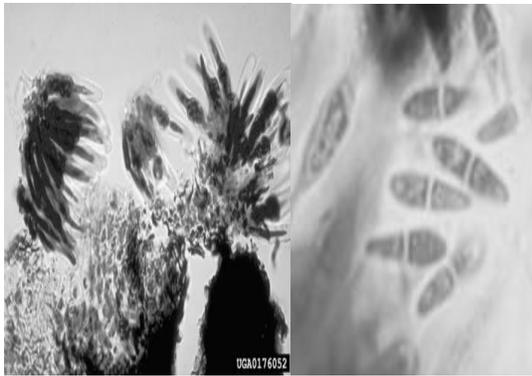


Figura 1. *Mycosphaerella dearnessi* Barr
(Evans, 2005)

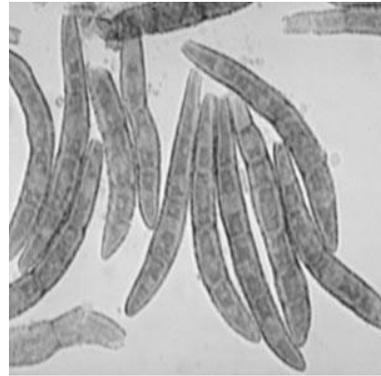


Figura 2. *Lecanosticta acicola* Thuem.
Syd. Petr (Evans, 2005)

Las conidias de su fase asexual miden 12-45*2-4.5 son subhialinas a verduzcas, equinuladas, de pared gruesa, rectas a curvadas, con uno a cinco septos, fusiformes a cilíndricos, con ápice redondeado y una base truncada (Cibrián *et al*, 2007) (Figura 2). Los resultados en estudio realizado por Evans (2005), acerca del comportamiento de este género de hongo, argumentan que las conidias de este género sufren cierta variación en su forma y tamaño debido a las variaciones de altitudes (Anexo 2).

Síntomas

Genera dos tipos de lesiones una circulares color beige que coalescen formando áreas alargadas de color marrón claro, con borde más oscuro y la otra con bandas amarillentas infiltradas de resina con un punto marrón del tamaño de una manchita, que es el cuerpo fructífero del hongo. Los bordes de la mancha se tornan oscuros y posteriormente la punta se necrosa y muere (Balbini *et al*, 2006).

Daños

Causa la muerte del tejido foliar y posterior a esto se da defoliación que cuando es severa durante varios años, ocasiona muerte de ramillos y pérdida gradual de la copa reduciendo en el crecimiento del árbol. El mayor daño en el árbol es en el estrato bajo del fuste.

Epidemiología

Las conidias de *Lecanosticta* sp. esporulan mayormente a bajas temperaturas y son diseminadas por salpicaduras de lluvias y vientos húmedos, penetrando a través de estomas.

Los factores más importantes que determinan la infección y desarrollo de la enfermedad son temperaturas entre 12 y 24 °C y la humedad libre influenciada por la lluvia, temperaturas entre 12 y 18 °C favorecen la esporulación del hongo la cual alcanza niveles epidémicos ya que el viento y la lluvia diseminan el inoculo. Las fases sexual no son encontradas fácilmente en el campo, si no bajo técnicas específicas de aislamiento en laboratorio (Patton, 2003).

3.3.2 *Dothistroma* sp

Banda roja de acícula

Phyllum: *Deuteromycota*

Clase: *Coelomycetes*

Orden: *Sphaeropsidales*

Familia: *Sphaeropsidaceae*

***Dothistroma pini* Hulbary; *D. septospora* (Doroguine) Morelet Fase Asexual**

Fase Sexual *Mycosphaerella pini* Rostr. In Munk (*Ascomycota, Dothidiomycetes, Mycosphaerellaceae*)

***Scirrhia pini* Punk y A.K. Parker Sinonimia**

Hospedante

Muchas especies de Pinos especialmente *Pinus radiata*, *P.nigra*, *P. halepensis*, *P.ponderosa*

Etiología

El género *Dothistroma* forma dos tipos de cuerpos fructíferos; picnidios y estromas que irrumpen el tejido subepidérmico cuando se desarrollan. Los picnidios son de forma redondeada, de color negro. Los estroma son oscuro, elongado. Sus conidias salen de estos cuerpos fructíferos, son hialinas, de forma cilíndricas a ligeramente curvadas y tiene de uno a cinco septo normalmente tres (Barnet y Hunter, 1988) (Figura 3).

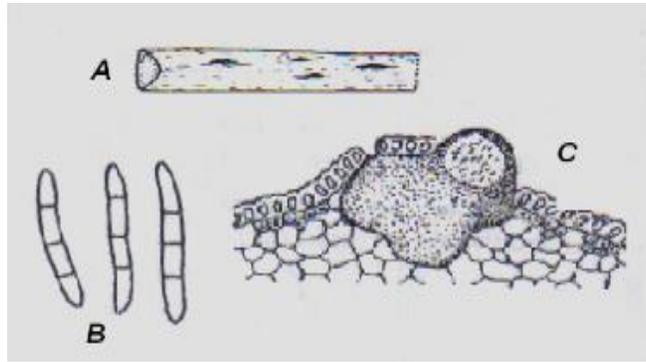


Figura 3. *Dothistroma* sp A; Picnidio sobre acícula B; Conidias hialinas; C; estroma (Barnet y Hunter, 1988)

Las ascosporas de *M. pini* son de color blanca a rosa pálido que miden (8-) 10-32 (-40) x 1.8-3 μ , con un ápice redondeado y la base truncada, que germina a en agua libre a temperaturas de 8 a 25 °C (Gibson y Evans, 1984). *M.* a altitudes de 1600-2200 m. en estos hábitats es el agente patógeno común, pero nunca perjudica seriamente(Gibson y Evans, 1984

Síntomas

En las acículas se observan bandas amarillentas luego se tornan pardas rojizas, visible el estrato bajo del árbol. Si hay manchitas dispersas, el extremo de la acícula vira a marrón y se seca, cuando la mancha se torna en forma de banda, la acícula se anilla y se corta. Bardshaw (2004), afirma que este hongo produce una toxina llamada dothistromicina altamente cancerígena la cual es la responsable del color rojo de la mancha que se forma sobre la banda.

La base de la acícula permanece verde un tiempo, luego el hongo fructifica y a finales del invierno la acícula atacada muere y cae en verano. El ataque es más importante en verticilos inferiores. La infección es mas frecuente en acículas de un año. En período seco se observan sobre la acícula estroma negro en las rajaduras detectables en las manchitas rojizas o en los extremos de la acícula cortada (Balbini *et al*, 2006).

Daños

Defoliación severa que cuando ocurre durante varios años incide en el crecimiento del árbol. La infección es más severa en la parte baja de la copa, árboles menores de 10 años son más susceptibles. Patton (2003), afirma que la reducción del crecimiento puede medirse cuando ha

muerto el 25% del follaje y con el 50% de pérdidas de aumento de diámetro se reduce la mitad y disminuye el crecimiento de la altura.

Epidemiología

El hongo sobrevive en el invierno o durante las condiciones secas del verano en el follaje del árbol. Las esporas maduran un poco antes de la estación lluviosa y son diseminadas por salpicaduras de la lluvia, la infección se produce como consecuencia de la germinación de los conidios y de los tubos germinativos vía estomática. Al patógeno le favorecen suelo con bajo nivel nutricional, árboles expuestos a estrés y bajo drenaje. El hongo tiene una complicada taxonomía con muchas sinonimias y en algunos países solo el anamorfo es encontrado (Bardshaw, 2004 y Patton, 2003).

3.3.3. *Pestalotia* sp

Mancha foliar

Phyllum: *Deuteromycota*

Clase: *Coelomycetes*

Orden: *Melanconiales*

Familia: *Melanconinaceae*

***Pestalotia* sp Fase Asexual**

***Pestaliopsis funerea* (Desm.) Steyaert (Sinonimia)**

Hospedante

Todas las especies de Pino.

Etiología

Conidias septadas, con 3 flagelos, acérvulos oscuros; cirros negros, irrupentes que se forman en condiciones húmedas. Es parásito oportunista o débil, su presencia esta asociada a otros problemas, tanto abióticos como la sequía o malos suelos o bióticos, como ataques de insectos u otros hongos primarios (Barnet y Hunter, 1988) (Figura 4).

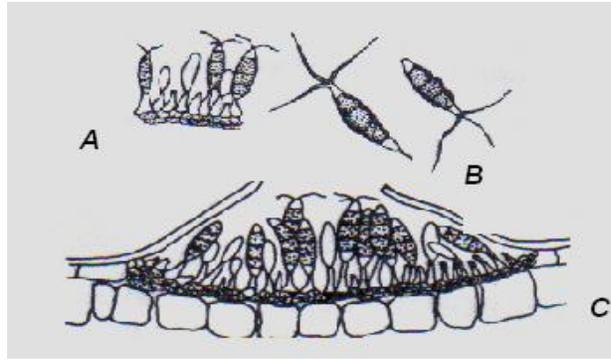


Figura 4. *Pestalotia* sp A; conidióforo y conidias B; conidias C; hábitat de acérvulo (Barnet y Hunter, 1988)

Daños

Provocan la formación de pequeños chancros en los ramillos de distintas especies de pino, teniendo la capacidad de colonizar sus hojas, tienen mayor incidencia en árboles jóvenes, en viveros forestales, y en suelos pobres (Muñoz *et al*, 2003).

Síntomas

Ataca principalmente tejido joven, y penetran a través de heridas en la corteza, en condiciones de debilidad del hospedante, en la lesión prosperan anualmente, determinando la muerte del ramillo cuyas hojas presentan síntomas generalizados de marchitez y atabacamiento. Pueden producirse traslaciones de resina a través de los tejidos infectados, cuando inicia la enfermedad produce una necrosis parcial. Los signos de este hongo fructifica formando acérvulos de color negro y la emisión de los conidios tiene lugar por medio de cirros de color negro (Muñoz *et al*, 2007).

Epidemiología

Muñoz *et al* (2007), describe que la supervivencia de este hongo queda asegurada en los restos de material vegetal enfermo o muerto por otras causas, en tiempos húmedos se forman los acérvulos que emiten masas de conidios infectivos transportados por lluvias que son capaces de penetrar a través de heridas en el tejido debilitado o joven, donde estos se reproducen con mucha facilidad.

3.3.4. *Lophodermium* sp

Tizón de acículas

Phyllum: *Ascomycota*

Orden: *Discomycetes*

Clase: *Helotiales*

Familia: *Rhystismataceae*

Lophodermium pinastri (Schrader) Chev. Fase sexual

Leptostroma pinastri Desm. Fase Asexual

Hospedante

Todas las especies de pino muy sensible *Pinus sylvestri*, *P.tecunumani*

Etiología

Apotecios de color negro brillante, estrechos y alargados, inicialmente se encuentran por debajo de la epidermis de la acícula pero luego se abren longitudinalmente por desgarradura de la epidermis (Hanlin, 1989) (Figura 5).

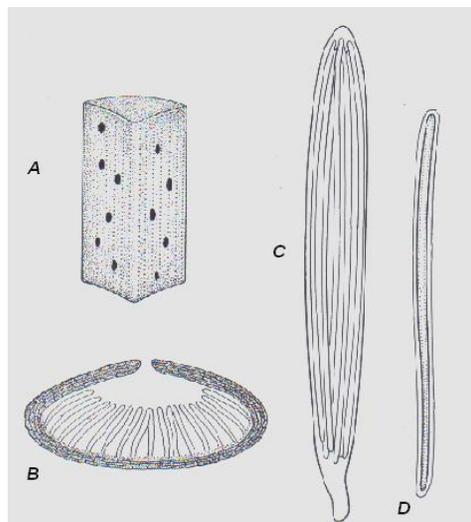


Figura 5. *Lophodermium* sp A; Apotecio sobre acícula, B; Apotecio C; asca con ascosporas D; ascospora (Hanlin, 1989)

Daños

Defoliación severa de acículas que cuando ocurre durante varios años influye en el crecimiento y desarrollo del árbol. Produce ataques en árboles jóvenes poco desarrollados y débiles produciendo enrojecimiento, inicialmente se presenta una clorosis, observándose puntos amarillentos sobre la superficie de las acículas, que luego se vuelven rojizo-marrón que se necrosan y mueren colapsándose el árbol, reduciendo de esta manera la fotosíntesis (Muñoz *et al*, 2007).

Síntomas

Abundancia de acículas muertas a lo largo del tronco o en la base de las ramillas, las acículas atacadas quedan adheridas, pendiendo en ciertas zonas del árbol, las ramas que tienen solo acículas muertas puede rebrotar produciendo ramillas o haces anormales. En el tejido de la acícula se ven aperturas longitudinales de aproximadamente 1 mm de largo, que son apotecios (Balbini *et al*, 2006).

Epidemiología

Las acículas infectadas caídas en el suelo producen ascocarpos que producen ascosporas que son diseminadas por el viento adhiriéndose fácilmente a la superficie de las acículas por la acción de una sustancia gelatinosa, estas ascosporas germinan y su micelio penetra a través de los estomas, a medida que el micelio se desarrolla se produce un enrojecimiento gradual en las acículas. La defoliación se lleva a cabo como un mecanismo de defensa del árbol ya que para desprenderse de las acículas enfermas el árbol produce una capa suberosa entre la unión de la ramilla con la acícula (Balbini *et al*, 2006).

Los bosques con altas densidades constituyen un factor de predisposición de los árboles ya que se pueden encontrar en competencia por nutrientes y pueden encontrarse relativamente débiles, las temperaturas moderadamente altas, comprendidas entre los 18 – 30 °C, con una cierta humedad (Muñoz *et al*, 2007).

3.4. Patógenos que causan marchitez en acículas y ramas

3.4.1. *Phoma* sp

Tizón en acículas y chancro en ramas y tallos

Phyllum: *Deuteromycota*

Clase: *Coleomycetes*

Orden: *Sphaeropsidales*

Familia: *Sphaeropsidaceae*

Phoma pomorum Tum causante de tizón, *Phoma* Sacc. en chancros

Macrophoma sp; *Phyllosticta* sp Sinonimias

Hospedante

Toda especie de Pino

Etiología

Picnidio negro que miden 5 a 12 μm de diámetro, ostiolado, pequeño, conidias hialinas redondeadas, pequeñas (Barnet y Hunter, 1988) (Figura 6). Cibrián y García (2007) citan que en síntomas de chancro las esporas que penetran en las ramillas tiernas producen micelio que colonizan el cambium y el floema.

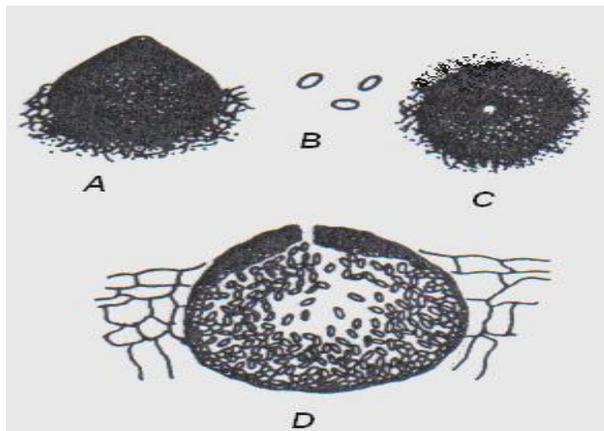


Figura 6. *Phoma* sp A y C; Picnidio D; Picnidio subepidérmico B; conidias (Barnet y Hunter, 1998)

Síntomas

Las ramas donde se forman los chancros se observan con la corteza fracturada e impregnada de resina, y es sobre estas lesiones donde se da el desarrollo de sus cuerpos fructíferos conocidos como picnidios. Una característica importante que se debe de identificar en este tipo chancro causado por *Phoma* es que el cambium se ve expuesto a abierto (Cibrián y García, 2007).

En acículas el género *Phoma* produce tizones causando una muerte regresiva de estas, seguida de la defoliación.

Sagro *et al* (2004) y Mohali, (1998) afirman que la especie *Phoma pomorum* Tum es la causante de tizón en acícula y *Phoma* Sacc la causante de chancros en ramas.

Daños

Las infección causada por este hongo es en árboles de diferentes edades (de 3 a mas de 30 años) y tamaños (de 3 hasta mas de 25 m de altura) y en cualquier parte del árbol. La muerte de la rama cuando se produce un anillamiento de la rama. La copa del árbol se reduce, produciendo un debilitamiento general (Cibrián y García, 2007).

Epidemiología

Los chancros se presentan en diferentes épocas del año, la producción de esporas se presenta durante todos los meses, pero se incrementan en tiempos de lluvias. Las esporas son llevadas por el viento y solo aquellas que caen en heridas recientes que estén en follaje o en ramillas tiernas, germinan y se introducen con éxito al hospedante (Cibrián y García, 2007).

3.4.2. *Sphaeropsis* sp

Marchitez de brotes y acículas

Phyllum: *Deuteromycota*

Clase: *Coelomycetes*

Orden: *Sphaeropsidales*

Familia: *Sphaeropsidaceae*

Sphaeropsis sapinea (Fr.) Dyoko y Sutton Fase sexual

Diplodia pinea (Desm.)Kickx; *Macrophoma sapinea*; *M. pinea* Sinonimias

Hospedante

Todas especies de Pino, muy sensible *Pinus radiata*.

Sphaeropsis sp., es un género que coloniza diferentes partes de los árboles como: acículas, brotes, conos, semillas, ramas y troncos, puede ocasionar la muerte de árboles enteros que tiene alta incidencia. Este género también puede afectar árboles jóvenes, pero la enfermedad comúnmente es más progresiva y destructiva en árboles cerca de los 30 años, muchas especies de pinos son hospederos de esta enfermedad. Puede ocasionar chancros en ramas en inóculos secundarios y para asegurar que el chancro es causado por éste género, es necesario observar las estructuras fructíferas sobre la lesión (Stanosz *et al*, 2003)

Etiología

El género *Sphaeropsis* presenta picnidio negro que miden 180*220 µm de diámetro, ostiolado, irrumpiendo, estromático, conidias oscuras, que miden 20-34*6-10 µm , con dos células cuando están maduras, ovoides a elongadas (Barnet y Hunter, 1998) (Figura 7).

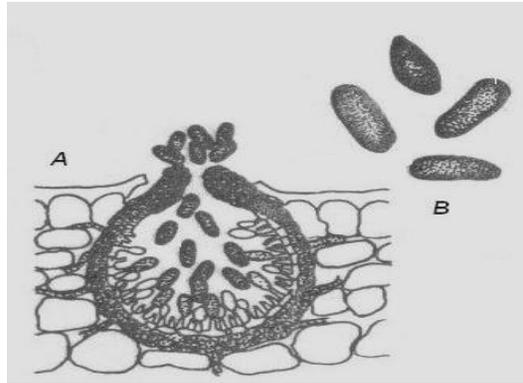


Figura 7. *Sphaeropsis* sp A; Picnidio, B; Conidias (Barnet y Hunter, 1998)

Daños

Los conos colonizados por este hongo pueden, reducirse, secarse o volverse necrótico, la exudación de resina es un signo característico de la enfermedad que presentan las partes afectadas del árbol. Las semillas presentan una reducción de la germinación, pudrición, descomposición de las radículas emergentes, puede causar damping-off en las plántulas.

Los brotes se tornan marchitos y se produce la muerte de los brotes jóvenes cuando se da el alargamiento de las acículas, en ocasiones lo brotes que son rápidamente colonizados mueren antes que las acículas se desarrollen (Muñoz *et al*, 2003).

Síntomas

El follaje presenta una coloración pardo-rojiza, las acículas muertas con frecuencia permanecen unidas en los brotes doblados, ondulados, curvados y secos, generalmente cubiertos de resina. Las áreas donde se observa la superficie lisa de las ramas con partes deprimidas, necróticas y pardas indican la presencia de chancros, producidos por la marchites de los brotes y conos infectados. Los chancros viejos en ramas y tallo se pueden presentar delimitados por un tejido calloso que le impide expandirse sobre el tejido, causando un crecimiento deforme sobre el mismo, una vez que el chancro anilla las ramas o el tronco se provoca la muerte de las partes distales produciendo un marchitamiento del follaje, cuando las ramas mueren las acículas se tornan de color pardo (Hansen, 2003).

Epidemiología

Las conidias son liberadas durante la época húmeda y son diseminadas por el viento y salpicaduras de gotas de lluvia, las esporas germinan con facilidad en presencia de humedad y los tubos germinativos se fijan y penetran por los estomas en las acículas jóvenes, la penetración en los brotes jóvenes se da cuando estos se expanden ya que son susceptibles a la infección, la enfermedad puede infectar a los conos del segundo año (Stanosz, 2003).

3.5. Patógenos asociados a chancros

3.5.1 *Diplodia pinea* (Desm.)J. Kicks

Pudrición en tallo y ramas

Phyllum: *Deuteromycota*

Clase: *Coleomycetes*

Orden: *Sphaeropsidales*

Familia : *Sphaeropsidaceae*

***Botryodiplodia* sp Sinonimia**

Etiología

El género *Diplodia* presenta picnidio negro, globoso, inmersos e irrumpentes, conidióforo pequeño delgado, simples conidias oscuras con 2 células elipsoide u ovoide parasítica o saprofítica (Barnet y Hunter, 1988) (Figura 8).

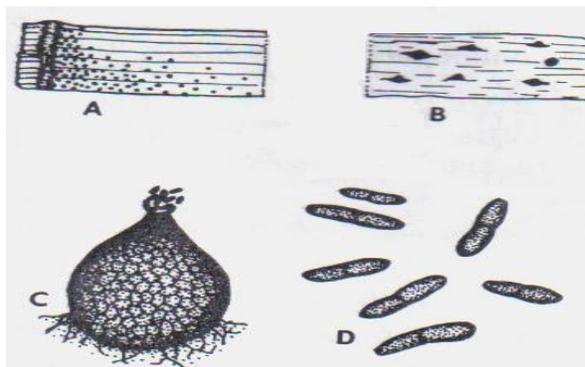


Figura 8: *Diplodia* sp A; picnidios en ramas B; picnidio irrumpiendo, C, picnidio, D; conidia (Barnet y Hunter, 1988)

Síntomas

Los árboles afectados muestran ramas muertas, con un patrón disperso en la copa. Manchas oscuras en la madera, el floema adyacente se colapsa y adquiere la misma coloración, al remover la corteza se aprecia el cambio de color se expone longitudinalmente. (Cibrián, 2007)

Epidemiología

En árboles debilitados por sequía presenta mortalidad en grupos. Las esporas se dispersan con el viento y son arrastradas por la lluvia, entrando al hospedante por heridas de acículas, ramillas, troncos y raíces. Cuando los árboles son vigorosos pueden vivir como un hongo endófito, pero en condiciones adversas, se puede desarrollar generando un debilitamiento, pudiendo causar la muerte de brotes, ramas o del árbol completo (Cibrián, 2007).

3.5.2 *Botryosphaeria rhodina* Berk y M.A. Curtis) Arx.

Chancro en ramas y tallos

Phyllum: *Ascomycota*

Clase: *Ascomycetes*

Orden: *Dothidiales*

Familia: *Botryosphaeriaceae*

Telemorfo *Botryosphaeria rhodina* Berk y M.A. Curtis) Arx. **Anamorfo:** *Lasiodiplodia theobromae* (Par) Griffon y Maubl (Coleomycetes Sphaerpsidales, Sphaeropsidaceae) y *Botryosphaeria dothideae* (Moug) Ces. Y De Not **Anamorfo:** *Fusicocum* Sacc (Sinonimia de *Dothiorella* y *Macrophoma*)

Hospedante

Este hongo tiene cientos de hospedantes en el mundo ataca árboles de hoja ancha y confieras; ejemplos Robles y Eucaliptos

Es un patógeno considerado como oportunistas ataca árboles que se encuentran en condiciones de estrés.

Etiología

En su fase asexual se encuentran picnidios subcorticales semiesféricos que miden de 232*123 μm , de color negro, ostiolados, de pared gruesa con células parenquimatosas. Sus conidias son hialinas, sin septos y de forma oval cuando jóvenes, cuando maduran son de color café con un septo a la mitad y estrías longitudinales miden 27*18 μm , las áreas cubiertas de estructuras reproductiva puede ocupar mas de 10 cm de diámetro del chancro, que estas se observan como masa negras polvosas.

La fase sexual aparece semanas o meses después en el mismo sitio, estos son pseudotecios subcorticales, en algunos casos ascostromas multiloculado, de color negro, que se forman agrupado miden de 400 a 600 μm de diámetro, de forma esférica y de cuello corto. Ascosporas hialinas ovals con extremos ahusados, estas estructuras se presentan sobre la corteza de ramas y puntas muertas. Se forman en grupos y salen ente la fisura de la corteza (Cibrián *et al*, 2007),

Daños

Forma chancro que agrietan el tejido donde se forma, este se seca y muere (Cibrián *et al*, 2007).

Síntomas

El follaje se tornan amarillo a café. Se presentan decoloraciones marcadas gris a oscuros sobre la madera (Cibrián *et al*, 2007)

Epidemiología

El hongo mantiene esporulación durante todos los meses de lluvias del año. En los estudios realizados por Cibrián *et al* (2007), se demostró que después de inocular plantas hospedantes se requiere hasta 68 días para esperar la primera emisión de conidias cafés con septos después la emisión es continúa hasta que el chancro se seca.

La diseminación se da por el viento, lluvia y muy probable por insectos barrenadores, depositándose en árboles debilitados ya sea en hojas brotes tiernos o lesiones de tronco y

ramas, tiene alta probabilidad de sobrevivir y penetrar con éxito. Este patógeno tiene la capacidad de vivir como endófito en las hojas penetrando al hospedante de forma directa, se desarrolla en cantidades mínimas dispersándose por todo el árbol. En condiciones de debilidad del árbol éste actúa como patógeno. El hongo coloniza el floema y xilema intracelularmente (Cibrián *et al*, 2007).

3.5.3. *Nectria cinnabarina* (Tode) Fr.

Chancro en tallo y ramas

Phyllum: *Ascomycota*

Clase: *Pyromycetes*

Orden: *Hypocreales*

Familia: *Nectraceae*

Hospedante

Todas las especies de pinos

Etiología

Peritecio ostiolado que miden 170 µm de diámetro, de color brillante o café claro, de forma piriforme, globoso o subgloboso a globoso. Las células del cuerpo fructífero son hialinas de pared delgadas, en el centro contienen paráfisis apical. Asca unitunicada, clavada o cilíndrica con persistente pared. Ascosporas que miden 10*3 µm, con dos células, estriadas o elipsoides (Hanlin, 1989) (Figura 9).

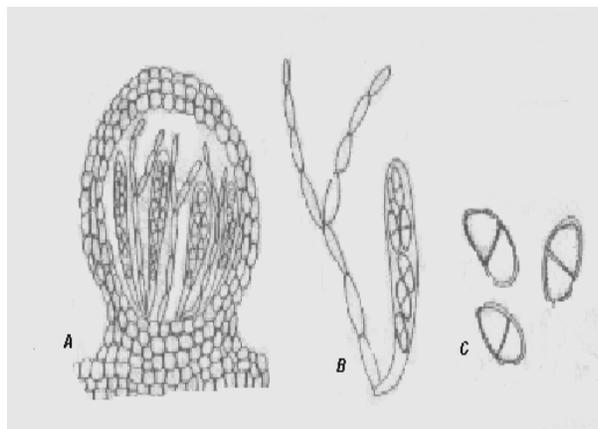


Figura 9. *Nectria* sp. A; Peritecio, B; Asca y parafises, C; Ascospora madura (Agrios, 2004).

Síntomas

Los chancros se desarrollan en torno a cicatrices de yemas, tocones de ramitas o en las bifurcaciones de los vástagos. Los chancros recién formados son pequeñas zonas circulares café, más tarde su parte central se deprime y ennegrece en tanto que sus bordes se proyectan por el tejido sano circundante, cuando las condiciones son favorables, el hongo se desarrolla con lentitud, el hospedante produce un callo en torno al chancro y el contorno de este último se abre, los tejidos que se encuentran por debajo de la corteza negra del cancro son muertos, secos y esponjosos y se desprenden mostrando el tejido leñoso muerto y el lomo del callo en torno a la cavidad (Agrios, 2004).

Daño

Durante años de infección el hongo invade más tejidos y debido a ellos la planta forma nuevos rebrotes de tejido del callo que se mantiene ligado estrechamente unido e irregularmente concéntrico, la corteza de la zona cancerosa se deforma y agrieta pero no se desprende, y los lomos sucesivos al callo quedan a cierta distancia (Agrios, 2004).

Epidemiología

Los conidios se forman por lo general a principios de la estación de crecimiento, pero también en verano. Son diseminados por el viento y la lluvia durante las temporadas lluviosas y también por insectos (Agrios, 2004).

Los peritecios aparecen en los chancros a fines de verano y en el mismo estroma que produjo en primer termino conidios, a los cuales eventualmente sustituye. Las ascosporas son expulsadas con fuerza y llevadas por el viento o bien salen del peritecio cuando hay suficiente humedad y son lavadas por la lluvia o transportadas por los insectos. Las ascosporas son diseminadas con mayor abundancia a fines de verano, pero también en otras épocas (Agrios, 2004).

3.5.4. *Chrysoporthe* sp

Chancro en rama y tallo

Phyllum: *Ascomycota*

Clase: *Diaporthales*

Orden: *Valsaceae*

Familia: *Crhyponectriaceae*

***Chrysoporthe cubensis* (Bruner) Gryzenh Y M. J. Winngf Fase sexual**

***Crhysoportella* sp Gryzenhout Y M. J. Winngf Fase asexual**

Hospedante

Muchas especies de Eucaliptos

Este hongo es un género nuevo, Gryzenhout *et al* (2004) refiere de esye género que ha sido separado de la especie *Chryponectria cubensis*, y lo reclasificado, como *Chrysoporthe cubensis* (Bruner) Gryzenh Y M. J. Winngf y su anamorfo fue determinado como *Crhysoportella* sp Gryzenhout Y M. J. Winngf. Estos son resultados de estudios intensos de secuenciación genética del hongo de muestras colectadas de diferentes partes del mundo (Sur África, Japón, USA, Colombia, México, Brasil, Venezuela y Congo)

Etiología

Sus estructuras fructíferas de sus dos fases son similaes; picnidios o peritecios ambos de cuello largo y oscuro, en forma de botella con fondo aplanado, que pueden llegar a medir 3 mm de altura, encontradas en grupos numerosos sobre las lesiones. En su fase sexual se forman

ascosporas uniseptadas miden aproximadamente $4 \times 1.9 \mu\text{m}$ (Figura 10 y 11). Las conidias de su fase asexual miden de 2.5 a $1.8 \mu\text{m}$ (Cibrián y García, 2007).



Figura 10. *Chrysosporthe*
Cuerpos fructíferos
(Gryzenhout *et al.*2008)



Figura 11. *Chrysosporthe*
Ascosporas en ascas
(Gryzenhout *et al.*2008)

Síntomas

Se forman chancro a lo largo de la base y el tronco, donde se presentan ensanchamiento de la corteza que se fractura longitudinalmente (Cibrián y García, 2007).

Daños

Los árboles afectados muestran el follaje de color café, reducción del crecimiento, deformaciones del tronco, desprendimiento de la corteza y pueden morir en condiciones de sequía. El chancro estrangula ocasionado la muerte (Cibrián y García, 2007).

Epidemiología

Las esporas son llevadas por el viento y las gotas de lluvias, pueden penetrar al hospedante de forma directa, principalmente en las áreas más suaves de la corteza. Las infecciones se presentan el floema, causa la muerte de las células y forman un chancro alongado, como respuesta a dicha infección se presenta formación de gomosis y la corteza se fractura en tiras y en interior de la madera se torna de color café oscuro. Como respuesta de la infección se produce gomosis (Cibrián y García, 2007).

3.5.5. *Fusarium* sp

Chancros resinosos en ramas y tallos

Phyllum: *Deuteromycetes*

Clase: *Hyphomycetes*

Orden: *Moniliales*

Familia: *Moniliaceae*

***F. circinatum* Nirenberg y O' Donnell**

Hospedante

Pinus radiata, *P. palustres*, *P. strobus*, *P.elliottii*

Etiología

Microconidios en forma oval a subclavado, con una a cuatro células alargados y curvos. La coloración de las colonias de aislamiento son blanquecina al principio y luego cambian de color de rosa, rosa intenso, violeta hasta morado intenso (Cibrián, 2007) (Figura 12).

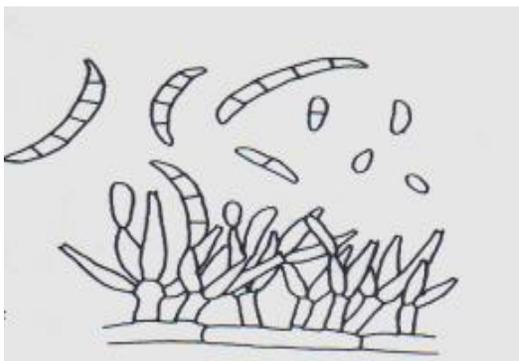


Figura 12. *Fusarium* Clamidiosporas
(Barnet y Hunter, 1998)

Síntomas

Dos síntomas el clásico que es formación de chancro resinosos sangrantes del tronco, raíces expuestas y ramas grandes, el chancro normalmente es hundido, la corteza se conserva mientras la madera bajo el chancro esta profundamente empapada. El otro síntoma es muerte regresiva de la copa superior como consecuencia de deformación de las ramas. Cuando las ramas o tallos son anillados por el hongo, las acículas se tornan amarillas a pardas rojizas (Dwinell y Kuhlman, 2003).

Daño

Comunmente afecta áreas vegetativas en algunas ocasiones afecta las flores femeninas y cono maduros, la especie que coloniza agallas fusiformes es *Cronartiun quercus*. Ocasiona muerte e inhibición del crecimiento, deformación de los troncos, perdidas de conos, semillas y de plántulas en viveros (Dwinell y Kuhlman, 2003).

Epidemiología

En condiciones de adecuada humedad el hongo requiere de pocas semanas para completar su ciclo de vida, se dispersa por corrientes de aires, pero también es transportada por insectos que se alimentan de árboles afectados (Cibrián y Alvarado, 2007).

3.6. Patógeno que causan enfermedades vasculares y vectoreadas

Los géneros de hongos aquí mencionados como causantes de marchitez vascular mantienen buenas relaciones mutualistas con insectos *Scolytus* (Cibrián 2007; y Hansen, 2003, Van Wyk *et al* 1993). Estos han sido reclasificados en estudios filogenéticos recientes. El género *Ophiotoma* es un género recientemente conocido. La clasificación de *Ophiotoma* y *Ceratocystis* ha sido ampliamente debatida ya que otros especialistas en taxonomía y filogenética de hongos como Hoog y Scheffer (citado por Wyk *et al* 1993) los clasifican de forma individual, sin embargo Van Wyk *et al* (1993) cita que *Ceratocystis sensus latius* incluye los géneros *Ophiotoma*, *C. strictus* y *Ceratocystiopsis*

También se ha demostrado que es importante tomar en cuenta la morfología de las ascosporas y secuenciación de estas especies para la identificación asertiva. Por otro lado las fases asexuales así como en ciclo infectivo de la enfermedad varían en dependencia de las especies (Wright y Cain citado por Wyk *et al* 1993).

Sin embargo los síntomas y daños causados entre las diferentes especies son similares. Aunque todavía es un tema de estudio que ha sido debatido cada información retomada ha sido de mucha importancia.

3.6.1 *Ophiostoma* sp

Marchitez vascular

Phyllum: *Ascomycota*

Clase: *Pyrenomycetes*

Orden: *Ophiostomales*

Familia: *Ophiostomataceae*

Mancha negra de las raíces; *Ophiostoma* Syd. y Halst. *O.wagneri* D.J. Goheen & F. W. Cobb con su fase sexual en *Leptographium wagneri* Kendrick Fase Asexual.

Ophiostoma novo ulmi (Brasier) con su anamorfo en *Pesotum ulmi* (Schwartz).

Mancha azul de la madera; ² *O. abietinum*, *O. adjuncti*, *O.conicola*, *O. ips*, *O. minus*, *O. piceae*, *O. pluriannulatum*

Hospedante

Todas las especies de Pinos

Etiología

Su fase sexual se encuentran peritecios negros, de cuello largo ostiolado que puede medir desde 100 hasta 1 700 µm de longitud con base bulbosa, ascosporas reniformes, alantoides o en forma de almohada, hialina, que corresponde al género *Ophiostoma* (Cibrián *et al*, 2007) (Figura 13). En su fase asexual se encuentran conidióforos con crecimiento vertical solos o en ramillas bifurcados la porción de arriba, la porción de abajo es oscura pero variable en tonalidad, bifurcadas hialinas, células conidiógenas delgadas, conidias (amelosporas) hialinas ovoides que se mantienen juntas en bastantes y grandes cabezas por una especie de baba, ramillete frondoso correspondiente al género *Leptographium* sp (Barnet y Hunter, 1988) (Figura 14).

² Especies reportadas en México
(Cibrián *et al*, 2007)

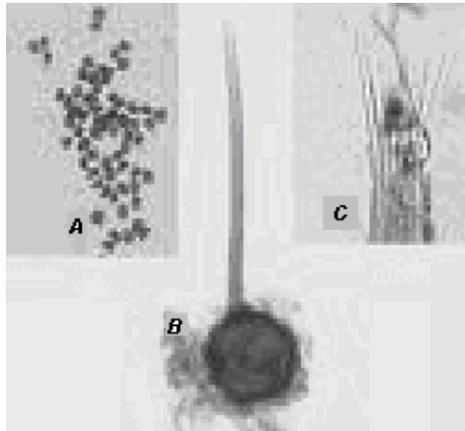


Figura 13. *Ophiostoma* Syd. y Halst.
A;ascosporas B; peritécio, C;cuello
ostiolado de peritecio (Vieira y t
Neché 2005)

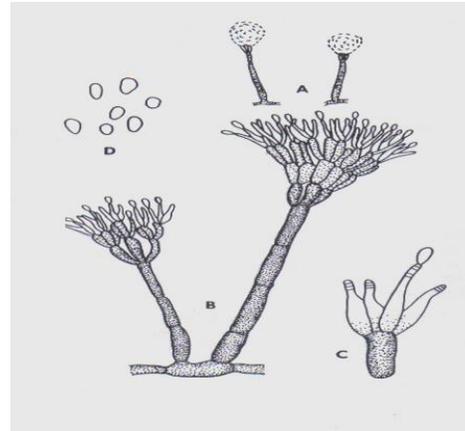


Figura 14. *Leptographium* sp A; hábitat
de conidióforo B; conidioforo,
C; célula conidiogena mostrando,
(Barnet y Hunter, 1998)

Síntomas

Mancha oscuras en tejido vascular, que aparecen como manchas vetas que se extienden desde las raíces hasta el tronco, en la sección transversal, las manchas aparecen en forma de media luna y siguen los anillos anuales. Las manchas pierden color después de la muerte del árbol (Hansen, 2003).

Daños

Primeramente pérdidas de acículas viejas seguida de reducción de crecimiento terminal clorosis a veces producción de cono estresado y muerte. Pinos de todas las edades pueden morir, sin embargo los árboles jóvenes son más susceptibles. Los árboles mueren en focos de infección que se extienden irregularmente, pudiendo llegar a muchas hectáreas (Hansen, 2003).

Epidemiología

Los insectos descortezadores (*Ips*, *Dendroctonus* y *Scolytus*) proporcionan el principal medio de dispersión. Hansen (2003), cita que estos insectos se reproducen en raíces gravemente afectadas por el patógeno y otros agentes, no tiene relación obligada con el hongo, pero son muy eficientes en buscar raíces infestadas por la mancha negra, incluso antes de que los síntomas puedan apreciarse en la copa. Estos pasan el invierno en estado de pupa en las galerías escurbadas en el punto de contacto entre el xilema y el floema y emergen como adulto

en verano. Los adultos vuelan, siguiendo aparentemente los impulsos olfativos despedidos por árboles afectados. Una vez en tierra excavan hasta llegar a las raíces y se alimentan del floema de éstas. Si las heridas producidas por alimentación de los insectos, llegan hasta el xilema, el insecto portador de esporas del hongo causa una nueva infección.

Gibbs (1993) cita que las especies de este hongo producen al menos dos tipos de esporas para ser acompañadas en la dispersión, siendo la dispersión efectiva en dos ambientes una con sustrato sobre superficie y otra con sustrato usadas a grandes distancias y zonas aisladas.

3.6.2 *Ceratocystis* sp

Hongo del azulado de la madera

Phyllum: *Ascomycota*

Clase: *Pyrenomycetes*

Orden: *Ophiostomales*

Familia: *Ophiostomataceae*

Ceratocystis ulmi (Buisman) Moreau. Fase sexual

Graphium sp. *Thielaviopsis* Fases asexuales

Hospedante

Todas las especies de Pinos.

Etiología

Peritecio globoso, subgloboso o piriforme, hialino a café oscuro o negro, cuello ostiolar cuando presenta usualmente grande y longitudinal, con frecuencia un anillo alrededor de el ostiolo, en el centro contiene células del pseudo-parénquima. Ascas globosas o subglobosas producidas a diferentes niveles en el centro, 8 esporas, desvanecidas a maduras, ascosporas hialinas, en forma de sombrero con una célula (Hanlin, 1989) (Figura 15).

Su fase asexual se reporta en el género *Graphium* sp, sus características son sinemas altos, oscuros, de porte redondeados, conidia de porte oblongo que se reproduce por brotes (Figura

16). Parasítico frecuentemente como patógeno vascular causando marchites en árboles o como saprofito. Algunas especies son el estado imperfecto de *Ceratocystis*, el modo del desarrollo conidial es variable en las diferentes especies (Barnet y Hunter, 1998) .

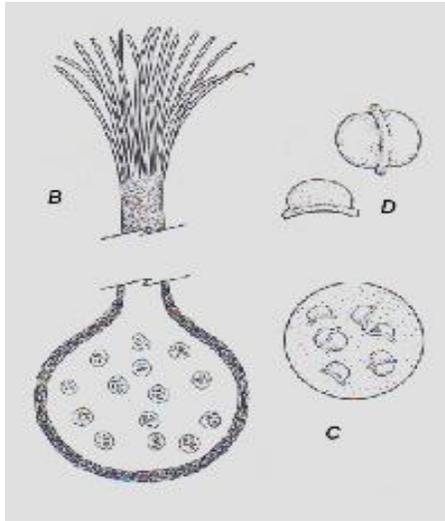


Figura 15. *Ceratocystis* sp A y B; Peritecio C; Asca con ascosporas D; ascosporas. (Hanlin, 1989)

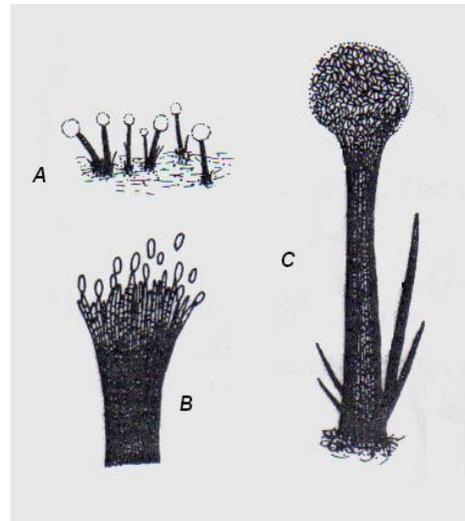


Figura 16. *Graphium* sp A; hábitat de sinemas B; sinemas y conidia c; conidioforo (Barnet y Hunter, 1998)

Síntomas

Lesiones largas en la corteza y oclusiones en forma de cuña en la albura, bajo el punto de inoculación. Follaje clorótico.

Daño

Oclusión de toda la albura y coloración azulada en la madera, afectándola comercialmente. Los efectos sobre el bosque es que *Ceratocystis* sp ayuda a los escarabajos descortezadores a matar árboles. El hongo por si solo es capaz de cuasar la muerte del árboles huéspedes con altas dosis de inóculos.

Epidemiología

El hongo se desarrolla en las galerías hechas por los insectos descortezadores y en la corteza del árbol, una vez establecido, los peritecios empiezan a liberar las ascosporas, posteriormente se da la fase sexual del ciclo patológico del hongo formando coremios de sinemas *Graphium* sp, invadiendo el xilema, decolorando el tallo infectado formado anillos xilémicos

decolorados. El escarabajo sale de las galerías portando las esporas del hongo transportándolas a árboles sanos (Agrios, 2004).

3.7. Royas fusiformes en conos y tallos

Cronartium sp

Phyllum: *Basidiomycota*

Orden: *Uredinales*

Familia: *Cronartiaceae*

Cronartium conigenum f. sp. *Fusiforme* Burds y G.A. Snow

C. Quercus Hedgc. y N.R. Hunt

Hospedante

La mayoría de las especies de pinos

Etiología

Es macrocíclica alternándose en Roble y pino. Forma espermagonios y aecios en los tallos y ramas del pino y las uredias y telias en las hojas del roble. Los aecios se producen por toda la superficie, en las agallas, aparecen masas amarillentas de espermacios y posteriormente aeciosporas de color naranja (Agrios, 2004).

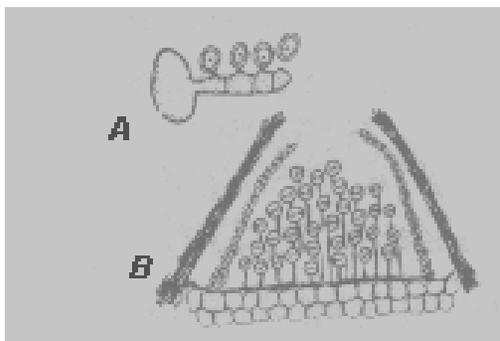


Figura 17. *Cronartium* A y B; Teliosporas.
(Agrios, 2004)

Síntomas

Los conos se observan un color naranja brillante y con un crecimiento excesivo y anormal, de 2 a 4 veces más de su tamaño normal y ocasionalmente 10 veces más. Los aecios producidos

hacen que los conos infectados se vuelven color naranja brillante. En ramas y tallos se forman agallas, principalmente en pinos jóvenes, dichas agallas pueden extenderse de 5 a 12 cm por año y con frecuencia cubre el tallo o la rama ocasionando muerte. Cuando se dan infecciones en plántulas muere en unos 4 años. También aparecen infecciones en el tronco (Geils, 2003).

Daños

Las plántulas infectadas mueren en 1 a 4 años, mientras que los árboles jóvenes infectados se ramifican excesivamente durante cierto tiempo y muestran crecimiento exuberante. Los troncos se deforman, los chancros profundos se rompen fácilmente cuando el viento sopla con fuerza. Causa hiperplasia e hipertrofia y formación de agallas en troncos y tallos. En conos reduce la producción de semillas afectando la regeneración natural y artificial.

Epidemiología

Inverna como micelio en agallas fusiformes; forma espermacios de febrero a abril y en poco tiempo produce aeciosporas en agallas. El viento lleva las aeciosporas del hongo a las hojas jóvenes en proceso de expansión del roble donde se forman pústulas uredinales de color anaranjado en término de cuatro días y produce uredospora. Las uredosporas reinfecta a un número mayor de hojas de roble y producen mas uredosporas, las teliosporas sobre telios y las basidiosporas son transportados por el viento (Agrios, 2004).

3.8. Manejo de enfermedades de pino

³En los bosques de pinos naturales es importante manejar las enfermedades realizando prácticas silviculturales el cual integran un plan de manejo integrado del bosque y técnicas específicas de prevención de brotes y focos de infección.

Prácticas manejo integrado del bosque:

- Realizar raleos; las altas densidades favorecen la diseminación de la enfermedad
- Monitoreo constante y control de brotes
- Regeneración de rodales; cortando árboles viejos (mayores de 60 años)
- Corta de selección, para crear diversidad de edades en los árboles
- Cortas intermedias eliminando pinos de riesgo (deformes, bifurcados, copas quebradas etc.)

Técnicas de prevención de brotes y focos de infección:

- Eliminar hospederos alternos como roble encino
- Analizar el material vegetativo evitando incremento de inóculo: Evitando la presencia de pinos viejos infestados cerca de viveros y destruyendo las acículas o los pinos fuertemente afectados.
- Evitar podar, y realizar prácticas culturales cuando las acículas estén húmedas
- Extraer del rodal material vegetativo enfermo
- Evitar atraer insectos vectores

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

³ Fuente de información: Exposición Ing. MsC. Lucia Romero (“TALLER NACIONAL DE SANIDAD FORESTRAL CON ENFASIS EN PINOS” Estelí, UNA-INAFOR)

4.1. Ubicación de zona de muestreo

El estudio fue realizado en el Municipio de San Fernando, Nueva Segovia, desde Octubre 2007, hasta Agosto 2008, en tres fincas; Las Tapias, San Nicolás, San José, correspondiente a la segunda región del país (Anexo 3). La extensión territorial es 339 km, ubicada a 350 km. de la ciudad de Managua. El municipio de San Fernando limita al Norte: Municipios de El Júcaro y Murra. Sur: Municipios de San Sebastián de Yalí y Santa María de Pantasma. Este: Municipio de Wiwilí. Oeste: Municipio de San Juan del Río Coco. Las referencias geográficas de las fincas se refieren en la Tabla 2. El municipio de San Fernando, Nueva Segovia, es una zona montañosa de difícil acceso, rica en recursos naturales y con suelos aptos para el cultivo de granos básicos, posee extensas zonas de pinos catalogadas como reserva forestal del país.

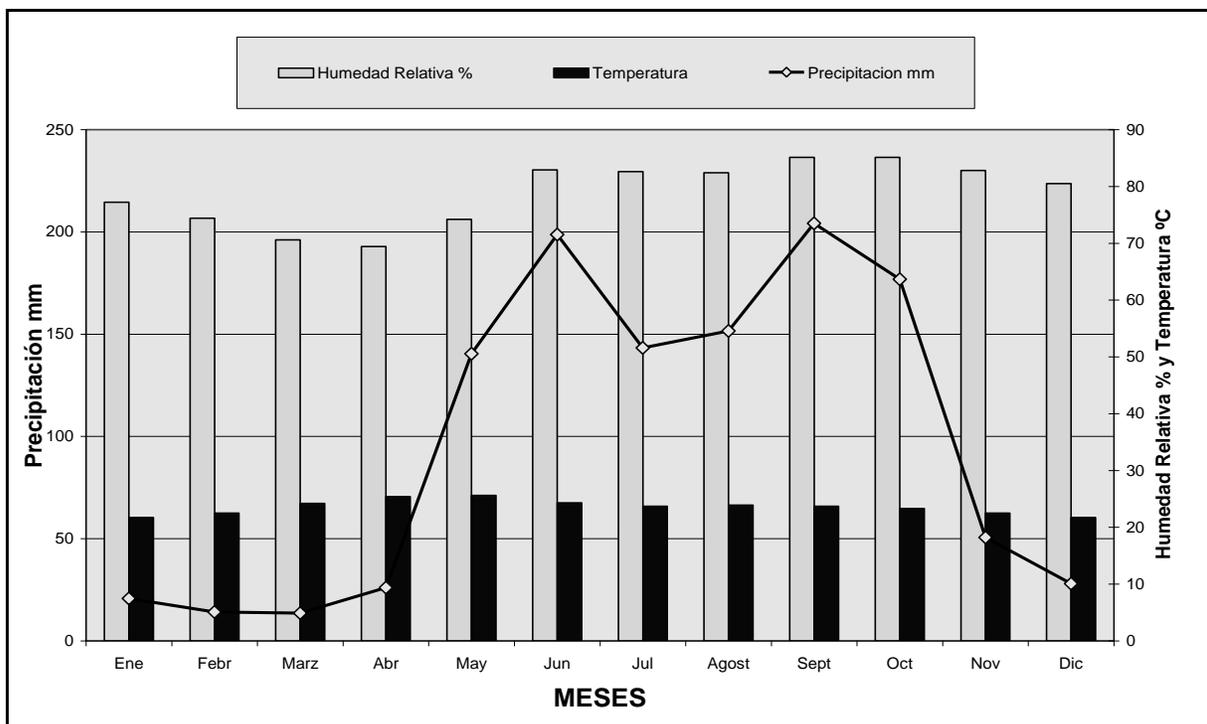
Tabla 2 Coordenadas de las fincas evaluadas

Fincas	Altitud msnm		Latitud Norte		Lonitud Oeste	
	Bosque	Bosque	Bosque	Bosque	Bosque	Bosque
	Maduro	Reg.Natural	Maduro	Reg.Natural	Maduro	Reg.Natural
Las Tapias	1002	995	13° 43'51''	13° 43'53''	086 18'05''	086° 17'93''
San Nicolás	642	679	13° 45'64''	13°45'82''	086°13'96''	086°13'81''
San José	1167		13°44'38''		086°19'60''	

En la finca San José no se tomó referencias geográficas en cada bosque, ya que en ésta no se establecieron sitios de muestreo.

Este Municipio se caracteriza por tener un clima fresco, moderadamente húmedo, sub-tropical con 725 msnm, con una temperatura que oscila entre 22-24 °C, una precipitación de 1183 mm y una humedad relativa de 79 % (Gráfica 1). El bosque caracterizado por bosque mediano a

altos, perennifolios de zonas muy frías y muy húmedas, donde llueve de Mayo a Diciembre. (Bautista, 2002)



Gráfica 1. Datos climáticos, Humedad relativa (%), temperatura (°C) y precipitación (mm) de San Fernando, Ocotal (INETER 2007-2008)

Las temperaturas más bajas se registran en los meses de enero, febrero y en el período de octubre a diciembre. El mes de mayo registró mayor temperatura con 26 °C. El período de junio a diciembre presentó mayor porcentaje de humedad relativa. La precipitación más alta se registró en el mes de septiembre con 204 mm. Los datos climáticos de humedad relativa y temperatura se obtuvieron de la estación meteorológica de Ocotal y los datos de precipitación de la estación de San Fernando (Anexo 4).

4.2. Descripción de ubicación de sitios de muestreo

Se seleccionaron dos tipos de bosques en cada finca, bosque maduro y bosque de regeneración natural. El bosque de regeneración natural, es una vegetación arbórea que se encuentra en las primeras fases de crecimiento y desarrollo como parte del proceso natural de renovación del bosque, que se inicia cuando las semillas son diseminadas y depositadas por los árboles

adultos. Bosque maduro es aquel que ha alcanzado el desarrollo óptimo de producción., que oscilan entre árboles de 25 hasta más de 100 años.

Los sitios de muestreos se delimitaron según metodología citada por INTECFOR (1993) y fue adaptada a las características del presente estudio. En las fincas Las Tapias y San Nicolás se definió un transepto lineal para ubicar 5 sitios de muestreos en cada bosque. En bosque de regeneración natural los sitios se ubicaron a una distancia de 50 m lineales con un radio equivalente a 2.82 m y en bosque maduro a una distancia de 75 a 100 m, con un radio de 5.64 m (Anexo 5).

En la finca San José las muestras fueron tomadas al azar en cada bosque, a fin de confirmar la presencia de estos patógenos que causan daño en los bosques de pinos.

4.3. Descripción de toma de muestra

Las muestras colectadas fueron: acículas, ramas, ramillas, tallos, raíces y suelo, tomadas en los sitios establecidos, aledaños a estos y al azar.

Para acículas se cortaron las ramillas donde presentaba marchitez y formación de cuerpos fructíferos en las acículas, estas se envolvieron en papel periódico, luego se metieron en bolsas plásticas. Para ramas y ramillas, se colectaron aquellas que presentaban chancro u otro tipo de lesión así como follaje clorótico. Estas se cortaron, y se metieron en bolsas plásticas que contenían algodón humedecido, para dar condiciones de humedad a la muestra y se rotularon.

Para la toma de muestra de árboles con síntomas de marchitez vascular, se extrajeron árboles que presentaban marchitez y se encontraban aledaños a los sitios de muestreo. Se colectaron principalmente árboles jóvenes en bosques de regeneración natural, que es donde se encontró mayormente esta problemática. Los árboles seleccionados fueron aquellos que mostraron síntomas intermedios de la enfermedad como clorosis generalizada y marchitez del tejido foliar con cierto desprendimiento de este. De igual forma se tomaron muestras de suelo en el sitio donde se encontraba cada árbol.

Para el análisis patológico y físico químico de suelo se tomaron tres sub muestras alrededor de cada árbol, en cada sitio de muestreo, a una profundidad de 20 cm, con un barreno; conformando una muestra por sitio.

4.4. Variables evaluadas

- Descripción y registro de síntomas en campo y muestras en laboratorio
- Identificación de géneros de nemátodos, hongos y bacterias en tejido vegetal
- Identificación de géneros de hongos, bacterias y nemátodos de suelo
- Conteo de número de colonias de hongos y bacterias por gramo de suelo (UFC)

4.5. Frecuencia de colecta de muestra

Para enfermedades foliares y chancros las muestras fueron colectadas cada mes. Para enfermedades vasculares las muestras se colectaron en dos épocas (seca y lluviosa). Las muestras de época seca colectadas en el mes de abril y las correspondientes a época lluviosa colectadas en el mes de julio.

4.5.1. Registros de síntomas en árboles de pino

Los síntomas que se observaron en los bosques de las fincas evaluadas fueron descritos de manera ordenada cada mes, en campo y laboratorio. En campo consistió en la descripción de síntomas de amarillamiento foliar, tejido foliar desprendido, lesiones encontradas en ramas, tallos y troncos y daños mecánicos encontrados en los sitios de muestreo. En laboratorio en la examinación en estereomicroscopio describiendo los síntomas (manchas cloróticas y necróticas) y estructuras (formación cuerpos fructíferos).

4.6. Fase de laboratorio

El análisis patológico de las muestras de tejido vegetal enfermo y de suelo se realizó en laboratorios de Microbiología, Micología, Suelos y Agua de la Universidad Nacional Agraria ubicada en km 12 de carretera norte en Managua.

4.6.1. Análisis patológico de material vegetativo

4.6.1.1. Medios de cultivos

Los medios utilizados fueron Agar-Agua (AA), para inducir la esporulación de estructuras reproductivas del patógeno. Papa dextrosa agar (PDA), medio general para hongos. Agar nutritivo (AN), medios general para bacterias. Trozos de pino esterilizado más cicloHexamina y estreptomina; medio específico para aislamiento de *Ophiostoma* sp (Anexo 6).

4.6.2. Técnicas de aislamiento para hongos, bacterias y nemátodos

La técnica que se utilizó la técnica de inducción de crecimiento de hongos y bacterias, a partir de tejido vegetal enfermo y se sembró en medios de cultivos artificiales, así como medios específicos para el aislamiento de patógenos de suelo.

4.6.2.1. Cámara húmeda

Las muestras de tejido vegetal enfermo (acículas, ramas, tallos) se colocaron en platos petri o cajas plásticas con papel filtro, humedecido con agua destilada estéril. Para inducir a la esporulación de estructuras fructíferas de los hongos y su posterior identificación mediante el uso de microscopio.

4.6.2.2. Siembra de trozos de acícula con estructuras fructíferas en AA

Primeramente se tomó acículas donde se formaron cuerpos fructíferos y con esporulación, se realizaron pequeños cortes en la acícula de manera que solo quedara en la lesión la estructura como tal, luego se dejó reposar en agua destilada estéril por un minuto, se seco con papel filtro y se dejó reposar por 30 segundos, finalmente se sembró en platos petri con Agar-Agua (AA). El objetivo de este procedimiento es el de inducir desarrollo y crecimiento de estructuras de reproducción, tanto de fase sexual (esclerocios, peritecios, apotecios, etc.) como asexual (cleistotecios, picnidios, acérvulos etc.).

4.6.2.3. Siembra tejido infectados de acículas, ramas, tallo y raíces en PDA y AN

Se realizó cortes en la lesión del tejido, luego se desinfectó con alcohol histológico al 95 % por 1 minuto, posteriormente se seco en papel filtro y se dejó reposar en agua por 30 segundos y nuevamente se secaron con papel filtro. Finalmente se sembró en medios de cultivos generales: Agar nutritivo (AN), para bacterias y papa dextrosa agar (PDA), para hongos.

4.6.2.4. Siembra de tallos y raíces con galerías en medio específico para *Ophiostoma* (trozos de pino esterilizados + ciclohexamina y estreptomycinina).

En el material vegetativo de los árboles enfermos extraídos que presentaban marchitez; se realizaron cortes transversales y longitudinales, de los cuales se describieron los síntomas que presentaban. En la base del árbol donde se encontró galerías de insectos, se escarbó detenidamente para sacar los insectos, los cuales fueron identificados. Finalmente el tejido enfermo con y sin galerías de insectos se cortó en trozos pequeños y se desinfectaron para la siembra en el medio de cultivo.

4.7. Análisis patológico de suelo

4.7.1. Métodos de aislamiento y cultivo de hongos, bacterias y nemátodos

El método utilizado para cultivo de hongos y bacterias de suelo fue el Método de dilución de suelo (Anexo 7). El método utilizado para extracción de Nematodos de suelo fue el de tamices mas filtro de algodón (Anexo 8).

4.8. Análisis físico químico de suelo

Se realizó análisis físico químico de suelo en laboratorios de suelo y agua de la Universidad Nacional Agraria (UNA).

4.9.1. Identificación de Hongos

Los géneros de hongos encontrados fueron identificados mediante la utilización de claves taxonómicas de las diferentes clases de hongos; y la observación en microscopio de sus características morfológicas; y características de crecimiento en medio de cultivo (color, forma de crecimiento, elevación de micelio y estructuras fructíferas). Para la medición de las estructuras fructíferas de los hongos, se procedió a calibrar el microscopio, según metodología Castaño-Zapata (1986). Y su respectiva identificación realizada por ⁴Gutiérrez, (2008).

4.9.1.1. Claves utilizadas para identificación de hongos

⁴ Yanet Gutiérrez Gaitán
Docente DPAF-FAGRO UNA

1. Samsons y Van (1988). Para identificación de género de hongos de suelo
2. Barnet y Hunter (1998). Para identificación de hongos del orden *Deuteromycetes*
3. Hanlin (1989). Para identificación de hongos de la clase de *Ascomycetes*
4. Hanlin (2002). Para identificación de hongos de la clase de *Ascomycetes*
5. Commonwealth my Cological Institute (CMI). Para identificación de géneros de bacterias y hongos
6. Sitios Web de etiología de patógenos: www.forestryimages.org
www.iefc.net

4.9.2. Identificación de Bacterias

Los géneros de bacterias fitopatógenas fueron identificadas mediante pruebas bioquímicas según Schaad (1988) (Anexo 9). La identificación de géneros de bacterias fue realizada por ⁵Guevara ,(2008).

4.9.3. Identificación de Nemátodos

Para la identificación de Nemátodos se utilizó el texto Clave para identificación de nematodos parásitos de las plantas según Jacob y Middeplaats (2005).

4.10. Análisis de resultados

4.10.1. Frecuencia de hongos foliares

Se realizó una frecuencia de cada hongo foliar encontrados en las muestras analizadas en laboratorio. Dicha frecuencia consistió en registrar (contar) el número de veces que se encontraba cada hongo. Esto se clasificaron como primarios y secundarios, según el orden de importancia citados por Cibrián *et al* (2007), Muñoz *et al* (2007) y Patton (2003) y el comportamiento que demostraron en el período estudiado.

⁵ Verónica Guevara
Docente DPAF-FAGRO UNA

4.10.2. Cuantificación de hongos y bacterias de suelo

Para analizar las poblaciones de hongos y bacterias de suelo se utilizó la metodología citada por Sergueichuck (1986), que consiste en la cuantificación de colonias formadas en cada plato petri, el cual se le denomina unidades formadoras de colonias (UFC). Del total de colonias formadas se aplicó la fórmula:

$$\text{UFC: } \frac{\text{Número de colonias} \times \text{dilución}}{0.2} = \text{Total UFC} \times \text{g de suelo}$$

Número de colonias: Total de colonias formadas en cada plato petri.

Dilución: Cifra correspondiente a la dilución dada (10^{-4} y 10^{-6})

0.2: ml de dilución sembrada en cada plato petri.

De las diluciones sembradas en cada plato petri, (para hongos solución 10^{-4} y para bacterias solución 10^{-6}), se determinó un total de cuatro repeticiones por sitio. Del total de UFC por gramo de suelo, se promediaron los datos numéricos por épocas (seca y lluviosa) para cada tipo de bosques de las tres fincas evaluadas. Las unidades formadoras de colonias, fueron utilizadas para determinar la capacidad que tienen los microorganismos de suelo (hongos y bacterias) de formar poblaciones en 1 gramo de suelo.

Los resultados fueron analizados descriptivamente mediante escritos que consisten en caracterizar síntomas y daños, ⁶ fotos para hacer una demostración de la presencia de los hongos en las lesiones y cálculos (de frecuencia y UFC) en el programa de análisis de cálculos de Excell, para obtener gráficas correspondientes.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Especies de pino encontradas en las fincas en estudio

⁶ fotos tomadas por I. Baltodano

Tesista, UNA, 2008.

Dos especies de pino fueron identificadas en las fincas Las Tapias, San Nicolás y San José (Tabla 3), la información de éstas especies está referida al estudio realizado en Nicaragua por Styles (1994), el cual describe la clasificación taxonómica y distribución de estas especies en el país, confirmada por el técnico de las fincas.

Tabla 3: Especie de Pino en cada finca evaluada

Finca	Especie de Pino
Las Tapias	<i>Pinus oocarpa</i>
San Nicolás	<i>Pinus caribea</i>
San José	<i>Pinus oocarpa</i>

5.2. Análisis físico químico de suelo

En los análisis físicos de suelo resultaron suelos francos arenosos, con mayor porcentaje de partículas de arena y menor en partículas de limo y arcilla, esto igual para las tres fincas, tanto en bosque maduro como en bosque de regeneración natural. En los análisis químico los suelos de las tres fincas resultaron suelos ligeramente ácido a medianamente ácido, con alto porcentaje de materia orgánica. Los contenidos de macroelementos son alto en Nitrógenos, pobre en Potasio. El Fósforo fue detectado, solo en San Nicolás en bosque de regeneración natural, pero en bajo contenido. Los contenidos en microelementos son rangos muy altos de Hierro, rangos medios de Magnesio, medios a bajos Zinc y Calcio, con una capacidad de intercambio catiónico (CIC) y porcentaje de saturación de base (%SB) muy baja (Anexo 10)

Estos suelos son considerados pobres nutricionalmente, aunque posean alto contenido de nitrógeno, no está disponible para la planta. Son suelos ácidos, por lo cual hay pobre diversidad y actividad bacteriana, importante en la transformación del nitrógeno a nitrito y descomposición de materia orgánica. El fósforo no detectado, no quiere decir que no esté presente, sino que está asociado al hierro, esto y los bajos contenidos de micro elementos, no satisfacen los requerimientos nutricionales del árbol porque no están disponibles. La poca capacidad de intercambio catiónico (CIC) y los bajos % de saturación de base (SB), asociado a

la clase textural de los suelos de las fincas franco arenoso, demuestran que estos suelos no son capaces de concentrar dichos nutrientes, presentando lixiviación de estos. Por otra parte, aunque los contenidos de materia orgánica sean considerables, estos son bajos en relación a los suelos de bosque de pinos natural y en las condiciones en que se encuentran, la materia orgánica se acumula sin ser utilizada por el árbol (⁷Leonardo García, “Comunicación personal”).

Aunque los pinos por características ecológicas sean capaces de desarrollarse en suelos de baja fertilidad, ácidos y arenosos, estos requieren al menos suelo con niveles considerables de nitrógeno disponible para el desarrollo de las acículas. En la formación de los conos, también necesitan de Fósforo disponible para el desarrollo radicular y a la madurez rápida del fruto así como de Potasio que juega un papel importante en el vigor del árbol y un buen drenaje. (Parisi, 1979)

5.3. Patógenos encontrados causantes de enfermedades en los bosques de pinos de las fincas

En los análisis patológicos de las muestras procesadas en laboratorio resultaron seis géneros de hongos en acículas, asociados a manchas y tizones, considerándose como primarios o principales los géneros *Lecanosticta* sp. y *Dothistroma* sp., siendo el género *Lecanosticta* sp., más representativo. Considerados como secundarios los géneros *Phoma* sp., *Sphaeropsis* sp., *Phyllosticta* sp. y *Pestalotia* sp.; estos mencionados en orden de importancia. En tejido vegetal; troncos y ramas, los géneros de hongos *Chrysosporium* sp., *Nectria* sp., *Lasiodiplodia* sp., *Botryosphaeria* (con su anamorfo en *Dothiorella* sp) y *Phoma* sp. asociados a enfermedades conocidas como chancros. El género *Sphaeropsis* sp., causante de marchites de brotes, en ramas. En tallos y raíces, se encontró los géneros de hongos; *Fusarium* sp., *Phoma* sp., *Botryodiplodia* sp., que se asocian a marchitez vascular (Tabla 6).

Los géneros de hongos *Ophiostoma* sp. y *Graphium* sp. se encontraron en raíces y tallos de árboles de regeneración natural, que presentaban presencia de galerías hechas por insecto del

⁷ Docente y Director Laboratorio suelo y agua (LABSA)
UNA, Managua, Nicaragua.

género *Ips* sp., el cual se asocia enfermedades vectoreadas. En cono el género de hongo *Cronartium* sp. causante de royas. (Tabla 6).

En el análisis patológico de suelo, se encontró hongos, bacterias y nematodos de vida libre. Los géneros de hongos encontrados en suelo fueron; *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp, *Fusarium* sp, *Candida* sp., *Pythium* sp., *Trichoderma* sp., *Aureobasidium* sp., *Phialomyces* sp., *Paecilomyces* sp., *Phoma* sp., *Gliocladium* sp., *Graphium* sp., *Botrytis* sp. Los géneros de bacterias encontradas fueron *Pseudomona* sp, *Bacillus* sp., *Micrococcus* sp., *Serratia* sp., *Sarcina* sp. (Tabla 5).

5.3.1 Principales géneros de hongos asociados a manchas y tizones en acículas

Los principales hongos asociados a tizones de acículas *Lecanosticta* sp y *Dothistroma* sp, tiene su fase sexual (también llamado teleomorfo) en diferentes especies de *Mycosphaerella*. La especie reportada para *Lecanosticta* es *M. dearnessii* (Barr) y para *Dothistroma* la especie *M. pini* Rostr. in Munk. Estas enfermedades presentaron similitudes de síntomas en campo, por el cual pueden confundirse fácilmente, por eso la importancia de aislarlo en laboratorio bajo condiciones específicas, que le suministraron los medios de cultivos.

En el proceso de identificación de estos agentes causales de tizones, también se presentaron similitud en cuanto a la morfología. Sus fases sexuales fueron aisladas solo a nivel de laboratorio en medios de agar agua. Sus fases asexuales fueron encontradas en muestras colectadas en época lluviosa donde se encontró mayor formación de cuerpos fructíferos, éstas procesadas en cámara húmeda y en medio de cultivo agar agua.

5.3.1.1. Mancha parda en acículas

***Lecanosticta* Fase asexual**

Síntomas

Los síntomas observados de esta enfermedad fueron mancha amarillentas que toman forma anillada, el centro de la mancha se torna parda rojiza, presentando posteriormente necrosis en la lesión y en las puntas de las acículas (Foto 1 y 2).



Foto 1. *Lecanosticta* sp. Síntoma inicial, formación de mancha parda



Foto 2. *Lecanosticta* sp Mancha parda

Etiología

Las estructuras observadas en este género fueron acérvulos oscuros de tonalidad verduzca, inmersos en la epidermis de las acículas y formados sobre la mancha. Sus conidias son alargadas (fusiformes) a ligeramente curvadas, que miden aproximadamente 38 a 40 μm de longitud y 2 a 4 μm de ancho, de color verde pálido, con 3-5 septos, con ápice redondeado, (Foto 3 a 5). Estas características morfológicas coinciden con los resultados de estudios realizados por Patton (2003) y las mediciones de las conidias con las referidas por Cibrián *et al* (2007).

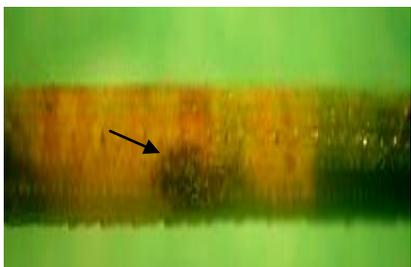


Foto 3. Cuerpo fructífero de *Lecanosticta* sp sobre mancha.

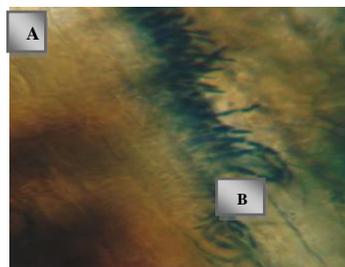


Foto 4. A: Tejido vegetal
B: Ac érvulo y conidias



Foto 5. Conidias *Lecanosticta* sp

5.3.1.2. Banda roja en acículas

Dothistroma Fase Asexual

Síntomas

Los síntomas observados en las muestras procesadas fueron manchas cloróticas, que posteriormente se tornan rojizas, tomando la forma de banda. En base a estas características se le denominan banda roja a esta enfermedad (Muñoz *et al*, 2007 y Patton 2003) (Foto 6).



Foto 6. *Dothistroma* sp Banda roja sobre acículas

Bardshaw (2004) cita que el color rojo que se forma sobre la banda se debe a la acumulación de la dotistromicina, toxina que produce este hongo en los tejidos de la acícula.

Los cuerpos fructíferos formados que se encontraron fueron picnidios oscuros y estromas (estructuras parecidas a acérvulos). Estos se formaron sobre la mancha observándose en épocas de humedad que se hinchan rompiendo la epidermis y sobresalen como un abultamiento negro, coincidiendo con resultados de estudios realizados por Cibrián *et al* (2007) y Muñoz *et al* (2007) (Foto 7 y 8).



Foto. *Dothistroma* sp Picnidio negro subepidémico



Foto 8. *Dothistroma* sp Picnidio en esporulación

Etiología

El acérvulo observado del género *Dothistroma* presentaba forma elongada, sus picnidios oscuros, conidias hialinas, cilíndricas a ligeramente curvadas, pequeñas, delgadas y robustas, de tres a cinco septos, con mediciones de 27 a 33 μm de longitud y 2 a 4 μm de

ancho. Cabe señalar que los resultados de estudios recientes realizados por Patton (2003), coinciden con estas características encontradas (Foto 9 a 12).



Foto 9. *Dothistroma* sp
estroma elongado

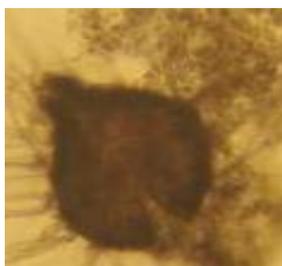


Foto 10. *Dothistroma* sp
picnidio



Foto 11. Conidia
Dothistroma sp



Foto 12. Poblacion de conidias
de *Dothistroma* sp

Encontrándose mayormente conidias con tres septos pequeñas y robustas. En los estudios afines realizado en Centroamerica por Gibson y Evans (1984), demuestra que las conidias pequeñas y robustas (Foto 11), son características de especies procedentes de climas tropicales.

Comparando a estos dos géneros (*Lecanosticta* y *Dothistroma*) en las características morfológicas de las conidias, *Dothistroma* presentó conidias hialinas, más pequeña, robusta y levemente curvada. Las conidias de *Lecanosticta* son de tono verduzco y más grandes. Ambos géneros presentan conidias multiseptadas. Los cuerpos fructíferos en *Lecanosticta* son son acérvulos y *Dothistroma* forma picnidios y estromas.

Los síntomas y daños presentados causados por ambos géneros son manchas cloróticas de forma anillada dispersas en todas las acículas de la rama (Foto 13 y 14). Los árboles presentaban desprendimiento de tejido enfermo, defoliación mayormente en el estrato bajo, estos mostraban poco desarrollo en comparación a otros árboles con menos afectación (Foto 13) (Anexo 11.1), tal como lo citan Muñoz *et al* 2007, Cibrián *et al* 2007 y Patton 2003, en estudio afines.



Foto 13. Síntoma inicial de tizones manchas en forma anilladas o bandas



Foto 14. Daño avanzado en rama bajera del árbol

5.3.1.4. Género *Mycosphaerella*

Este género está reportado como el teleomorfo de los géneros *Dothistroma* y *Lecanosticta*. La especie reportada para *Lecanosticta* es *M. dearnessii* (Barr) y para *Dothistroma* la especie *M. pini* Rostr. in Munk (Muñoz, 2007, Cibrián *et al*, 2007 y Patton, 2003). Se aisló en medios de cultivo de agar agua (condiciones brindadas en laboratorio), mostrando formación de micelio y peritecios (Anexo 11.2). Patton (2003) cita que este hongo no se encuentra fácilmente en campo, por lo cual es necesario brindar condiciones favorables en laboratorio para su aislamiento.

Las ascas presentaban forma elongada, ascosporas pequeñas que miden entre 9 a 21 μm de longitud con 2 células desiguales, hialinas y con ápice redondeado. (Foto 15 y 16).



Foto 15. Ascas de *Mycosphaerella*



Foto 16. Ascosporas

Otra característica observada en las ascosporas fue la apariencia de gotas de aceite dentro de cada célula (Foto 17).

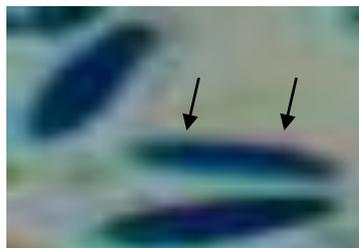


Foto 17. Ascosporas *Mycosphaerella*

5.3.2. Otros géneros de hongos asociados a daños de acículas

Las muestras colectadas donde se aislaron los géneros de hongos considerados como secundarios en acículas: *Phoma*, *Phyllosticta*, *Sphaeropsis* y *Pestalotia*, se procesaron en agar agua (AA) y cámara húmeda.

Los síntomas donde se encontraron *Phoma*, *Phyllosticta* y *Sphaeropsis* fueron acículas atizonadas desde la punta hasta la base, observando pequeños cuerpos fructíferos, oscuros y en abundancia en toda la acícula (Foto 18 y 19).

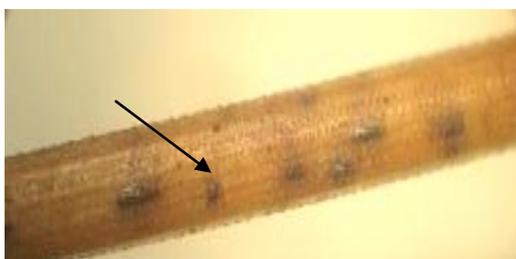


Foto 18. Cuerpos fructíferos sobre acícula atizonada.



Foto 19. Acícula necrosada con formación de cuerpos fructíferos

Los síntomas observados en las acículas donde se encontró *Pestalotia* sp, se observó marchitez de éstas seguida de la muerte de tejido afectado. Estos síntomas observados coinciden con los citados por Muñoz *et al* (2007).

5.3.2.1. Género *Phoma*

Etiología

Las estructuras observadas del género fueron picnidios pequeños, oscuros, ostiolado que miden de 15 a 17 μm de ancho y conidias de forma redondeada, pequeña y hialina con mediciones aproximadas de 3 a 5 μm (Foto 20 a 22).



Foto 20. Acícula sembrada en AA
A: Picnidio B: Tejido vegetal



Foto 21. Picnidio *Phoma* sp

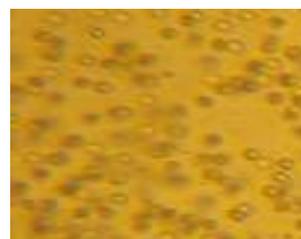


Foto 22. Conidias *Phoma* sp

Aunque se conoce el comportamiento de este género de hongo como saprófito y su hábitat es el suelo, estudio reciente realizado por Srago *et al* (2004) han demostrado que *Phoma pomorum* Tum, es causante de tizón en vivero de pino y estudios realizados por Mohali (1998), confirman un asocio con el género *Lophodermium* en acículas de árboles de pino establecidos de la especie *caribea* (*Pinus caribea* Morelet var. *honduriensis* Barr y Golf).

5.3.2.2. Género *Phyllosticta*

Etiología

Picnidios oscuros que miden entre 65 a 70 μm longitud. Las conidias observadas fueron ovaladas, hialinas que miden 9*15 μm , más grandes que las del género *Phoma* (Foto 23 y 24). No hay reportes de este género en pino.



Foto 23. Picnidios *Phyllosticta* sp

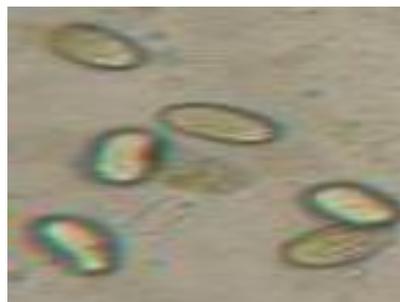


Foto 24. Conidias *Phyllosticta* sp

5.3.2.3. Género *Sphaeropsis*

Los síntomas que presentaron las muestras colectadas fueron acículas totalmente rojizas, secas y marchitas. Los cuerpos fructíferos encontrados corresponden a picnidios negros irrupentes, oscuros y grandes que miden 45 µm de ancho. Conidias oscuras, ovaladas y unicelulares con mediciones de 6*20 µm (Foto 25 y 26).



Foto 25. *Sphaeropsis* sp Picnidio irrumpiendo el tejido subepidérmico

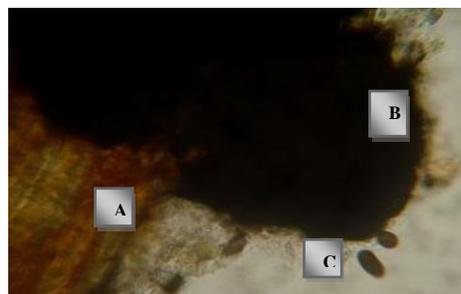


Foto 26. *Sphaeropsis* sp A: tejido vegetal. B: Picnidio irrumpiendo el tejido C: Conidia

Los daños asociados a estos síntomas fueron marchitez y muerte de brotes. Este síntoma aparece en brotes nuevos, como lesiones de apariencia necrosada que luego se marchitan (Stannosz, 2003) (Foto 27). Los árboles que presentaron este síntoma no tenían buen desarrollo. (Anexo 11.3).



Foto 27. Brote marchito causado por *Sphaeropsis* (Árbol situado en sitios aledaños en bosque maduro de San Nicolás) A: Síntoma, acículas rojizas B: Daño, lesión necrótica.

5.3.2.4. Género *Pestalotia*

Síntomas y etiología

En las muestras foliares donde se encontró *Pestalotia* presentaba necrosis avanzada y muerte del tejido afectado, dando indicios de una afectación secundaria por parte de éste hongo. Según Muñoz *et al* (2007) *Pestalotia* sp., es un patógeno oportunista, que coloniza tejido afectado.

Los cuerpos fructíferos observados fueron cirros irrupentes de color negro, estos esporularon en cámara húmeda en un lapso de 11 días (Foto 28). Este género también se desarrolló muy bien en medio de cultivo general de hongo (PDA).

El crecimiento micelial es color blanco, con pústulas negras (acérvulos) que son masa de conidias. Las conidias con 2 a 3 septos, que miden entre 15 y 18 μm de longitud, con tres flagelos, ápices contriñidos y más oscuros (Foto 29 y 30).

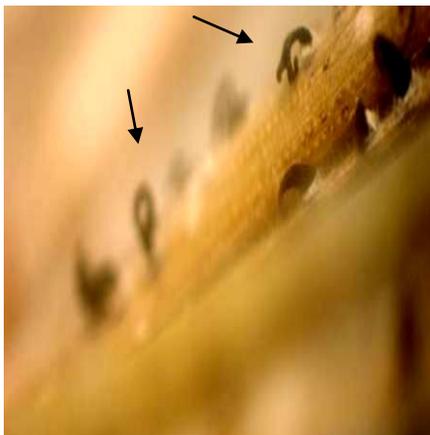


Foto 28. Muestra en cámara húmeda
Cirros irrupentes de *Pestalotia*

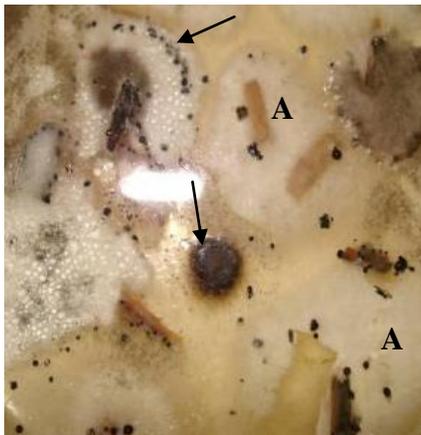


Foto 29. A: Crecimiento micelial color blanco
La flecha señala los acérvulos



Foto 30. Conidia *Pestalotia* sp con
tres flagelos

5.3.3. Condiciones que favorecieron el desarrollo de los hongos asociados a manchas y tizones en acículas

El desarrollo de los hongos foliares encontrados se vio favorecido por el bajo nivel nutricional y poco drenaje de los suelos de las fincas evaluadas, exponiendo los árboles a estrés haciéndolos susceptibles al ataque de estos hongos, además de las condiciones de humedad en época lluviosa que propician la diseminación de estos. Según Patton (2003), estos hongos, penetran al hospedero a través de la apertura de estomas (infección vía estomática). Los daños observados en los sitios de muestreo fueron árboles con poco desarrollo, pérdidas de acículas mayormente en las ramas bajas, siendo los árboles de regeneración natural los que presentaron con más frecuencia estos daños (Anexo 11.4).

5.4. Géneros de hongos asociados a Chancros

Los síntomas de chancros se reconocieron en campo, afectando ramas y tallos, siendo el mayor daño en bosque de regeneración natural (Foto 31 a 33). En las fincas se encontraron dos tipos de chancro, los chancros corticales (se forman en la base del árbol) y los que deforman y agrietan la corteza (Anexo 11.5); estos clasificados según la parte vegetativa del árbol donde se forman citado por Torrez (2003).



Foto 31. Arbol presentando chancros en ramas



Foto 32. Vista de chancro formado en rama



Foto 33. Chancro n tallo.

Cibrián *et al* (2007), señalan que los hongos causantes de chancros en su mayoría son parásitos débiles que requieren que el hospedante se encuentre debilitado por factores externos, aunque hay géneros de hongos que pueden causar chancros en árboles completamente sanos.

Los géneros de hongos encontrados asociados a chancros son: *Chrysoporte*, *Nectria*, *Botryosphaerae* (con su fase asexual en *Dothiorella*), *Lasiodiplodia* y *Phoma*. No hay reportes de estos hongos asociados a chancros en árboles de pinos, sin embargo la presencia de estos causando chancros en los bosques de las fincas fue muy evidente. Los reportes encontrados son en árboles de Eucalipto y Ciprés. Los árboles de pino afectados por chancros mostraban lesiones hundidas y necrosadas, algunas con resinación como una respuesta fisiológica al daño. Observándose mayormente en ramas crecimiento radial irregular, deformación y anillamiento. Las características de síntomas y daños encontradas en las muestras colectadas se respaldan con las citas referidas de estudios afines realizados por Cibrián *et al* (2007), Agrios (2004) y Hansen (2003).

5.5.2. Género *Chrysoporte*

Los síntomas causados por este hongo son agrietamiento y sobre la lesión se observaron los cuerpos fructíferos. Cibrián *et al* (2007), refiere a este género ocasionando este tipo de daño en Eucalipto, como reducción de crecimiento, desprendimiento de tejido enfermo provocando la muerte de las partes afectadas.

Etiología

Sobre las lesiones se formaron los cuerpos fructíferos superficiales, estos son peritecios que crecen agrupados en abundancia, tiene forma de botella, oscuros, de cuello muy largo que miden 3 mm de longitud, con masas de esporas en el cuello del peritecio, formadas en condiciones de humedad. Las ascosporas observadas fueron hialinas, redondas y pequeñas con mediciones de $3 \times 2 \mu\text{m}$ (Foto 34 a 36).



Foto 34. *Crhysoporte* Peritecio de cuello largo la flecha señala masa de esporas en el cuello

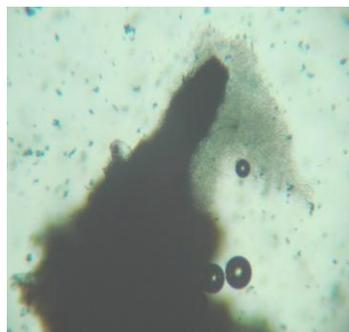


Foto 35. *Crhysoporte* Peritecio

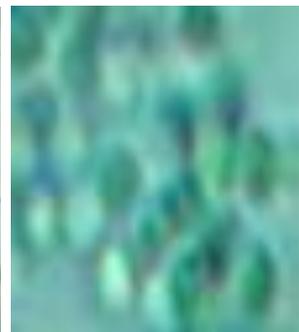


Foto 36. Ascosporas *Crhysoporte*

Este género no está reportado en pino, no obstante en las muestras colectadas procedentes de las fincas fue evidente su presencia. Siendo mayormente encontrado en la finca Las Tapias de en bosque de regeneración natural.

5.5.3. Género *Nectria*

El género *Nectria* es un hongo importante en bosques naturales (Cibrián y García 2007). En las muestras se observó la corteza de la rama agrietada, deformada, el tejido afectado tenía una apariencia callosa y presencia de tejido muerto con una tonalidad oscura en la lesión. Las muestras fueron sembradas en medios de cultivo generales papa dextrosa agar (PDA) y en agar agua con trozos de pino esterilizado.

Etiología

Las estructuras observadas fueron peritecio de color rojo oscuro y brillante, presentando forma pera, de cuello corto, ascosporas ovaladas, unicelular que miden aproximadamente 10 μm de longitud y 3 μm de ancho (Foto 37 a 39), tal como lo citan Hanlin (1998) en su clave taxonómica.



Foto 37. Peritecios *Nectria* sp en medios de cultivo. A: peritecios maduros
B: Peritecios jóvenes

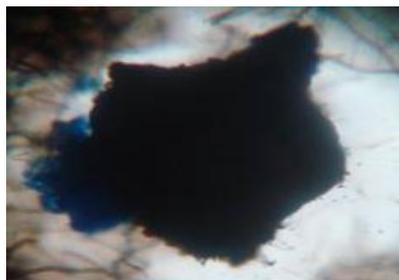


Foto 38. Peritecios *Nectria* sp, observado



Foto 39. *Nectria* Ascosporas

5.5.4. Género *Botryosphaeria* Fase sexual

Dothiorella Fase asexual

Etiología

En su fase asexual el género *Dothiorella* presenta conidias hialinas, unicelulares, de forma cilíndrica con mediciones de 9*13 μm , saliendo de picnidios que miden 31 μm de ancho. Cibrián *et al* (2007) cita que los picnidios de este género son de color negro y ostiolados. En su fase sexual *Botryosphaeria* se observaron peritecios oscuros, en ascas que miden 81 μm de

longitud y ascosporas ovaladas, oscuras y unicelulares que miden 21 μm de longitud (Foto 40 a 42).

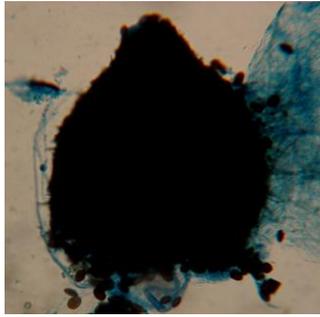


Foto 40. Peritecio *Botryosphaeria*

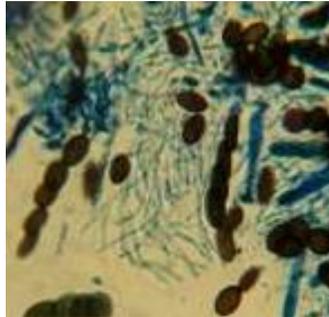


Foto 41. Ascosporas en ascas de *Botryosphaeria*

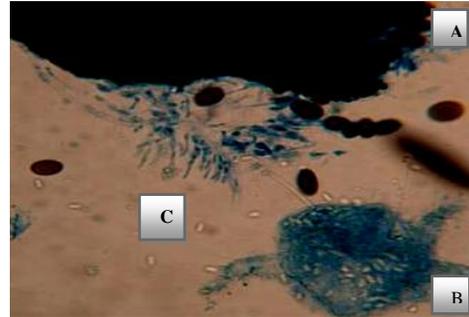


Foto 42. Foto que presenta las dos fases
A: estructura *Botryosphaeria*
B: Conidia de *Dothiorella* saliendo de picnido C: Conidia

5.5.5. Género *Lasiodiplodia*

Etiología

La estructura observada fueron picnidios oscuro y grandes con 180 μm de longitud y 78 μm de ancho, conidias que miden 18*25 μm , oscuras con un septo, a simple vista se observó en el medio de cultivo formación de masas polvosas de color oscuro que son sus conidias (Foto 43 y 44).

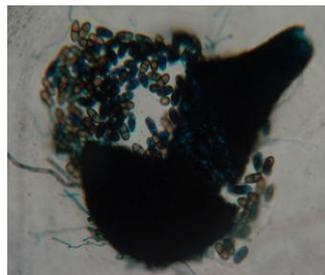


Foto 43. *Lasiodiplodia* Peritecio



Foto 44. *Lasiodiplodia* Ascosporas

5.5.5. Género *Phoma*

Este género esta reportado como causante de chancro en ciprés (Cibrián y García 2007). Se encontró en las muestras de los árboles de pino en asocio con los géneros *Nectria*, y *Chrysosporthe*. Las estructuras observadas crecieron en cámara húmeda y en medio de cultivo agar agua.

Etiología

Sobre las lesiones se formaron las estructuras que corresponden a picnidio de color oscuro con mediciones de 18 a 21 μm de ancho, conidias de forma esféricas, hialinas y pequeñas (Foto 45 a 47).



Foto 45. Lesiones de chancros en rama causados del por *Phoma* sp.



Foto 46. Picnidio *Phoma* sp



Foto 47. *Phoma* sp conidias saliendo de picnidio

Srago *et al* (2004) y Mohali (1998) citan que el comportamiento de este hongo como patógeno foliar difiere o es independiente de su comportamiento como patógeno causante de chancro.

5.5.6. Condiciones favorables para géneros de hongos asociados a Chancro

En época lluviosa se observó mayor formación de cuerpos fructíferos, sobre las lesiones. Hansen (2003), refiere que los géneros de hongos asociados a chancros liberan sus conidias y se diseminan por la salpicadura de lluvia y viento. Los árboles se encontraban muy cerca uno de otro causando daño mecánico por el roce entre las ramas. Otras condiciones que predisponen a los árboles de pino a este daño son el bajo nivel nutricional del suelo, confirmado con el resultado de los análisis realizado de los suelo de las fincas.

5.6. Hongos causantes de enfermedades asociadas a marchitez vascular y enfermedades vectoreadas

Los principales géneros de hongos causantes de enfermedades de marchitez vascular y vectoreadas encontrados fueron *Ophiostoma* sp., (estado sexual) y *Graphium* sp., (estado asexual). Estudios filogenéticos de estos hongos, ha reclasificado a *Graphium* en el género *Pesotum*, que es una de las fases asexuales del género *Ophiostoma* spp. (Zipfel *et al* 2006, citado por Cibrián *et al* , 2007)

5.6.1. Género *Ophiostoma* sp

Marchitez vascular

Ophiostoma spp. es un hongo que invade los vasos xilémicos causando marchitez vascular, dispersados por insectos descortezadores *Dendroctonus*, *Ips* y *Scolytus*. Hay especies del género asociadas a la enfermedad de mancha negra de la raíz y otras a la mancha azulada de la madera. La especie asociada a mancha negra es *O. wagneri* con su fase sexual en *Leptographium wagneri*. Las especies asociadas a los hongos azulados son varias entre estas *O. novo ulmi*, *O. minus*, *O. clavigenum*, *O. ips* (Hansen, 2003). Solheim (2003) confirmó que la producción de las hifas del hongo de la mancha negra se forman en las traqueidas del xilema, en cambio las del hongo del azulado en las células del parénquima. Cibrián *et al* (2007) cita que las diferentes fases asexuales de *Ophiostoma* son: *Leptographium* sp., *Pesotum* sp., *Sporothrix* sp., *Hyalorhinocladiella* sp. y *Hyalodendron* sp.

Síntomas

Los síntomas observados de los árboles extraídos fueron clorosis generalizada, presencia de galería de insectos, manchas oscuras en los vasos xilémicos y las raíces (Foto 48 y 49). Los árboles establecidos en los sitios donde se colectaron muestras, se observaban con poco desarrollo, reducción de crecimiento terminal y pérdida de acículas, mostrando pequeños puntos de infección, tal como lo cita Hansen (2003), demostrando que en focos de infección donde ha habido severos ataques de descortezadores y bajo condiciones adversas como alta densidad de árboles y suelos pobres, pueden llegar a causar mortalidad en los rodales.



Foto48. Manchas oscuras en los haces vasculares



Foto 49. *Ophiostoma* sp; mancha en tejido



Foto 50. Galerías hechas por insectos



Foto 51. Tejido enfermo sembradas en medios de cultivo

En las galerías formadas en el tejido vascular se encontró el género *Ips* sp. Cibrián (2007); Van Wyk *et al* (2006) y Hansen (2003), citan que este insecto mantiene relaciones mutualistas con géneros de hongos causantes de marchitez vascular.

Etiología

Las estructuras observadas fueron peritecios con mediciones entre 170 a 183 μm de longitud, oscuros, con forma de botella, de cuello largo que miden entre 140 a 145 μm de longitud, ostiolado, con 6-8 μm de ancho de base de cuello y 2-5 μm de ancho de punta de cuello. Ascosporas hialinas, unicelulares y pulviniformes. Estas estructuras crecieron en abundancia en las lesiones sembradas en los medios de cultivo específicos (Fotos 52 a 56).

Erckardt *et al* (2008) realizaron estudios de evaluación de mortalidad de árboles de pino en Nicaragua, en muestras procedentes de la finca Las Tapias, resultando el género *Ophiostoma* como causante de marchitez vascular, reportándolo como causante de mortalidad en árboles de pino.



Foto 52. Crecimiento de peritecios en tejido enfermo

Foto 53. Peritecio *Ophiostoma* esporulando

Foto 54. Ascosporas

Foto 55. Cuello de peritecio
A: Masa de ascosporas

Foto 56. Ascospora saliendo de cuello de peritecio

En cuanto al desarrollo de esta enfermedad Hansen (2003), cita que los insectos vectores se desarrollan en las raíces gravemente afectadas, estos pasan el invierno como pupas en las galerías excavadas entre el punto de contacto el xilema y floema emergen como adulto a inicios el verano, trasladándose a otros árboles sanos, si este porta las esporas en su cuerpo causa nuevas infecciones.

5.6.2. Género *Graphium* sp

El género *Graphium* encontrado en muestras donde se aisló *Ophiostoma*. Las características observadas fueron sinemas cortos, de porte redondeado, oscuros con mediciones aproximadas entre 80 μm de longitud (Foto 57 y 58).



Foto 57. *Graphium*
Sinemas

Foto 58. *Graphium*
sinemas y conidias

5.6.3. Otros géneros de hongos asociados a marchitez vascular

Se encontraron otros géneros de hongo asociados a marchitez vascular causando daños secundarios estos son; *Fusarium*, *Phoma* y *Botryodiplodia*. Los síntomas que presentaron los árboles coloraciones amarillas, manchas oscuras a los largo de los vasos xilémicos y amarillamiento en el follaje. Los géneros de hongos *Phoma* y *Botryodiplodia* ocasionaron marchitez en rama, estos se sembraron en agar agua y su crecimiento y desarrollo fue abundante (Anexo 11.6). El género *Fusarium* causo marchitez en raíces, este hongo ha sido reportado como un patógeno de mucha importancia en rodales de pino y su presencia se confirma con un diagnostico realizado por ⁸Gutiérrez en el año 2007, en muestras procedentes de la finca Las Tapias en bosque de regeneración natural.

⁸ Docente DPAF- UNA

5.6.4. Comparación hongos vasculares encontrados en época seca y época lluviosa

Los resultados de análisis patológicos de los árboles con marchitez de época seca y época lluviosa presentaron diferentes géneros patológicos teniendo en común el género *Phoma* sp. (Tabla 4). Encontrándose más géneros de hongos en época lluviosa. Sin embargo los géneros de hongos encontrados en muestras con marchitez de época seca son más importantes ya que están asociados a potenciales hongos patogénicos vasculares.

Tabla 4: Comparación de resultados de hongos vasculares encontrados en dos fechas de muestreo

HONGOS VASCULARES	
época seca	época lluviosa
<i>Ophiostoma</i> sp	<i>Phoma</i> sp
<i>Graphium</i> sp	<i>Nectria</i> sp
<i>Phoma</i> sp	<i>Botryodiplodia</i> sp
	<i>Diplodia</i> sp
	<i>Fusarium</i> sp

5.7. Royas en cono

Género *Cronartium* sp.

Los síntomas observados en los sitios donde se encontró royas en conos fueron un crecimiento excesivo y anormal de estos (Foto 59) (Anexo 10.7). Se observó árboles hospederos aledaños como Roble encino.



Foto 59. *Cronartium*, roya en cono

5.8. Microorganismos de suelo en bosques de pino

El resultado del análisis patológico de suelo (hongos y bacterias), realizadas en las fincas en estudio revelan, que existe más diversidad de géneros de hongos en comparación a las bacterias, encontrándose 14 géneros de hongos (Tabla 5) y en bacteria 5 géneros.

Las bacterias identificadas corresponden a los géneros: *Pseudomona* sp., *Bacillus* sp., *Micrococcus* sp., *Serratia* sp., *Sarcina* sp; estas encontradas en las tres fincas tanto bosque maduro como de regeneración natural, se consideran parte de la microflora de suelo.

Los géneros de hongos encontrados en los suelos de las fincas como *Penicillium*, *Aureobasidium*, *Candida*, *Aspergillus*, *Gliocladium*, *Trichoderma*, *Paecilomyces*, *Phytium*, *Graphium* sp, y *Fusarium* sp.

Silverio *et al* (1982), cita que estas especies son nativas de suelos de pinos y su comportamiento es de hongos descomponedores de materia orgánica (saprófitos). Por otro lado los géneros *Graphium* sp, y *Fusarium*, se asocian como potenciales patógenos causantes de marchitez vascular, citados por Muñoz *et al* (2007), Balbini (2006), Cibrían (2007), Agrios (2004) y Hansen (2003).

Tabla 5. Géneros de hongos en suelo de bosques de pino

Las Tapias		San Nicolás		San José	
B. maduro	B. regeneración natural	B. maduro	B. regeneración natural	B. maduro	B. regeneración natural
<i>Graphium</i> sp	<i>Penicillium</i> sp	<i>Aureobasidium</i> sp	<i>Aureobasidium</i> sp	<i>Phoma</i> sp	<i>Gliocladium</i> sp
<i>Penicillium</i> sp	<i>Aureobasidium</i> sp	<i>Trichoderma</i> sp	<i>Penicilium</i> sp	<i>Paecelomyces</i>	<i>Penicillium</i> sp
<i>Aureobasidium</i> sp	<i>Aspergillus</i> sp	<i>Botritis</i> sp	<i>Aspergillus</i> sp	sp	<i>Phytium</i> sp
<i>Aspergillus</i> sp	<i>Fusarium</i> sp	<i>Aspergillus</i> sp	<i>Fusarium</i> sp	<i>Phialomyces</i> sp	<i>Penicillium</i> sp
	<i>Graphium</i> sp		<i>Candida</i> sp	<i>Phytium</i> sp	<i>Aspergillus</i> spp
			<i>Phytium</i> sp	<i>Aspergillus</i> spp	<i>Aureobasidium</i> sp
				<i>Gliocladium</i> sp	<i>Stilbum</i> sp

Se encontró bajas poblaciones de nemátodos, los cuales se confinan a nemátodos de vida libre, debido al tipo de textura franco arenosos de los suelos de las fincas. Hansen *et al* (2003) cita que estos requieren de condiciones más favorables como suelo arcillosos y bien drenados.

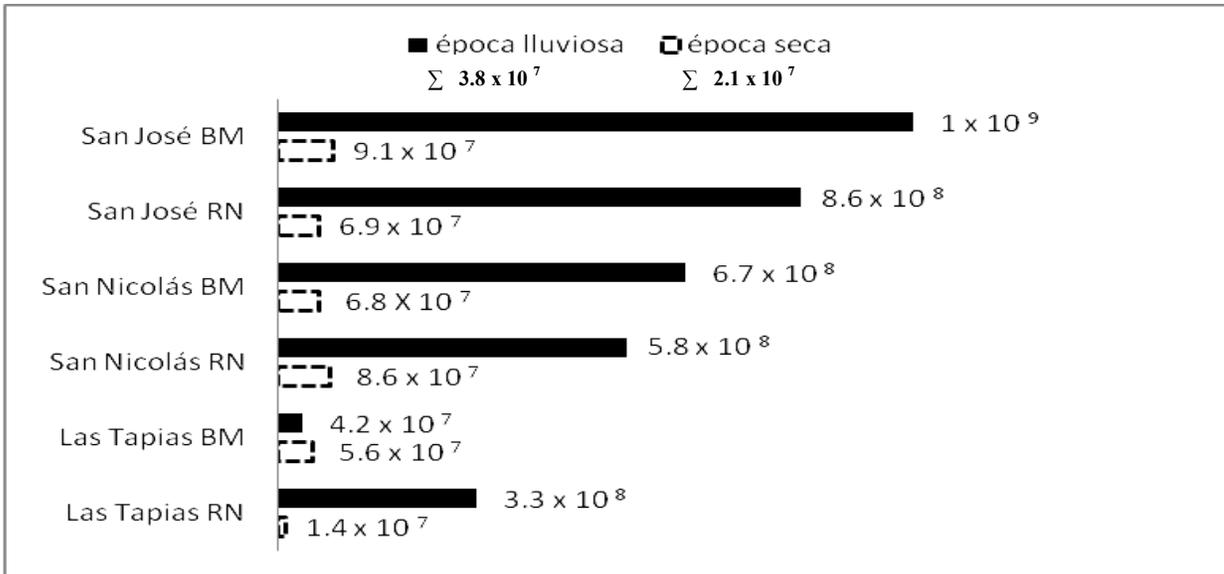
Los suelos de la finca San José, presentó mayor diversidad de géneros de hongos, en comparación a las otras fincas, siendo en la finca Las Tapias donde presentó menor diversidad, sin embargo se encuentran géneros de hongos importantes como *Graphium* y *Fusarium*.

5.10. Unidades formadoras de colonias por gramo de suelo (UFC por gramo de suelo)

El mayor número de UFC por gramo de suelo lo presentaron las bacterias con promedios de 6.4×10^7 para época seca y 5.9×10^8 para época lluviosa, siendo menor UFC por gramo de suelo de hongos con promedios de 2.1×10^7 para época seca y 3.8×10^7 para época lluviosa (Anexo 12). Las bacterias tienen mayor capacidad de formación de poblaciones en la microflora de suelo.

5.11.1. Número de colonias bacterianas

Las muestras de suelo de las fincas evaluadas presentaron mayor UFC por gramo de bacterias en época lluviosa, esto tanto en bosque maduro como en bosque de regeneración natural. Con excepción de el bosque maduro de la finca Las Tapias que presenta su mayor UFC en época seca con 5.6×10^7 UFC por gramo de suelo (Gráfica 2).

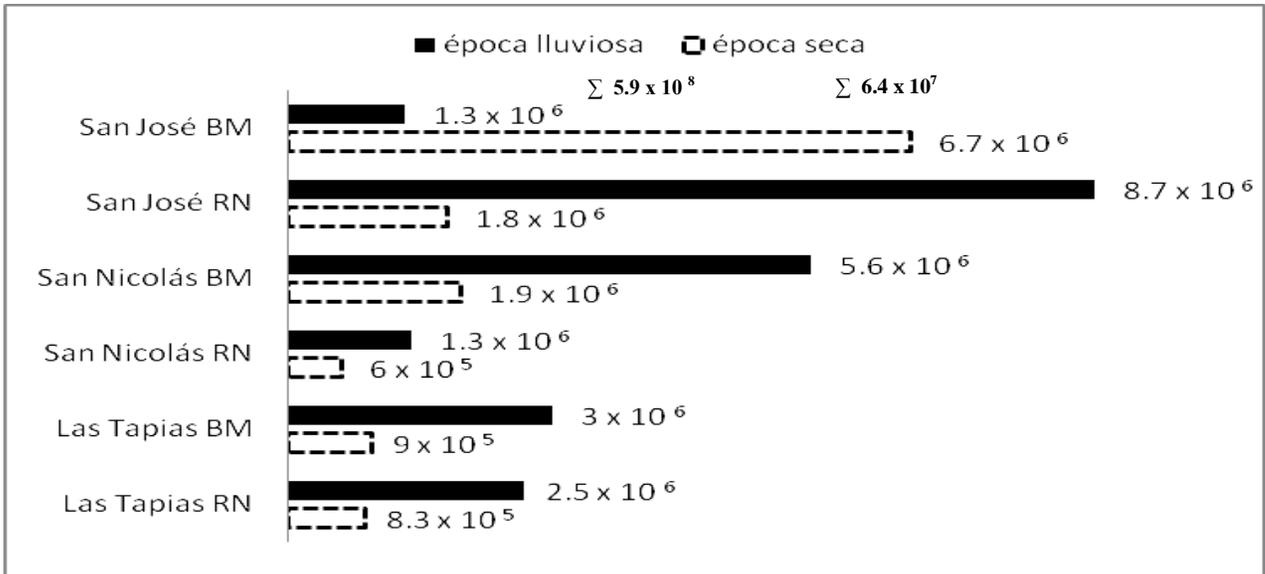


Gráfica 2. Comparación de promedios de UFC* g suelo de en cada época en los bosque de las las fincas evaluadas

Siendo en la finca San José en mayor UFC por gramo de suelo con 1.9×10^9 en bosque maduro y en regeneración natural 8.6×10^8 y el menor UFC por gramo de suelo en la finca Las Tapias con 4.2×10^7 UFC por gramo de suelo en bosque maduro y 3.3×10^8 UFC por gramo de suelo en regeneración natural.

5.11.2. Número de colonias de hongos

Al igual que las bacterias los hongos presentaron mayor UFC por gramo de suelo en época lluviosa en los bosques de las fincas, con excepción de los bosques maduros de la finca Las Tapias, que registra su mayor población de hongo en época seca con un valor de 1.3×10^6 UFC por gramo de suelo (Gráfica 3).



Gráfica 3. Comparación de promedios de UFC* g suelo de hongos en cada época en los bosques de fincas evaluadas.

Siendo en bosque de regeneración natural de la finca San José el mayor UFC por gramo de suelo con 8.7×10^6 y el menor con 2.5×10^6 en Las Tapias regeneración natural.

5.12. Frecuencia de géneros de hongos causantes de manchas y tizones en acículas a nivel de laboratorio

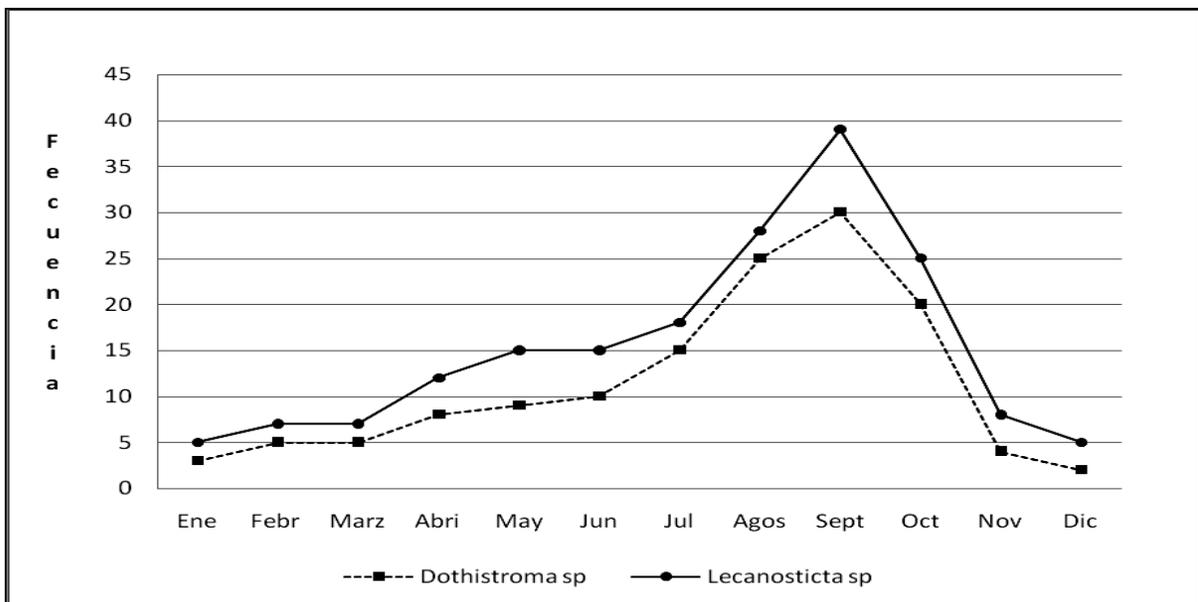
Los resultados de la frecuencia géneros de hongos causantes de manchas y tizones, demostraron un orden de importancia en cuanto a síntomas y daños presentes en los bosques de las fincas evaluadas. Considerados como primarios los géneros *Dothistroma* y *Lecanosticta* y como secundarios los géneros *Phoma*, *Phyllosticta*, *Sphaeropsis* y *Pestalotia* (Anexo 13).

5.11.2. Frecuencia de los principales géneros de hongos causantes de manchas y tizones en acículas

En las muestras colectadas de junio a septiembre, período donde se registran en la zona las temperatura más bajas y precipitaciones más altas, se encontraron con mayor frecuencia los géneros de hongos *Dothistroma* y *Lecanosticta*, teniendo el punto más alto en el mes de septiembre, lo cual indica que en ese período hubo mayor formación y esporulación de cuerpos fructíferos. Según Muñoz *et al* (2007), Cibrían *et al* (2007) y Patton (2003), las

condiciones de humedad son favorables para el desarrollo de estructuras de reproducción (picnidios, acervulo y conidias).

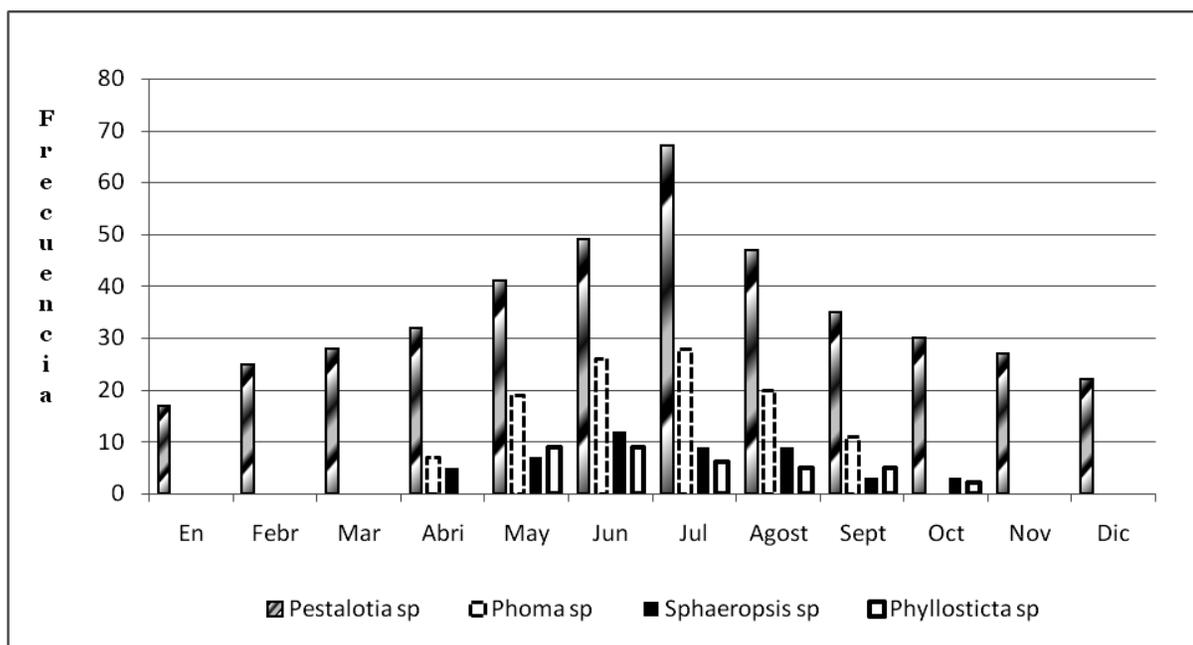
Mostrando mayor frecuencia el género *Lecanosticta*,. esto indica que el mayor daño en acículas por hongos primarios lo ocasionó *Lecanosticta*. Patton (2003), menciona que el daño que este género ocasiona es más severo en comparación a los ocasionados por *Dothistroma* (Gráfica 4). Regrstrandose un descenso en el período de menor humedad, ya que las condiciones favorables para su desarrollo no estaban dadas.



Gráfica 4. Comparación de frecuencia de principales hongos foliares causantes de manchas y tizones *Dothistroma* sp y *Lecanosticta* sp

5.12.2. Frecuencia géneros hongos secundarios

Pestalotia sp., se presentó con mayor frecuencia en todos los meses del año. El género *Phoma* sp., presente en los meses de abril a septiembre, con mayor frecuencia en julio. *Sphaeropsis* sp., de abril a octubre con mayor frecuencia en junio. *Phyllosticta* sp., encontrado en los meses de mayo a octubre, alcanzando mayor frecuencia que *Sphaeropsis* sp (gráfica 5).



Gráfica 5. Comparación de frecuencia de hongos foliares secundarios
Pestalotia sp, *Phoma* sp, *Sphaeropsis* sp, *Phyllosticta* sp

Aunque el género *Pestalotia* sp., es el más frecuente, este resultado no determina un comportamiento de hongo patógeno, Muñoz *et al* (2007) lo caracteriza como un hongo oportunist. El género *Pestalotia* fue encontrado en tejido foliar totalmente necrosado, donde ya existía una descomposición de éste, creciendo en medios de cultivo de forma rápida, característico de hongos oportunista y/o saprófitos, lo cual significa es de menor importancia.

Los géneros *Phyllosticta* sp., *Phoma* sp. y *Sphaeropsis* sp., mostraron un comportamiento de carácter de patógeno, penetrando al tejido foliar, produciendo sus cuerpos fructíferos sumergidos en la epidermis de las acículas. Estos presentes en los meses de mayor humedad, donde hay mayor formación y esporulación de sus estructuras reproductoras (picnidios y

conidias) tal como lo demuestra Muñoz *et al* (2007) en estudios acerca de el ciclo biológico de estos hongos.

5.13. Géneros de hongos encontrados en diferentes partes de tejido vegetal enfermo en las fincas evaluadas

Realizando una comparación de los resultados patológicos de las fincas resulto que los bosques de regeneración natural presentaron mayor problemática de manchas y tizones en acículas que los bosques maduros, ya que los árboles jóvenes son más susceptibles. Encontrándose los mismos géneros de hongos en las tres fincas.

En cuanto a los hongos causantes de marchitez vascular y chancros, se presentaron con mayor frecuencia en bosque de regeneración natural de la finca Las Tapias, esto influido por la alta densidad de árboles, debido a que esta finca carece de un plan de manejo. En los bosques de las fincas San José y San Nicolás reciben asistencia técnica como plan de manejo.

Los géneros de hongos *Chaetomiun sp*, *Chaethosphaeria sp* y *Neurospora sp* (Anexo 10.9), se asocian a hongos saprófitos. La finca Las Tapias es la que presentó mayor problemática de enfermedades fungosas.

Tabla 6. Comparación de resultados patológicos entre las fincas y lops bosques evaluados

Hongo	Las Tapias		San Nicolás		San José	
	B. maduro	B.Reg. natural	B. maduro	B.Reg.natural	B. maduro	B.Reg. natural
Foliar	<i>Phoma</i> sp	<i>Dothistroma</i> sp	<i>Dothistroma</i>	<i>Dothistroma</i> sp	<i>Pestalotia</i> sp	<i>Dothistroma</i> sp
	<i>Pestalotia</i> sp	<i>Lecanosticta</i> sp	sp	<i>Lecanosticta</i> sp	<i>Dothistroma</i> sp	<i>Lecanosticta</i> sp
	<i>Dothistroma</i>	<i>Phoma</i> sp	<i>Phoma</i> sp	<i>Phoma</i> sp	<i>Lecanosticta</i> sp	<i>Phoma</i> sp
	sp	<i>Pestalotia</i> sp	<i>Pestalotia</i> sp	<i>Pestalotia</i> sp		<i>Pestalotia</i> sp
	<i>Lecanosticta</i>	<i>Phyllosticta</i> sp	<i>Lecanosticta</i>	<i>Phyllosticta</i> sp		<i>Phyllosticta</i> sp
sp	<i>Mycosphaerella</i> spp	sp	<i>Mycosphaerella</i>		<i>Mycosphaerella</i>	
	<i>Sphaeropsis</i> sp		spp		spp	
			<i>Sphaeropsis</i> sp		<i>Sphaeropsis</i> sp	
Vascular		<i>Ophiostoma</i> sp				
		<i>Graphium</i> sp				
		<i>Phoma</i> sp				
		<i>Botryodiplodia</i>				
		<i>Fusarium</i> sp.				
		<i>Chaetomiun</i> sp				
		<i>Chaethosphaeria</i> sp				
		<i>Neurospora</i> sp				
Chancro	<i>Nectria</i> sp	<i>Nectria</i> sp	<i>Nectria</i> sp	<i>Nectria</i> sp	<i>Phoma</i> sp.	<i>Nectria</i> sp
		<i>Chrysophorte</i>			<i>Botryodiplodia</i> sp	
		sp			<i>Nectria</i> sp	
		<i>Dendrophoma</i>				
		sp				
		<i>Phoma</i> sp				
		<i>Lasiodiplodia</i>				
		sp				
		<i>Botryosphaerea</i>				
		sp				
		<i>Dothiorella</i> sp				
Roya		<i>Cronartium</i> sp			<i>Cronartium</i> sp	

VI. CONCLUSIONES

La problemática sanitaria que afecta a los árboles de pino de las fincas evaluadas son de origen biótico y abiótico. Destacándose las enfermedades causadas por hongos que ocasionan manchas y tizones en acículas, chancros en ramas y tallos y marchitamiento vascular y de origen abiótico referido principalmente al bajo nivel nutricional de los suelos de las fincas.

Un complejo de hongos se encuentran asociados ocasionando manchas o tizones en acículas considerándose como principales *Lecanosticta* sp., causante de mancha parda y *Dothistroma* sp. de la banda roja. Otros géneros de hongos: *Phoma* sp., *Phyllosticta* sp., *Sphaeropsis* y *Pestalotia* sp. se consideran secundarios.

La problemática de chancros en ramas es más frecuente en los bosques de regeneración natural de las fincas evaluadas ocasionado por los géneros de hongos *Chrysosporium* sp., *Nectria* sp., *Botryodiplodia* sp., *Lasiodiplodia* sp., *Botryosphaeraeae* sp. y *Phoma* sp. Encontrándose mayor daño en la Las Tapias.

La marchitez de los árboles de pino ocasionada por los géneros de hongos: *Ophiostoma* y *Graphium*, fueron identificados en muestras procedentes de la finca Las Tapias. Considerando al género *Ips* un potencial vector en la diseminación de estos.

El análisis patológico de suelo reveló mayor diversidad de hongos que bacterias. Siendo los principales géneros: *Fusarium* sp, *Nectria* sp., *Phoma* sp. y *Graphium* sp., potenciales patógenos causantes de marchitez vascular. Las bacterias y nemátodos de vida libre encontrados son parte de la microflora de suelo

En época lluviosa, se registró mayor diversidad de hongos vasculares, frecuencia de hongos en acículas y UFC) por gramo suelo. No obstante los géneros de hongos *Ophiostoma* y *Graphium* causantes de marchitez vascular se encontraron en época seca.

VII. RECOMENDACIONES

Continuar estudios afines sobre diagnóstico y comportamiento de estas enfermedades y estudiar los insectos considerados vectores de enfermedades vasculares.

Realizar postulados de Koch, para los géneros de hongos encontrados en acículas y tallos, para confirmar su patogenicidad

Realizar estudios de microclima a nivel de las fincas para estudiar la relación de las condiciones favorables para los principales géneros de hongos asociados a manchas o tizones en acículas y tallo

Considerar un plan de manejo de los bosques que incluya alternativas silviculturales como: evitar incendios, actividades de raleos, corta de selección e intermedias y otras preventivas importantes como cuidar de no heridas en árboles con herramientas ya que propician entrada de patógenos

VIII. LITERATURA CITADA

AGRIOS, N. G. 2004. FITOPATOLOGÍA. 1ra. Ed. México. LIMUSA, S.A de C.V. 431, 432, 433, 312, 313, 368, 369 p.

BALBINI, A.; CARBALLO, R.; TELECHEA, N.; PORCILE, J.; ALFENAS, A. 2006. Manual de campo: plagas y enfermedades de Eucaliptos y pinos en el Uruguay: “apoyo a la defensa y protección de las plantaciones forestales en el Uruguay” p 112 a 117, 125 a 127, 133,143 se citaron todas estas páginas.

BAUTISTA SALAS, J. 2002. Biogeografía de Nicaragua. 1a. Ed. Managua, NI. INAFOR. 204 p. (solo esta página).

BARNETT, H.L. Y HUNTER, B. B.1998. Illustrate Genera of Fungi. Fourth Ed.Minnesota. APS PRESS The American Phytopathological Society. 218 p.

BRADSHAW, R.E. 2004. *Dothistroma* (red-band) needle blight of pines and dothistromin toxin a review. s/e. Copyright Clearance Center Code Statement. Institute of Molecular, Biosciences, Berlín. (en línea) Consultado en 4 Noviembre 2007. Disponible en internet en www.blackwell-synergy.com

CASTAÑO-ZAPATA, J. 1986. Prácticas de laboratorio de fitopatología. Honduras, MIPH Escuela Agrícola Panamericana EL ZAMORANO. P 8-9, 30-31, 34 a 42 se citaron todas estas páginas.

CIBRIÁN, T.D., ALVARADO, R.D. Y GARCIA, D.S. 2007. Enfermedades Forestales en México. 1era Ed. México, Universidad Autónoma de Chapíngo. 104 a 107, 142, 143,146 a 180, 289 a 305

CMI (COMMOWEALTH MY COLOGICAL INSTITUTE). 1964. Description of pathogenic fungi and bacteria. England. 250 p

DWINELL Y KUHLMAN. En: Hansen Everett y Lewis Catherine Plagas y enfermedades de confieras. 2007. p45 y 46

ECKHART, L.G., MERNARD, R.D. Y WARD, J.D. 2008. s/e. Evaluation of pines mortality in the forest of Nicaragua. 9 p

ENFERMEDAD DE LA BANDA ROJA EN ACÍCULAS. European. Proyecto EUROSILVASUR, grupo Foresthealth. IEFC (Institut European the Forest cultivate). 2007 (consultado 3 abril 2008) Disponible en internet en [http://www.iefc.net/mancha marrón de las acículas. htm](http://www.iefc.net/mancha_marrón_de_las_acículas.htm)

GEILS, G. 2003. EN. Hansen, EM.; Lewis, KJ, 2003. Plagas y enfermedades de las coníferas. 2da. Ed. España, Ediciones Mundi-Prensa. 50 p. (solo esta página).

GIBBS, J.N. 1993. The Biology of *Ophiostomatoid* fungi causing saptain in trees and frehly cut logs **EN: WINGFIELD, M.J., SEIFERT, K.A. Y WEBBER, J.F.** 1993. *Ceratocystis* and *Ophiostoma*: Taxonomy, Ecology and Pathogenicity. s/e. Minnesota. APS PREES The Amarican phytopatological Society. p 154-159(Se consultaron todas éstas páginas)

GIBSON Y EVANS, HC. 1984. EN: CABI (Commonwealth Agricultural Bureaux Internacional) and EPPO (Regional Plant Protection Organisation for Europe) s.f. *Mycosphaerella pini* and *Mycosphaerella dearnessii* (en línea) Consultado 20 de Marzo 2009 s.n.t. Disponible en. http://www.eppo.org/QUARANTINE/fungi/Mycosphaerella_dearnessii/SCIRSP_ds.pdf

GONZÁLEZ, S. 2004. Caracterización del complejo de patógenos causales del tizón de las acículas del pino en la finca Saquichaj, Coban, Alta Verapaz, Guatemala. 43 p (en línea) Consultado el 20 de Noviembre 2008. Disponible en <http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomia/parasitologia/tesis1.pdf>

GRYZENHOUT, M., MYBURG, H., MERWE, N.A., WINGFIELD, B.D. Y WINGFIELD, M.J. 2004. Estudios in Mycology;*Chrysosporthe*, a new genus to accomodote *Cryphonectria cubensis*. FABI (Forestry and Agricultural Biotechnology Institute, University of Pretoria, South Africa) CBS (Centraalbureau voor Schimmelcultures Utrecht, The Nethreland) South Africa and The Nethreland. p 119-142.Se consultaron solo estas páginas.

GUTIERREZ, Y. Dilución de suelo. **EN: GUTIERREZ, Y., LÓPEZ. C. HERRERA. I. GUEVARA, V.** 2004. S/E. Guia de prácticas Fitopatologia_ Manágua, Nicaragua. Universidad Nacional Agrária. s/p

HANLIN, R.T. 1989. Clave de Identificación de Hongos de la clase de Ascomycetes. Georgia APS PRESS The American Phytopathological Society.289 p.

HANLIN, R.T. 2002. Guide to collecting and identifying Ascomycetes_ Workshop on Tropical Ascomycetes on Reserve San Ramon, Costa Rica.80 p.

HANSEN, EM. 2003. En: Hansen, EM.; Lewis, KJ. 2003. Plagas y enfermedades de las confieras. 2da. Ed. España. 8, 9 p.

HARRINTONG. Medios de cultivo para *Leptographium*. **EN JACOBS, K. Y WINFIELD, M.J. 1992.** Tree Pathogens, Insect Associates, and Agents of Blue-Stain. Minnesota. The American Phytopathological Society. p 31

HERRERA. I. Extracción de nematodos de suelo y material vegetal. **EN: GUTIERREZ, Y., LÓPEZ. C. HERRERA. I. GUEVARA, V.** 2004. s/e. Guia de prácticas Fitopatologia_ Manágua, Nicaragua. Universidad Nacional Agrária. s/p

HOLLOWELL, C.V. 2001. Flora de Nicaragua. Missouri Botanical Garden Press. Nicaragua. p 3-5

HULLOA, M. Y HANLIN, T. R. 2006. Nuevo Diccionario Ilustrado de Microbiología. Minnesota. APS PRESS The American Phytopathological Society. 672 p.

INTECFOR.; IRENA.; UNA-MANAGUA.; INATEC. 1993. Manual Técnico Forestal. 1a. Ed. Managua, NI. INTECFOR/INATEC. 30, 54, 58 p.

JACOB, J.J. Y MIDDEPLAATS, W.C. s/f. Clave de identificación de los nemátodos parásitos de plantas. Managua, Nicaragua. s/p

MALLOCH, D. Y BLACKWELL, M. Dispersal Biology of the *Ophiostomatoid* fungi **EN: WINGFIELD, M.J., SEIFERT, K.A. Y WEBBER, J.F.** 1993. *Ceratocystis* and *Ophiostoma*: Taxonomy, Ecology and Pathogenicity. s/e. Minnesota. APS PREES The American phytopatological Society. p 195-204.

MANCHA MARRÓN DE LAS ACÍCULAS DE PINO. European. Proyecto EUROSILVASUR, grupo Foresthealth. IEFEC (Institut European the Forest cultivate). 2007 (consultado 3 abril 2008) Disponible en internet en [http://www.iefec.net/mancha marrón de las acículas. htm](http://www.iefec.net/mancha_marrón_de_las_acículas.htm)

MOHALI, SARI. Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. 1998 Asociación de *Lophodermium australe* y *Phoma pomorum* en acículas de *pino caribea*. Vol. 5^o .Mérida.

MORALES, RR. 2007. Evaluación de la patogenicidad de *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko & Sutton colectado en material de *Pinus radiata* D. Don, en Valdivia y la Costa de Arauco (en línea) consultado 22 de enero 2009. Disponible en <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2007/fifm828e/doc/fifm828e.pdf>

MUÑOZ, LC.; PÉREZ, FV.; COBOS, SP.; HERNÁNDEZ, AR.; SÁNCHEZ, PG. 2007. Sanidad Forestal: GUÍA EN IMÁGENES DE PLAGAS, ENFERMEDADES Y OTROS AGENTES PRESENTES EN LOS BOSQUES. 2da. Ed. Madrid, Ediciones Mundi-Prensa. 575 p.

PARISI, V. 1979. Biología y ecología de suelo. 1era Ed. Editorial BLUME. s/p

PATTON R. En: Hansen Everett y Lewis Catherine. Plagas y enfermedades de coníferas. 2003. p 56 a 58

SAGRO, D.M., JAMES, R.L. Y KLIEJUNES, J.T. 2004 *Phoma* como causante de tizón en viveros de pinos (en línea) Consultado el 20 de Marzo 2009 Disponible en internet en <http://www.forestpest.org/nursery/phomabligh.htm>.

SAMSON, A. R. Y VAN, R. E. 1988. Introduction to food borne fungi. The Netherlands, Grafish bedrijf Posen y Looijen.299 p

SERGUEICHUCK, M.G. 1986. Guía metodológica para clases prácticas de Microbiología. s/e Managua Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua Facultad de ciencias Agropecuarias.p 78 y 79

SILVERIO, S.M., SORDO, N. R. ALVAREZ, V.A. 1982. Introducción a la microbiología de suelo.3ra Ed. EDITORILA PUEBLO Y EDUCACIÓN, La Habana, Cuba.p 115 solo esta página.

SOLHEIM H. En: Hansen Everett y Lewis C. Plagas y enfermedades de coníferas. 2003. p 18 y 19

STANOSZ En: Hansen Everett y Lewis Catherine Plagas y enfermedades de coníferas. 2003. p 42 y 43

STYLES, 1994. EN: Centro de Mejoramiento Genético y Banco de Semillas Forestales. MARENA-DANIDA. 1994. Pinos de Nicaragua. Managua, NI. Hispamer. 48 p.

TALLER NACIONAL DE SANIDAD FORESTRAL CON ENFASIS EN PINOS

(11,2008, Nicaragua), 2008. Manejo Silvicultural de bosques de pinos; taller (Presentación Power Point) Ed. por L. Romero, Estelí, UNA-INAFOR.

TORRES, J. 2003. Patología Forestal. 2da. Ed. Ediciones Mundi Prensa. 270 p.

VAN WYK, P.W., WINGFIELD, M.J., Y VAN WYK, P.S. Ultrastructure of centrum and ascospore development in select *Ceratocystis* and *Ophiostoma* species **EN: WINGFIELD, M.J., SEIFERT, K.A. Y WEBBER, J.F.** 1993. *Ceratocystis* and *Ophiostoma*: Taxonomy, Ecology and Pathogenicity. s/e. Minnesota. APS PREES The American phytopathological Society. p 133-137.

ZIPFEL, R.D., DE BEER, W., JACOBS, K., WINGFIELD B.D. Y WINGFIELD, M.J. 2006. *Multigenes phylogenies define Ceratocystiopsis and Grosmannia distinct from Ophiostoma*. *Studies in Micology* p 55, 75-97

ANEXOS

Mapa de distribución de pino

Anexo 2. Variación de conidias de *Lecanosticta* a diferentes altitudes (Evans, H.C. CAB Interational, 2005)

En las imagenes se muestra variación de septo, pigmentación, ornamentación, forma y tamaño de las conidias de *Lecanosticta acicula* comparadas a diferentes altitudes de *Pinus caribea*.



Anexo 3 mapa de ubicación de sitio de muestreo

Anexo 4. Tabla de datos climatológicos obtenidos de INETER y ubicación geográficas de las estaciones meteorológicas ubicadas en el municipio de San Fernando y Ocotal.

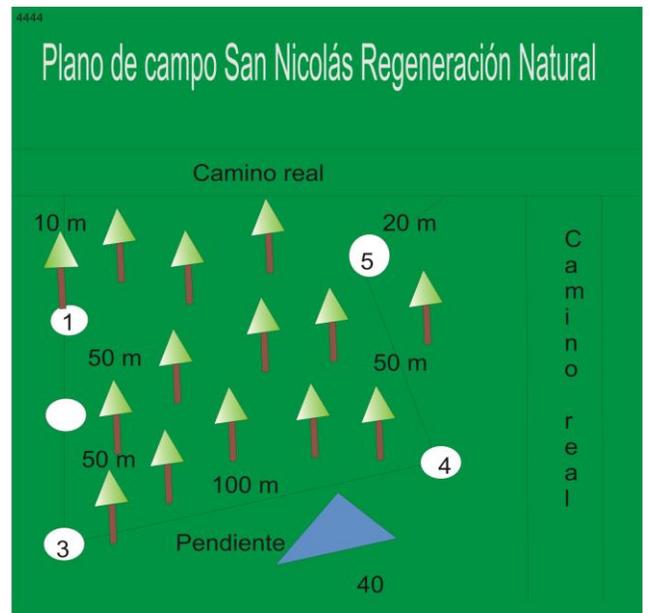
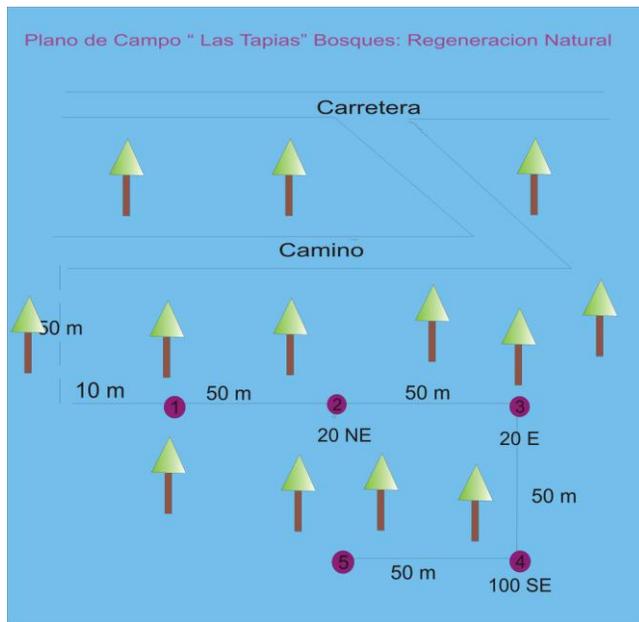
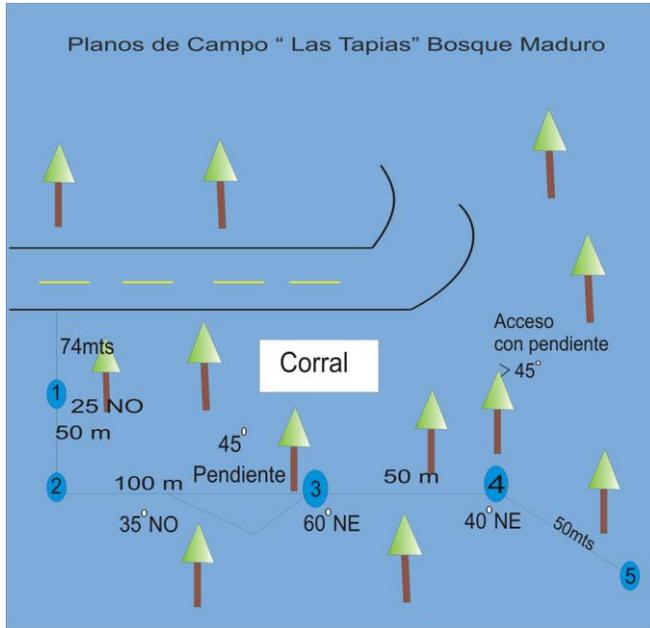
Ubicación geográfica de las estaciones meteorológicas

Estación	Parámetros	Latitud	Longitud	Elevación
Ocotal	HR y T	13° 37' 00'' N	13° 37' 00'' N	612 msnm
San Fernando	Precipitación (mm)	13° 40' 30'' N	86° 18' 54'' W	725 msnm

Datos climatológicos PP (mm), HR (%) y T (°C)

Meses	Precipitación mm	Humedad Relativa %	Temperatura °C
Enero	21	77	22
Febrero	14	74	23
Marzo	14	71	24
Abril	26	69	25
Mayo	140	74	26
Junio	199	83	24
Julio	143	83	24
Agosto	152	82	24
Septiembre	204	85	24
Octubre	177	85	23
Noviembre	51	83	23
Diciembre	28	81	22

Anexo 5. Sitios de muestreo para colecta de muestras que se establecieron en los rodales de las fincas



Anexo 6. Preparación medios de cultivos

Agar-Agua (AA) (Castaño-Zapata, 1986)

Agar 20 g
Agua 1 l

Empleado para inducir, la esporulación de estructuras fructíferas sobre la acícula, irrumpiendo la sub-epidermis.

Papa dextrosa agar (PDA) (Castaño-Zapata, 1986)

PDA 39 g
Agua 1 l

Medio general para hongo.

Agar nutritivo (AN) (Castaño-Zapata, 1986)

AN 9 g
Agua 1 l

Medio general para bacterias.

Trozos de pinos esterilizado en agar agua con Ciclohexamina-Estreptomicina (Harrington, 1992)

Ciclohexamina5 g
Estreptomicina1 g
Agua300 ml

Agar.....15 g
Trozos de pino

En los 300 ml de agua destilada estéril, agregar los 5 gr de Ciclohexamina, calentar y vibrar por 10 minutos, luego se agregará 1 g. de Estreptomicina. Posteriormente en tubos ensayo se vierten 20 ml de antibiótico en cada tubo de ensayo, utilizando filtro para detener o filtrar partículas que no se hayan diluido bien o contaminantes (se utiliza 1 filtro cada 50 ml vertido). Estos antibióticos se agregan después de autoclavar el medio.

Cortar longitudinalmente trozos de ramas de pinos descortezados, entre 1-2 cm. Autoclavar por 30 minutos (o autoclavar dos veces con intervalos de 24 horas). Se colocan dos trozos en los extremos del plato petri con medio de cultivo

NOTA: Los medios de cultivos fueron autoclavados a una temperatura de 121 °C, presión de 1.5 atm y 20 minutos de esterilización.

Anexo 7. Método de dilución de suelo (Castaño-Zapata, 1986)

Procedimiento:

1. Remover el suelo pesar 1g poner en 99 ml H₂O estéril. Se deja su reposo 5 min. (dilución 1:10⁻²).
2. 1 ml de la dilución 10⁻² se transfiere aseptícamente al tubo con 9 ml de agua estéril (10⁻³). Se mezcla bien el inóculo golpeando el tubo con el dedo índice.
3. De manera analógica se transfiere al tercer tubo hasta la dilución 10⁻⁶.
4. De la dilución 10⁻⁴ sembrar 0.2 ml en PDA y de la dilución 10⁻⁶ sembrar 0.2 ml en medio AN y se distribuye por toda la superficie con espátula Drigalski.

Anexo 8. Métodos de extracción de nemátodos (Herrera, 2004)

Esta práctica consistirá de dos actividades:

- Extracción de nematodos del suelo
- Extracción de nematodos de material vegetal

Materiales.

Suelo, raíces con nematodos, embudos Baerman, pichel plástico, tamices: 0.045, 0.100, 0.250 y 0.425 mm de diámetro, licuadora, platos y tamices de extracción, filtros de algodón, tijeras, papel toalla, beaker, pipeta, pizeta.

Embudos Baerman más filtro de algodón

Procedimiento:

- 1.- Se tomo 1 kilo de suelo que corresponde a la muestra obtenida en el campo, se homogenizo y se tamizo para descartar terrones y residuos vegetales.
- 2.- Del suelo tamizado se tomo 100 gr. de suelo, los cuales se pusieron en un pichel con 1 litro de agua y se agito hasta desbaratar el suelo.
- 3.- La suspensión se dejo reposar por 30 segundos y el sobre nadante se decanto cuidadosamente sobre los cuatro tamices, los cuales han sido colocados en orden ascendente de la siguiente manera: 0.045, 0.100, 0.250 y 0.425 mm de diámetro.
- 4.- El suelo que queda asentado en el pichel se le volvió a echar agua, un litro, repitiendo la operación anterior una vez más.
- 5.- Con un poco de agua, proveniente de una manguera, se lavaron los residuos que han quedado en los tamices de mayor diámetro (0.425 y 0.250 mm), los que posterior a esto se descartaron.
- 6.- El suelo que quedó en los tamices de menor diámetro (0.045 y 0.100), se lavo con una pizeta y se deposito directamente en el tamiz de extracción al que previamente se le h

coloca el papel filtro.

7.- Finalmente el tamiz de extracción se colocó en un plato de extracción el cual contiene 100 cc de agua. El tamiz de extracción se dejó reposar por 24 horas.

8.- Pasadas las 24 horas se tomó del plato de extracción la solución con nemátodos, la cual se depositó en un beaker, y se procedió a observar la muestra en el microscopio, para la identificación y conteo de los nemátodos.

Anexo 9 GRAM STAIN

Anexo 10. Resultados de análisis físicos químico en fincas evaluadas en el municipio de San Fernando

Análisis físico

Partículas	Las Tapias		San Nicolás		San José		Clase Textural
	Regeneración natural	Bosque maduro	Regeneración natural	Bosque maduro	Regeneración natural	Bosque maduro	
Arcilla	16.4	16.4	16.4	12.4	19.6	19.6	Franco arenoso
Limo	14	16	14	10	18	18	Franco arenoso
Arena	69.6	67.6	69.6	77.6	62.4	62.4	Franco arenoso

Análisis químico de suelo

Tipos de análisis		Las Tapias		San Nicolás		San José	
		Regeneración Natural	Bosque Maduro	Regeneración Natural	Bosque Maduro	Regeneración Natural	Bosque Maduro
R U T I N A	pH	6.30	5.68	6.27	6.47	5.86	5.68
	MO %	4.6	5.4	4.0	2.1	1.7	0.8
	N %	0.23	0.27	0.20	0.11	0.08	0.04
	P- disp	nd	nd	0.07	nd	nd	Nd

	CE $\mu\text{s/cm}$	15.70	52.90	17.00	14.20	24.70	22.10
	K-disp	0.19	0.17	0.17	0.15	0.31	0.15
B A S E S	Ca me/100 g suelo	2.59	4.23	2.81	1.86	2.73	1.70
	Mg me/100 g suelo	0.92	1.15	0.72	0.66	0.86	0.86
M I C R O S	Fe	144	121	115.00	48.50	572	1038
	Cu	1.10	1.20	1.20	1.00	Nd	Nd
	Zn ppm	3.70	2.00	2.30	1.10	Nd	0.10
	Mn	4.10	3.80	4.50	3.00	17.20	3.12

nd: no detectado

Anexo 11. Galería de fotos

10.1. Árboles presentado daño por tizones en acículas causado por hongos primarios; *Lecanosticta* y *Dothistroma*



11.2. Crecimiento micelial y peritecios de *Mycosphaerella*



11.3. Árboles presentando brotes marchitos causados por *Sphaeropsis*



11.4. Síntomas de amarillamiento en árboles jóvenes



Árbol de regeneración natural presentando manchas y tizones en acículas bajas



Árbol con poco desarrollo del fuste presentando defoliación en estrato bajo

11.5. Síntomas de chancros

Chancros que agrietan la corteza



Las Tapias



San José



San Nicolás



Chancro en tallo. San José



Chancro en tallo Las Tapias



**Chancro cortical
San Nicolás**

11.6. Géneros de hongos asociados a marchitez vascular

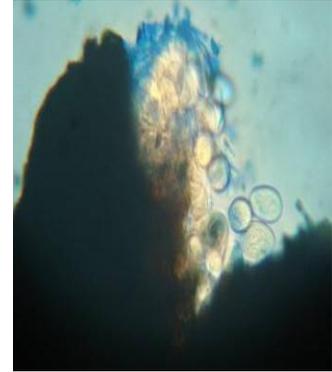
Botryodiplodia



Agrupación de picnidios



**Picnidio
a tres juntos de dos**

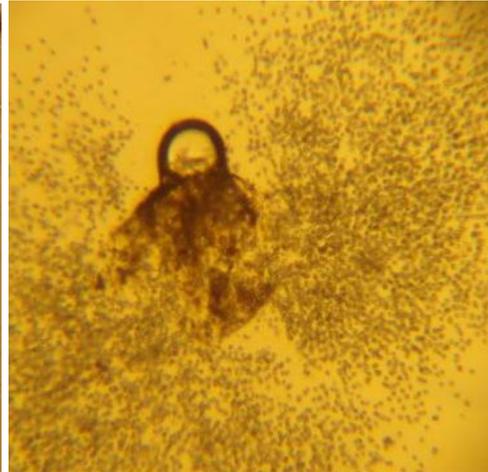


Conidias

Picnidio Phoma



En medio de cultivo

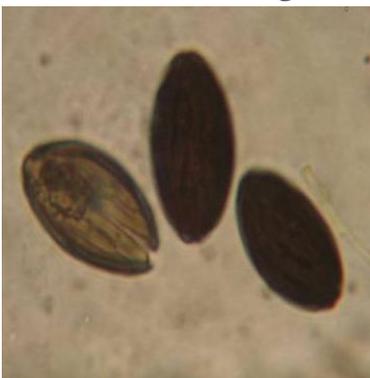


Conidias saliendo del picnidio

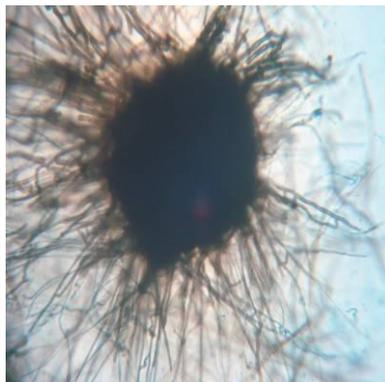
11.7. Roya en cono



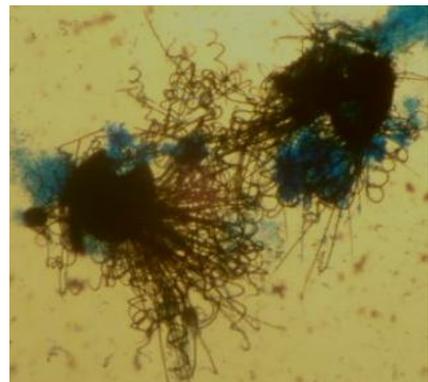
11.9 Géneros de hongos de suelo



Neurospora



Chaetosphaeria



Chaetomium

Anexo 12. Registros UFC por gramos de suelo para hongos y bacterias

VALORES PROMEDIOS DE UFC DE HONGOS DE LAS FINCAS EVALUADAS				
Fincas	época seca	Valor exponencial	época lluviosa	Valor exponencial
Las Tapias RN	830,000	8.3×10^5	2540,000	2.5×10^6
Las Tapias BM	897,500	9×10^5	2847,500	3×10^6
San Nicolás RN	570,000	6×10^5	1327,500	1.3×10^6
San Nicolás BM	1862,500	1.9×10^6	5622,500	5.6×10^6
San José RN	1717,500	1.8×10^6	8660,000	8.7×10^6
San José BM	6692,500	6.7×10^7	1260,000	1.3×10^6
PROMEDIOS	2.095.000	2.1×10^6	3.709.583	3.8×10^6

VALORES PROMEDIOS DE UFC DE BACTERIAS EN LAS FINCAS EVALUADAS				
Fincas	época seca	valor exponencial	época lluviosa	valor exponencial
Las Tapias RN	13750,000	1.4×10^7	327750,000	3.3×10^8
Las Tapias BM	56000,000	5.6×10^7	41750,000	4.2×10^7
San Nicolás RN	86250,000	8.6×10^7	575750,000	5.8×10^8
San Nicolás BM	68000,000	6.8×10^7	672000,000	6.7×10^8
San José RN	69000,000	6.9×10^7	861250,000	8.6×10^8
San José BM	91000,000	9.1×10^7	1046000,000	1×10^9
PROMEDIOS	64.000.000	6.4×10^7	587.416.667	5.9×10^8

Anexo 13. Tabla de frecuencia de géneros de hongos foliares

Frecuencia principales géneros de hongos foliares

MESES EVALUADO	HONGOS PRIMARIOS	
	<i>Dothistroma</i>	<i>Lecanosticta</i>
Enero	3	5
Febrero	5	7
Marzo	5	7
Abril	8	12
Mayo	9	15
Junio	10	15
Julio	15	18
Agosto	25	28
Septiembre	30	39
Octubre	20	25
Noviembre	4	8
Diciembre	2	5

Frecuencia géneros de hongos foliares secundarios

MESES EVALUADOS	HONGOS SECUNDARIOS			
	<i>Pestalotia</i>	<i>Phoma</i>	<i>Sphaeropsis</i>	<i>Phyllosticta</i>
Enero	17	0	0	0
Febrero	25	0	0	0
Marzo	28	0	0	0
Abril	32	7	5	0
Mayo	41	19	7	9
Junio	49	26	12	9
Julio	67	28	9	6
Agosto	47	20	9	5
Septiembre	35	11	3	5
Octubre	30	0	3	2
Noviembre	27	0	0	0
Diciembre	22	0	0	0
Promedio	35	9,25	4	3

Acérvulo: Agregación pseudoparenquimatosa de hifas, a manera de almohadilla, irrumpente, sobre los que se forman conidioforos. Cortos estrechamente unidos.

Acículas: Hojas en forma de agujas, hojas de pino, acículas de pino.

Aciculares: De acículas, forma de agujas

Anamórfo: Estado conidial, sexual o imperfecto de un hongo, que produce sus esporas por mitosis (estado conidial).

Anelospora: Espora de reproducción asexual, de tipo fialospora que se origina en una célula conidiogena anillada.

Apotecio: Estructura fructífera sexual, que es un tipo de ascocarpo, que se abre en la madurez, forma de copa, plato o disco; ascocarpo característico de los discomicetes (discocarpo).

Asca:(Ascomicetes), célula especializada en las que se forman las ascoporas internamente (presenta típicamente 8 esporas).

Ascocarpo: Esporífero con ascas y ascoporas, de los ascomicetes, cualquiera que sea su forma eje: apotecios.

Ascoma: Sin: Ascocarpo

Basidiospora: Espora sexual típica de los basidiomicetes, formada en la parte externa de un basidio.

Bracteas: Cualquier hoja más o menos reducida o modificada asociada a una flor o una inflorescencia, pero sin ser parte de la flor misma; en coníferas es uno de los apéndices primarios del eje del cono, en las axilas sexuales que forman las escamas ovulíferas.

Brote: Colectivamente, el tallo y hojas de una planta.

Célula conidiógena: En los hongos conidiales se refiere a una célula fértil especializada en la producción de conidias.

Cirro: Columna delgada de esporas, sostenidas por mucílago, a medida enroscada que emerge del ostiolo de ciertos cuerpos fructíferos fúngicos.

Cónico: Forma de cono

Conidia: Espora asexual; en hongos una espora asexual producida por diferenciación y abscisión del extremo de una hifa.

Conidias inmaduras: Conidias pequeñas, claras y jóvenes.

Cortical: Relativo a la corteza, dicese del tejido que rodea ciertos órganos.

Conidia filiforme: Conidia con forma de hilo

Confluente: Que se unen (coalescente) coalescencia (unión).

Conidioforos: Hifa simple o ramificada que esta morfológicamente y fisiológicamente diferenciada de una hifa somática para producir y portar conidias, estos generalmente se encuentran sobre células conidiogenas especializadas.o

Coremio: sin. Sinemas.

Dimorfo: Tiene dos formas anatómicas diferentes.

DAP: Diámetro a la altura del pecho

Deciduos: Brotes de hojas que en cierto momento o etapa se da la abscisión en el árbol.

Distal: Alejado del punto que se toma como base, situado lejos del centro de un cuerpo o del punto de origen.

Elipsoides: Forma elipsal, de elipse.

Espermacio: Pequeña célula uninucleada, hialina inmóvil, similar a una espora, que se cree funciona como gameta masculina y que fertiliza a una hifa receptiva femenina eje: neurospora sitophila (*Sordariales*).

Estroma oblicuo: Estroma inclinado.

Elongado: Alargado

Estroma: Masa completa de hifas somáticas (constituida de plecténquima prosénquima, pseudo parénquima o ambos), sobre la cual o dentro se producen hifas fértiles que generan órganos reproductores sexuales o asexuales, como picnidios, apotecios etc.

Espora: Pequeña unidad de propagación, unicelular o multicelular asexual o sexual, móvil o inmóvil que es capaz de originar un nuevo individuo, una espora funciona como una semilla aunque esta difiere que no contiene un embrión preformado.

Fascículo: Racimo

Fase sexual: (Sin. Teleomorfo; Fase perfecta); Fase o estado en el ciclo de vida en que se forman células u órganos sexualmente reproductores en los hongos es más apropiado hablar de fase sexual que de sexo, porque los hongos no siempre tienen sexo verdadero, como con otros organismos, con órganos masculinos y femeninos claramente diferenciados.

Filiforme: Forma de hilo.

Fusoide: Fusiforme: Forma de uso: instrumento para pilar largo y estrecho.

Globoso: Forma de globo

Hifa: Cualquier filamento aislado de un hongo.

Hialino: Transparente e incoloro, como si fuese transparente.

Hendidura longitudinal: Fisura longitudinal en la pared de una espora a través de la cual emerge el tubo germinativo al momento de la germinación de la espora.

Hiperplasia: Incremento anormal en la multiplicación celular, puede causar incremento anormal en la multiplicación celular.

Hipertrofia: Incremento anormal del tamaño de las células que resulta en tumefacción o hinchazón del tejido u órgano (tumor o cáncer).

Inóculo: Porción de gérmenes, generalmente patógenos que con un vehiculo cualquiera se transfiere a un organismo o a un sustrato para inocularlo y desarrollarse.

Oblonga: Muy largo, más largo que ancho (esporangiosporas) Aplanada, lados paralelos y esquinas redondeadas.

Oclusiones: Cierre de conductos.

Ostiolo: Poro o abertura, usualmente en el ápice, de diversas estructuras reproductivas como picnidios.

Ovoides: Forma de huevo.

Peritecio: Ascomicetos, tipo de ascocarpo, ascas arregladas en un fascículo o himenio y rodeadas por una pared distintiva.

Picnidio: Cuerpo fructífero asexual (anamorfo), generalmente esférico o piriforme con una cavidad interna formada con conidióforos, produce picnidiospora (conidias).

Piriforme: Forma de pera.

Pseudo: Falso

Pseudo parénquima: Se presenta en esclerosios, estromas, cuerpos fructíferos de células angulares bien unidos.

Pubescente: Cubierto de pelo fino y suave.

Pulviniforme: Cualquier estructura en forma de corniquete como estromas cinidiales de *Tubercularia vulgaris* (hongos asexuales) y estromas periteciales de *Hypoxylon thoursianum*.

Sinema: Racimos compactos de conidióforos erectos que portan conidias en el ápice y algunas veces a lo largo de los lados. Ej, *Penicillium*

Telio: Grupos de células binucleadas en un soro que produce teliosporas, las cuales son esporas de resistencia en los hongos parásitos de plantas denominadas royas y carbonos (uredinales, ustilaginales).

Teleomorfo: Estado sexual o perfecto (ascógeno o basidiógeno) y cuyas esporas se producen por meiosis.

Tubo germinativo: Hifa corta que surge del poro o de la hendidura germinal de una espóra durante la germinación, forma hifa de mayor tamaño o micelio.

Unitunicado: Tipo de asca en el que las capas internas y externas de la pared son más o menos rígidas y no se separan durante la liberación de las ascosporas.

Uredosporas: Espora binucleadas, unicelular, sésil o pediceleada, se forma en los uredinales o uredosorus de los hongos uredinales o royas (urediniospora).

Vástago: Renuevo, brote, tallo nuevo que brota en un árbol o planta.