



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

**EVALUACIÓN FITOSANITARIA DEL VIVERO FORESTAL CACHÍ
DEL INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD (ICE)
PRESENTE EN LA CUENCA MEDIA DEL RÍO REVENTAZÓN.**

**TRABAJO FINAL PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO FORESTAL
CON EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIATURA**

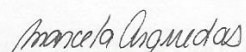
ADRIÁN MARTÍNEZ ARAYA

CARTAGO MARZO, 2014

Este proyecto final de carrera ha sido aceptado por el tribunal evaluador de la Escuela de Ingeniería Forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica y aprobado por el mismo como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Forestal con el grado académico de licenciatura.

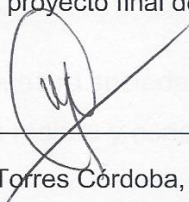
**EVALUACIÓN FITOSANITARIA DEL VIVERO FORESTAL CACHI
DEL INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD (ICE)
PRESENTES EN LA CUENCA MEDIA DEL RÍO REVENTAZÓN.**

Miembros del Tribunal Evaluador



Marcela Arguedas Gamboa, M.Sc.

Directora de proyecto final de carrera




Gustavo Torres Córdoba, M.Sc.

Lector



Alexander Berrocal Jiménez, Ph.D.

Lector



Adrián Martínez Araya

Estudiante

DEDICATORIA

A mi esposa Kathya, por su apoyo infinito en todas esas situaciones difíciles de mi vida, por creer en mis decisiones y por saber ser esa compañera ideal necesaria para sacar adelante esta gran tarea de conducir una familia.

A mis hijos Mario y Josué, por darme la oportunidad de ser un amigo, un ejemplo, un padre y un ser tan afortunado de contar con ellos en mi vida diaria.

A la gran burocracia que existe en nuestra sociedad, gran obstáculo para que se realicen eventos importantes para la mejora y conservación de la naturaleza.

AGRADECIMIENTOS

Al Creador de todo lo que existe, por darme la vida, y con ella la oportunidad de realizarme como ser humano a la par de los que amo. Por todas las bendiciones recibidas y los dones otorgados, por mi familia, mis amigos y compañeros.

A la ingeniera Marcela Arguedas Gamboa, por brindarme la oportunidad de realizar este trabajo con todo su apoyo y amistad.

Al personal del vivero forestal del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) en Cachi, por su comprensión y apoyo en el trabajo realizado.

Al personal del laboratorio de Sanidad Forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR) por su invaluable apoyo y guía en los distintos análisis realizados.

Al personal del ICE, Departamento de Administración de Bienes Inmuebles (DABI), por su colaboración en los trabajos realizados.

Al personal docente de la Escuela de Ingeniería Forestal del ITCR, por brindarme la oportunidad de conseguir este tipo de capacitación y metas.

A mi sobrino y amigo Victor José Martínez, por su apoyo y amistad en éste proceso y en la vida cotidiana.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS	III
INDICE GENERAL.....	IV
INDICE DE FIGURAS	VI
Resumen	1
Abstract.....	2
Introducción.....	3
Objetivos.....	5
Objetivo general	5
Objetivos específicos.....	5
Revisión de literatura	6
Metodología	10
Sitio de estudio	10
Selección de especies.....	10
Descripción de los síntomas.....	11
Valoración del daño	11
Recolección de muestras.....	12
Análisis del laboratorio	12
Sistematización de la información	13
Búsqueda bibliográfica	13
RESULTADOS	14
Valoración de daños	14
Descripción sintomatológica y diagnóstico.....	15
Fichas técnicas.....	20
<i>Samanea saman</i> (Jacq) Merrill	21
<i>Hymenaea courbail</i> L.....	26
<i>Cassia fistula</i> L	30

<i>Ceiba pentandra</i> (L) Gaertn	34
<i>Cordia bicolor</i> DC	40
<i>Cojoba costarricense</i> Britton. & Rose.	44
<i>Delonix regia</i> (Bojer) Raf.	48
<i>Virola kochnyi</i> Warb.	51
<i>Ardisia pleurobotrya</i> Donn Smith.	55
<i>Dalbergia retusa</i> Hemsley	57
<i>Acrocarpus fraxinifolia</i> Wright.....	61
<i>Quercus costaricensis</i> Liebman.	63
<i>Tabebuia ochracea</i> (A. Gentry).....	66
<i>Zygia longifolia</i> (Humb. & Bonpl.) Standley.....	70
Conclusiones y recomendaciones	74
Bibliografía	76
Anexo 1: Listado de especies y cantidades producidas en el Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.....	80
Anexo 2: Manejo Integrado de Plagas (Cibrián <i>et al.</i> 2008).....	82
Anexo 3: Buenas prácticas de ordenación de viveros forestales que minimizan la presencia de plagas y enfermedades según Moore <i>et al.</i> (2008).....	91

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Principales daños y síntomas producidos por problemas fitosanitarios en plántulas forestales (Arguedas y Rojas 1993).	7
Figura 2. Información contenida en el formulario de recolección de información de campo. ITCR, Cartago, Costa Rica 2010.	12
Cuadro 1. Incidencia y severidad del daño en seis especies cuya severidad de ataque se clasificó como “severa”. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.	14
Cuadro 2. Total de especies evaluadas, tipo de daño, agente causal y la presencia de los daños encontrados en el diagnóstico fitosanitario realizado en el Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.	16
Figura 3. Machas foliares en <i>Samanea saman</i> . A: Vista general; B. Vista con acercamiento del daño. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica. 2013.	22
Figura 4. Manchas foliares severas en <i>Samanea saman</i> . A. Daño avanzado; B. Área necrótica con estructuras reproductivas. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica. 2013.	23
Figura 5. Acérvulos subepidérmicos en la parte necrótica de las manchas foliares en <i>Samanea saman</i> . A. Vista general; B. Vista con acercamiento. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica. 2013.	24
Figura 6. <i>Colletotrichum</i> sp. produciendo manchas necróticas en <i>Samanea saman</i> . Vivero Forestal. ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica. 2013.	25
Figura 7. Áreas necróticas en follaje de <i>Hymenaea courbaril</i> . A: Vista general en ápice; B: Vista con acercamiento a un foliolo con múltiples daños. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica. 2013.	27
Figura 8. Estructuras dentro de las áreas necróticas en follaje de <i>Hymenaea courbaril</i> . Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.	28
Figura 9. Conidias de <i>Ascochyta</i> sp. en <i>Hymenaea courbaril</i> . Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica. 2013.	29
Figuras 10. Áreas necróticas en foliolos de <i>Cassia fistula</i> . A: Vista general de daño en una hoja; B: Vista con acercamiento en un foliolo con daño avanzado. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica. 2013.	31

Figura 11. Detalles de un área necrótica en <i>Cassia fistula</i> . Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.....	32
Figura 12. Esporas de <i>Ascochyta</i> sp. en <i>Cassia fistula</i> . Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica. 2013.....	33
Figura 13. Hojas de <i>Ceiba pentandra</i> afectadas por manchas foliares. A: Daño en foliolo con área de tejido necrótico; B: Foliolo con áreas necróticas del daño desprendidas. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.....	35
Figura 14. Esporas de <i>Phomopsis</i> sp. en las lesiones foliares de <i>Ceiba pentandra</i> . Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.	36
Figura 15. Manchas necróticas en las hojas de <i>Ceiba pentandra</i> . A: Múltiples manchas en zona perimetral del foliolo; B: Daño en ápice foliar de una hoja. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.	37
Figuras 16. Detalle de los acérvulos que produce el agente causal en la hoja afectada de <i>Ceiba pentandra</i> . A: Vista general en la hoja; B: Vista con acercamiento de los acérvulos. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.....	38
Figura 17. Esporas de <i>Selenophoma</i> sp. en las lesiones foliares de <i>Ceiba pentandra</i> . Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.	39
Figura 18. Quema provocada por enfermedad fúngica en <i>Cordia bicolor</i> . A: Quema en varios ápices de plántula; B: Vista con acercamiento de una quema en zona perimetral de una hoja. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.....	41
Figura 19. Manchas necróticas en las hojas de <i>Cordia bicolor</i> . A: Vista general en un foliolo; B: Vista con acercamiento a los picnidios en un área afectada. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.	42
Figura 20. Esporas de <i>Phyllosticta</i> sp. en <i>Cordia bicolor</i> . Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.....	43
Figura 21. Hojas y foliolos de <i>Cojoba costarricense</i> con síntomas fungosos. A: Hojas con necrosis total en follaje; B: Hoja con daño parcial. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.....	45

Figura 22. Foliolos de <i>Cojoba costarricense</i> con acérvulos. A: Vista de foliolo y raquis secundario, ambos afectados por agente fúngico; B: Vista con acercamiento de foliolos con acérvulos. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.	46
Figura 23. Conidios de <i>Pestalotiosis</i> sp. en foliolos de <i>Cojoba costarricense</i> . Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.	47
Figura 24. Quema y manchas necróticas en hojas y foliolos de <i>Delonix regia</i> con síntomas de una enfermedad fúngica. A: Foliolo con área necrótica y enroscamiento; B: Ápice necrosado. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.	49
Figura 25. Foliolo de <i>Delonix regia</i> con las estructuras (puntos negros) que produce el agente causal (acérvulos). Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.	50
Figura 26. Manchas necróticas en hojas de <i>Virola kochnyi</i> . A: Follaje con múltiples áreas necróticas; B: Mancha de forma irregular en un foliolo. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.	52
Figura 27. Manchas necróticas en las hojas de <i>Virola kochnyi</i> . A: Múltiples manchas uniéndose en una hoja; B: Mancha necrótica con estructuras (puntos negros). Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.	53
Figura 28. Conidios septados de <i>Pestalotiosis</i> sp. presentes en las manchas necróticas que afectan las hojas de <i>Virola kochnyi</i> . Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.	54
Figura 29. Manchas necróticas en las hojas de <i>Ardisia pleurobotrya</i> . A: Hoja con daño severo; B: Foliolo afectado por mancha necrótica con estructuras. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.	56
Figuras 30. Manchas necróticas que afectan las hojas de <i>Dalbergia retusa</i> . A: Daño en varios foliolos de diferentes plántulas; B: Daño severo de una hoja. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.	58
Figura 31. Acérvulos en el tejido foliar de <i>Dalbergia retusa</i> . A: Vista a una mancha foliar con estructuras; B: Vista con acercamiento a los acérvulos. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.	59
Figura 32. Esporas de <i>Colletotrichum</i> sp. en <i>Dalbergia retusa</i> . Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.	60

Figura 32. Plantula y follaje de <i>Acrocarpus fraxinifolia</i> , afectado por una enfermedad fúngica. A: Follaje de varias plántulas dañado; B: Plántula muerta. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.	62
Figura 33. Plantas y follaje de <i>Quercus costaricensis</i> afectadas por lesiones necróticas. A: Foliolos afectados por necrosis; B: Ápice con quema y enrollamiento del tejido. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.	64
Figura 34. Quema solar presente en las hojas de <i>Quercus costaricensis</i> . A: Mancha con centro café oscuro y borde café oscuro; B: Zona de clorosis leve generalizada del foliolo. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.	65
Figura 35. Áreas necróticas presentes en las hojas de <i>Tabebuia ochracea</i> . A: Vista general de una hoja afectada; B: Vista con acercamiento a un área necrótica con un anillo clorótico. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.	67
Figura 36. Afectación de las hojas de <i>Tabebuia ochracea</i> por agente fungico, estructuras miceliales blanquesinas en foliolo. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.	68
Figura 37. Conidios del agente causal presente en las áreas necróticas de las hojas de <i>Tabebuia ochracea</i> . A: Vista de conidios a 35X de aumento; B: Vista con acercamiento de 400X. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.	69
Figura 38. Áreas necróticas presentes en las hojas de <i>Zygia longifolia</i> . A: Defoliación de varias plántulas; B: Foliolos afectados con áreas necróticas. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.	71
Figura 39. Acercamiento de los acérvulos en área necrótica presente en tallos de <i>Zygia longifolia</i> . Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.	72
Figura 40. Conidios del agente causal presente en las áreas necróticas de las hojas de <i>Zygia longifolia</i> . Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.	73

EVALUACIÓN FITOSANITARIA DEL VIVERO FORESTAL CACHI DEL INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD (ICE) PRESENTES EN LA CUENCA MEDIA DEL RÍO REVENTAZÓN.

Adrián Martínez Araya

Resumen

Se realizó una evaluación fitosanitaria en el vivero forestal Cachí, del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), ubicado en la cuenca media del Río Reventazón. Se evaluaron y describieron los síntomas de las plagas y enfermedades más importantes presentes en el vivero. En cada caso se recolectó una muestra de cada daño y se trasladó al Laboratorio de Sanidad Forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR), donde se llevó a cabo su debida identificación, mediante la utilización de técnicas especializadas. Se evaluaron 27 especies arbóreas en las cuales se identificaron 14 problemas fitosanitarios. Predominaron *Ascochyta* sp. con cuatro casos, *Colletotrichum* sp. con tres casos, *Pestalotiopsis* sp. con tres casos y *Oidium* sp. y *Phomopsis* sp. con dos casos. El tipo de lesión más común encontrado es el área necrótica en el follaje de las plantas. Nueve daños encontrados en el vivero no fueron identificados en el laboratorio pero fueron descritos. El guapinol (*Hymenaea coubaril*) es la especie que presentó los índices de más altos de incidencia y severidad de las especies evaluadas.

Palabras claves: plaga, enfermedad, área necrótica, vivero forestal, sanidad forestal, Costa Rica.

PHYTOSANITARY EVALUATION AT THE CACHÍ'S FOREST NURSERY OF THE INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD (ICE) LOCATED IN THE MIDDLE BASIN OF THE REVENTAZÓN RIVER.

Adrián Martínez Araya

Abstract

It was conducted a phytosanitary evaluation at the forest nursery in Cachi, property of Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), which is located in the middle basin of the Reventazón River. Symptoms of major pests and diseases in the nursery were evaluated and described. In each case a sample of each injury was collected and moved to the Forest Patology Laboratory of Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR), where its proper identification was made by using specialized techniques. A total of 27 species were evaluated of these only 14 phytosanitary pathologies were identified. *Ascochyta* sp. was present in four cases, *Colletotrichum* sp. and *Pestalotiopsis* sp. in three cases, also *Oidium* sp. and *Phomopsis* sp. were present in two cases. The most common type of injury found in the foliage of the host plants is the necrotic area. Nine damages found in the nursery were not identified in the laboratory, but those damages were described; the damages are also reported in this work. The "Guapinol" (*Hymenaea coubaril*) is the species that presented the highest rates of incidence and severity of the species tested in this work.

Keywords: pest, disease, necrotic area, forest nursery, forest pathology, Costa Rica.

Introducción

En el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) ha persistido un compromiso continuo por recuperar y proteger la cobertura forestal en terrenos aledaños a sus proyectos hidroeléctricos. Para lograr este objetivo han instalado viveros forestales en los cuales se han producido, desde 1960 al presente, alrededor de 18,2 millones de árboles. La mayor parte han sido entregados a diferentes instituciones y personas interesadas en reforestación, con el fin de incrementar los terrenos cubiertos con bosques y proteger las tierras, limitar la erosión o arrastre de sedimentos y mejorar la calidad del agua en los ríos del país. Con el propósito de mitigar los efectos del cambio climático, a partir del 2007 el ICE participa en el proyecto nacional “*A que sembrás un árbol*”, el cual forma parte de la campaña mundial “*Plant for the planet*”. Su mayor contribución consiste en producir y entregar anualmente un millón de árboles de diversas especies forestales nativas o exóticas. Este trabajo se incluye en una iniciativa institucional que ayuda a mitigar el cambio climático, respaldando lo establecido en la política ambiental del ICE (Quirós *et al*, 2013).

Dado que el ICE genera la mayor parte de su energía utilizando la fuerza hídrica, depende directamente de la salud de los cauces donde trabaja. Es por esto que desde hace cerca de quince años está implementado un manejo de las cuencas hidrográficas que apuesta a una integralidad de los diversos factores presentes en estas cuencas. Uno de los componentes más importantes es el aspecto Socio – Ambiental, por medio del cual, es posible realizar muchas metas propuestas en conjunto con las comunidades, para lograr que estas se apropien de los procesos e introduzcan dentro de su idiosincrasia, una serie de prácticas culturales en sus cultivos que tiendan a mejorar las condiciones actuales de su hábitat, y de manera directa lograr disminuir procesos degradativos que afectan directamente la generación de energía hidroeléctrica por parte del ICE.

Unos de los procesos que ha tenido mucho éxito en este manejo integral de la cuenca es la promoción de la reforestación como complementario a los distintos programas productivos de cada zona. Es por esto que el ICE ha creado a lo largo de la cuenca media y alta del río Reventazón una serie de viveros forestales que tienen como objetivo, suplir constantemente los programas de reforestación que desarrollan las distintas áreas

funcionales del ICE en esta zona. Dado que cada una de las áreas operativas internas del ICE, adquirió compromisos de compensación y mitigación de impactos en su respectivo Plan de Gestión Ambiental, es indispensable que las plantas que se establezcan en el campo de manera definitiva, cuenten con un estado fitosanitario óptimo, para lograr el éxito de los procesos implementados y así contribuir con el objetivo de cada uno de los factores involucrados en el programa. Ello conlleva de manera indirecta la consecución de un macro objetivo como es el mejoramiento del medio ambiente general de la zona de influencia. El siguiente estudio tiene como fin realizar el diagnóstico de las plagas y enfermedades más importantes, que se presentan en el vivero forestal de ICE en la cuenca media del río Reventazón, debido a que estas producen un impacto muy sensible a los costos de producción y por consiguiente, podría truncar el intento que realiza el ICE por recuperar la cobertura vegetal típica de estas zonas.

Objetivos

Se enumeran a continuación el objetivo general y específicos de este estudio.

Objetivo general

Producción de información confiable y de calidad de las plagas y enfermedades que afectan las especies forestales reproducidas en el Vivero Forestal Cachí, del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), presentes en la cuenca media del río Reventazón, mejorando así sus técnicas de producción.

Objetivos específicos

- Valoración y caracterización en el campo de los síntomas producidos por plagas y enfermedades que afectan las especies forestales reproducidas en el vivero Forestal Cachí, del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE).
- Identificación del agente causal de los problemas fitosanitarios que afectan las especies forestales reproducidas en el vivero Forestal Cachí, del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE).
- Elaboración de fichas descriptivas de las plagas y enfermedades más significativas encontradas en la evaluación del Vivero Forestal Cachí, del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE).

Revisión de literatura

Sanidad en viveros forestales: importancia

Los viveros forestales cobran vital importancia en los países tropicales, dadas las tendencias actuales en el establecimiento de extensas plantaciones (Arguedas 2000b). Los viveros forestales son sitios especialmente dedicados a la producción de plántulas de la mejor calidad y al menor costo posible (Rojas 2006).

Los turnos de rotación de las plantaciones forestales para la producción de madera, oscilan entre 12 y 30 años generalmente, por lo cual, desde el punto de vista silvicultural, la sanidad de las semillas y calidad de plántulas es fundamental dentro del sistema de producción en la reforestación (Arguedas 2000b). Es importante aclarar que en Costa Rica para algunas especies se ha reducido ese turno de rotación y que hay muchos otros proyectos que reforestan con fines de protección y para mitigar los efectos del cambio climático, como el proyecto nacional del ICE: “*A que sembrás un árbol*” (Quirós *et al*, 2013).

Las plagas y las enfermedades en viveros pueden producir grandes pérdidas económicas al perder parte o toda la producción, traspasar a las plantaciones características no deseables para los arbolitos, o inclusive convertirse en fuente de diseminación de patógenos y plagas (Arguedas 2000b, Rojas 2006). Dado que cada vivero forestal puede suministrar plantas para plantar en muchas áreas geográficas, es de suma importancia evitar las plagas en los viveros.

Procesos de diagnóstico

El ambiente artificial del vivero, generado por la densidad de plantación, la selección de especies o clones y el monocultivo, puede favorecer el desarrollo de plagas. Para minimizar los daños, es fundamental detectar las plagas y aplicar tratamientos contra ellas antes de que se dispersen (FAO 2005).

Una enfermedad de vivero puede definirse como “cualquier desviación del crecimiento o desarrollo normal de la plántula, suficientemente marcada como para producir síntomas visibles y/o disminuir su calidad y valor económico” (Almodóvar 2005).

Entre los principales daños y/o síntomas se presentan (Arguedas y Rojas 1993):

- Plántulas secas, volcadas o cortadas en las camas de germinación.
- Coloraciones anormales del follaje, principalmente amarillamiento.
- Manchas, mordeduras o deformaciones del follaje.
- Agallas, grietas o exudaciones en el tallo y ramas.
- Ápices quemados, mordisqueados o barrenados.
- Falta de uniformidad en la coloración y crecimiento de los lotes de plantas.

En la figura 1 se ilustran estos daños para cada una de las partes de las plántulas forestales.

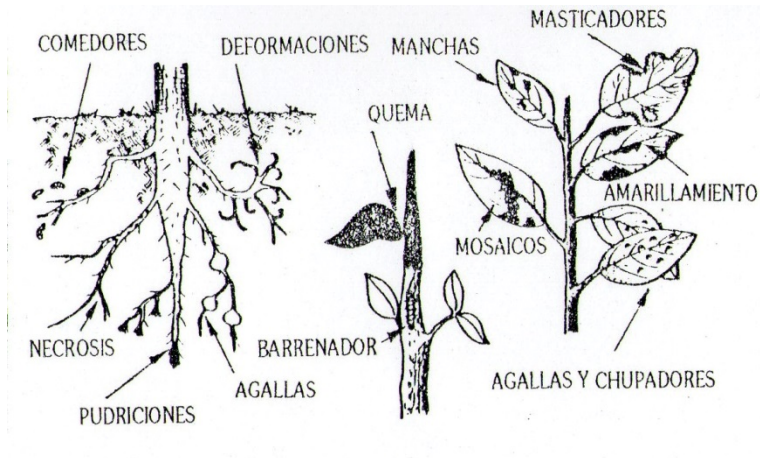


Figura 1. Principales daños y síntomas producidos por problemas fitosanitarios en plántulas forestales (Arguedas y Rojas 1993).

Los principales agentes causantes de plagas y enfermedades en viveros forestales son (Arguedas y Rojas 1993, Arguedas 2012).

ÁCAROS FITOPATÓGENOS	tetraníchidos eriófidos
FITOPATÓGENOS:	bacterias hongos nematodos virus
INSECTOS	lepidópteros coleópteros homópteros hemípteros tisanópteros ortópteros, etc.
VERTEBRADOS	reptiles aves mamíferos roedores (ratas, ratones, ardillas, etc.)

El buen diagnóstico y manejo de las plagas, enfermedades y otros desórdenes que pueden presentar las plantas en los viveros forestales, está directamente relacionado con el conocimiento de los factores que interfieren en el crecimiento y desarrollo de estas. Comúnmente se encuentran casos donde los factores ambientales inciden directamente en el buen crecimiento de los árboles, dando paso a que sean atacados por insectos o patógenos que provocan una lesión o afectación al desarrollo de la planta, como la enfermedad. Al realizar un diagnóstico es necesario tener un cuadro amplio del caso particular que se está analizando y considerar factores como el patrón de daño causado

por la enfermedad o plaga, la historia del lugar y características propias de la zona (Almodóvar 2005).

Manejo Integrado de Plagas Forestales

En los viveros forestales es de suma importancia realizar un oportuno Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades, de manera que sea preventivo con el fin de evitar que los ataques que se puedan presentar en las plantas alcancen un nivel que ocasione un daño económico significativo. Como es el caso de las enfermedades foliares, que en los viveros forestales son las más comunes, causadas normalmente por hongos y bacterias que aprovechan las condiciones húmedas del medio para propagarse muy rápidamente (Almodóvar 2005).

De acuerdo a Cibrián *et al.* (2008) "Manejo integrado de plagas en los viveros", se refiere a: "la utilización de varias tácticas, las cuales conforman una estrategia óptima que logre reducir las poblaciones de organismos plaga a niveles tolerables, de acuerdo con niveles de daño económico, ecológico y social", este conjunto de tácticas o estrategia debe formar parte del manejo de la planta en el vivero y las acciones deben ser planeadas en el programa anual de actividades.

Cibrián *et al.* (2008) y Moore *et al.* (2008) hacen recomendaciones para el manejo integrado de plagas en los viveros y sobre buenas prácticas de ordenación de viveros forestales que minimizan la presencia de plagas y enfermedades, respectivamente. Estas recomendaciones se adjuntan en los anexos 2 y 3.

Metodología

Muestras de tejidos vegetales de 26 especies forestales con síntomas de enfermedades, fueron recolectadas. Posteriormente las muestras se trasladaron al Laboratorio de Sanidad Forestal del ITCR para ponerlas en cámaras húmedas y finalmente proceder con su identificación.

La identificación se realizó con base en la inspección fitosanitaria de los síntomas, previo cultivo en cámara húmeda siempre que fue posible, por medio de claves taxonómicas y los resultados fueron confirmados por los investigadores responsables del proyecto. Además se realizó una valoración de la incidencia y severidad de las principales enfermedades detectadas y los efectos que ejercían sobre el hospedero. Con ello, se realizó una colección de referencia de los diferentes tipos de síntomas en fotografías con los fines didácticos objeto del proyecto. Se especifica a continuación la metodología en detalle.

Sitio de estudio

El estudio se realizó en el vivero forestal del Instituto Costarricense de Electricidad, ubicado en la población de Cachí (1088339.971 N; 521572.874 O, CRTM 05), en el periodo productivo 2013, entre enero y octubre.

Este vivero forma parte del proceso de gestión forestal de la Dirección Administrativa de Bienes Inmuebles del ICE. Se enmarca desde el 2007, dentro del proyecto nacional “*A que sembrás un árbol*”, el cual forma parte de la campaña mundial “*Plant for the planet*”.

Selección de especies

Se evaluaron todos los lotes de las todas las especies que en el momento de la evaluación se encontraban en el vivero. En el anexo 1 se expone la lista de las especies evaluadas. Solamente se valoraron aquellas especies que presentaban problemas fitosanitarios.

Descripción de los síntomas

La caracterización de la sintomatología se realizó teniendo en cuenta los signos y síntomas de las enfermedades presentes en cada una de las plantas por especie, de acuerdo a las clasificaciones de Arguedas (2008a y 2008b). Posteriormente, en el Laboratorio de Sanidad Forestal del ITCR, con ayuda de estereoscopios, se amplió la descripción.

Valoración del daño

Para cada especie forestal seleccionada se evaluó la severidad de la enfermedad en las eras de producción, para las especies con un grado “severo”, se les calculó la incidencia.

Para los lotes en el vivero donde se detectaron problemas fitosanitarios se evaluaron la incidencia y la severidad. .

La incidencia se determina por el número de plantas enfermas entre el total de plantas de la misma especie dentro de la era. Para daños en follaje la severidad está determinada por el porcentaje aproximado del promedio del área afectada por cada parte dañada. Las fórmulas de incidencia y severidad son;

Incidencia (%) =

$$\frac{\text{Plantas enfermas}}{\text{Plantas evaluadas}} \times 100$$

Severidad (%) =

$$\frac{(\text{Plantas cat A}) \cdot 12.45 + (\text{Plantas cat B}) \cdot 37.55 + (\text{Plantas cat C}) \cdot 62.55 + (\text{Plantas cat D}) \cdot 87.55}{\text{Plantas de todas las categorías}}$$

La severidad se clasificó en cinco categorías, según el porcentaje del promedio del área dañada:

Categoría A: 0.1 - 25% de daños

Categoría B: 25.1 - 50% de daños

Categoría C: 50.1 - 75% de daños

Categoría D: 75.1 – 100% de daños

Toda la información se recolectó en formularios confeccionados para tal fin, el cual contenía la información que se presenta a continuación (Figura 2):

<p style="text-align: center;">HOSPEDERO</p> <ul style="list-style-type: none">- Nombre común- Nombre científico- Familia <p style="text-align: center;">VALORACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none">- Incidencia (%) <p style="text-align: center;">(%) (Grados: 1: 0.1-40% ; 2: 40.1-60% ; 3: 60.1-80% ; 4: 80.1- 100%)</p> <ul style="list-style-type: none">- Severidad (%) <p style="text-align: center;">SINTOMATOLOGÍA</p> <p style="text-align: center;">DIAGNOSIS</p> <ul style="list-style-type: none">- Descripción general- Agente causal

Figura 2. Información detallada en el formulario de recolección de datos de campo. ITCR, Cartago, Costa Rica 2010.

Recolección de muestras

Se recogieron partes de la plántula que abarca el daño y se depositaron en bolsas plásticas. Cuando se recolectaron los árboles completos con el recipiente de producción, se pusieron en cajas abiertas.

Análisis del laboratorio

El material vegetal colectado se trasladó al Laboratorio de Sanidad Forestal del ITCR en Cartago (Cartago, Costa Rica).

Los daños, síntomas y signos de las muestras fueron nuevamente observadas (con ayuda de estereoscopios), para ampliar las descripciones realizadas en el campo.

Seguidamente se procedió a aplicar la técnica de laboratorio de la cámara húmeda, la cual consiste en incubar la muestra en recipientes transparentes y cerrados entre 18 y 30 °C y exponer a luz y oscuridad en forma alterna, dado que sin esta alternancia muchos hongos no desarrollan la fase reproductiva. Las cámaras húmedas son un medio rápido, directo y de muy bajo costo para obtener esporulación y ayudar a identificar los agentes causales de algunas enfermedades. Son de especial utilidad con microorganismos que crecen rápidamente sobre el hospedero y compiten bien con los saprófitos dentro de la cámara húmeda, aunque se recomienda escoger tejido que no esté demasiado dañado o con lesiones muy avanzadas para evitar la presencia de microorganismos oportunistas o que se alimentan de materia orgánica muerta.

Después de 5 a 12 días de incubación, se observaron las estructuras formadas en la lesión con la ayuda del estereoscopio. Tras el raspado de las estructuras reproductivas presentes en los tejidos afectados se procedió a hacer una preparación microscópica. Se colocó el raspado en un portaobjetos, se añadió una gota de colorante y se cubrió con un cubreobjetos. Posteriormente se observó la muestra en el microscopio para determinar el agente causal con la ayuda de claves taxonómicas (Barnett-Hunter 1972; Agrios 1996; Hanilin 1998; Cibrián *et al.* 2007).

Sistematización de la información

La información sobre la incidencia y la severidad fue debidamente tabulada y analizada. Con toda la información generada sobre descripción de síntomas y diagnosis, se elaboró una ficha para cada uno de los problemas fitosanitarios evaluados, en los casos donde no se pudo determinar el agente causal se realizó un cuadro con una descripción del daño.

Búsqueda bibliográfica

Paralelamente a los procesos descritos anteriormente, se realizó una búsqueda bibliográfica con el objetivo de recopilar información sobre problemas fitosanitarios de las especies evaluadas y así facilitar el proceso de identificación a nivel de laboratorio y apoyar las descripciones.

RESULTADOS

Valoración de daños

A continuación se presenta la valoración de los daños (Cuadro 1).

Cuadro 1. Incidencia y severidad del daño en seis especies cuya severidad de ataque se clasificó como “severa”. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.

Especie	Incidencia (%)	Severidad (%)	Tipo de daño
Aguacatillo (<i>Nectandra nitida</i>)	95	25	Chasparria
Guapinol (<i>Hymenaea coubaril</i>)	100	57	Mancha foliar dispersa
Ceiba (<i>Ceiba pentandra</i>)	80	30	Mancha foliar angular
Cedro Rosado (<i>Acrocarpus fraxinifolia</i>)	76	30	Chasparria
Murta (<i>Myrcia oerstediana</i>)	100	38	Mancha foliar dispersa
Zotacaballo (<i>Zygia longifolia</i>)	90	40	Mancha foliar extensiva

Como se puede observar, la especie más afectada es el guapinol con un 57% de severidad y un 100% de incidencia, el cedro rosado, ceiba, murta y zotacaballo presentan una incidencia y severidad similares, el aguacatillo es la especie que presenta la severidad más baja, sin embargo su incidencia es igualmente alta, como en el resto de especies.

En el cuadro anterior se observa que hay tres especies con alta incidencia al ataque de plagas y enfermedades. Lo anterior se puede deber a que estas se encuentran fuera de su zona de distribución natural, generando un cierto nivel de estrés a las plántulas posiblemente dadas las condiciones climáticas diferentes a las de su habidad natural. Otra posibilidad, que es parte de lo que se debe investigar a nivel de viveros forestales, es el más adecuado sistema de reproducción según especies forestal (bolsa, pseudoestaca, pellet, etc) pues se ha comprobado en la práctica que ambas situaciones pueden implicar susceptibilidad al ataque de las enfermedades en su etapa de vivero, siendo que una gran mayoría de estas son de tipo oportunistas.

Un claro ejemplo del punto de la situación anterior es la reproducción del Guapinol (*Hymenaea coubaril*) ya que esta especie proviene de la vertiente pacífica, donde hay periodos de estrés hídrico marcados, la cual al ser reproducida en la zona atlántica - con periodos de estrés hídrico en todo el año - queda expuesta a plagas y enfermedades a nivel de plántula, implicando baja calidad en su vigor y ocasionando hasta la muerte.

Descripción sintomatológica y diagnóstico

Se detectaron problemas fitosanitarios en 27 especies de árboles de un total de 42 presentes en el vivero, como se expone en el Cuadro 2. Además se presenta el agente causal cuando fue posible determinarlo, el tipo de daño y la severidad de la presencia del daño en cada una de las especies evaluadas en el vivero forestal.




Cuadro 2. Especies evaluadas, tipo de daño, agente causal y presencia de daños encontrados en el diagnóstico fitosanitario realizado en el Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.




Nombre común	Agente causal	Tipo de daño follaje	Presencia de daño
Acacia	<i>Ascochyta</i> sp.	Áreas necróticas	Esporádico
Aguacatillo	Desconocido	Áreas necróticas	Severo
Almendra de montaña	<i>Colletotrichum</i> sp.	Áreas necróticas	Leve
Caña fístula	<i>Ascochyta</i> sp.	Áreas necróticas	Leve
Cedro rosado bailarina	<i>Phomopsis</i> sp.	Áreas necróticas	Severo
Cedro dulce	Desconocido	Amarillamiento	Esporádico
Ceiba	<i>Phomopsis</i> sp. y <i>Selenophoma</i> sp.	Áreas necróticas	Severo
Cenízaro	<i>Colletotrichum</i> sp.	Áreas necróticas	Moderado
Cocobolo	<i>Colletotrichum</i> sp.	Áreas necróticas	Esporádico
Corteza amarilla	<i>Oidium</i> sp.	Áreas necróticas	Moderado
Dama	Desconocido	Áreas necróticas	Moderado
Eucalipto	<i>Oidium</i> sp.	Áreas necróticas	Leve
Fruta dorada	<i>Pestalotiopsis</i> sp.	Áreas necróticas	Moderado
Guapinol	<i>Ascochyta</i> sp.	Áreas necróticas	Severo
Guarumo	Desconocido	Áreas necróticas	Moderado
Jául	<i>Melampsorium alni</i>	Áreas necróticas	Leve
Laurel muñeco	<i>Phyllosticta</i> sp.	Áreas necróticas	Leve
Lorito	<i>Pestalotiopsis</i> sp.	Áreas necróticas	Leve
Malinche	<i>Leptosphaerulina</i> sp.	Áreas necróticas	Esporádico
Murta	Desconocido	Áreas necróticas	Severo
Pino	Desconocido	Abultamiento	Esporádico
Roble coral	Desconocido	Áreas necróticas	Esporádico
Roble sabana	Desconocido	Áreas necróticas	Esporádico
Roble encino	Efecto solar	Quema solar	Esporádico
Roble negro	Desconocido	Áreas necróticas	Esporádico
Tucuico	<i>Ascochyta</i> sp.	Áreas necróticas	Leve
Zotacaballo	<i>Pestalotiopsis</i> sp.	Áreas necróticas	Severo




Severo = 6 (22,22 %), Moderado = 5 (18,51 %), Leve = 7 (25,92 %), Esporádico = 9 (33,33 %)




En el siguiente cuadro, se presentan las descripciones sintomatológicas y las fotografías de síntomas cuyo agente causal no fue posible identificar (Cuadro 3).

Cuadro 3. Descripción de daños. Agente causal no identificado. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.

Especie	Imagen	Descripción del daño
<p>Aguacatillo <i>Nectandra nitida</i></p>		<p>Áreas necróticas pequeñas (0,5 mm a 5 mm de diámetro) y otras más grandes, tanto que abarcan la totalidad de la hoja, no tienen una forma definida y en algunos casos se desprende la parte infectada y en otros se torna de un color café claro. Sobre las partes necrosadas se pueden observar estructuras (puntos negros). El resto de la hoja no necrosada, presenta un color amarillento. Las áreas necrosadas aparecen por toda la hoja y en la mayor parte del follaje de la planta.</p>
<p>Eucalipto <i>Eucalyptus deglupta</i></p>		<p>Gran cantidad de pequeñas lesiones necróticas, color rojizo, de formas variables, que invaden gran parte de la lámina foliar, atacando de la periferia hacia el centro de la hoja; con su aglomeración provocan lesiones mayores que terminan matando la hoja y en casos muy extremos la planta.</p>
<p>Roble Sabana <i>Tabebuia rosea</i></p>		<p>Áreas necróticas de distintos tamaños, de forma irregular, de color café oscuro en la totalidad de la lesión, el resto de la hoja no atacada se torna amarillento y en estados muy avanzados provoca un enroscamiento de la hoja.</p>

Especie	Imagen	Descripción del daño encontrado
<p>Almendro <i>Dipteryx panamensis</i></p>		<p>Las áreas atacadas presentan una pérdida del tejido, quedando las nervaduras de un color café claro, el resto del área lesionada se torna de un color café oscuro, la forma es variable y en algunos de los casos se torna amarillo el resto del tejido foliar no atacado. Su presencia es esporádica.</p>
<p>Roble coral <i>Terminalia amazonia</i></p>		<p>Aparentemente las lesiones inician con una clorosis muy marcada en las hojas, dando paso a una serie de lesiones pardo rojizas a lo largo de toda la hoja, éstas presentan un borde rojo seguido de un área café al interior de la lesión, uniformizándose luego en un área necrótica de bordes circulares de color café claro, en las cuales se pueden observar una serie de puntos oscuros correspondientes a las estructuras reproductivas del agente causal. Puede provocar la muerte del tejido afectado.</p>
<p>Cedro dulce <i>Cedrela tonduzii</i></p>		<p>Presenta una abundante cantidad de pequeñas áreas cloróticas en toda la lámina foliar, pero no se tiene evidencia de que estas avancen en una lesión mayor que afecte el follaje de la especie y que cause la muerte del mismo. Se asemeja bastante a la sintomatología denominada “mosaicos”, típica de virosis.</p>

Especie	Imagen	Descripción del daño encontrado
<p>Pino <i>Pinus ocarpa</i></p>		<p>Hiperplasia del tejido en la parte basal de la planta (tallo), ocasionando una ramificación irregular y por ende una deformación en la planta.</p>
<p>Cassia <i>Acacia mangium</i></p>		<p>Área necrótica de color café oscuro, en la parte terminal del peciolo, provocando un enroscamiento de los tejidos afectados en algunos casos alcanza la totalidad de los tejidos y la muerte de la hoja.</p>
<p>Dama <i>Citharexylum caudatum</i></p>		<p>Clorosis del follaje y un cese del proceso normal de crecimiento de las plantas dentro de las mismas condiciones de vivero. Este material afectado se pierde por eliminación en el control de calidad.</p>

Especie	Imagen	Descripción del daño encontrado
<p>Guarumo <i>Cecropia peltata</i></p>		<p>Área necrótica de bordes angulares, de distintos tamaños, de una tonalidad café oscuro en el centro de la lesión y con un delgado y tenue halo clorótico. Provoca el enroscamiento del tejido afectado y la muerte de la totalidad de la hoja. No fue posible determinar la existencia de algún tipo de estructura que ayudara a identificar el agente causal de la misma.</p>
<p>Roble negro <i>Quercus costaricensis</i></p>		<p>Mancha de bordes redondeados, de color café claro en el centro de la misma y un anillo café oscuro en la periferia, su forma es irregular, provocando el enroscamiento de los tejidos afectados. Se pueden observar puntos oscuros dentro de la lesión, los cuales corresponden a estructuras reproductivas del agente causal no identificado. En estados muy avanzados de la lesión se torna de un color café oscuro y muere todo el tejido.</p>
<p>Murta <i>Myrcia oerstediana</i> Berg</p>		<p>Áreas necróticas en todo el follaje de color morado oscuro a pardo oscuro, con un borde color morado claro de forma irregular. El tamaño de las áreas afectadas va de lesiones pequeñas (1 o 2 mm) a más grandes (5 a 8 mm), las cuales se agrupan y causan una lesión mayor. La forma de las manchas es irregular y se pueden localizar en cualquier parte de la hoja y el follaje.</p>

Se presentan a continuación las fichas técnicas de los problemas fitosanitarios diagnosticados en el Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.

Fichas técnicas

***Samanea saman* (Jacq) Merrill**

HOSPEDERO

Nombre común: cenízaro

Nombre científico: *Samanea saman* (Jacq) Merrill

Familia: Fabaceae - Mimosaceae

VALORACIÓN

Incidencia: leve

SINTOMATOLOGÍA

Manchas de color pardo de diferente morfología, con borde irregular y distribuidas por todas las hojuelas de la planta. Algunas manchas abarcan casi toda la lámina foliar; el resto se torna amarillento con un halo clorótico difuso.

Las áreas necróticas más pequeñas, de 0.5 mm a 5 mm de diámetro, son muy irregulares, de color crema en el centro (parte muerta) (Figura 3 A) y con el anillo de color café claro. Presentan un halo clorótico extensivo y difuso (Figura 3 B).

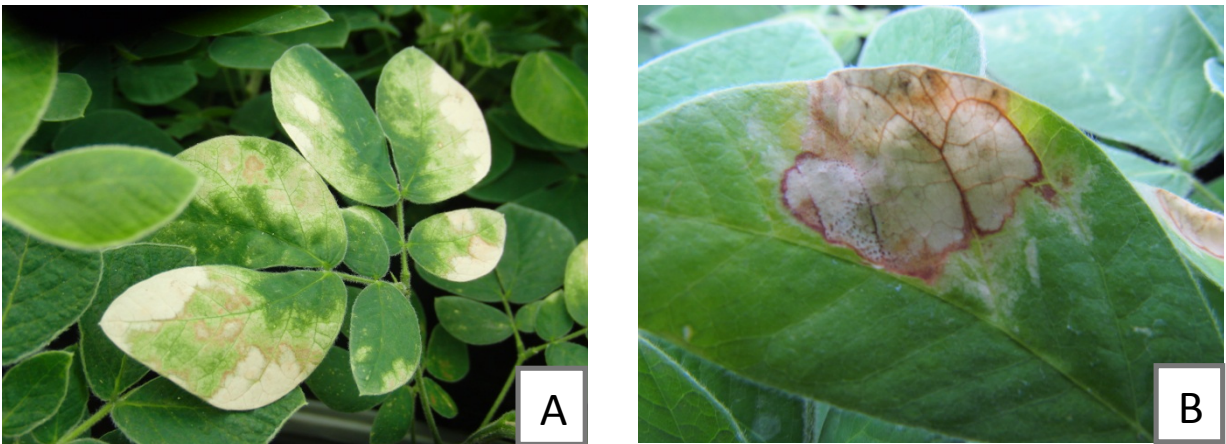


Figura 3. Machas foliares en *Samanea saman*. A: Vista general; B. Vista con acercamiento del daño. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica. 2013.

Los daños más grandes, de hasta 25 mm de diámetro, son irregulares y producen la pérdida del tejido laminar afectado, dejando solo partes de tejido conductivo muerto de color crema (Figura 4 A).

En algunas hojas se presenta una amarillez dominante en toda la lámina foliar.

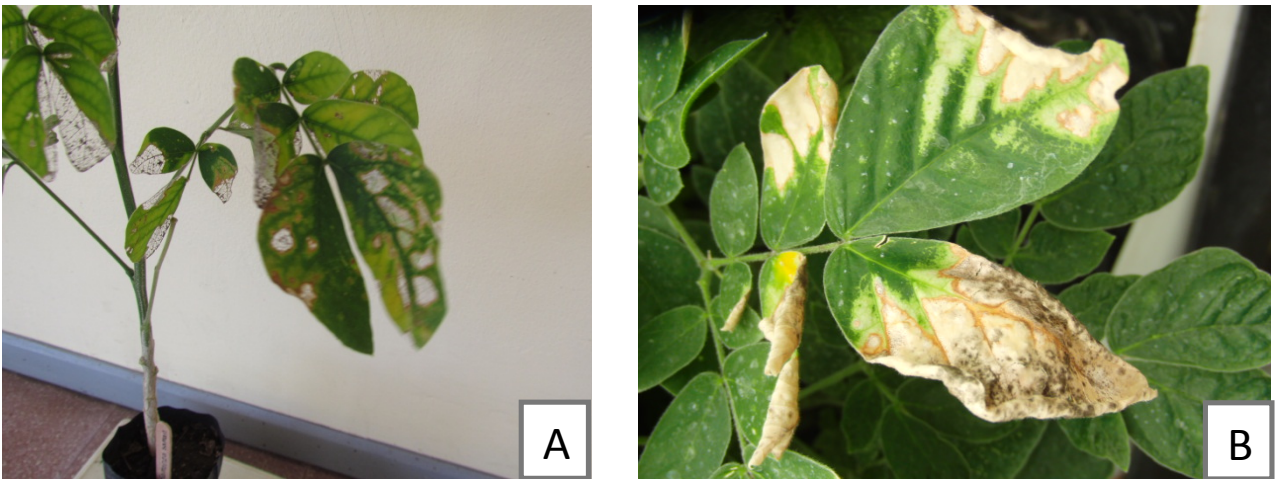


Figura 4. Manchas foliares severas en *Samanea saman*. A. Daño avanzado; B. Área necrótica con estructuras reproductivas. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica. 2013.

DIAGNOSIS

Descripción general:

Se pueden observar algunas estructuras puntuales, abultadas de color negro (Figura 4 B y 5 B), las cuales mediante raspados en las machas necróticas (Figura 5 A) es posible obtener el agente causal.

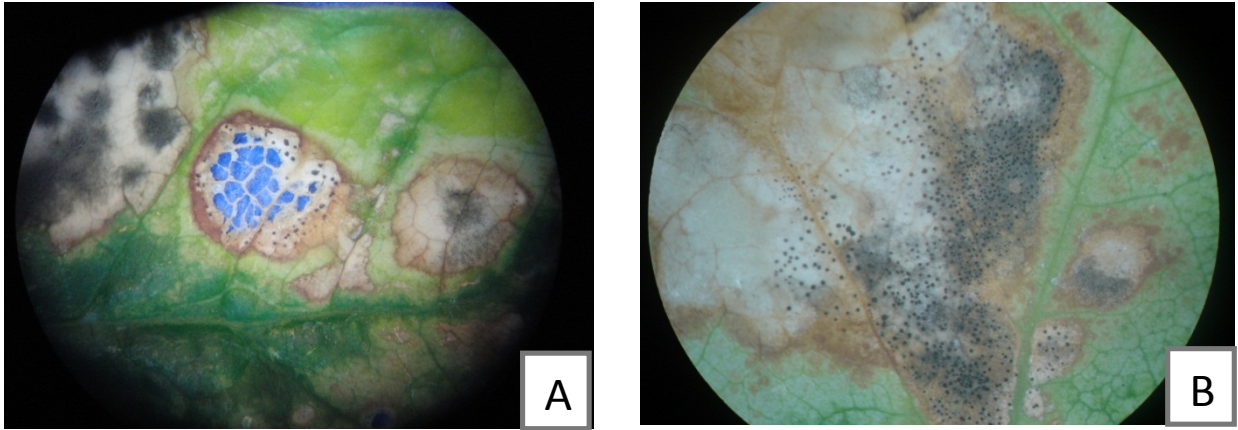


Figura 5. Acérvulos subepidérmicos en la parte necrótica de las manchas foliares en *Samanea saman*. A. Vista general; B. Vista con acercamiento. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica. 2013.

Agente causal:

Colletotrichum sp.

(Melanconiales, Melanconiaceae)

Las esporas (Figura 6) se encuentran en conidiomas o acérvulos subepidérmicos, en forma de disco o cojín, con setas e hifas oscuras; los conidióforos son simples, cortos y erectos; las masas de conidios de color salmón o rosa. Los conidios son abundantes, oblongos, hialinos y de una célula (Cibrián *et al.* 2007).

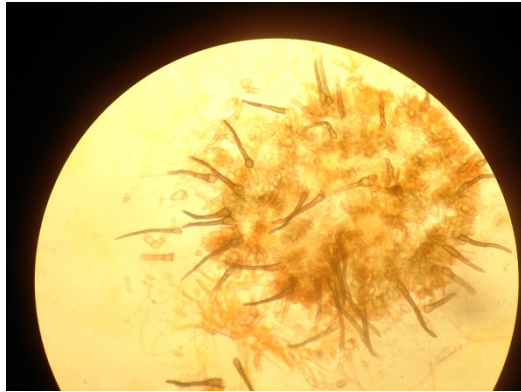


Figura 6. *Colletotrichum* sp. produciendo manchas necróticas en *Samanea saman*. Vivero Forestal. ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica. 2013.

***Hymenaea courbail* L**

HOSPEDERO

Nombre común: guapinol

Nombre científico: *Hymenaea courbaril* L

Familia: Fabaceae - Papilionaceae

VALORACIÓN

Incidencia: severo (100%)

Severidad: 57.2 %

SINTOMATOLOGÍA

Áreas necróticas con formas irregulares y a veces se funden entre sí (Figura 7 A), presentes en todas las hojas de la planta, de color café claro en el centro de la lesión y un café más oscuro en la periferia de la misma (Figura 7 B); cada mancha presenta un halo clorótico y en algunos casos se producen enrollamientos.



Figura 7. Áreas necróticas en follaje de *Hymenaea courbaril*. A: Vista general en ápice; B: Vista con acercamiento a un foliolo con múltiples daños. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica. 2013.

DIAGNOSIS

Descripción general:

En la Figura 8 se puede observar como en las partes centrales de las manchas necróticas hay algunas estructuras (puntos oscuros).



Figura 8. Estructuras dentro de las áreas necróticas en follaje de *Hymenaea courbaril*. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.

Agente causal:

Ascochyta sp.

(*Sphaeropsidales*, *Sphaeropsidaceae*)

El picnidio es oscuro, globoso, independiente, inmerso en el tejido huésped, ostiolado. La conidia es hialina, con dos células, de ovoide a oblonga (Figura 9) (Barnett-Hunter, 1972).

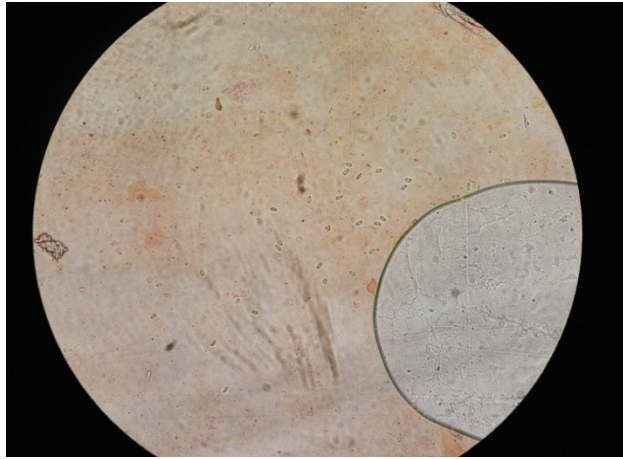


Figura 9. Conidias de *Ascochyta* sp. en *Hymenaea courbaril*. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica. 2013.

***Cassia fistula* L**

HOSPEDERO

Nombre común: caña fístula

Nombre científico: *Cassia fistula* L

Familia: Fabaceae - Caesalpiaceae

VALORACIÓN

Incidencia: esporádico

SINTOMATOLOGÍA

Áreas necróticas con formas irregulares presentes en algunas hojas, de color café oscuro en el centro de la lesión y un café más oscuro en los bordes de la misma (Figura 10 A), con un halo clorótico. Cuando el daño es muy avanzado, la parte central de las áreas necróticas puede desprenderse, dejando solo el sistema de nervaduras (Figura 10 B).



Figuras 10. Áreas necróticas en folíolos de *Cassia fistula*. A: Vista general de daño en una hoja; B: Vista con acercamiento en un folíolulo con daño avanzado. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica. 2013.

DIAGNOSIS

Descripción general:

En todas las áreas necróticas se pueden observar algunas estructuras (puntos oscuros) como se muestran a continuación en la Figura 11.

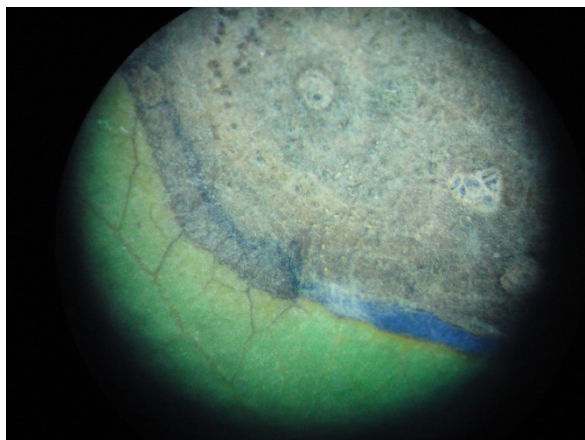


Figura 11. Detalles de un área necrótica en *Cassia fistula*. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.

Agente causal:

Ascochyta sp.

(Sphaeropsidales, Sphaeropsidaceae)

El picnidio es oscuro, globoso, independiente, inmerso en el tejido huésped, ostiolado (Figura 12). La conidia es hialina, con dos células, de ovoide a oblonga (Barnett-Hunter, 1972).

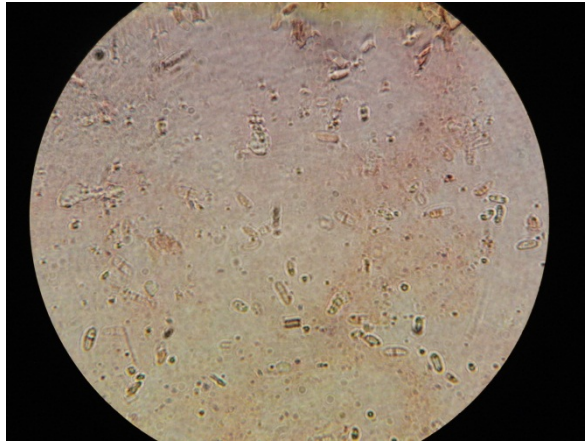


Figura 12. Esporas de *Ascochyta* sp. en *Cassia fistula*. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica. 2013.

***Ceiba pentandra* (L) Gaertn**

HOSPEDERO

Nombre común: ceiba

Nombre científico: *Ceiba pentandra* (L) Gaertn

Familia: Bombacaceae

VALORACIÓN

Incidencia: 80 %

Severidad: 30 %

SINTOMATOLOGÍA

Se detectaron dos síntomas diferentes.

CASO 1

Se presenta una mancha angular, negra en los bordes y con su parte interior de color café claro que está presente en algunas hojas del hospedero (Figura 13 A), en algunos casos el tejido necrosado se desprende, dejando daños tipo “huecos” en la lámina foliar (Figura 13 B).

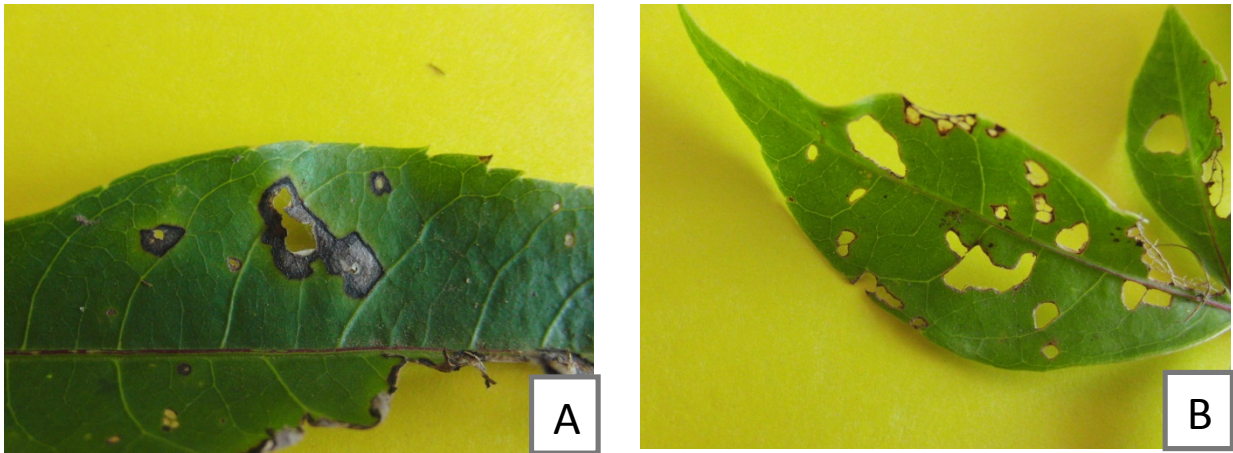


Figura 13. Hojas de *Ceiba pentandra* afectadas por manchas foliares. A: Daño en foliolo con área de tejido necrótico; B: Foliolo con áreas necróticas del daño desprendidas. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.

DIAGNOSIS

Descripción general:

Agente causal:

Phomopsis sp.

(Sphaeropsidales, Sphaeropsidaceae)

Las estructuras reproductivas se ven como diminutos puntos negros. Las estructuras reproductivas son de semicirculares a circulares, de color negro (picnidios) con conidias de dos tipos (Figura 14), alfa (α) y beta (β); las primeras son elipsoidales y las segundas filiformes a veces con forma de bastón (Cibrián *et al.* 2007).

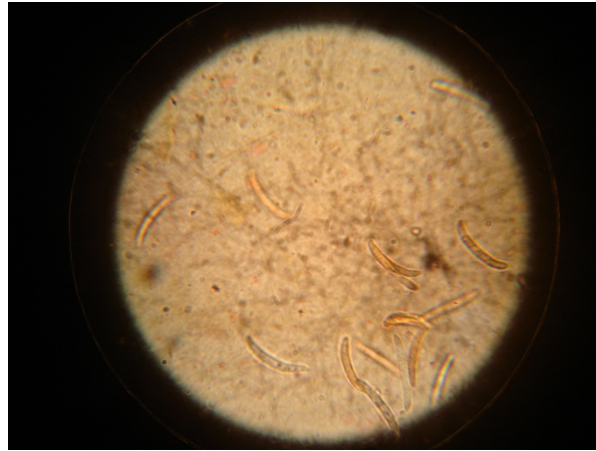


Figura 14. Esporas de *Phomopsis* sp. en las lesiones foliares de *Ceiba pentandra*. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.

CASO 2

Manchas necróticas distribuidas por todas las hojas de la planta de color café oscuro, con forma irregular y de tamaño variable (desde pocos milímetros hasta llegar a cubrir un tercio de la hoja). Se localizan mayoritariamente en los bordes de la hoja o cerca de estos (Figura 15 A) y en los ápices (Figura 15 B).

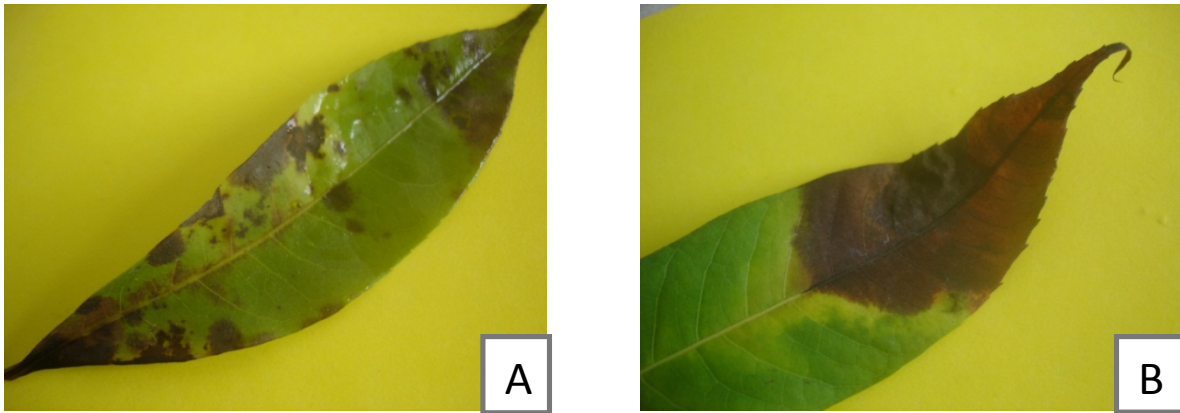
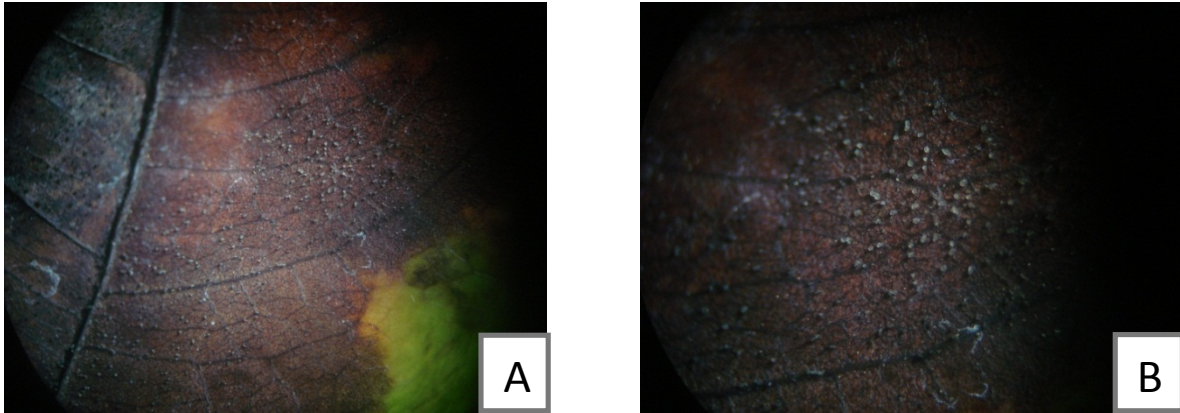


Figura 15. Manchas necróticas en las hojas de *Ceiba pentandra*. A: Múltiples manchas en zona perimetral del foliolo; B: Daño en ápice foliar de una hoja. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.

DIAGNOSIS

Descripción general:

A partir del raspado se denotan los acérvulos en el foliolo (Figura 16 A), distribuidos irregularmente por las manchas necrosadas, para posteriormente aislar el agente causal (Figura 16 B).



Figuras 16. Detalle de los acérvulos que produce el agente causal en la hoja afectada de *Ceiba pentandra*. A: Vista general en la hoja; B: Vista con acercamiento de los acérvulos. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.

Agente causal:

Selenophoma sp.

(Dothideales, Dothioraceae)

Picnidio dentro de puntos foliares elípticos, con márgenes morados a rojos, irrumpentes, cafés, globosos, 80 – 150 μm de diámetro, con ostiolos, paredes de 1 – 2 (-3) células de grosor, compuestas de células profundamente pigmentadas y de paredes gruesas en el exterior y células pseudoparenquimáticas en el interior. Células, halinas, simples, originándose de las células pseudoparenquimáticas que cubren la cavidad. En la Figura 17 se muestran las esporas en una conidia (blastósporas), donde según Sprague (1950) son hialinas, cilíndricas, funadas a falcadas, 16 – 30 x 2 – 3 μm .

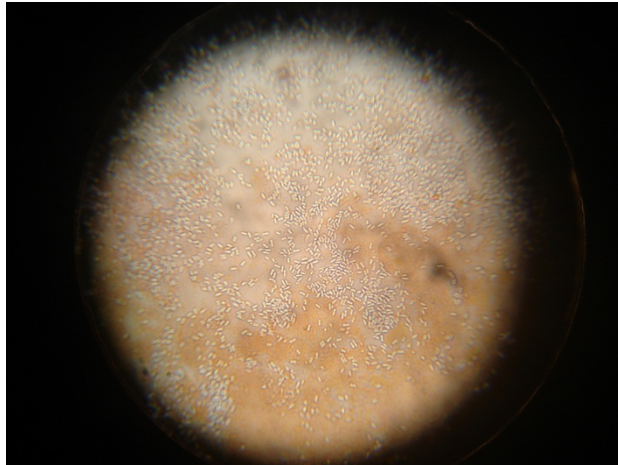


Figura 17. Esporas de *Selenophoma* sp. en las lesiones foliares de *Ceiba pentandra*.
Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.

***Cordia bicolor* DC**

HOSPEDERO

Nombre común: muñeco

Nombre científico: *Cordia bicolor* DC

Familia: Boraginaceae

VALORACIÓN

Incidencia: Severo

SINTOMATOLOGÍA

Manchas de color café oscuro de diferente morfología, observándose una quema de bordes (Figura 18 A) y de ápices distribuida al azar en el follaje de la planta, en algunos casos abarca completamente las partes apicales del hospedero (Figura 18 B). El resto de la hoja atacada presenta amarillamiento alrededor de la lesión.



Figura 18. Quema provocada por enfermedad fúngica en *Cordia bicolor*. A: Quema en varios ápices de plántula; B: Vista con acercamiento de una quema en zona perimetral de una hoja. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.

DIAGNOSIS

Descripción general:

Las áreas necróticas de color café oscuro, con un borde café claro (Figura 19 A); dentro de las áreas necróticas se muestran los picnidios del agente causal (puntos negros) (Figura 19 B).

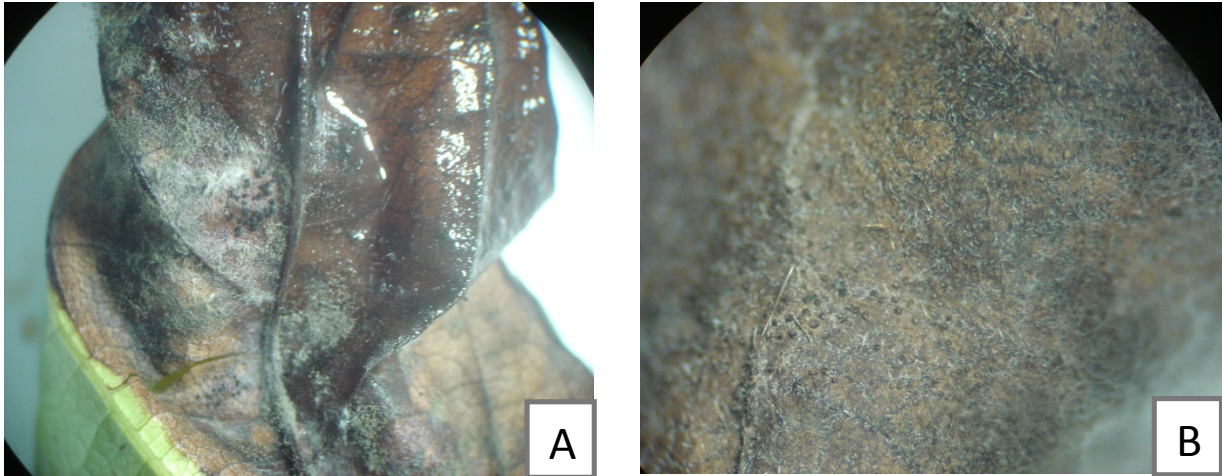


Figura 19. Manchas necróticas en las hojas de *Cordia bicolor*. A: Vista general en un foliolo; B: Vista con acercamiento a los picnidios en un área afectada. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.

Agente causal:

Phyllosticta sp.

(Sphaeropsidales, Sphaeropsidaceae)

En el centro de la mancha se forman numerosas estructuras de color negro (Figura 19 B), correspondientes a los picnidios del agente causal; su tamaño es pequeño, apenas de 180 – 550 μm de diámetro, inmersos en el tejido del hospedante, son de forma globosa, pero provistos de un ostiolo corto; los conidióforos son simples; conidios pequeños (Figura 19), menores de 15 μm de largo, unicelulares, hialinos, de ovals a alargados (Cibrián *et al.* 2007).

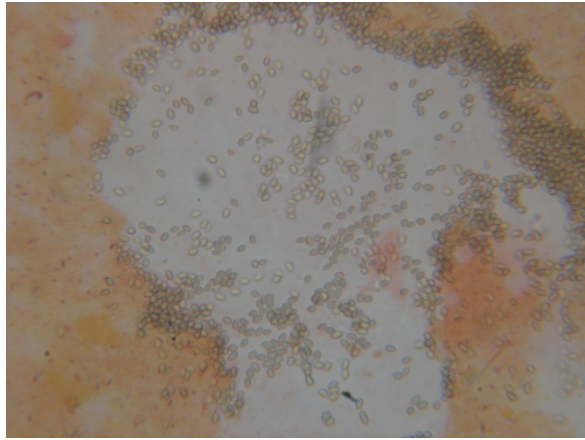


Figura 20. Esporas de *Phyllosticta* sp. en *Cordia bicolor*. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.

***Cojoba costarricense* Britton. & Rose.**

HOSPEDERO

Nombre común: lorito

Nombre científico: *Cojoba costarricense* Britton & Rose.

Familia: Fabaceae - Mimosaceae

VALORACIÓN

Incidencia: Leve

SINTOMATOLOGÍA

Áreas necróticas en todo el follaje de color pardo claro a pardo oscuro con bordes amarillentos en la partes terminales. El tamaño de las áreas afectadas depende de la intensidad del ataque, por lo que hay desde pequeñas en los folíolos y tan grandes como la totalidad de la hoja (Figura 21 B). Se puede observar necrosis total y caída de las hojuelas de las hojas afectadas en el follaje de la plántula (Figura 21 A).



Figura 21. Hojas y foliolos de *Cojoba costarricense* con síntomas fúngicos. A: Hojas con necrosis total en follaje; B: Hoja con daño parcial. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.

DIAGNOSIS

Descripción general:

El agente causal se aísla a partir del raspado de los acérvulos presentes en las manchas necróticas de las hojas afectadas (Figura 22 A).

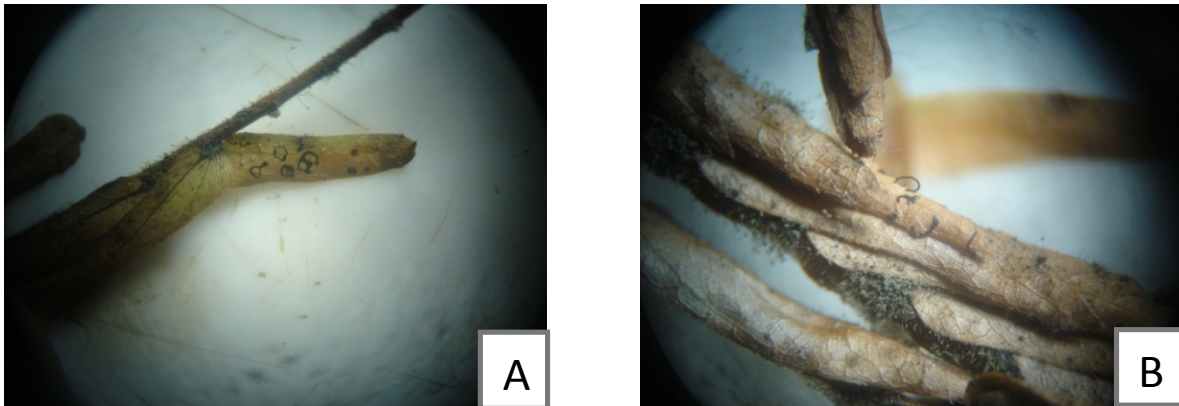


Figura 22. Foliolos de *Cojoba costarricense* con acérvulos. A: Vista de foliolo y raquis secundario, ambos afectados por agente fúngico; B: Vista con acercamiento de foliolos con acérvulos. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.

Agente causal:

Pestalotiopsis sp.

(Xylariales, Amphisphaeriaceae)

En el interior de los acérvulos (Figura 22 B) se encuentran los conidios (Figura 23), los cuales salen de conidióforos cortos y uniformes, de cinco células y de oblongos a clavados. Las tres células centrales son de color café y las dos terminales son hialinas; en uno de los extremos del conidio se observan tres septas divergentes de color claro (Cibrián *et al.* 2007).



Figura 23. Conidios de *Pestalotiosis* sp. en foliolos de *Cojoba costarricense*. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.

***Delonix regia* (Bojer) Raf.**

HOSPEDERO

Nombre común: malinche

Nombre científico: *Delonix regia* (Bojer) Raf

Familia: Fabaceae - Caesalpinaceae

VALORACIÓN

Incidencia: Leve

SINTOMATOLOGÍA

Áreas necróticas con bordes amarillentos presentes en algunas de las hojuelas de la planta (Figura 24 A), también se observa tejido totalmente necrosado en las partes apicales de las hojas (Figura 24 B), el tamaño varía desde pequeños puntos (1 mm de diámetro) hasta áreas que abarcan casi toda la hojuela. En ocasiones se puede observar enroscamiento del follaje.

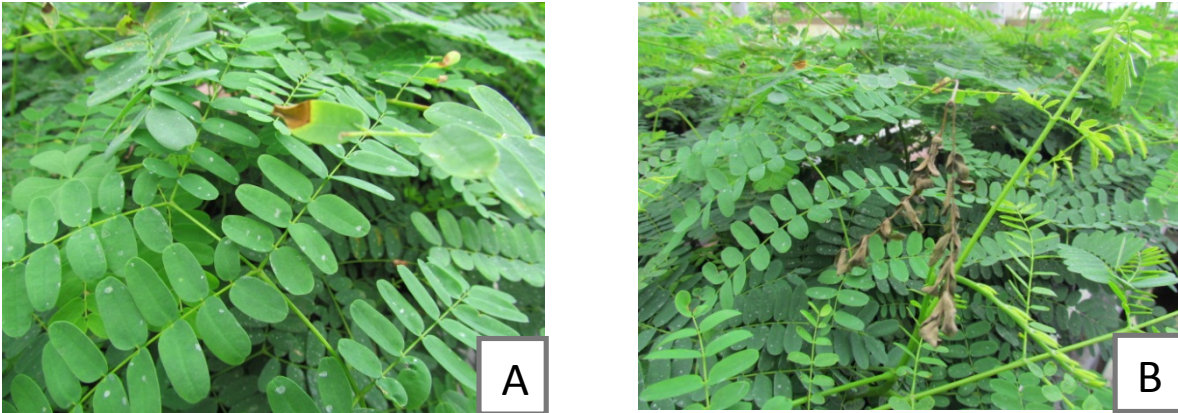


Figura 24. Quema y manchas necróticas en hojas y foliolos de *Delonix regia* con síntomas de una enfermedad fúngica. A: Foliolo con área necrótica y enroscamiento; B: Ápice necrosado. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.

DIAGNOSIS

Descripción general:

El agente causal se aísla a partir del raspado de los acérvulos presentes en las manchas necróticas de las hojas afectadas (Figura 25).

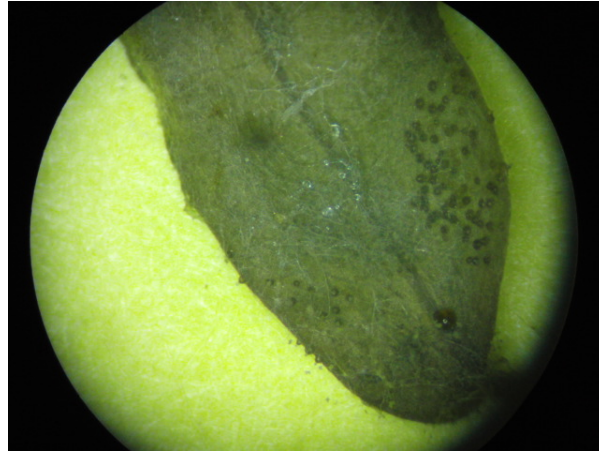


Figura 25. Foliolo de *Delonix regia* con las estructuras (puntos negros) que produce el agente causal (acervulos). Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.

Agente causal:

Leptosphaerulina sp.

(Pleosporales, Pleosporineae)

Pseudothecia se encuentra inmersa en tejido foliar, globosa, “irrupente” en el ápice y por un poro ancho de 120 – 200 μm en diámetro; pared membranosa, café pálido, compuesta de 1 – 2 capas de células. Ascas grandes, poco abundantes, en forma de saco, con paredes gruesas, bitunicado, con 8 esporas, 50 – 90 x 40 – 60 μm ; inmersos en y separados por parénquima hialino de paredes delgadas. Ascósporas en arreglo irregular en el saco, ovaladas, clavatas o elipsoidales, con 3 – 4 septos transversales y 0 – 2 verticales, hialinas, frecuentemente tomando una ligera coloración cuando maduras, 25 – 50 x 10 – 20 μm (Graham, 1961).

***Viola kochnyi* Warb.**

HOSPEDERO

Nombre común: fruta dorada

Nombre científico: *Viola kochnyi* Warb.

Familia: Myristicaceae

VALORACIÓN

Incidencia: Leve

SINTOMATOLOGÍA

Áreas necróticas en el follaje de color pardo oscuro con lesiones pequeñas pardo claro en forma puntual, observándose aun en las hojas muertas y completamente afectadas (Figura 26 A). El tamaño de las lesiones es de unos pocos milímetros (1 a 3 mm) a la totalidad de la hoja, su forma es irregular (Figura 26 B). El tejido afectado tiende a desprenderse de la hoja, causando la caída de las hojas y de la lámina foliar.



Figura 26. Manchas necróticas en hojas de *Virola kochnyi*. A: Follaje con múltiples áreas necróticas; B: Mancha de forma irregular en un foliolo. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.

DIAGNOSIS

Descripción general:

El agente causal se aísla a partir de un raspado, las manchas necróticas presentan en el centro un color café claro con un borde café oscuro (Figura 27 B), en el foliolo se denota un anillo amarillento alrededor de la mancha (Figura 27 A).

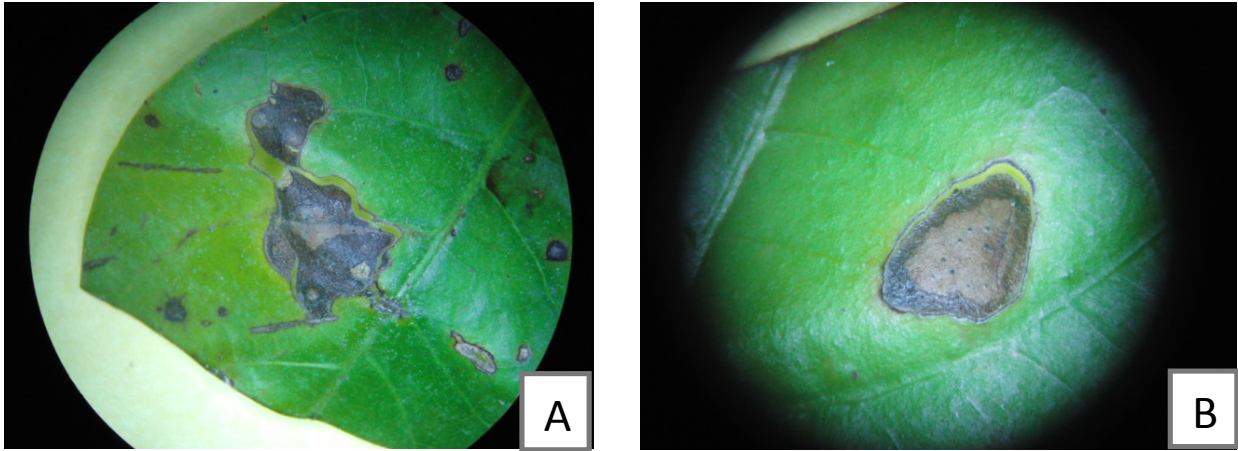


Figura 27. Manchas necróticas en las hojas de *Virola kochnyi*. A: Múltiples manchas uniéndose en una hoja; B: Mancha necrótica con estructuras (puntos negros). Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.

Agente causal:

Pestalotiopsis sp.

(Xylariales, Amphisphaeriaceae)

En el interior de los acérvulos se encuentran los conidios (Figura 28), los cuales salen de conidióforos cortos y uniformes, de cinco células y de oblongos a clavados. Las tres células centrales son de color café y las dos terminales son hialinas; en uno de los extremos del conidio se observan tres septas divergentes de color claro (Cibrián *et al.* 2007).

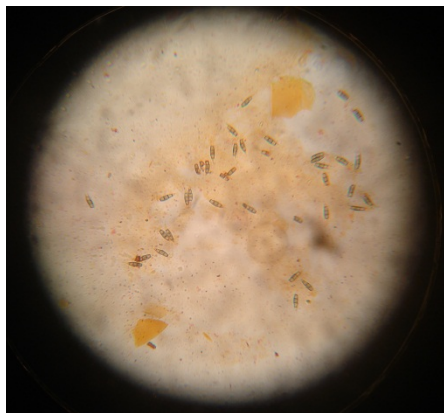


Figura 28. Conidios septados de *Pestalotia* sp. presentes en las manchas necróticas que afectan las hojas de *Virola kochnyi*. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.

***Ardisia pleurobotrya* Donn Smith.**

HOSPEDERO

Nombre común: tucuico

Nombre científico: *Ardisia pleurobotrya* Donn Smith

Familia: Myrsinaceae

VALORACIÓN

Incidencia: Leve

SINTOMATOLOGÍA

Áreas necróticas en varias partes del follaje de color pardo claro con estructuras puntuales color pardo oscuro, con un borde color pardo oscuro de forma irregular (Figura 29 B). El tamaño de las áreas afectadas depende la intensidad del ataque, por lo que hay desde pequeñas a tan grandes como la totalidad de la hoja (Figura 29 A). En algunos casos es posible observar un anillo amarillo en las lesiones. Las formas de las manchas son irregulares y se localizan en cualquier parte de la hoja y del follaje en general.

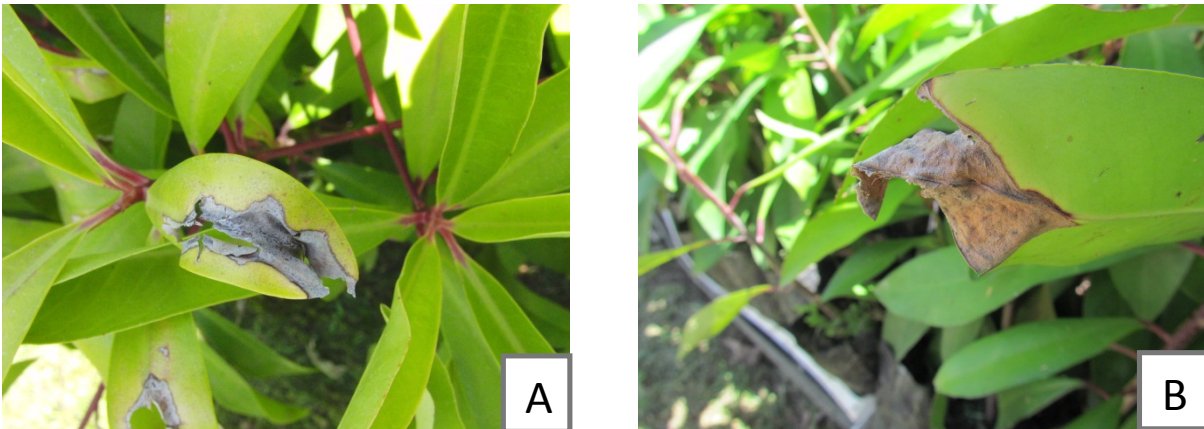


Figura 29. Manchas necróticas en las hojas de *Ardisia pleurobotrya*. A: Hoja con daño severo; B: Foliolo afectado por mancha necrótica con estructuras. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.

DIAGNOSIS

Agente causal:

Ascochyta sp.

(Sphaeropsidales, Sphaeropsidaceae)

El picnidio es oscuro, globoso, independiente, inmerso en el tejido huésped, ostiolado. La conidia es hialina, con dos células, de ovoide a oblonga (Barnett-Hunter, 1972).

***Dalbergia retusa* Hemsley**

HOSPEDERO

Nombre común: cocobolo

Nombre científico: *Dalbergia retusa* Hemsl

Familia: Fabaceae - Papilionaceae

VALORACIÓN

Incidencia: Leve

SINTOMATOLOGÍA

Áreas necróticas en algunas hojuelas del follaje de color pardo claro a pardo oscuro halo clorótico. El tamaño de las áreas afectadas dependen de la intensidad del ataque, por lo que hay pequeñas y tan grandes como la totalidad de la hojuela (Figura 30 A). La forma de la lesión es irregular ubicándose mayoritariamente en los bordes de las hojuelas (Figura 30 B).



Figuras 30. Manchas necróticas que afectan las hojas de *Dalbergia retusa*. A: Daño en varios folíolos de diferentes plántulas; B: Daño severo de una hoja. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.

DIAGNOSIS

Descripción general:

La mancha foliar se aisló a partir de un raspado, presenta un color café claro con múltiples puntos negros (Figura 31 A), las estructuras presentadas son los acérvulos del agente causal (Figura 31 B).

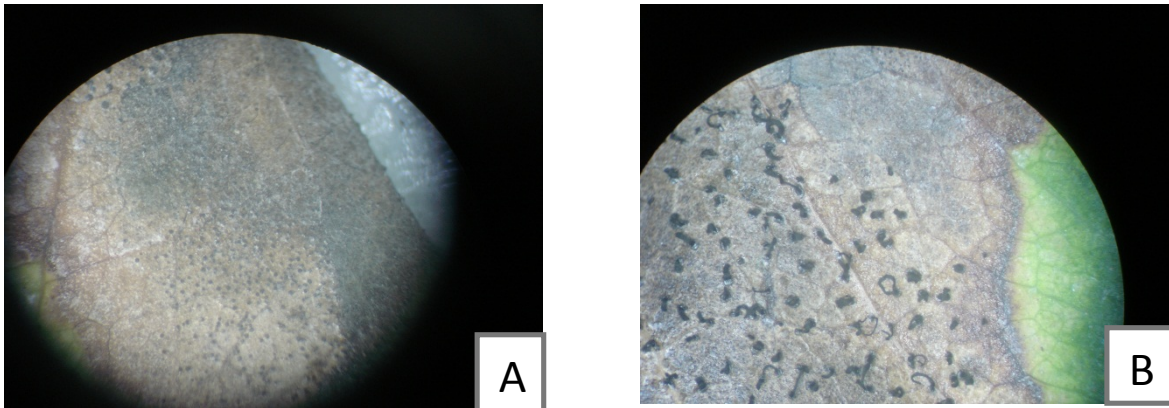


Figura 31. Acérvulos en el tejido foliar de *Dalbergia retusa*. A: Vista a una mancha foliar con estructuras; B: Vista con acercamiento a los acérvulos. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.

Agente causal:

Colletotrichum sp.

(Melanconiales, Melanconiaceae)

Las esporas (Figura 32) se encuentran en conidiomas o acérvulos subepidérmicos, en forma de disco o cojín, con setas e hifas oscuras; los conidióforos son simples, cortos y erectos; las masas de conidios de color salmón o rosa. Los conidios son abundantes, oblongos, hialinos y de una célula (Cibrián *et al.* 2007)

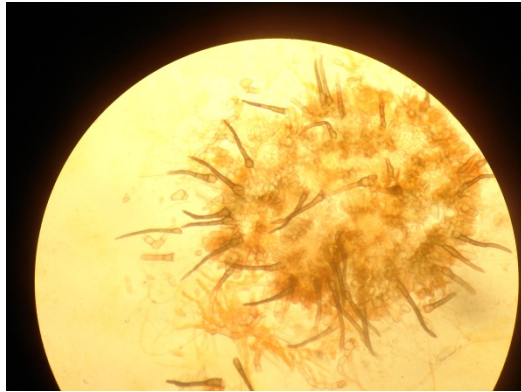


Figura 32. Esporas de *Colletotrichum* sp. en *Dalbergia retusa*. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.

***Acrocarpus fraxinifolia* Wright**

HOSPEDERO

Nombre común: cedro rosado

Nombre científico: *Acrocarpus fraxinifolia* Wright

Familia: Fabaceae - Caesalpiniaceae

VALORACIÓN

Incidencia: 76.04%

Severidad: 30.35 %

SINTOMATOLOGÍA

Manchas necróticas de color café en el ápice y bordes de los foliolos. En la mayoría de los casos produce un enrollamiento del tejido hasta llegar a la pérdida total de la hojuela (Figura 32 A). Se observan lesiones pequeñas (estado inicial) hasta tan grandes como la totalidad de la plántula (Figura 32 B). Las áreas foliares afectadas presentan un halo clorótico.

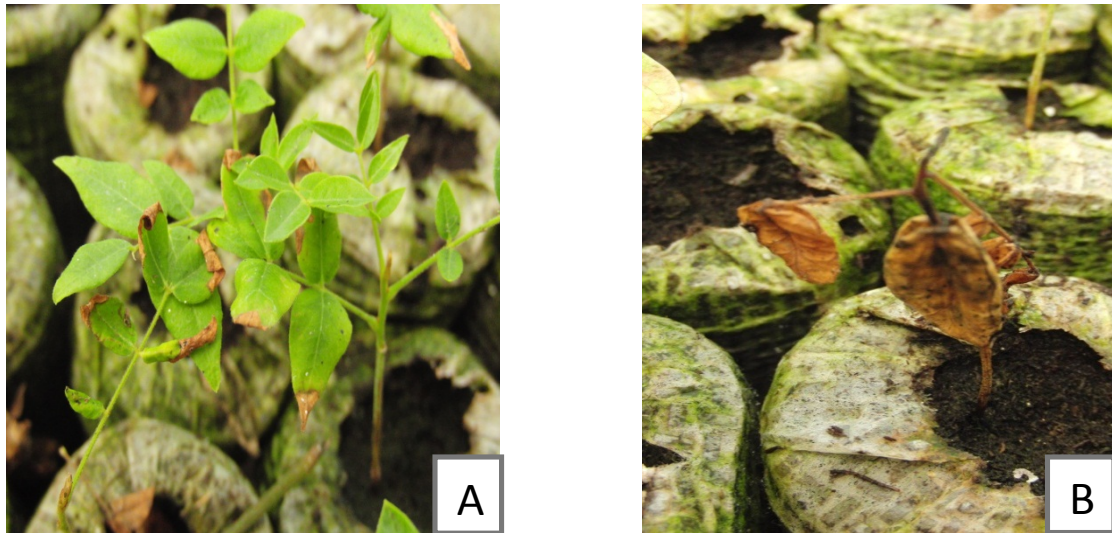


Figura 32. Plantula y follaje de *Acrocarpus fraxinifolia*, afectado por una enfermedad fúngica. A: Follaje de varias plántulas dañado; B: Plántula muerta. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.

DIAGNOSIS

Descripción general:

Agente causal:

Phomopsis sp.

(Sphaeropsidales, Sphaeropsidaceae)

Las estructuras reproductivas son de semicirculares a circulares, de color negro (picnidios) con conidias de dos tipos, alfa (α) y beta (β), los primeros son elipsoidales y los segundos son filiformes a veces con forma de bastón (Cibrián *et al.* 2007).

***Quercus costaricensis* Liebman.**

HOSPEDERO

Nombre común: roble encino

Nombre científico: *Quercus costaricensis* Liebman

Familia: Fagaceae.

VALORACIÓN

Incidencia: Leve

SINTOMATOLOGÍA

Áreas necróticas en algunas hojas del follaje de color pardo claro a oscuro. El tamaño de las áreas afectadas depende de la intensidad del ataque, por lo que hay desde pequeñas hasta tan grandes como la totalidad de la hoja (Figura 33 A). La forma de la lesión es irregular, provocando un enrollamiento del tejido afectado. Se puede observar también una clorosis en las hojas que anteceden a la lesión principal. También se puede presentar como una quema en el ápice de la plántula (Figura 33 B), precediendo a la necrosis de la zona afectada.



Figura 33. Plantas y follaje de *Quercus costaricensis* afectadas por lesiones necróticas. A: Foliolos afectados por necrosis; B: Ápice con quema y enrollamiento del tejido. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.

DIAGNOSIS

Descripción general:

Las manchas necróticas se presentan primeramente de un color café oscuro para luego pasar a café claro (Figura 34 A), presenta una clorosis leve generalizada en el área foliar (Figura 34 B).

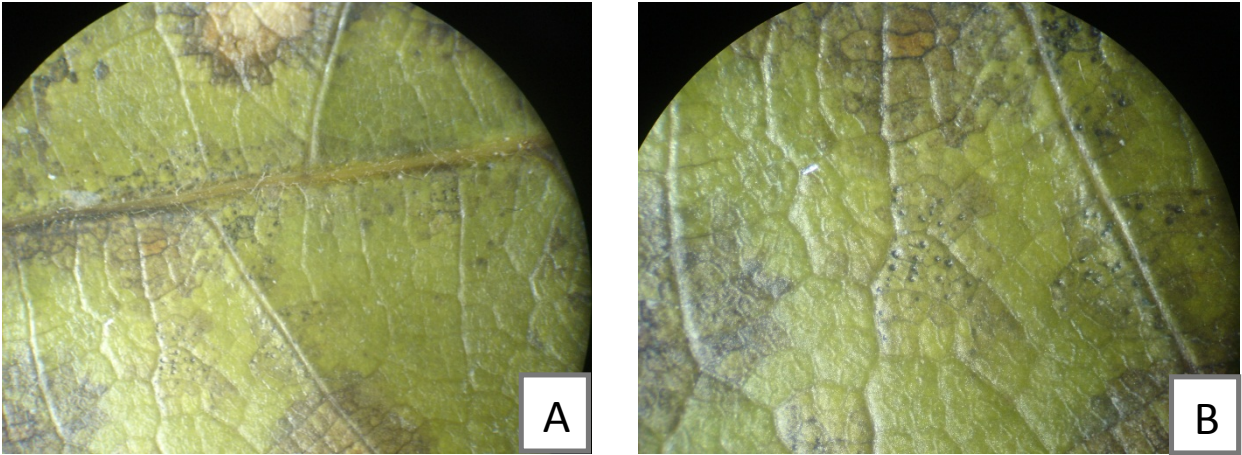


Figura 34. Quema solar presente en las hojas de *Quercus costaricensis*. A: Mancha con centro café oscuro y borde café oscuro; B: Zona de clorosis leve generalizada del foliolo. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.

Agente causal:

Enfermedad abiótica causada por quema solar.

***Tabebuia ochracea* (A. Gentry).**

HOSPEDERO

Nombre común: Cortez amarillo

Nombre científico: *Tabebuia ochracea* (A. Gentry)

Familia: Bignoniaceae

VALORACIÓN

Incidencia: Leve

SINTOMATOLOGÍA

Áreas necróticas de color café oscuro, de diferentes tamaños, con bordes irregulares (Figura 35 A), presenta un anillo amarillo en el tejido cercano a la lesión (Figura 35 B), se pueden observar los crecimientos miceliales y algunos puntos negros en las áreas más afectadas, la infección se expande rápidamente a la totalidad de la planta, produciendo la muerte de la misma.

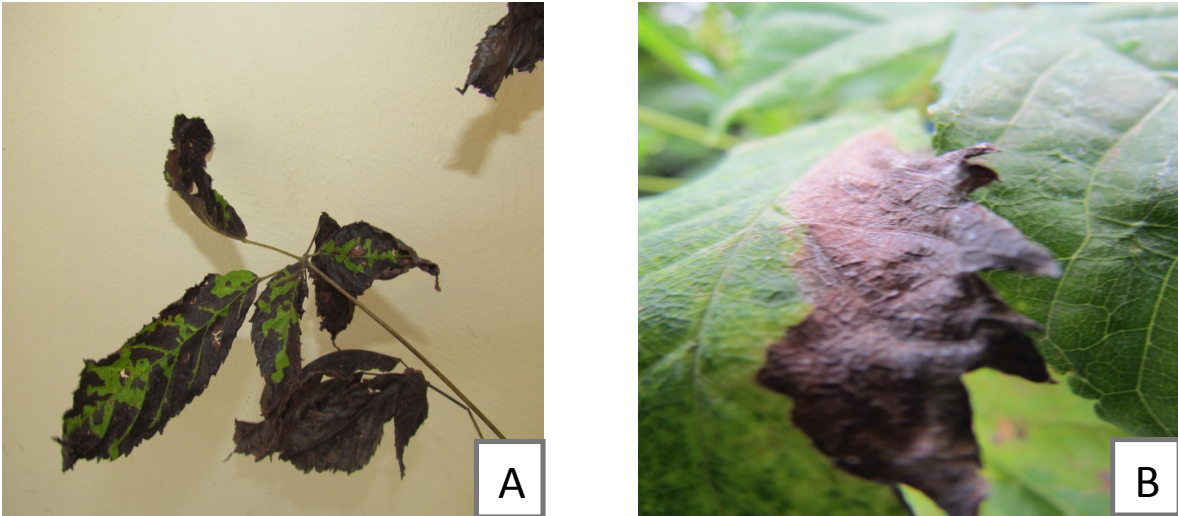


Figura 35. Áreas necróticas presentes en las hojas de *Tabebuia ochracea*. A: Vista general de una hoja afectada; B: Vista con acercamiento a un área necrótica con un anillo clorótico. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.

DIAGNOSIS

Descripción general:

Necrosis grisácea de la lámina foliar (Figura 36), que puede llegar a secar la hoja y producir defoliación. En las zonas necróticas se encuentran los picnidios, los cuales son aislados mediante un raspado.



Figura 36. Afectación de las hojas de *Tabebuia ochracea* por agente fungico, estructuras miceliales blanquesinas en foliolo. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.

Agente causal:

Oidium sp.

(Erysiphales, Erysiphaceae)

Con lupa (35x) (Figura 37 A) se observaron conidióforos hialinos con cadenas de conidios, elevándose perpendiculares a la superficie de la hoja. Los conidióforos son erectos, con célula basal recta seguida por 1 ó 2 células más cortas. Al microscopio (400x) (Figura 37 B) se observaron conidios de forma elipsoide-ovoide a doliformes, muy vacuolados conteniendo corpúsculos de fibrosina conspicuos (Agris, 1996).

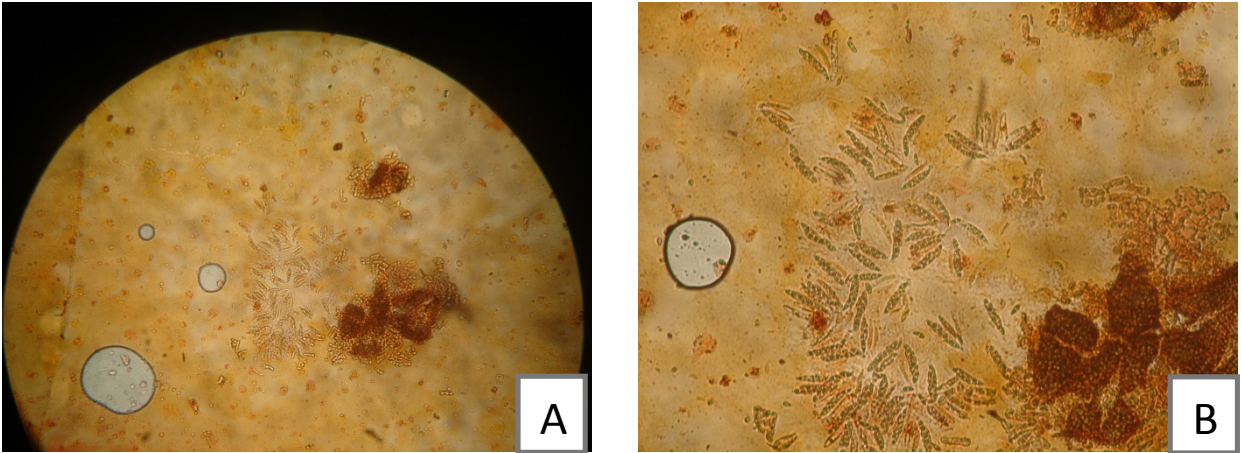


Figura 37. Conidios del agente causal presente en las áreas necróticas de las hojas de *Tabebuia ochracea*. A: Vista de conidios a 35X de aumento; B: Vista con acercamiento de 400X. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.

***Zygia longifolia* (Humb. & Bonpl.) Standley**

HOSPEDERO

Nombre común: zotaballo

Nombre científico: *Zygia longifolia* (Humb. & Bonpl.) Standley

Familia: Fabaceae - Mimosaceae

VALORACIÓN

Incidencia: 90.14%

Severidad: 39.96 %

SINTOMATOLOGÍA

Áreas necróticas de color café (claro y oscuro), presentes en cualquier parte de las hojuelas, con bordes redondeados que generalmente exhiben un color café rojizo (Figura 38 B); De distintos tamaños y formas. En la mayoría de los casos produce una pérdida del tejido hasta llegar a la pérdida total de la hojuela, ápice o inclusive el tallo de la plántula (Figura 38 A).

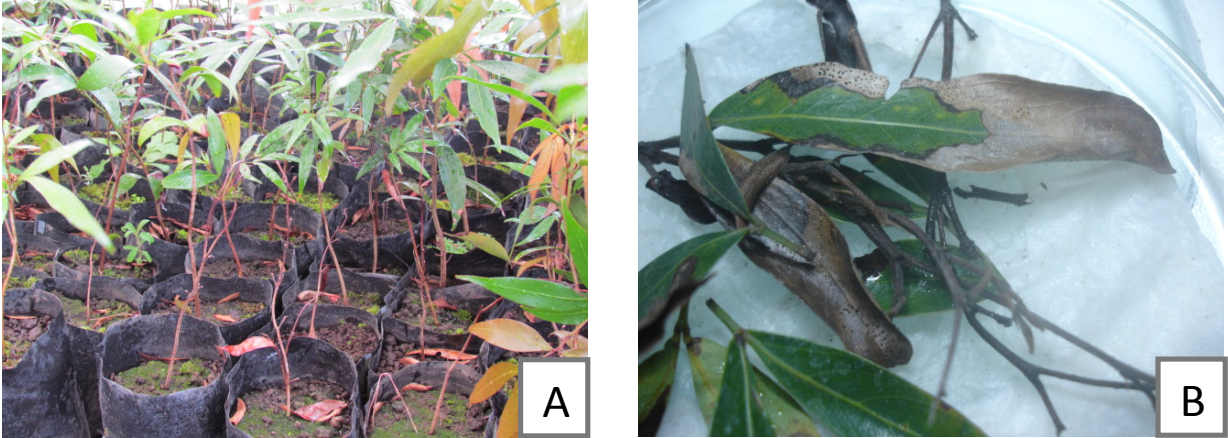


Figura 38. Áreas necróticas presentes en las hojas de *Zygia longifolia*. A: Defoliación de varias plántulas; B: Foliolos afectados con áreas necróticas. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.

DIAGNOSIS

Descripción general:

En la siguiente figura se pueden observar una serie de puntos negros a lo largo de las lesiones, los cuales corresponden a las estructuras reproductivas del agente causal.

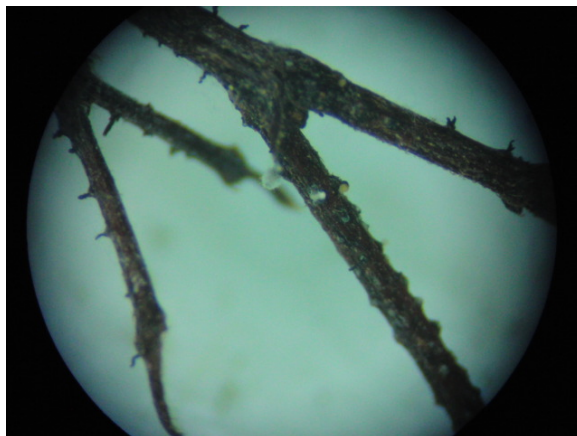


Figura 39. Acercamiento de los acérvulos en área necrótica presente en tallos de *Zygia longifolia*. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.

Agente causal:

Pestalotiopsis sp.

(Xylariales, Amphisphaeriaceae)

En el interior de los acérvulos se encuentran los conidios (Figura 40), los cuales salen de conidióforos cortos y uniformes, de cinco células y de oblongos a clavados. Las tres células centrales son de color café y las dos terminales son hialinas; en uno de los extremos del conidio se observan tres septas divergentes de color claro (Cibrián *et al.* 2007)



Figura 40. Conidios del agente causal presente en las áreas necróticas de las hojas de *Zygia longifolia*. Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.

Conclusiones y recomendaciones

Se enumeran a continuación las conclusiones y recomendaciones con base en las observaciones y resultados obtenidos.

Conclusiones:

- Se obtuvo información confiable y de calidad sobre las diferentes plagas y enfermedades que afectan el desarrollo pleno de las plántulas en su etapa de vivero.
- De todas la especies producidas en el Vivero Forestal Cachí, (42) el 64,28% (27) presenta algún tipo de daño, se identificaron los agentes causales de un 55,55 % (15) de las especies evaluadas.
- Según los datos de severidad obtenidos, el 22,22 % (6) de las especies tiene un daño severo, el 18.51 % (5) moderado y el restante 59.25 % (16) presenta una lesión leve o esporádica.
- El agente causal más común fue *Ascochyta* sp. en cuatro casos, le siguieron *Colletotrichum* sp. y *Pestalotiopsis* sp. en tres casos.
- El tipo de lesión más común encontrado es el área necrótica en el follaje de las plántulas.
- Al realizar la búsqueda de información para fundamentar la investigación se obtiene un conglomerado de fuentes bibliográficas que fueron recopiladas con un alto grado de dificultad; las cuales dan origen a las identificaciones de las plagas y enfermedades que afectan las plántulas en su etapa de vivero, logrando establecer una línea base sobre los problemas fitosanitarios en el Vivero Forestal Cachí del ICE.

Recomendaciones

- Se elaboraron fichas técnicas para la identificación de los síntomas de las plagas y enfermedades que afectan a las 14 principales especies producidas en el Vivero Forestal Cachí del ICE. Con el conjunto de información obtenida de las fichas técnicas se podría elaborar una guía técnica para la identificación efectiva en el campo por sus síntomas de las plagas y enfermedades que afectan a las especies producidas en este vivero.
- Con la implementación de la información recopilada por esta investigación se podría poner en funcionamiento un programa de producción basado en las técnicas desarrolladas por Moore *et al* (2008) y Cibrián (2008) para tener las mejores prácticas productivas en viveros forestales, donde se implementa el Manejo Integrado de Plagas como un componente de suma importancia.

Bibliografía

- Acosta, N; Murace, M; Aprea, A. 2008. Diagnóstico de enfermedades en vivero forestal: resultados preliminares. En Jornadas Forestales de Entre Ríos (XXIII, Concordia, AR) (en línea). Memoria Concordia, AR, INTA. Consultado 29 jun 2010. Disponible en <http://www.inta.gov.ar/concordia/info/Forestales/contenido/pdf/2008/posters08/407.17.ACOSTA.pdf>
- Agrios, GN. 1996. Fitopatología. México, MX, Editorial Limusa. 840 p.
- Almodóvar, W. 2005. Manejo Integrado de Enfermedades en Viveros de Árboles en Puerto Rico. Recinto de Mayagüez, PR, Servicio de Extensión Agrícola, Colegio de Ciencias Agrícolas, Universidad de Puerto Rico.
- Arguedas, M; Rojas, F. 1993. Manejo de Plagas y Enfermedades en Viveros Forestales. Serie Plagas y enfermedades forestales N° 2. Cartago, CR, Centro de Información Tecnológica del Instituto Tecnológico de Costa Rica. 12 p.
- Arguedas, M. 2000b. Problemas fitosanitarios en viveros forestales. Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal (CO). Boletín de Protección Forestal no.6:19-29.
- Arguedas, M. 2006. Diagnóstico de Plagas y Enfermedades Forestales en Costa Rica. En II congreso Latinoamericano IUFRO (2006, La Serena, Chile) Ponencia.
- Arguedas, M. 2007. Plagas y enfermedades forestales en Costa Rica (en línea). KURU: Revista Forestal 4 (11 y 12 especial). Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica. Consultado 2 de oct del 2013. Disponible en <http://www.tec-digital.itcr.ac.cr/servicios/ojs/index.php/kuru/article/view/494/422>
- Arguedas, M. 2008a. Clasificación de síntomas de enfermedades forestales. Primera parte. (en línea). Kuru: Revista Forestal (CR) 5(14). 6 p. Consultado 8 de octubre del 2013. Disponible en http://www.tec.cr/sitios/Docencia/forestal/Revista_Kuru/antiores/antior14/pdf/solucion%206.pdf
-

- Arguedas, M. 2008b. Clasificación de síntomas de enfermedades forestales. Segunda parte. (en línea). Kuru: Revista Forestal (CR) 5(15). 7 p. Consultado 8 de octubre del 2013. Disponible en http://www.tec.ac.cr/sitios/Docencia/forestal/Revista_Kuru/solucion%206.html
- Arguedas, M. 2012. Diagnóstico de Plagas y Enfermedades en Viveros Forestales (entrevista). Cartago, Instituto Tecnológico de Costa Rica (marguedas@itcr.ac.cr)
- Barnett, HL; Hunter, BB. 1972. Illustrated genera of imperfect fungi. Minn, US, Burgess Publishing Company. 241p.
- Boa, E. 2008. Guía ilustrada sobre el estado de salud de los árboles. Reconocimiento e interpretación de síntomas y daños. San Salvador, SV, FAO y OIRSA. 57 p.
- Cibrián, D; Alvaro Rosales, D; García Díaz, SE. 2007. Enfermedades forestales en México. México, MX, Universidad Autónoma Chapingo. 587 p.
- Cibrián, D; García Díaz, L; Macías Don Juan, B. 2008. Manual identificación y manejo de plagas y enfermedades en viveros forestales. Mexico DF, México, SEMARNAT. Comisión Nacional Forestal. 144 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 2005. Guía para la aplicación de normas fitosanitarias en el sector forestal. Estudio FAO: Montes 164. Roma, IT, FAO. 113 p.
- Graham, J.H.; Luttrell, E.S. 1961. Species of *Leptosphaerulina* on Forage Plants (en línea). Fungal database nomenclature and species banks. International Mycological Association. *Phytopathology* 51:680 – 693.
- Hanlin, RT. 1998. Illustrated Genera of Ascomycetes. Volume I. Minnesota, US, APS Press. 264 p.
- Hanlin, RT. 1998. Illustrated Genera of Ascomycetes. Volume II. Minnesota, US, APS Press. 260 p.

- Holdridge, L.R. Poveda, L.J. 1975. Árboles de Costa Rica. Vol I. San José, Costa Rica. Centro Científico Tropical (CCT). 546 p.
- Moore, B A; Allard, G. 2008. Documentos de trabajo sobre sanidad y bioseguridad forestal. Roma, Italia. División de Ordenación Forestal, Departamento Forestal, FAO. 255 p.
- Quirós R; Hernández O. 2013. Contribución del programa forestal del ICE para mitigar efectos del cambio climático. Subgerencia gestión Administrativa, Dirección Administrativa de Bienes Inmuebles, Proceso Manejo de Propiedades. Instituto Costarricense de Electricidad. San José, Costa Rica
- Rojas, F. 2006. Viveros forestales. San José, CR, EUNED. 48 p.
- Sánchez, P; Poveda, L.J. 1997. Claves dendrológicas para la identificación de los principales árboles y palmas de la zona norte y atlántica de Costa Rica. San José. Costa Rica. ODA. 160 p.
- Serrada, R. 2000. Apuntes de Repoblaciones Forestales. FUCOVASA. Madrid, España. 10 p.
- Sprague. 1950. Diseases of North American Grasses and Cereals; Sampson & Western, 1954. Diseases of British Grasses and Herbage Legumes. 32 p.
- Torres, G; Rojas, F; Carvajal, D; Arguedas, M. 2011. Reproducción de especies arbóreas y arbustivas para la región central de Costa Rica. GERMINAR 2. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago. Costa Rica. CD.
- Uniprot (Universal Protein Resource/ Unión de European Bioinformatics Institute (EMBL-EBI), SIB Swiss Institute of Bioinformatics y Protein Information Resource (PIR)). 2002. Base de datos(en línea). Hinxton, Cambridge, United Kingdom. Consultado 11 nov 2013. Disponible en www.Uniprot.org/Taxonomy
- Zamora, N; Jiménez, Q; Poveda, L.J; Aragón, C. 2000. Árboles de Costa Rica. Vol II. Heredia, Costa Rica. Instituto Nacional de Biodiversidad, INBio. 350 p.

Zamora, N; Jiménez, Q; Poveda, LJ; Aragón, C. 2003. Árboles de Costa Rica. Vol III.
Heredia, Costa Rica. Instituto Nacional de Biodiversidad, INBio. 552 p.

Anexo 1:

Listado de especies y cantidades producidas en el Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago,
Costa Rica 2013.

Lista total de especies presentes en el diagnóstico fitosanitario realizado en el Vivero Forestal ICE, Cachí, Cartago, Costa Rica 2013.

Nombre común	Nombre científico	Cantidad de plantas
Acacia	<i>Acacia mangium</i>	1295
Amarillón	<i>Terminalia amazonia</i>	2000
Aguacatillo	<i>Nectandra nitida</i>	1500
Almendra de montaña	<i>Dipterix panamensis</i>	3500
Caña fístula	<i>Casia fistula</i>	1000
Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	1000
Cas	<i>Psidium friedrichsthalianum</i>	1350
Cedro rosado bailarina	<i>Acrocarpus fraxinifolia</i>	1000
Cedro Dulce	<i>Cedrela tonduzii</i>	7500
Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>	400
Cenízaro	<i>Samanea saman</i>	8000
Ciprés	<i>Cupressus lusitanica</i>	2700
Cocobolo	<i>Dalbergia retusa</i>	720
Corteza amarilla	<i>Tabebuia chrysantha</i>	200
Corteza morado	<i>Tabebuia impetiginosa</i>	800
Cupania	<i>Cupania costarricensis</i>	660
Dama	<i>Citharexylum caudatum</i>	10000
Eucalipto	<i>Eucaliptus deglupta</i>	7200
Fruta dorada	<i>Virola kochnyi</i>	2965
Guanacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	480
Guapinol	<i>Hymenaea coubaril</i>	2200
Guachipelín	<i>Diphysa robinoides</i>	1700
Guarumo	<i>Cecropia peltata</i>	190
Guijarro	<i>Stemmadenia obovata</i>	330
Jául	<i>Alnus acuminata</i>	1000
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	2000
Laurel muñeco	<i>Cordia bicolor</i>	5600
Lorito	<i>Cojoba costarricense</i>	7600
Malinche	<i>Delonix regia</i>	280
Murta	<i>Myrcia oerstediana</i>	9600
Pilón	<i>Hieronyma oblonga</i>	200
Pino	<i>Pinus ocarpa</i>	500
Roble Coral	<i>Terminalia bucidoides</i>	300
Roble sabana	<i>Tabebuia rosea</i>	400
Roble encino	<i>Quercus costaricensis</i>	1600
Roble negro	<i>Quercus brenesii</i>	50
Ron ron	<i>Astroniun graveoles</i>	1000
Teca	<i>Tectona grandis</i>	1600
Tucuico	<i>Ardisia pleurobotrya</i>	2200
Trueno	<i>Ligustrum vulgare</i>	5000
Uruca	<i>Trichilia havanensis</i>	5000
Zotacaballo	<i>Zygia longifolia</i>	5000
Total 42 especies		Total plantas 107620

Anexo 2:

Manejo Integrado de Plagas (Cibrián *et al.* 2008)

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS (MIP) EN VIVEROS

Concepto de plaga

Antes de presentar el concepto de MIP, es necesario definir el término plaga y recomendar al viverista que acepte una definición amplia del término. Para esta publicación se acepta que: "plaga es una población de organismos, ya sean: insectos, hongos, bacterias, nematodos, plantas parásitas, y animales vertebrados que causan daños inaceptables a las plantas que se producen en el vivero". Se previene al lector que en muchos textos encontrará los términos plagas y enfermedades, referidos los primeros a insectos y los segundos a patógenos como hongos, bacterias y nematodos.

Concepto de enfermedad.

Este término, ampliamente usado en la fitosanidad, se refiere a una condición de salud adversa, en este caso de semillas o de plantas en desarrollo dentro del vivero, derivada de la acción de un agente causal, ya sea de origen biótico o abiótico, dicho agente es identificable y genera síntomas, los cuales son las manifestaciones de la planta enferma. En el caso de enfermedades causadas por organismos se presentan signos, los cuales son evidencias del organismo causante de enfermedad.

Concepto de MIP

El concepto de manejo integrado de plagas (MIP) es de gran utilidad para el viverista, le ayuda a tomar las mejores decisiones sobre la prevención y manejo de plagas y enfermedades en el vivero; por ello se ofrece la siguiente definición:

"Manejo integrado de plagas en los viveros, se refiere a: "la utilización de varias tácticas, las cuales conforman una estrategia óptima que logre reducir las poblaciones de organismos plaga a niveles tolerables, de acuerdo con niveles de daño económico, ecológico y social", este conjunto de tácticas o estrategia debe formar parte del manejo de la planta en el vivero y las acciones deben ser planeadas en el programa anual de actividades.

Para realizar MIP se requiere tener disponible la información sobre varios aspectos, entre ellos a los siguientes:

1. Conocimiento de la identidad y ciclo biológico de las especies plaga.
2. Conocimiento de los factores que regulan las poblaciones de plagas
3. Conocimiento de los hospedantes, especialmente sobre cultivo, susceptibilidad, tolerancia y resistencia.
4. Conocimiento sobre métodos de monitoreo y evaluación.
5. Conocimiento sobre la importancia de las especies plaga.
6. Análisis costo-beneficio de aplicación de tratamientos.
7. Conocimiento de tácticas y estrategias de prevención y control.

Conocimientos sobre la identidad y el ciclo biológico de las especies plaga.

Se refiere a tener identificadas a nivel de especie a los organismos que afectan a las plantas del vivero; para ello, el viverista debe estar capacitado en la detección y el diagnóstico; conocer el nombre, ya sea nombre común o nombre científico, del organismo plaga es básico para reconocer el ciclo biológico y las fechas en que ocurren los diferentes estados de desarrollo del organismo; con esta información se generan los calendarios de acciones de prevención y control.

Conocimiento de los factores que regulan las poblaciones de plagas.

Se refiere a conocer a los organismos que hacen control biológico de los insectos y patógenos; también sobre sus requerimientos para que ejerzan su función de manera óptima. En este aspecto el viverista debe saber identificar a los enemigos naturales; por ejemplo, debe conocer cuales insectos son depredadores o parasitoides; así como otros factores no fácilmente visibles, como patógenos de los insectos o factores climáticos que afecten a las plagas.

Conocimiento de los hospedantes, especialmente sobre cultivo, susceptibilidad, tolerancia y resistencia.

Reconocer que plantas vigorosas son menos atacadas que plantas débiles es de gran importancia para el viverista; desde el punto de vista de salud es importante identificar características que aumentan la resistencia de las plantas especialmente aspectos nutricionales y en ocasiones genéticos.

Conocimiento sobre métodos de monitoreo y evaluación.

En algunas ocasiones es necesario saber como y cuando muestrear para tomar decisiones de control. Manejar métodos prácticos para tomar decisiones sobre prevención

y control es de gran importancia. En este manual, el viverista encontrará recomendaciones de evaluación para los insectos y patógenos de mayor importancia.

Conocimiento sobre la importancia de las especies plaga.

Es relevante para el viverista saber que importancia reconocida tienen las especies que afectan al vivero; esto le servirá para dar prioridad de atención a ciertos grupos de plagas.

Análisis costo-beneficio de aplicación de tratamientos.

Elementos de información que permiten tomar las mejores decisiones para reducir los costos de tratamientos al mismo tiempo que se asegura la eficiencia de ellos.

Conocimiento de tácticas y estrategias de prevención y control.

Conocimiento de gran importancia, junto con los anteriores, le permite al viverista estar preparado para prevenir y remediar contingencias. Las tácticas de control son varias y se pueden organizar de acuerdo a su naturaleza; en este manual se identifican tácticas basadas en: control químico, control biológico, control mecánico y control cultural.

Control químico.

Se refiere al uso de plaguicidas, ya sean insecticidas, fungicidas, bactericidas, nematocidas, moluscocidas o herbicidas.

Plaguicida

Para esta publicación se acepta que plaguicida es: Cualquier sustancia o mezcla de sustancia de origen natural o sintético, que se destina a prevenir, controlar o destruir cualquier plaga que interfiera con la producción agropecuaria y forestal

Clasificación de Plaguicidas

Los plaguicidas pueden agruparse o clasificarse de muchas maneras, pero comúnmente ellos se clasifican de acuerdo a:

- I. Su destino (las plagas que controlan)
- II. Modo de acción (la forma en que controlan la plaga)
- III. Su estructura química o grupo químico
- IV. Grado de toxicidad
- V. Época de aplicación
- VI. Tipo de formulación
- VII. Por su persistencia en el ambiente
- VIII. Plaguicidas biológicos
- IX. Plaguicidas orgánicos

I. Clasificación por destino o tipo de plaga que controlan

Los plaguicidas a menudo se agrupan de acuerdo al tipo de plaga que controlan. Aquí se muestran algunos ejemplos de grupos de plaguicidas clasificados por las plagas que controlan:

- a) Acaricidas, controla ácaros, algunos insecticidas también controlan a este grupo de organismos.
- b) Bactericidas. Controla bacterias.
- c) Fungicidas. Controla o previenen hongos.
- d) Insecticidas. Controla insectos.

- e) Herbicidas. Controla las malezas o malas hierbas.
- f) Molusquicidas. Controla caracoles y babosas.
- g) Nematicidas. Controla nematodos.
- h) Rodenticidas. Controla roedores.

II. Clasificación por el mecanismo de acción

Los plaguicidas también pueden clasificarse por su modo de acción, es decir, la forma en que actúan o atacan la plaga.

Plaguicidas de contacto: actúan por contacto directo. En el caso de las plantas, los herbicidas de contacto sólo afectan o destruyen la superficie de estas que son pulverizadas. En el caso de los insectos, estos son eliminados cuando se hace una aspersión de insecticida directamente sobre ellos o cuando ellos entran en contacto o se desplazan por las superficies tratadas. En el caso de los fungicidas, estos afectan solamente las infecciones fungosas con las que entran en contacto y protegen aquellas partes de la planta con las cuales entran en contacto o que la cubren. En este tipo de plaguicidas es muy importante lograr un buen cubrimiento de las áreas a tratar durante la aplicación.

Plaguicidas Sistémicos: actúan mediante movimiento a través de las plantas tratadas (translocación). El producto es aplicado al follaje o al suelo y es absorbido, respectivamente por las hojas o la raíz, para ser transportado por el sistema vascular de la planta. En el caso de las plantas que reciben sólo una aplicación parcial, estas morirán a medida que el herbicida sistémico se mueva dentro de la planta hasta llegar a las áreas no tratadas de las hojas, tallos o raíces. En los insectos la acción sistémica se produce cuando el producto es absorbido por las plantas y luego el insecto es intoxicado al alimentarse de ella. En el caso de los fungicidas

sistémicos, estos pueden proteger al cultivo previniendo el desarrollo del patógeno, así como también matando al causante de la enfermedad.

Plaguicidas por inhalación: actúan a través del sistema respiratorio del insecto. Los fumigantes son plaguicidas que entran a través del sistema respiratorio del organismo. Ellos pueden ser aplicados como gases tóxicos o también como sólidos o líquidos, los cuales producen gases tóxicos. El gas penetra por los espacios existentes entre los productos almacenados. Se utilizan principalmente para el control de insectos en granos y otros alimentos almacenados o en fumigación al suelo.

Por ingestión directa: En el caso de los insectos, la plaga es controlada una vez que se alimenta del follaje tratado.

Plaguicidas de acción protectora: Ejercen su acción específicamente en el lugar donde son aplicados. Su acción es preventiva. En el caso de los fungicidas, su presencia en la planta, previene ya sea la producción de esporas o el crecimiento del hongo, protegiendo a la planta de la acción del patógeno.

Plaguicidas de acción repelente: Es una acción preventiva donde el daño se previene haciendo el cultivo poco atractivo, por olor o sabor, para insectos, aves o roedores.

Plaguicidas de acción erradicante: El producto puede destruir o detener la acción de un patógeno ya establecido en la planta pudiendo ser también denominada su acción como retroactiva, ej.: fungicida inhibidor de esteroides en el control del hongo *Venturia* en manzano, que pueden aplicarse hasta cuatro días después de haberse producido las condiciones para la infección.

III. Clasificación de acuerdo a grupos químicos.

Compuestos inorgánicos: Carecen de carbono. El Catálogo Oficial de Plaguicidas sólo considera los derivados de aluminio, azufre, cobre y zinc. Pueden ser insecticidas, fungicidas, nematocidas, bactericidas o herbicidas.

Compuestos orgánicos. Contienen átomos de carbono en su estructura química, la mayoría son de origen sintético. Algunos son extraídos de plantas. A continuación se presenta una síntesis de los grupos toxicológicos de plaguicidas.

Plaguicidas organodorados: Generalmente actúan por contacto o por ingestión y tienen una prolongada actividad residual. En muchos países su uso está prohibido, excepto el endosulfán, por su larga persistencia en el ambiente y por su tendencia a acumularse en el tejido graso de seres humanos y animales, se recomienda al viverista ya no utilizar este grupo de plaguicidas.

Plaguicidas derivados del ácido fosfórico (organofosforados): La mayoría de los plaguicidas en este grupo son insecticidas. Se caracterizan por presentar una corta persistencia en el suelo y en alimentos. Este grupo contiene algunos de los plaguicidas más tóxicos para seres humanos y animales. Pueden actuar por contacto, sistémicos o inhalantes.

Plaguicidas derivados del ácido carbámico (carbamatos): Este grupo incluye insecticidas, fungicidas y herbicidas. La mayoría tiene una corta persistencia en el medio. El riesgo asociado a ellos para los seres humanos y animales es generalmente bajo en los fungicidas y herbicidas, pero alto para los insecticidas. Los insecticidas carbamatos son inhibidores reversibles de la Colinesterasa. Poseen una

acción biológica similar a la de los productos organofosforados.

Piretroides: En términos generales poseen una baja toxicidad a mamíferos. Su acción es por contacto, ingestión o repelente.

- Cloronicotinilos
- Avermectinas
- Derivados del Neem

IV. Clasificación toxicológica (grado de toxicidad del plaguicida)

Bandas toxicologicas de plaguicidas

<p>I EXTREMADAMENTE TOXICO (se refiere a que solo se necesita menos de 0.2 ppm por kg de peso para causar intoxicación en vertebrados)</p>
<p>II ALTAMENTE TOXICO</p>
<p>III MODERADAMENTE TOXICO</p>
<p>IV LIGERAMENTE TOXICO</p>

V. Clasificación de acuerdo a la época de aplicación

presiembr a o pretrasplante: El producto es incorporado al suelo con el último rastraje previo a la siembra o trasplante.

preemergencia: El producto es aplicado después de la siembra, pero antes de la emergencia del cultivo.

postemergencia: El producto es aplicado después de que las malezas hayan emergido del suelo o después que el trasplante ha sido efectuado.

VI. Clasificación de acuerdo a su formulación

- a) Formulaciones sólidas: Sólido técnico, Polvo técnico, Polvo, Polvo humectable, Polvo soluble, Gránulos Dispersables, entre otras.
- b) Formulaciones líquidas: Líquido técnico, Concentrado emulsionable, Líquido soluble, Líquido miscible, Solución acuosa, entre otras.
- c) Formulaciones gaseosas: Son gases licuados o comprimidos

VII. Por su persistencia.

Se clasifican de acuerdo al tiempo que requieren para descomponerse en sustancias no dañinas a los organismos que controlan y son:

Ligeramente Persistentes. Menos de 4

semanas. Ejemplos: Carbaryl

Poco Persistentes. De 4 a 26 semanas.

Ejemplos: Carbofurán y Diclorvos

Moderadamente persistentes. De 27 a 52

semanas. Ejemplos:

Altamente persistentes. Más de 1 año y

menos de 20. Ejemplos: Aldrín, DDT, Dieldrín y Endrín.

Permanentes. Más de 20 años. Cloruro de etilmercurio.

Se sugiere al viverista utilizar plaguicidas ligeramente persistentes.

VIII. Plaguicidas biológicos:

Tienen como base a cuerpos reproductores de bacterias, hongos, nematodos y virus, o sus metabolitos; son de uso variado desde amplio espectro, como los hongos entomopatógenos hasta específicos como las bacterias. Como ejemplo están los hongos *Beauveria bassiana*, *Metarrhizium anisopliae* y *Paecilomyces*. La bacteria *Bacillus thuringiensis* es muy conocida por su especificidad para controlar larvas de lepidópteros. El hongo *Trichoderma*, con varias especies, es un controlador de otros hongos y recientemente ha demostrado

excelentes cualidades en el control de hongos pudridores de raíz en los viveros. Se sugiere a viverista capacitarse en el uso de estos plaguicidas y reconocer que ellos representan una verdadera opción de manejo preventivo y curativo.

IX. Plaguicidas orgánicos:

En la actualidad se sugiere utilizar productos de baja persistencia en el ambiente, con mínima toxicidad a vertebrados y otros organismos no objetivo, con alta especificidad hacia la plaga y de mínimo impacto a enemigos naturales. Lo anterior, ha llevado a reducir el espectro de productos y ha contribuido a que en este manual se hagan recomendaciones específicas por organismo. El viverista encontrará productos que reúnen los criterios arriba expuestos.

Fungicidas

Fungicida es un producto químico utilizado para eliminar o evitar el desarrollo de los hongos como todo producto químico, debe

ser utilizado con precaución para evitar cualquier daño a la salud humana, de los animales y del medio ambiente.

Fungicidas inorgánicos

Son los compuestos más antiguos, remontándose su uso desde fines del siglo XIX. Si bien su utilización ha mermado por la utilización de productos orgánicos, aun no han sido sobre pasados en todas sus aplicaciones. Encontramos: compuestos azufrados y compuestos cúpricos

Fungicidas orgánicos

Comenzaron a desarrollarse en 1934, siendo más efectivos y menos tóxicos que los inorgánicos. Permitieron resolver problemas que los fungicidas clásicos salvaban de modo parcial. Algunas de las familias que pertenecen a este grupo son: Carbamatos, Dicarboximidias, compuestos orgánicos de cobre, Bencimidazoles, Triazoles, Estrobilurinas, etc.

Grupos químicos de fungicidas

- | | |
|-------------------------|------------------|
| Benzimidazoles | Organoestanosos |
| Acylaninas | Organofosforados |
| Aromáticos sustituidos | Oxatinas |
| Dicarboxamidas | Piperazinas |
| Dinitrofenoles | Pirimidinas |
| Ditiocarbamatos | Quinonas |
| Estrobilurinas | Tiazoles |
| Fenilamidas | Triazinas |
| Imidas | Triazoles |
| Nitrogenados alifáticos | Organoestanosos |

El control biológico se refiere al uso de enemigos naturales, ya sean depredadores, parasitoides o patógenos, para mantener la densidad de población de otro organismo a un promedio mas bajo que el que existiría en su ausencia. Consiste en la aplicación de técnicas compatibles con la conservación del medio ambiente mediante el uso de los enemigos naturales de las plagas que, actuando de un modo natural, controlan el nivel poblacional de las especies plaga sin ocasionar problemas de contaminación ni de residuos.

Dentro de los organismos que se utilizan actualmente en el control biológico de insectos y hongos se encuentran: Insectos parasitoides

y depredadores; Nematodos entomopatógenos; hongos antagonistas y entomopatógenos; y bacterias antagonistas y entomopatógenas.

Como se puede apreciar, para el manejo de una plaga se requiere de gran cantidad de información, que sólo se logra con investigación de calidad y buen soporte presupuestal. Lo anterior es restrictivo para una gran cantidad de plagas de importancia local o que participan, a manera de complejo, con otras especies. Sin embargo, el viverista debe adoptar el concepto de MIP y poco a poco recopilar la información necesaria para lograr métodos ecológicamente más aceptables.

Se enlistan algunos plaguicidas que se utilizan para el control de plagas y enfermedades cabe hacer la aclaración que esta lista es una sugerencia; el producto, equipo de aplicación y dosis a utilizar deberán ser proporcionadas por el especialista autorizado para la realización de esta actividad; asimismo se puntualizan los principales pasos de un buen uso y manejo de plaguicidas.

Cuadro con hongos entomopatógenos, bacterias entomopatógenas, hongos antagonistas.

Organismo benéfico	Organismos objetivo	Características
Beauveria bassiana	Insectos en general	Producto comercial, de contacto
Metarrhizium anisopliae	Insectos en general	
Paecilomyces	Insectos en general, pero más efectivos contra chupadores de savia	
Bacillus thuringiensis	Larvas de lepidóptera, algunas cepas son selectivas a mosquitos, coleópteros e himenópteros.	Producto que actúa por ingestión
Trichoderma	Hongos en amplio sentido, incluyendo Oomycota, Ascomycota y Basidiomycota	Por contacto
Bacillus subtilis	Hongos en amplio sentido, también bacterias fitopatógenas.	Por contacto

Cuadro. Insectos útiles al viverista, son enemigos naturales de insectos plaga.

Orden Familia	Estado que depreda	Orden de presa
Hemiptera		Varias
Anthocoridae	Inmaduro + Adulto	Varias
Lygaeidae	Inmaduro + Adulto	
Nabidae		
Pentatomidae (Asopinae)	Inmaduro + Adulto	Hemiptera, Lepidóptera, Coleóptera, Acari.
Reduviidae	Inmaduro + Adulto	Hemiptera, Lepidóptera, Acari
Neuróptera	Inmaduro + Adulto	Hemiptera, Lepidóptera
Chrysopidae	Inmaduro + Adulto	Lepidóptera, Coleóptera
Hemerobiidae	Inmaduro + Adulto	Acari
Coleóptera		
Carabidae	Adulto	Varias
Staphylinidae	Inmaduros + Adulto	
Histeridae		
Coccinellidae		Hemiptera, Lepidóptera,
Lampyridae	Inmaduros + Adulto	Thysanoptera, Acari
Cleridae	Inmaduros + Adulto	Hemiptera, Lepidóptera
Trogositidae		
Diptera	Inmaduros + Adulto	Díptera, Coleóptera
Cecidomyiidae	Inmaduros	Hemiptera, Lepidóptera
Dolichopodidae	Inmaduros + Adulto	Mollusca
Syrphidae	Inmaduros + Adulto	Lepidóptera, Coleóptera
Chaemyiidae	Inmaduros + Adulto	Acari
Hymenóptera	Inmaduros	Coleóptera
Sphecidae	Inmaduros + Adulto	Coleóptera
Vespidae	Inmaduros	
Formicidae	Inmaduros	Hemiptera, Thysanoptera, Acari
Araneae		Varias
Acari	Adulto	Hemiptera
Phytoseiidae		Hemiptera

Anexo 3:

Buenas prácticas de ordenación de viveros forestales que minimizan la presencia de plagas y enfermedades según Moore (2008).

- Asegure las mejores condiciones de cultivo posibles (por ejemplo, nutrientes, agua, luz, espaciado adecuado y control de malezas) para que las plantas crezcan con salud, vigor y resistencia.
- Obtenga o recoja semillas de árboles de buena calidad y de características genéticas superiores; utilice semillas de plantación de varias fuentes para incrementar la diversidad genética; utilice semillas certificadas siempre que sea posible y almacene las semillas en condiciones que reduzcan el ataque; compruebe las semillas antes de plantarlas para asegurarse que presentan buenas características de germinación y buen estado sanitario; y aplique tratamientos a las semillas, si es necesario. Si es posible, determine la resistencia a las principales plagas y enfermedades del país, multiplique y distribuya los rodales resistentes.
- Sitúe el vivero forestal en el que se producen las plantas alejado de los circuitos comerciales, para prevenir la contaminación y la consiguiente dispersión de plagas y enfermedades por el país. Aísle el nuevo material de plantación de las principales zonas de cultivo, de manera que se puedan monitorear las plagas y enfermedades sin que exista riesgo de dispersarlas a todo el vivero.
- Mantenga registros adecuados que permitan identificar las fuentes del material de producción, así como el lugar donde se cultiva y trasplanta, de manera que se pueda rastrear cualquier fuente de infestación o infección.
- Utilice suelo o un medio de cultivo inerte libre de insectos, patógenos y semillas de maleza.
- Trate el suelo si es necesario para matar las plagas y enfermedades antes de plantar.

- Establezca sistemas de monitoreo que permitan detectar tempranamente las plagas y enfermedades. Utilice trampas adhesivas para detectar la presencia de plagas de insectos y trampas de esporas para detectar esporas de hongos.
- Tome medidas inmediatamente si detecta plagas y enfermedades.
- Utilice métodos adecuados de control preventivos de tipo silvícola, químico o biológico.
- Asegúrese de que el agua de riego está libre de patógenos y otros contaminantes, como plaguicidas, especialmente si la fuente del agua es un estanque en el que se acumula el agua de terrenos infectados o tratados o si se sospecha que la fuente está contaminada. Se pueden instalar sistemas simples de filtración para desinfectar el agua infectada.
- Intente no dejar húmedas las hojas, especialmente cuando riegue por la noche, ya que ello facilita que los patógenos infecten las plantas. El riego por goteo (en vez de por aspersión) puede ayudar a mantener las hojas secas.
- Instale pantallas o redes en las instalaciones de producción de plantas para evitar la entrada y dispersión de los insectos.
- Inspeccione los materiales antes de transportarlos para asegurarse de que las plantas están libres de plagas y enfermedades.
- Los responsables de los viveros deberían notificar a la ONF o a los funcionarios pertinentes el hallazgo de cualquier plaga o enfermedad desconocida, importante o reglamentada.
- Establezca un esquema de rotación de cultivos para evitar problemas de plagas o enfermedades recurrentes; asegúrese de que los cultivos alternos no son susceptibles.

- En las áreas infestadas, limite la entrada de visitantes para reducir el riesgo de que las plagas y los patógenos se desplacen en su ropa y calzado. También deberían considerarse medidas que limiten la entrada de animales y aves.
- Limpie (elimine completamente todo el material vegetal y de suelo de todas las superficies y grietas) y, si es necesario, desinfecte todas las herramientas, calzado y equipos antes de entrar en el área del vivero y después de salir de ella, especialmente si hay algún patógeno presente. Limpie y desinfecte las herramientas que se utilizan dentro del vivero para operaciones diferentes antes y después de su utilización.
- Elimine el suelo y los medios de cultivo infestados con cuidado para no contaminar otras plantas ni otros suelos.
- Recoja y elimine plantas muertas y los desechos de cada semana para reducir la probabilidad de infestación. Destruya o desinfecte los desechos vegetales infestados mediante quema, compostaje o tratamiento térmico, a fin de matar la plaga o enfermedad. Si se opta por el compostaje, asegúrese de que se alcanza una temperatura suficientemente alta para matar la plaga o patógeno.
- Entierre a gran profundidad (2 m) los desechos vegetales que no se puedan destruir o desinfectar por otros medios.