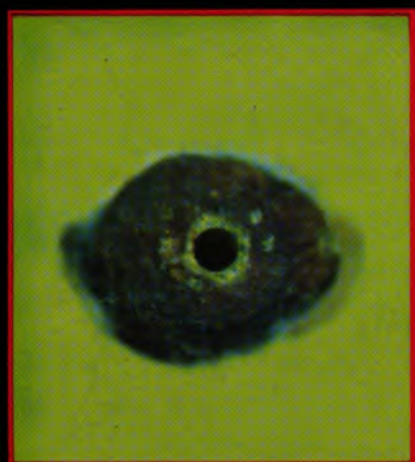


CATIE  
ST  
MT-25

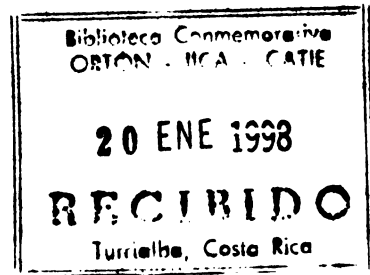
# Ases de Semillas Forestales en América Central y el Caribe



**CATIE**

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA

Serie Técnica.  
Manual Técnico no. 25

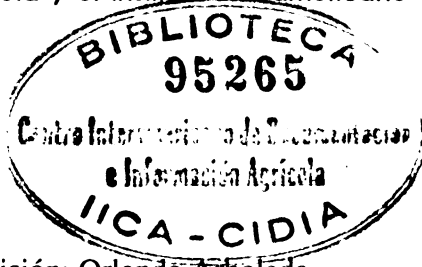


# **“ PLAGAS DE SEMILLAS FORESTALES EN AMERICA CENTRAL Y EL CARIBE**

**CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA**  
Turrialba, Costa Rica  
1997

CATIE  
ST  
MT-25

El CATIE es una asociación de carácter civil, sin fines de lucro, autónoma, de carácter internacional, cuya misión es mejorar el bienestar de la humanidad, aplicando la investigación científica y la enseñanza de postgrado al desarrollo, conservación y uso sostenible de los recursos naturales. El Centro está integrado por miembros regulares y miembros adherentes. Entre los miembros regulares se encuentran: Belice, Costa Rica, Colombia, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, República Dominicana, República de Panamá, Venezuela y el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).



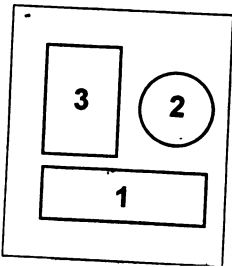
© 1997 CATIE

Edición y Supervisión: Orlando Arboleda

Esta guía fue preparada como parte de una consultoría auspiciada por PROSEFOR/DANIDA/CATIE. La consultora Marcela Arguedas, del Centro de Protección Forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica, es totalmente responsable de la Información incluida en este documento.

634.9562  
A694 Arguedas, Marcela  
Plagas de semillas forestales en América Central y el Caribe  
/ Marcela Arguedas. -- Turrialba, C.R. : CATIE, 1997.  
120 p. ; 27 cm. -- (Serie técnica. Manual técnico, no. 25)  
  
ISBN 9977-57-284-4  
  
1. Semillas forestales – Plagas – América Central 2. Semillas forestales – Plagas – Caribe I. CATIE II. Título III. Series

Portada



1. Daño en semillas de encino (*Quercus* sp.) por *Curculio* sp.
2. Semillas de chanco blanco (*Vochysia guatemalensis*) sometidas a cámara húmeda para la identificación de patógenos superficiales.
3. Daño en frutos de pilón (*Hieronyma alchomeoides*) por larvas de avispas (*Eurytomidae*)

# CONTENIDO

PRESENTACION	v
PROLOGO	vi
AGRADECIMIENTOS	vii
INTRODUCCION	viii
I. PROBLEMAS FITOSANITARIOS EN ESTRUCTURAS REPRODUCTIVAS	
INSECTOS	1
Características	1
Reconocimiento de adultos	4
Reconocimiento de formas inmaduras	7
MICROORGANISMOS	8
Hongos	8
Bacterias	11
Virus	11
Nematodos	11
VERTEBRADOS	12
AGENTES ABIOTICOS	13
Condiciones climatológicas	13
Deficiencias nutricionales	13
CONDICIONES FISIOLÓGICAS	13
II. DETECCIÓN DE DAÑOS	
MORFOLOGÍA GENERAL DE LA SEMILLA	15
TIPOS DE DAÑOS	16
DAÑOS POR VERTEBRADOS	16
DAÑOS POR INSECTOS Y ACAROS	16
Aborto de flores y frutos	16
Destrucción de tejidos internos de las semillas	17
Barrenamiento de frutos y semillas	17
Agallas	19
Minas	19
DAÑOS POR MICROORGANISMOS	19
Esterilidad de flores	19
Aborto de flores y frutos	19
Putrefacción de flores y frutos en el árbol	20
Deformación de frutos	21
Descomposición o putrefacción de la cubierta seminal	22

Decoloraciones de la cubierta seminal	22
Reducción de tamaño y merma de semillas	22
Pudrición de los tejidos internos	23
Mal de talluelo	23
Esclerotización y estromatización	24
Producción de micotoxinas	24
Transmisión de patógenos	25
DAÑOS DURANTE LA MANIPULACIÓN	25
Daños mecánicos externos	25
Daños en los tejidos internos	25
Muerte de las semillas	25
DIAGNOSTICO	26
INSECTOS Y ACAROS	26
Crianza en recipientes	26
Radiografías	27
Montaje e identificación	27
MICROORGANISMOS	27
Observaciones directas	28
Observación de residuos de lavado	28
Incubación en cámaras húmedas	28
Incubación en medios de cultivo artificiales	29
Evaluación de plántulas	29
Otras técnicas especializadas	29
III. RECUENTOS MONOGRAFICOS	
INSECTOS	31
ORDEN COLEOPTERA	32
FAMILIA BRUCHIDAE	32
<i>Merobrochus columbinus</i>	34
FAMILIA CURCULIONIDAE	35
FAMILIA SCOLYTIDAE	37
ORDEN DIPTERA	38
FAMILIA CECIDOMYIIDAE	38
ORDEN HEMIPTERA	39
FAMILIA COREIDAE	39
<i>Leptoglossus</i> sp.	40
FAMILIA PYRRHOCORIDAE	41
FAMILIA SCUTELLERIDAE	42

ORDEN HYMENOPTERA	43
FAMILIA TORYMIDAE	43
<i>Megastigmus</i> spp.	44
ORDEN LEPIDOPTERA	45
FAMILIA NOCTUIDAE	45
FAMILIA PYRALIDAE	46
<i>Dioryctria</i> spp.	48
<i>Hypsipyla ferrealls</i>	50
<i>Hypsipyla grandella</i>	50
FAMILIA TORTRICIDAE	52
<i>Rhyacionia frustrana</i>	54
ORDEN THYSANOPTERA	55
FAMILIA THIRIPIDAE	55

## V. RECUENTOS MONOGRAFICOS

PATOGENOS	57
<i>Alternaria</i> sp	58
<i>Aspergillus</i> sp.	60
Bacteriosis	62
<i>Botrytis</i> sp.	64
<i>Botryodiplodia</i> sp.	66
<i>Cladosporium</i> sp.	67
<i>Colletotrichum</i> sp.	68
<i>Cronartium conigenum</i>	71
<i>Curvularia</i> sp.	72
<i>Cylindrocladium</i> sp.	73
<i>Chaetomium</i> sp.	75
<i>Fusarium</i> sp.	77
<i>Macrophomina</i> sp.	79
<i>Mucor</i> sp.	80
<i>Nectria</i> sp.	81
<i>Pestalotia</i> sp.	83
<i>Penicillium</i> sp.	85
<i>Phoma</i> sp.	87
<i>Phomopsis</i> sp.	89
<i>Rhizopus</i> sp.	90
<i>Rhizoctonia</i> sp.	91

<b>VI. MANEJO DE PROBLEMAS FITOSANITARIOS EN FUENTES SEMILLERAS</b>	
<b>COMBATE CULTURAL</b>	<b>93</b>
Manejo silvicultural adecuado	93
Recolección temprana	93
Eliminación de hospedantes alternos	93
<b>COMBATE MECÁNICO</b>	<b>94</b>
Limpieza	94
Bolsas polinizadoras	94
Trampas	94
<b>COMBATE BIOLÓGICO</b>	<b>94</b>
<b>COMBATE GENÉTICO</b>	<b>95</b>
<b>COMBATE QUÍMICO</b>	<b>95</b>
<b>MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS EN FUENTES SEMILLERAS</b>	<b>98</b>
Prospección y valoración de problemas fitosanitarios	98
Consideraciones ecológicas	98
Estrategias de manejo	98
Evaluación de las medidas de manejo	99
<b>VII. MANEJO DE PROBLEMAS FITOSANITARIOS EN SEMILLAS FORESTALES</b>	
<b>RECOLECCION Y TRANSPORTE</b>	<b>100</b>
<b>ALMACENAMIENTO</b>	<b>101</b>
Selección	101
Prácticas silviculturales	101
Condiciones de almacenamiento	101
Tratamientos físicos	102
Embolsado con dióxido de carbono	103
Tratamientos con plaguicidas	103
Otros tratamientos	104
<b>TRATAMIENTOS PARA LA SIEMBRA</b>	<b>106</b>
<b>MEDIDAS LEGALES</b>	<b>106</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>	<b>107</b>
<b>ANEXO 1</b>	
<b>INSECTOS CONSUMIDORES DE ESTRUCTURAS REPRODUCTIVAS</b>	
<b>EN ESPECIES FORESTALES EN AMERICA CENTRAL Y EL CARIBE</b>	
<b>ANEXO 2</b>	
<b>LISTA DE ARBOLES CITADOS</b>	

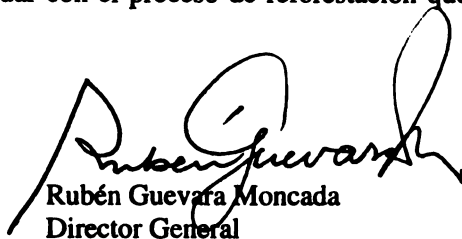
## Presentación

El CATIE en las últimas décadas ha venido realizando esfuerzos importantes para impulsar el desarrollo del sub-sector forestal en los países miembros. Estos esfuerzos han permitido lograr avances significativos en la región en aspectos como:

- Diseño y divulgación de una metodología sobre planes de manejo simplificados de bosques latifoliados y pinares en Mesoamérica.
- Selección y diseminación de más de 20 especies forestales prioritarias de uso múltiple, que están siendo ampliamente cultivadas en los países
- Identificación y domesticación de especies no maderables de los bosques tropicales húmedos para manejarlos de manera sostenible.
- Diseminación y divulgación de una metodología para el manejo y valoración de los bosques de manglares a lo largo de la costa pacífica de América Central.
- Incorporación de los aspectos sociales, sociológicos y ambientales, especialmente los que están asociados con la biodiversidad, en los planes de manejo de bosques y plantaciones forestales.

En el marco de estos esfuerzos, el CATIE con el apoyo económico del Danida, asumió a partir de 1992 la responsabilidad de ejecutar el Proyecto de Semillas Forestales (PROSEFOR) en los seis países de América Central y República Dominicana, con el propósito de apoyar en forma continuada el desarrollo del sub-sector forestal, a través del fortalecimiento de los bancos de semillas y de los procesos de producción de semillas mejoradas.

Este manual técnico sobre "Plagas en semillas forestales en América Central y El Caribe" es el producto de las investigaciones que se han venido realizando en la región, para determinar los problemas fitosanitarios que se presentan en la producción y manejo de las semillas forestales de las especies prioritarias de carácter comercial. El manual es un instrumento de apoyo a los profesionales forestales, mediante el cual se ofrecen conocimientos y experiencias para asegurar un control mejor de las plagas y enfermedades en semillas forestales aptas para continuar con el proceso de reforestación que demandan los países de la región.



Rubén Guevara Moncada  
Director General



## **PROLOGO**

*El Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza Superior (CATIE), como resultado de varios años de realizar investigaciones en silvicultura de plantaciones en los países centroamericanos, publicó en 1991 el Manual de Consulta sobre Plagas y Enfermedades Forestales en América Central y la Guía de Campo sobre Plagas y Enfermedades Forestales en América Central. Ambos documentos han sido de gran utilidad para respaldar los esfuerzos que los países han venido haciendo para promover el desarrollo forestal.*

*Ahora el CATIE, con el apoyo económico de la Agencia Internacional Danesa para el Desarrollo Sostenible y a través del Proyecto de Semillas Forestales (PROSEFOR) nuevamente pone al servicio del sector forestal este Manual Técnico sobre Plagas de Semillas Forestales en América Central y República Dominicana.*

*Este manual viene a complementar los logros importantes que los países han alcanzado con el respaldo de PROSEFOR, en el campo de producción, procesamiento, almacenamiento y distribución de semillas forestales. Esta publicación, además de condensar los resultados de investigación que se han venido realizando en la región en el campo fitosanitario de semillas forestales, debe ser considerada como un estímulo para que los investigadores continúen ahondando en este importante tema en el campo forestal.*

Rodolfo Salazar  
Líder PROSEFOR

## **AGRADECIMIENTOS**

*-Al Dr. Rodolfo Salazar (CATIE), por su confianza y sus aportes durante el proceso de redacción.*

*-A los taxónomos Angel Solís y Eugenio Phillips, Paul Hanson y Humberto Lezama del Instituto de Biodiversidad (Costa Rica) y del Museo de Entomología de la Universidad de Costa Rica, respectivamente, por la identificación de los especímenes de insectos.*

*-A los Ingenieros forestales Carlos Antillón y Mildred Jiméneez, quienes generaron amplia información sobre plagas y enfermedades en semillas forestales, durante su práctica de graduación.*

*-Al Dr. Luko Hilje (CATIE), por su ayuda en la preparación de parte de la información sobre insectos.*

*-A los Ingenieros forestales Freddy Rojas y Gustavo Torres y las biólogas Elizabeth Arnóez e Ileana Moreira (ITCR), expertos en semillas forestales, por su aporte a la calidad técnica de la obra.*

*-A las Ingenieras Cornelia Miller y Priscilla Chaverri y al señor William Morales (Laboratorio de Protección Forestal del ITCR), por colaborar en la crianza de insectos y análisis de muestras patológicas.*

*-Al personal del proyecto PROSEFOR (CATIE), por su aporte con numerosas muestras y material bibliográfico.*

*-Al señor Hipólito Latino, por su dedicación profesional en la elaboración de la mayor parte de los dibujos.*

*-A mi familia, Jorge, Sebastián y Ceilna, quienes me apoyaron en este proyecto.*

Marcela Arguedas  
Consultora



## INTRODUCCION

*El agotamiento de los recursos forestales provenientes de los bosques naturales, ha llevado a los organismos gubernamentales y privados de la región centroamericana, a realizar esfuerzos por establecer plantaciones forestales, para atender las demandas básicas de productos como madera y leña.*

*El avance tecnológico en la silvicultura de las plantaciones, ha determinado que es fundamental introducir el concepto de calidad en cada fase del proceso de reforestación. La calidad de las semillas, se ha convertido en uno de los aspectos más importantes para garantizar el éxito de las plantaciones forestales. Los problemas fitosanitarios en estructuras reproductivas pueden producir daños devastadores en la producción, disminuir los porcentajes de germinación de las semillas, y las semillas mismas pueden ser transmisoras de enfermedades y diseminarlas de una región a otra.*

*La experiencia en sanidad de semillas forestales y en el manejo de sus problemas sanitarios en la región centroamericana es escasa, sin embargo, se convierte día a día en una necesidad eminente. Por esa razón acepté el reto de redactar un manual sobre problemas fitosanitarios en semillas forestales, aún sabiendo la dificultad de encontrar el material de apoyo correspondiente. Fue necesario identificar la información bibliográfica sobre el tema, especialmente la relacionada con regiones tropicales, analizar las experiencias de los centros especializados en semillas forestales de la región y en especial del Laboratorio de Protección Forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Se analizaron las experiencias de países con tradición en el manejo de huertos y rodales semilleros y en la producción de semilla mejorada.*

*En el presente manual, el usuario encontrará aspectos básicos de los agentes bióticos y abióticos que pueden afectar las estructuras reproductivas de los árboles, descripciones de los principales tipos de daños como un principio para detectar y prevenir problemas fitosanitarios, monografías de las principales plagas y enfermedades semillívoras en la región y finalmente, las recomendaciones para la prevención y el manejo de problemas fitosanitarios en rodales semilleros y durante los procesos de recolección, transporte, almacenamiento y siembra de semillas.*

*Al elaborar esta obra, cumplimos con el objetivo principal de comenzar a llenar un vacío existente en el campo específico de la sanidad de semillas. Esta obra puede ser considerada como un complemento a los siguientes trabajos editados también por el CATIE:*

*Plagas y enfermedades forestales en América Central. Manual de Consulta. Serie Técnica. Manual Técnico No.3.*

*Plagas y enfermedades forestales en América Central. Guía de Campo. Serie Técnica. Manual Técnico No.4.*

*Agradecemos desde ya las observaciones, y sugerencias que puedan servir para perfeccionar la presente obra.*

*Marcela Arguedas  
Consultora*



# I. PROBLEMAS FITOSANITARIOS EN ESTRUCTURAS REPRODUCTIVAS

Las estructuras reproductivas de especies forestales pueden ser afectadas por gran cantidad de organismos vivos como insectos, ácaros, vertebrados y microorganismos (hongos, bacterias, virus y nematodos). También las pueden afectar condiciones del medio como el clima, desbalances nutricionales o alteraciones fisiológicas del árbol madre.

## INSECTOS

Los insectos son un grupo numeroso y diverso en cuanto a hábitats y hábitos, de gran importancia como plagas agrícolas y forestales. Se clasifican según ciertas características morfológicas, en las siguientes divisiones jerárquicas principales: orden, familia, género y especie.

Existen más de 30 órdenes y varios centenares de familias de insectos; sin embargo, sólo seis órdenes tienen representantes que atacan semillas forestales: Coleoptera (abejones), Lepidoptera (mariposas y palomillas), Hymenoptera (avispas), Diptera (moscas), Hemiptera (chinchas) y Thysanoptera (trips o piojillos). Los insectos de los primeros cuatro órdenes consumen los tejidos internos (endospermo y embrión), mientras que los otros extraen sus jugos (savia y agua) de las semillas. Entre esos seis órdenes, menos de 15 familias contienen especies importantes como plagas de semillas en los trópicos.

Se describen algunas características básicas para reconocer a los insectos como grupo, así como a los órdenes relacionados con semillas forestales. También se detallan las características diagnósticas para cada familia, y se resaltan las especies más importantes en Mesoamérica y el Caribe. Se enfatizan las características necesarias para reconocer a los insectos que atacan semillas forestales. Para conocer otras características de cada uno de los órdenes y familias citados, se recomiendan los libros de Borror *et al.* (1976), Stehr (1987) y CATIE (1991).

### Características

**Morfología general.** Los insectos adultos tienen seis patas y cuatro alas (Fig. 1); unos pocos carecen de alas y otros tienen sólo dos. Su cuerpo lo cubre una coraza más o menos dura, llamada *exoesqueleto*. Sin embargo, la morfología corporal, las antenas, las alas y las patas varían según los hábitos de cada especie.

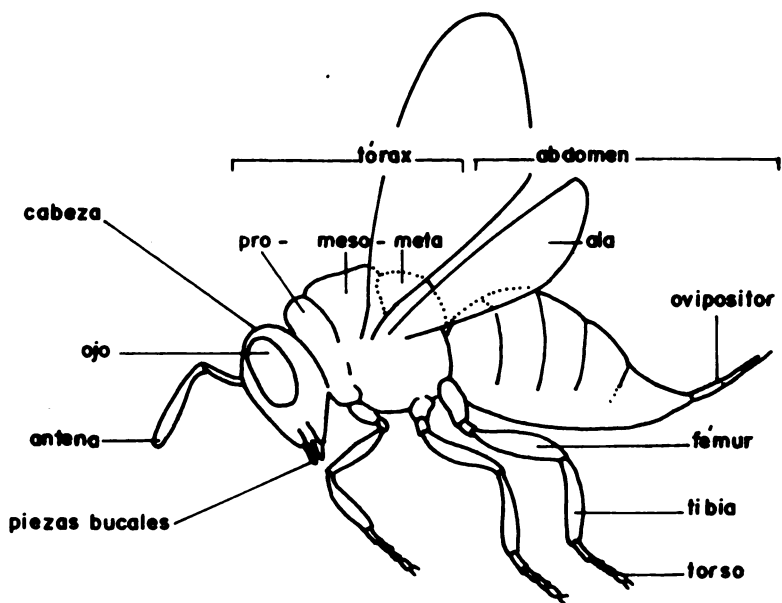


Fig. 1. Partes corporales de un Insecto (Fuente: CATIE 1991).

**Metamorfosis.** Es el cambio de forma que sufren los insectos durante su desarrollo entre la etapa de huevo y la de adulto. Hay dos tipos de metamorfosis: la gradual y la completa. En la *metamorfosis gradual*, la ninfa emerge del huevo y aumenta paulatinamente de tamaño hasta convertirse en adulto, capaz de reproducirse (Fig. 2.A). Las ninfas se diferencian del adulto por sus alas, que son muñones que no les permiten volar. Las ninfas y el adulto tienen un aparato bucal similar y consumen el mismo tipo de alimento. Los insectos de importancia como plagas de semillas forestales con este tipo de metamorfosis pertenecen a los órdenes Hemiptera (chinches) y Thysanoptera (trips o piojillos).

En la *metamorfosis completa* hay una secuencia de cuatro estadios morfológicamente diferentes: el huevo, la larva, la pupa y el adulto (Fig. 2.B); el huevo y la pupa no se pueden desplazar. Se presenta en los órdenes Lepidoptera (mariposas y palomillas), Coleoptera (abejones), Hymenoptera (avispas) y Diptera (moscas), todos con especies que atacan semillas forestales.

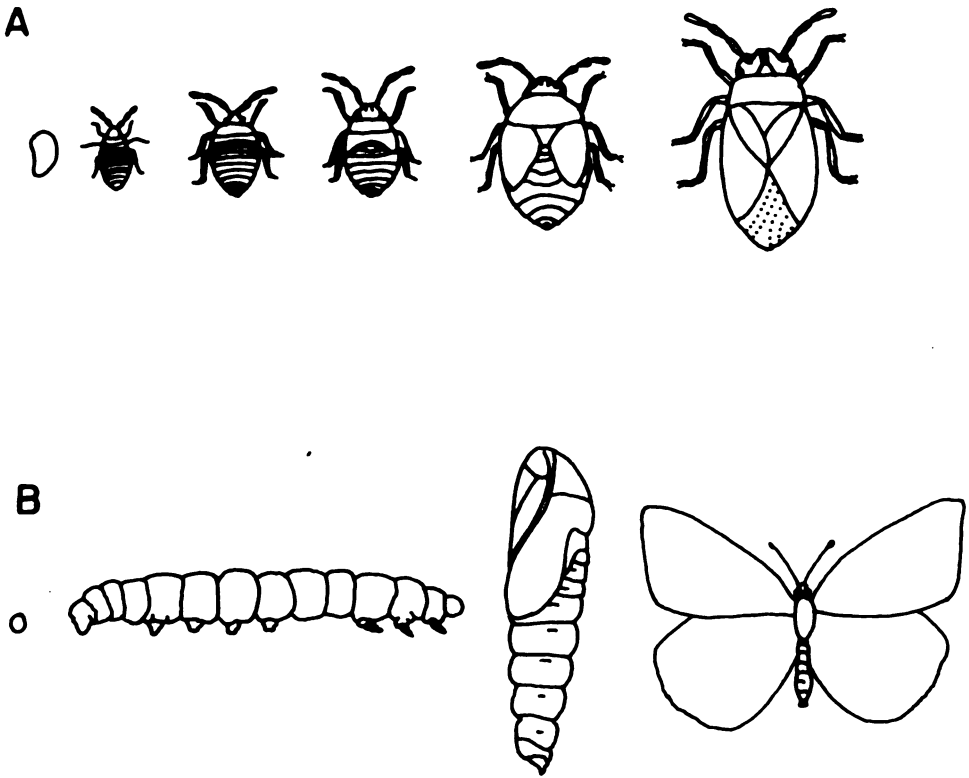


Fig.2. Metamorfosis gradual (A) y completa (B) (Fuente: CATIE1991)

Las ninfas y las larvas sufren mudas o cambios de piel durante su crecimiento; al período comprendido entre dos mudas se le llama *Instar*. Cuando se habla de un Instar larval V, significa que la larva ya pasó la cuarta muda y pronto sufrirá la quinta.

**Aparato bucal.** Entre los insectos que se alimentan de semillas forestales se pueden encontrar cuatro tipos de aparato bucal. El más común es el masticador, cuyas estructuras principales son las mandíbulas y las maxilas (Fig. 3.A), que le permiten a las larvas de mariposas y abejas barrenar las semillas; también lo tienen los adultos de abejas. El aparato perforador-chupador de los chinches, con forma de aguja o estilete (Fig. 3.B) les permite extraer jugos de las semillas. El raspador-chupador es como un híbrido entre los dos tipos anteriores, con forma cónica (Fig. 3.C) y mandíbulas asimétricas, que le permiten a los trips raspar los tejidos de semillas y consumir los jugos liberados. El chupador-succlonador (Fig. 3.D) es típico de los adultos de mariposas y palomillas, y está adaptado para extraer el néctar de las flores, sin provocar daños.



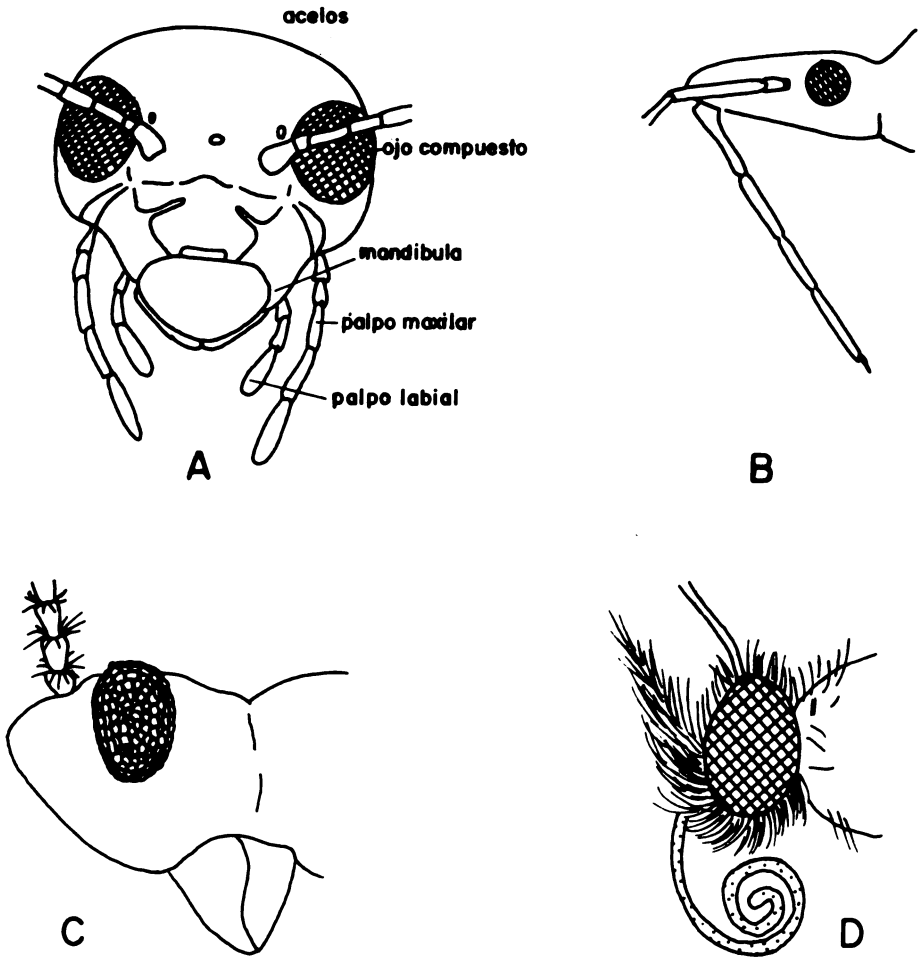


Fig. 3. Aparatos bucales: masticador (A), perforador-chupador (B), raspador-chupador (C) y chupador-succlonador (D) (Fuente: CATIE1991)

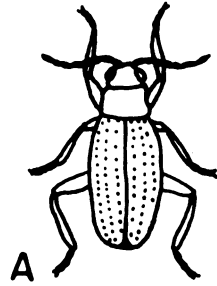
### Reconocimiento de adultos

Los adultos se pueden clasificar en forma sencilla con base en la etimología del nombre de cada orden; el sufijo en latín, *ptera* (plural de *pteron*, que significa ala) aparece asociado con el nombre del orden, mientras que el prefijo describe alguna cualidad de las alas, como se indica a continuación. Un criterio adicional es el tipo de aparato bucal.

## COLEOPTERA

(coleo = duro)

**Abejones.** El primer par de alas por lo general es grueso y duro, e impide observar el segundo par. El aparato bucal es masticador.

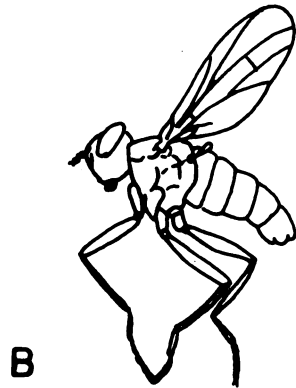


.....

## DIPTERA

(di = dos)

**Moscas.** Insectos con un par de alas anteriores, y el par posterior reducido a halteres o balancines, estructuras diminutas en forma de perilla. El aparato bucal exhibe formas variadas.

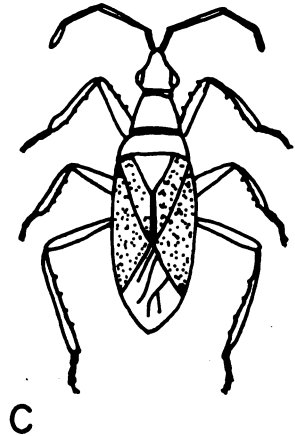


.....

## HEMIPTERA

(hemi = media)

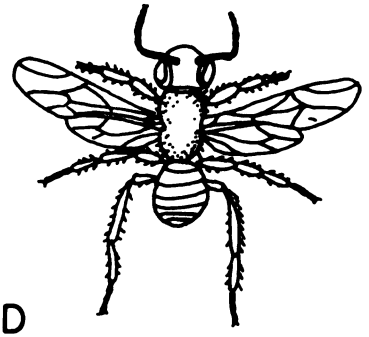
**Chinches.** Las alas anteriores no son homogéneas, pues la porción terminal es membranosa y la basal gruesa y sólida. El aparato bucal es perforador-chupador.



**HYMENOPTERA**

(*hymen* = membrana)

Avispas. Alas membranosas y transparentes. El aparato bucal es masticador.

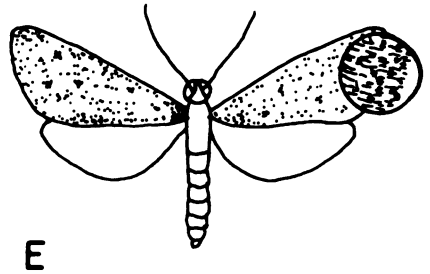


\*\*\*\*\*

**LEPIDOPTERA**

(*lepto* = escama)

Mariposas y palomillas. Alas casi siempre cubiertas por escamas. El aparato bucal es una proboscis o espirotrompa (tubo en forma de espiral).

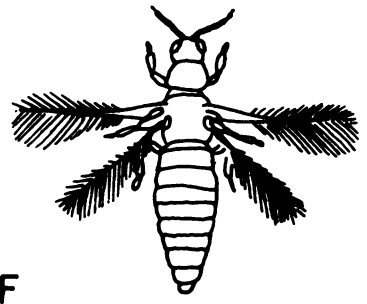


\*\*\*\*\*

**THYSANOPTERA**

(*thysano* = fleco)

Trips o piojillos. Alas angostas y con flecos. El aparato bucal es raspador-chupador. Son insectos diminutos, rara vez mayores de 5 mm.



## Reconocimiento de formas inmaduras

Las formas inmaduras más importantes, según el tipo de metamorfosis, son las ninfas y larvas. El reconocimiento de las ninfas de Hemiptera y Thysanoptera es sencillo, pues se parecen mucho a los adultos y generalmente permanecen cerca de ellos en el campo. Las larvas de los demás órdenes se pueden identificar de acuerdo con los siguientes criterios:

### LEPIDOPTERA

La larva, además de las seis patas normales o torácicas, presenta hasta cinco pares de *pseudopatas* (patas carnosas, abdominales), con *corchetes* (grupos de ganchitos).

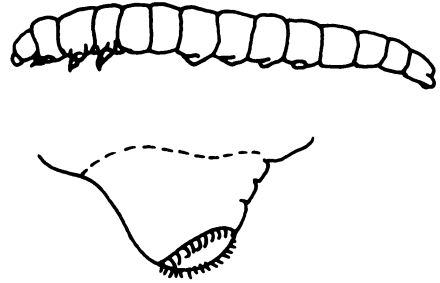


Fig. 5A.

.....•

### DIPTERA

Larva sin patas ni pseudopatas, cabeza reducida, poco diferenciada, y de consistencia suave. Cuerpo con apariencia puntiaguda por la parte anterior y roma por la posterior.



Fig. 5B.

.....•

### HYMENOPTERA

Las larvas son de formas variadas. Las de las especies que atacan semillas son diminutas, de apariencia carnosa y rechoncha, no tienen patas definidas y cabeza poco diferenciada.

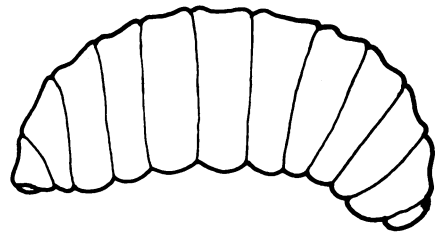


Fig. 5C.

## COLEOPTERA

La morfología de las larvas es tan variada que resulta difícil describir una larva típica, pero pueden identificarse por exclusión: carecen de pseudopatas y a veces también de patas y su cabeza es bien diferenciada.

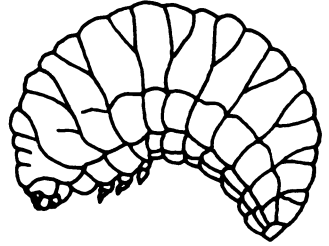


Fig. 5D.

## MICROORGANISMOS

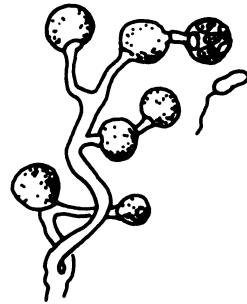
Microorganismos como hongos, bacterias, nematodos y virus pueden infectar las semillas.

**Hongos.** Estos organismos no están capacitados para producir sus alimentos. Se pueden reproducir sexual o asexualmente. Su cuerpo vegetativo está formado por hilos delgados (hifas), unidos a lo largo en un hilo más grueso denominado micelio. El micelio puede compactarse para formar los cuerpos reproductivos u otras estructuras de sobrevivencia.

## OOMYCETOS

El micelio no presenta divisiones y es muy ramificado. Puede producir esporas sexuales (zoosporas) o asexuales en estructuras microscópicas. Las zoosporas poseen pelitos o flagelos que les permiten movilizarse en suelos húmedos.

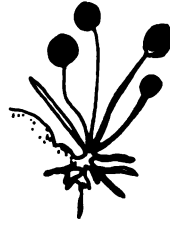
p.e.: *Pythium* spp. y *Phytophthora* spp. que producen "mal de talluelo".



## ZYGGMYCETOS

Micelio ramificado y no presenta divisiones. Puede reproducirse sexual o asexualmente mediante esporas que se desarrollan en estructuras microscópicas.

Algunas especies (*Rhizopus* sp. y *Mucor* sp.) pueden atacar semillas forestales almacenadas.



\*\*\*\*\*

## ASCOMYCETOS

Conocidos como los hongos superiores. Los micelios presentan divisiones y son muy desarrollados. Se caracterizan por producir ocho esporas o sacos, los cuales se encuentran en estructuras de diversas formas conocidas como ascocarpos. Muchas especies fitopatológicas pertenecen a esta clase.

p.e.: *Nectria* sp. en semillas de caoba.

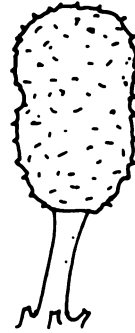


## BASIDIOMYCETOS

Es una clase amplia e importante en especies forestales. Las esporas forman grupos de cuatro dentro de estructuras microscópicas o visibles llamadas basidiocarpos.

El orden Uredinales es representativo en ataques a estructuras reproductivas, conocidas como royas.

p.e.: *Cronartium conigenum* en pino.

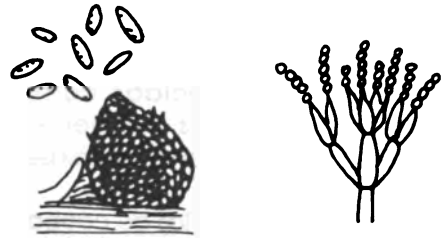


\*\*\*\*\*

## DEUTEROMYCETOS

Se desconoce su fase sexual y agrupa el mayor número de especies fitopatógenas. El micelio es septado y sus esporas se llaman conidias. Estas se agrupan en cuerpos microscópicos llamados conidióforos, cuya forma es la base para la clasificación de las especies.

Presenta cuatro órdenes de importancia en semillas forestales: Melanconiales (*Pestalotia* sp. en roble sabana), Moniliales (*Penicillium* sp. en muchas especies), Sphaeropsidales (*Phomopsis* sp. en eucalipto) y Agomycetales (*Rhizoctonia* sp. en "mal de talluelo").



**Bacterias.** Estas son organismos microscópicos simples, unicelulares (célula procariontica, con flagelos, sin núcleo definido). Su material genético se encuentra en un cromosoma de forma circular. Poseen una membrana celular interna, una pared celular rígida y una cubierta mucilaginosa (Fig. 6).

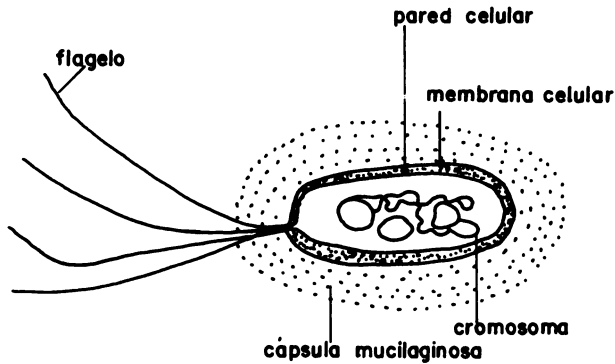


Fig. 6. Diagrama de una célula bacteriana de bacilo (Fuente: CATIE 1991)

Con respecto al hábitat, necesitan de agua libre o de un ambiente muy húmedo para desarrollarse. Se diseminan por mecanismos naturales como el agua de lluvia (salpique y escorrentía), por insectos que pasan de un fruto a otro y por herramientas de trabajo contaminadas.

**Virus.** Estos son organismos submicroscópicos simples, ya que aquellos que atacan las plantas presentan cadenas en forma de espiral de ácido ribonucleico (ARN), cubiertas de partículas de proteínas que las protegen. La información genética se encuentra en el ácido (ARN).

Los virus se comportan como parásitos obligados, es decir, que solamente sobreviven dentro de los tejidos de las plantas susceptibles. Los que afectan las semillas provienen del árbol madre, desde donde invaden directamente el óvulo. La infección puede también producirse durante la fertilización del óvulo con polen contaminado.

**Nematodos.** Estos son animales invertebrados diminutos, ovalados ó en forma de "lombrices". De cuerpo transparente, filiforme y aguzado en ambos extremos. El cuerpo es liso, no segmentado y carece de patas u otros apéndices. Los nematodos que afectan especies vegetales son microscópicos (de 0,25 a 10 mm).

Poseen un estilete en forma de daga dentro del aparato bucal con el que perforan los tejidos vegetales y succionan sus contenidos. Causan agallas en semillas cuando se hospedan en los ovarios de las flores y permanecen allí durante el desarrollo del fruto y formación de las semillas.



## VERTEBRADOS

Estos pueden causar pérdidas en proyectos semilleros, porque consumen grandes cantidades de frutos o semillas y en ocasiones pueden atacar en grupos numerosos. Las aves como loras y pericos y las ardillas (*Sciurus* spp.) consumen los frutos directamente de los árboles (Figs. 7 y 8). Los conejos (*Sylvilagus* spp.), las ratas (por ejemplo *Sigmodon hispidus*) y los saínos los consumen al caer al suelo.



Fig. 7. Fruto de *Ochroma pyramidale* comido por ardillas.



Fig. 8. Fruto de *Vochysia guatemalensis* picado por pericos.

## **AGENTES ABIOTICOS**

### **Condiciones climatológicas**

Las pérdidas colectivas de la producción de semillas por condiciones adversas del tiempo pueden considerarse como cuantiosas. En las regiones tropicales, los vientos intensos pueden dañar y hacer caer las flores y los frutos durante la maduración, hasta destruir en poco tiempo toda la producción.

Las precipitaciones intensas y continuas durante el período de polinización pueden afectar este proceso. Una polinización inadecuada puede producir aborto de las flores, los frutos e inclusive las semillas.

El rocío que cubre las flores y los frutos se congela durante madrugadas que alcancen temperaturas bajas, lo cual produce hidrosis y heridas en los tejidos, afectando así la producción de semillas de especies de regiones tropicales altas y frías

### **Deficiencias nutricionales**

Las deficiencias nutricionales que afectan a los árboles madres pueden afectar también la calidad de las semillas. Deficiencias en nitrógeno producen decoloraciones y semillas con bajos contenidos de proteínas y, en potasio puede reducir la producción esperada de semillas, abortarlas durante el proceso de maduración o producir semillas muy pequeñas. Deficiencias en manganeso pueden producir manchas en la testa y necrosis de los tejidos internos y, las de boro decoloraciones y pudriciones.

## **CONDICIONES FISIOLÓGICAS**

Durante el proceso de desarrollo y maduración de los frutos, desde el punto de vista metabólico, los árboles tienen una gran actividad. Si no logran mantener este ritmo de actividad, se puede producir la caída prematura de los frutos.

Este fenómeno no está claramente estudiado. En algunos casos la caída prematura de los frutos se debe posiblemente a enfermedades bacteriales o virales, pero en otros casos, parece atribuirse a un proceso interno de competencia por un abastecimiento ilimitado entre los frutos o conos con estructuras vegetativas de crecimiento como brotes y yemas.



## II. DETECCION DE DAÑOS

### MORFOLOGÍA GENERAL DE LA SEMILLA

La semilla representa el inicio de una nueva generación, ya que contiene dentro de sí una planta en miniatura, con potencial de crecer y desarrollarse como un árbol adulto. La mayoría de las semillas al llegar a la madurez muestran las siguientes partes (Fig. 9):

**La cubierta seminal o testa:** es la estructura que rodea y protege las partes internas de la semilla, de daños físicos y bióticos externos. Los tejidos de la testa pueden ser suaves (carnosos o cartilagosos) o de consistencia dura (coriáceos, leñosos, fibrosos, crustáceos o membranosos). Sobre la testa se puede observar una cicatriz o hilo, que se forma cuando se rompe el funículo, que es una estructura generalmente alargada que une el óvulo fertilizado al ovario. En algunas semillas se puede observar el micrópilo.

**El perispermo:** es un tejido de reserva de sustancias ergásticas. En la madurez de semillas de árboles y arbustos no se presenta debido a que la nucela puede ser consumida por otros tejidos como el embrión, los tegumentos o el endospermo.

**El endospermo:** es un tejido de almacenamiento de sustancias nutritivas. La cantidad en cada semilla varía de acuerdo a la especie. Algunas semillas, como especies de los géneros *Quercus*, *Persea*, *Plithecellobium*, etc. no presentan endospermo (no endospermicas).

**El embrión:** es la parte reproductiva vital de la semilla. El embrión maduro de una planta dicotiledónea consiste de un eje embrionario al cual se encuentran adheridos los cotiledones. En un extremo del eje, por encima del nudo cotiledonar, se encuentra la plúmula que origina las partes aéreas de la planta. Hacia el otro extremo del eje está la radícula, que se convertirá en la raíz primaria. Entre el nudo cotiledonar y la radícula existe una región llamada hipocótilo.

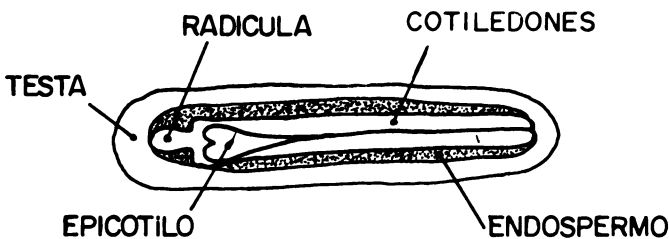


Fig. 9. Estructura de una semilla de *Delonix regia*.

## TIPOS DE DAÑOS

Es importante analizar todo lote de semilla antes de la siembra. Sin embargo la experiencia de los recolectores, analistas de semillas y viveristas en la detección de daños es el primer paso para diagnosticar tempranamente lotes contaminados. A continuación se describen los principales daños a las estructuras reproductivas causados por vertebrados, insectos y microorganismos patógenos.

### DAÑOS POR VERTEBRADOS

El principal daño producido por los vertebrados es la destrucción total o parcial de frutos y conos. Generalmente este tipo de daño interrumpe el proceso de formación de semillas. La destrucción puede darse cuando los frutos se encuentran aún en el árbol, como lo hacen las ardillas y las aves, o cuando los frutos caen al suelo, como lo hacen los saínos y conejos (Fig. 10).



Fig. 10. Destrucción de frutos de *Ficus* sp. por aves.

### DAÑOS POR INSECTOS Y ACAROS

**Aborto de flores y frutos.** Algunos insectos chupadores como los áfidos, o raspadores chupadores como los trips, pueden atacar externamente los primordios florales o los frutos en formación, lo que provoca muchas veces que las flores y frutos caigan en forma prematura.

**Dstrucción de tejidos internos de las semillas.** Este es un daño común en semillas forestales. Las chinches destruyen el endospermo de las semillas por succión. Como el aparato bucal tiene la forma de una aguja, es difícil reconocer los daños sin realizar exámenes más especializados de los lotes de las semillas.

Las hembras de algunas avispas semillívoras colocan sus huevos dentro de las semillas verdes mediante un ovipositor muy fino. Las larvas se alimentan de los tejidos internos de las semillas. Si los adultos ya emergieron, el daño se detecta a simple vista como perforaciones diminutas en las semillas y frutos. Si no han emergido los adultos, también hay que hacer uso de técnicas especializadas para detectar las larvas o las pupas dentro de la semilla.

**Barrenamiento de frutos y semillas.** El barrenamiento de los tejidos internos de los frutos y las semillas es el daño más común causado por los insectos semillívoros. Las hembras depositan los huevos sobre la "cáscara" de los frutos aún verdes en el árbol. Las larvas perforan los tejidos de la cáscara y se desarrollan dentro del fruto. Pueden destruir indiscriminadamente los tejidos internos de los frutos, incluyendo las semillas. En otros casos, barrenan también la testa tierna de las semillas y destruyen sus tejidos internos. Generalmente completan su ciclo de vida dentro de las semillas o el fruto y los adultos perforan la testa de la semilla o la cáscara de los frutos para emerger; en otros casos, las larvas maduras perforan un orificio de salida en la cáscara del fruto y completan su ciclo de vida fuera (Figs. 11, 12 y 13).

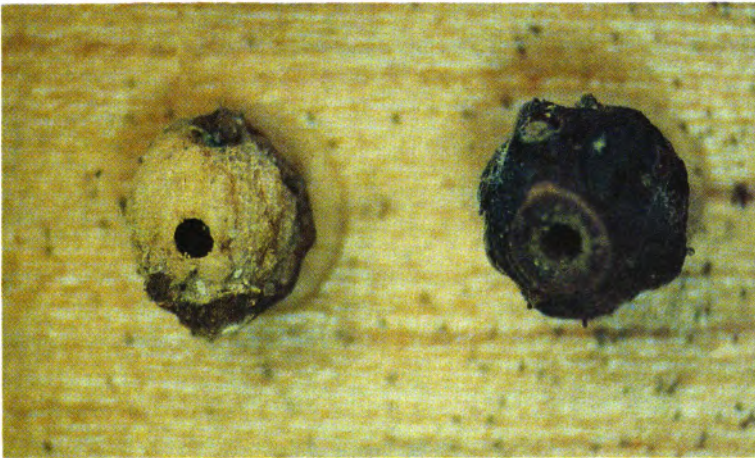


Fig. 11. Frutos de *Hleroryma alchomoides* barrenados por larvas de avispas de la familia Eurytomidae.



Fig. 12. Semillas de *Lysiloma alvaricatum* barrenadas por *Megacerus* sp. (Bruchidae).



Fig. 13. Frutos de *Atalla* sp. barrenadas por un coleóptero.

Algunos insectos atacan los frutos o las semillas cuando éstos caen del árbol. Por lo general, este tipo de ataque destruye las semillas e inhibe las posibilidades de germinación. Sin embargo, en algunos casos, destruyen solamente los cotiledones, lo cual no interrumpe el proceso de germinación (Fig. 14).



Fig. 14. Cotyledones de *Pentaclethra maculosa* atacados por larvas de Sesilidae.

Los insectos barrenadores hacen orificios de salida en la testa de las semillas o en la cáscara de los frutos. Muchas veces se observa también hilos de seda, residuos de tejidos y excrementos cerca de esos orificios de salida. Internamente, es posible observar galerías o los tejidos totalmente destruidos.

**Agallas.** Algunas especies de insectos se alimentan de tejidos de los frutos y semillas, y pueden provocar la formación de agallas o cecidias en los frutos, las cuales son protuberancias o tumores. Las larvas se desarrollan dentro de la agalla y se alimentan de los tejidos de sus paredes internas. Pueden ser provocadas por áfidos (Eriophyidae) o insectos como moscas (Cecidomyiidae), avispidas (Cynipidae) y piojos saltones (Psyllidae). Las semillas de *Terminalia* con agallas no llegan a germinar.

**Minas.** Los insectos constructores de minas son masticadores que se alimentan de los tejidos subcorticales de la cáscara del fruto. Prefieren los frutos grandes y carnosos; el daño se detecta por la presencia de "caminitos" o minas apenas perceptibles y generalmente en forma de serpentina. No se han observado daños que afecten el desarrollo del fruto ni la formación normal de las semillas.

## DAÑOS POR MICROORGANISMOS

**Esterilidad de flores.** Algunas enfermedades que atacan los árboles, principalmente causadas por virus y ocasionalmente por bacterias, pueden producir esterilidad de las flores, lo que provoca que no se llegue a la formación de frutos.

**Aborto de flores y frutos.** Árboles frutales y forestales pueden sufrir enfermedades, también de origen viral o bacteriano, que provocan el aborto de las flores sin fertilizar o de los frutos sin madurar, cortando totalmente el proceso reproductivo. La caída prematura de flores y frutos puede ser confundida con daños similares provocados por



fuerres vientos. Si el daño es permanente en cada período de producción, puede sospecharse de enfermedades virales.

**Pudrición de flores y frutos en el árbol.** La presencia de hongos causantes de pudriciones en flores y frutos en el árbol no es común. Sin embargo, en condiciones de alta humedad relativa y poca circulación de viento, se ha observado pudriciones de las diferentes partes de las flores y los frutos (Fig. 15). Algunas flores afectadas solamente en los pétalos continúan con la formación del fruto; si el óvulo es también invadido por el hongo, provoca la muerte y caída de la flor. *Botrytis* sp es el patógeno más común productor de pudriciones de flor (Fig. 16).



Fig. 15. Flores de *Erythrina* sp. atacadas por hongos.



Fig. 16. Flores de *Nerium* sp. atacadas por el "Moho gris" (*Botrytis* sp.).

Frutos atacados por hongos pueden sufrir daños solamente en la cáscara. El problema se considera severo cuando se observan daños en sus tejidos internos, incluyendo las semillas (Fig. 17).



Fig. 17. Vainas (A) y semillas (B) de *Leucaena leucocephala* atacadas por el hongo *Fusarium* sp.

**Deformación de frutos.** Algunos hongos que atacan los frutos pueden producir hiperplasias (sobrecrecimientos anormales) en partes de los frutos. El daño típico es producido por la roya *Cronartium conigenum* en conos de varias especies de pino, la cual produce tumores que deforman el fruto hasta matarlo sin que llegue a producir las semillas.

**Descomposición o pudrición de la cubierta seminal.** Es común, la presencia de esporas u otras estructuras de hongos en la cubierta seminal. Si estas semillas contaminadas son puestas en condiciones de humedad y temperatura altas, los hongos se desarrollan rápidamente y pueden provocar pudriciones de la cubierta seminal. Si la pudrición se limita a la cubierta seminal, las semillas pueden germinar (Fig. 18).



Fig. 18. Ataque de *Pestalotia* sp. en la testa de semillas de *Giltrichia sepium*.

En condiciones naturales, se considera que la presencia de hongos de pudrición en la cubierta seminal puede ser un proceso de éscarificación para facilitar la germinación de semillas de testa dura. Especies de los hongos *Aspergillus* y *Trichoderma* producen pectinasas y celulasas, las cuales son enzimas que ablandan los tegumentos duros e impermeables de gran variedad de semillas.

Bacterias, como las del género *Corynebacterium*, producen pudriciones generalizadas de la cubierta seminal, con masas de bacterias sobre ellas las cuales al secarse, dejan una lámina brillante que da la apariencia de una cobertura de barniz, generalmente con tonos amarillentos.

**Decoloraciones de la cubierta seminal.** La decoloración de la cubierta seminal puede ser producida por ataques bacteriales o por algunas especies de hongos. Las decoloraciones por bacterias se producen en parches amarillentos, sobre los cuales pueden desarrollarse las masas de bacterias. Los hongos pueden causar lesiones necróticas superficiales, pigmentaciones generalizadas y coberturas fungosas.

**Reducción de tamaño y merma de semillas.** Este daño no es producido necesariamente por microorganismos asociados en forma directa a las semillas. La disminución en la formación de las semillas o una reducción significativa de tamaño puede deberse a ataques severos de alguna enfermedad producida principalmente por hongos al árbol productor, que lo mantenga en condiciones de estrés. En general, semillas muy pequeñas no llegan a germinar o el porcentaje de germinación se reduce en forma notable.

**Pudrición de los tejidos internos.** Esta pudrición se presenta cuando microorganismos como hongos y bacterias, atacan la testa de la semilla y posteriormente la infección avanza hacia los tejidos internos, como el pericarpo, los cotiledones y el embrión (Fig. 19). Estas pudriciones son, por lo general, húmedas y fáciles de detectar por la presencia de micelios y estructuras reproductivas sobre la testa. Además, mediante cortes transversales de las semillas se observan los tejidos color oscuro cuando comienza el daño hasta su descomposición en estados avanzados. Las pudriciones producidas por bacterias son en general nauseabundas.



Fig. 19. Pudrición interna de frutos de *Cordia* sp.

**Mal de talluelo.** Una de las consecuencias de mayor importancia de utilizar semillas contaminadas, es la transmisión de hongos causantes de mal de talluelo, conocido también como: secadera, mal de almácigo, mal de semilleros o damping-off, la cual constituye la enfermedad más común y de mayor distribución en los viveros forestales del mundo.

Estos nombres se aplican en realidad a un grupo de síntomas producidos por una amplia gama de hongos habitantes del suelo, y generalmente parásitos facultativos. Los géneros más importantes son: *Rhizoctonia* spp., *Fusarium* spp., *Pythium* spp., *Phytophthora* spp., *Cylindrocladum* spp., *Phoma* spp. y *Botrytis* spp.

El mal de talluelo ha sido dividido en: pre-emergente, post-emergente y pudrición de raíces o mal de talluelo tardío, de acuerdo al estado de desarrollo de la planta en el momento del ataque.

En mal de talluelo pre-emergente, los microorganismos atacan la semilla o matan las plantas antes de que emerjan del sustrato, manifestándose por la necrosis del hipocótilo y de los cotiledones. Este tipo de infección es difícil de diagnosticar porque no hay sintomatología visible; puede sospecharse su presencia cuando los porcentajes de germinación son más bajos que los obtenidos corrientemente.

La modalidad post-emergente es la más común de la enfermedad; las plántulas son atacadas por los hongos a nivel del suelo o un poco abajo, generalmente en el cuello, lo que produce estrangulamiento, caída y muerte de las plántulas en uno o dos días (Fig. 20).



Fig. 20. "Mal de talluelo" post-emergente en plántulas de *Eucalyptus* sp.

En coníferas, especialmente pinos, la presencia de plántulas caídas en los bancales es una indicación de la presencia de la enfermedad; en el caso de latifoliadas atacadas en el cuello, se observa una marchitez gradual de plántulas, hasta que se quiebran.

Los principales hongos causantes del mal de talluelo se observan con frecuencia en la testa de las semillas. Aunque su presencia sobre las semillas no las llegue a afectar durante el proceso de almacenamiento, son organismos que se desarrollan al colocarlos en ambientes húmedos, como los sustratos de germinación. Es común que contaminen los sustratos y se produzca mal de talluelo pre-emergente y post-emergente.

**Esclerotización y estromatización.** Los esclerocios y los estromas, son estructuras endurecidas que forman algunos hongos como mecanismos de sobrevivencia. La esclerotización y estromatización de órganos florales o semillas es un daño que se reconoce por el desarrollo de capas endurecidas sobre las estructuras florales, las cuales detienen su desarrollo. La enfermedad se conoce como "popcorn" por la morfología que toman las flores enfermas. Los estromas que cubren las semillas son en general negruzcos y la semilla se torna totalmente dura. Especie de *Alnus*, *Betula* y *Quercus* presentan estromas producidos por especies del hongo *Ciboria*.

**Producción de micotoxinas.** Un efecto importante de la presencia de patógenos en las semillas es la producción de micotoxinas, sustancias tóxicas para el hombre y los animales que se acumulan en granos y semillas infectadas. Hongos comunes y de amplia distribución producen micotoxinas tóxicas, como *Aspergillus* (aflatoxina), *Fusarium*

(grupos tóxicos zearalenona y tricoteceno), *Stachybotrys* (stachybotryotoxina), *Penicillium* (ácido penicílico), etc.

En el campo forestal, la producción de toxinas puede generar consecuencias severas cuando se utilizan las semillas de ciertas especies como forraje de animales o cuando son devoradas por animales silvestres.

**Transmisión de patógenos.** Se ha demostrado que algunos patógenos pueden permanecer en estado de latencia por mucho tiempo en las semillas. Las semillas pueden convertirse en vectores pasivos de patógenos, que no necesariamente dañan la semilla, pero sí otras fases del desarrollo de la planta. Las semillas pueden transmitir enfermedades mediante diversos mecanismos. Las semillas pueden estar revueltas con estructuras de hongos y masas de esporas o dentro de los tejidos internos, como sucede con virus, bacterias y algunas especies de hongos.

Muchas enfermedades virales son transmitidas por las semillas. Los virus de un árbol madre, invaden en forma sistémica el óvulo que se transformará posteriormente en la semilla. También el polen con el que se fertilizó la flor puede estar infectado e invadir el óvulo.

## DAÑOS DURANTE LA MANIPULACIÓN

Los frutos y las semillas se pueden afectar severamente durante los procesos de recolección, transporte, extracción e inclusive durante la siembra.

**Daños mecánicos externos.** Los daños externos pueden ser heridas microscópicas o detectables a simple vista en la testa, por donde pueden penetrar microorganismos patógenos.

**Daños en los tejidos internos.** Es común la producción de daños en los tejidos internos como el embrión, debido principalmente a fuerzas de presión sobre el fruto o directamente sobre las semillas. Este daño usualmente no es visible y puede afectar del todo la germinación o producir plántulas con deformaciones.

**Muerte de las semillas.** Se puede inhibir totalmente la capacidad de germinación de las semillas por su exposición a altas temperaturas. Algunos recolectores introducen el material recolectado en bolsas plásticas grandes, lo cual es una práctica inadecuada. Si estas bolsas quedan expuestas, aunque sea durante una hora a la radiación solar directa, se pueden producir temperaturas muy altas dentro de la bolsa, que inhiban la capacidad germinativa de las semillas.

En algunos bancos, las semillas se secan en hornos. Es fundamental conocer los límites de temperatura tolerables para cada especie, con el fin de no afectar su capacidad germinativa.

## **DIAGNOSTICO**

Para garantizar un buen estado fitosanitario de los lotes de semillas, es fundamental realizar ensayos o evaluaciones sanitarias. Los métodos a seguir se deben seleccionar con base en las exigencias y necesidades del usuario que lo solicite, la experiencia de los evaluadores y el equipo disponible en el centro de evaluación. Se describen a continuación las recomendaciones de muestreo y los principales ensayos utilizados a nivel de laboratorio.

Cuando se requiere de ensayos fitosanitarios exigentes, como para un certificado internacional, se trabaja con muestras representativas de cada lote por analizar. Por lo tanto, para enviar muestras al laboratorio, se revuelve el lote hasta homogenizarlo y se extrae una pequeña porción de semillas la cual se denomina muestra elemental. Se recomienda tomar una muestra elemental por cada 100 kg de semilla, o bien, para lotes muy grandes, una por cada 500 kg, pero no menos de 10 muestras elementales.

Para los análisis en el laboratorio, se selecciona de la muestra recibida, la muestra de trabajo necesaria, tomando al azar pequeñas porciones que se unirán posteriormente. La muestra de trabajo no debe ser menor de 400 semillas puras o un peso equivalente tomado de la muestra remitida.

Los resultados de los ensayos sanitarios se expresan en porcentaje de semillas infectadas o como el número de organismos por peso de la muestra examinada. Se debe anotar en latín los nombres de los organismos nocivos identificados, el ensayo utilizado y la cantidad de muestra o fracción examinada.

## **INSECTOS Y ACAROS**

### **Crianza en recipientes**

Los orificios en la testa de las semillas, abultamientos o aserrín sugieren que el lote se encuentra atacado por insectos o ácaros. Para identificar taxonómicamente estos organismos, se recolectan especímenes adultos. Sin embargo, la mayor parte de los que consumen frutos y semillas producen sus daños en estado larval y difícilmente se encuentran adultos. Para estos casos, los frutos o las semillas se introducen en recipientes de vidrio o plástico con perforaciones. Si se crían abejones, no es conveniente cubrir los recipientes con tela, ya que éstos pueden destruirla fácilmente y escapar.

Algunas larvas de abejones de la familia Curculionidae ("abejones picudos"), abandonan las semillas en estado larval cuando se encuentran en el suelo y se introducen en la capas superficiales del mantillo. Aparentemente continúan alimentándose de materia orgánica hasta empupar y emerger como adultos. Para la crianza de este tipo de plagas, se colocan las semillas en recipientes con una capa de mantillo en el fondo para que puedan completar el ciclo.

## Radiografías

Los insectos plagas se pueden detectar fácilmente dentro de las semillas con rayos X. Se coloca una muestra del lote en una lámina y se toma una radiografía, sobre la cual se detectará si algunas semillas contienen larvas internamente o están vanas.

## Montaje e identificación

Para establecer una colección de insectos o para enviar especímenes a los taxónomos para su identificación, es necesario que estén debidamente preparados o montados. Cuando se trate de larvas o insectos con cuerpo suave, pueden preservarse en frascos pequeños ("viales") de vidrio bien cerrados, con alcohol al 70%. Los insectos grandes o de cuerpo duro se sujetan con alfileres entomológicos. Cada espécimen se acompaña de dos tipos de tarjetas. La primera indica el lugar de recolección (sitio específico), la fecha de recolección y los recolectores. La segunda indica el hospedante, el tipo de hábito (barrenador, minador, agallero, etc.), el orden, la familia y la especie (Fig. 21).

Los procedimientos específicos se describen en manuales entomológicos, así como en CATIE (1991a).

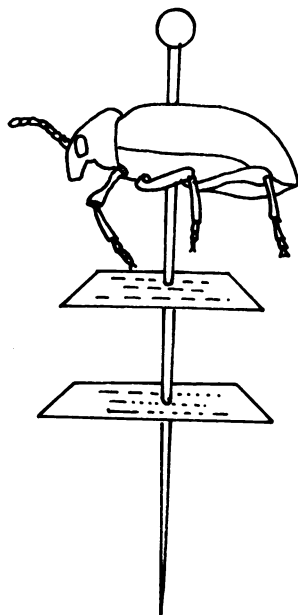


Fig. 21. Montaje normal con alfiler entomológico.

## MICROORGANISMOS

Para el diagnóstico de microorganismos sobre la testa y dentro de los tejidos de las semillas, se realizan ensayos cuya complejidad dependerá de la rigurosidad esperada de los resultados y del tipo de organismo. Los métodos para el análisis de hongos y bacterias son relativamente simples. Para diagnosticar virus hay que recurrir a ensayos sumamente complejos. Los principales ensayos se describen a continuación.



## Observaciones directas

Las semillas se observan con lupas o preferiblemente con estereoscopio, para detectar coloraciones y crecimientos anormales o estructuras de patógenos como micelio, estructuras reproductivas, esclerocios, crecimientos acuosos bacteriales, etc. Las estructuras, se separan de las semillas y se colocan en un vidrio portaobjetos, donde se tiñen, se cubren y se observan en un microscopio para identificarlas.

Antes de hacer las observaciones, las semillas pueden sumergirse en agua durante un período corto para facilitar la observación de los órganos de reproducción o para favorecer la liberación de las esporas.

## Observación de residuos de lavado

Las semillas se sumergen también en agua o en alcohol, se agita enérgicamente para separar las estructuras reproductivas de hongos, las bacterias, los nematodos, etc. El exceso de líquido se separa por filtración o centrifugación y los residuos se observan en el microscopio para su diagnóstico.

## Incubación en cámaras húmedas

La incubación de las semillas consiste en mantenerlas durante varios días bajo condiciones favorables para el desarrollo de organismos patógenos o de síntomas. El desarrollo de la mayor parte de los microorganismos se favorece bajo condiciones de alta humedad, por lo que se colocan las semillas con o sin pre-tratamiento sobre papel de filtro humedecido con agua, separadas entre sí para evitar contaminaciones secundarias. El papel de filtro con las semillas se coloca en recipientes cerrados, por ejemplo platos Petri (Fig. 22). Después del período de incubación se realizan las observaciones descritas para el ensayo anterior.



Fig. 22. Semillas colocadas en cámara húmeda.

Para semillas grandes se puede utilizar otros sustratos como arena, compost, aserrín o medios similares. Para algunas especies, las semillas se tratan con productos químicos para inhibir la germinación durante el ensayo.

### **Incubación en medios de cultivo artificiales**

Este ensayo se utiliza ampliamente para identificar patógenos en las estructuras internas de las semillas. Para inhibir el desarrollo de los microorganismos que se encuentran sobre la testa, las semillas se tratan con productos químicos esterilizantes como el Hipoclorito de sodio. Después de tratadas, se colocan en platos Petri estériles, los cuales contienen algún medio de cultivo solidificado con agar, que favorezca el crecimiento de las colonias de hongos y bacterias. Los medios de cultivo pueden ser a base de maita, jugo de legumbres, dextrosa y extractos de papa (Fig. 23).

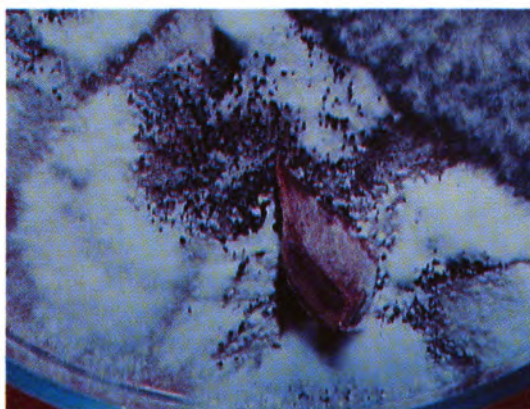


Fig. 23. Cultivo artificial de hongos internos de semillas.

Después de la incubación, se observan grandes colonias de micelios de hongos y colonias bacteriales. Una vez que fructifiquen los diferentes hongos se identifican las estructuras reproductivas con la ayuda de montajes microscópicos.

### **Evaluación de plántulas**

En algunos casos, el procedimiento más sencillo para determinar la presencia de microorganismos en una muestra, consiste en sembrar un lote de las semillas para obtener las plántulas, a partir de las cuales se observen síntomas provocados por alguna enfermedad. Las condiciones de germinación, como la esterilidad del sustrato y del agua de riego, deben ser estrictamente controladas para evitar contaminaciones externas que puedan alterar los resultados del ensayo.

### **Otras técnicas especializadas**

Si se sospecha de la presencia de virus en algún lote de semillas, es preciso utilizar técnicas especializadas, conocidas comúnmente como pruebas serológicas, pruebas de Inmunofluorescencia y la prueba denominada ELISA.



### **III. RECUEENTOS MONOGRAFICOS DE INSECTOS**

Se presentan a continuación las principales características de las familias de insectos representativas de consumidores de semilla, además de las monografías de las principales plagas. Un listado de insectos consumidores de semillas de acuerdo a la especie forestal se presenta en el anexo 1.

Los nombres de especies de árboles más corrientes de la región centroamericana aparecen con su nombre común. En el anexo 2 se presenta su nombre científico y otros comunes.

## FAMILIA BRUCHIDAE

A los adultos se les conoce como "gorgojos" y se parecen a los "picudos" (Curculionidae) porque su cabeza se prolonga hacia adelante, formando una especie de trompa algo ensanchada. Difieren en que sus élitros (alas anteriores engrosadas) son cortos, sin cubrir completamente el abdomen. Los adultos por lo general miden menos de 5 mm, y su cuerpo es compacto (Fig. 24). La hembra deposita los huevos sobre flores, frutos jóvenes o semillas desarrolladas, donde la larva completa su desarrollo, destruyendo el interior. El adulto hace un agujero redondo en la superficie para emerger de la semilla.

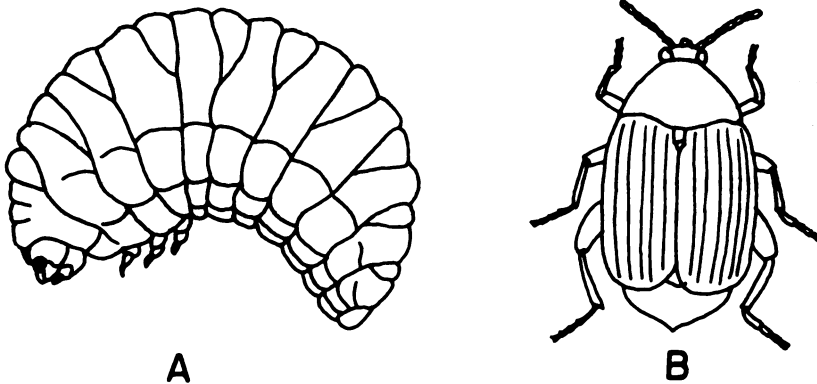


Fig. 24. Morfología típica de una larva (A) y un adulto (B) de Bruchidae (Fuente: CATIE 1991).

Especies que atacan las semillas, nueces, frutos, conos o conillos de los siguientes árboles en Mesoamérica y el Caribe (el nombre del árbol aparece entre paréntesis): *Amblycerus baracoensis* (*Cordia gerascanthus*), *A. pygidialis* (*C. gerascanthus* y *Luehea speciosa*), *A. cistellus* (*Guazuma ulmifolia*), *A. biolleyi*, *A. vegal* y *A. ca. scutellaris* (*Cordia allodora*), *Ctenocolum crotonae* y *C. tuberculanum* (*Lonchocarpus costarricensis*), *C. salvini* (*Dalbergia retusa*), *Megacerus* sp. (*Leucaena leucocephala* y *Lysiloma divaricatum*), *Merobruchus insolitus* (*Albizia adinocephala*), *M. paquetae* (*Albizia caribaea*, *Cedrelinga catenaeformis* y *Pseudosamanea guachapele*), *M. sonorensis* (*Albizia caribaea*), *M. columbinus* (*Albizia saman*), *Mimosetes nubigenis* (*Acacia farnesiana*), *Stator limbatus* (*Albizia saman* y *Albizia caribaea*), *S. generalis* (*Enterolobium cyclocarpum*), *Megacerus* spp. (*Leucaena leucocephala* y *Lysiloma divaricatum*), *Caryedes brasiliensis* (*Dioclea megacarpa*). En México, *S. beallii* y *M. major* (*Pithecellobium flexicaule* y *Prosopis* spp.) (Fig. 25).

Especies que atacan las semillas, nueces, frutos, conos o conillos de los siguientes árboles en los trópicos del Viejo Mundo: *Bruchidius uberatus* (*Acacia nilotica*), *B. maculatipes* (*Cassia siamea*), *B. spadicus* y *Callosobruchus chinensis* (*Acacia tortilis*), *B. terranus* y *B. bilineatopygus* (*Albizia procera*), *Bruchidius sparsemaculatus*, *B. pisorum* y *B. suundersi* (*Albizia lebbek*), *B. baudoni* (*Acacia arabica*), *B. pisorum* (*Cassia fistula*), *B. chinensis* (*Cassia javanica*), *Pseudopachymerina spinipes* (*Acacia caven* y *Acacia farnesiana*), *Caryedon lineaticollis* (*Cassia siamea*), *C. cassiae* (*Prosopis africana* y *Cassia* spp.), *Argyroploce illepidata*, *C. serratus* y *Pachymerus* sp. (*Cassia fistula*), *Specularius impressithorax* (*Erythrina senegalensis*).



Fig. 25. *Megacerus* sp. en semillas de *Leucaena leucocephala*. Daños (A) y adulto (B).

Referencias: ANTILLON *et al.* (Inédito), BORROR *et al.* (1976), CATIE (1991a), CIBRIAN *et al.* (1995), EUNGWIJARNPANYA & HEDLIN (1984), FORD (1981), HOCHMUT & MANSO (1982), JANZEN (1977, 1980), PRATAP & BHANDARI (1987), SOUTHGATE (1983), STEHR (1987), TRIVIÑO *et al.* (1990a, b), VERMA (1987), YUE-LUAN (1993), WAGNER *et al.* (1991).

## ***Merobrochus columbinus***

Este gorgojo, es un consumidor especialista de las semillas de *A. saman*. Se ha observado en Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica, Trinidad, Venezuela y Colombia; posiblemente se encuentra en la extensión natural del *Plithecellobium saman*.

*M. columbinus* es un escarabajo achaparrado, beige críptico de unos 5 mm de largo, con los fémures posteriores hinchados. Cuando el fruto y las semillas del árbol han alcanzado su tamaño máximo, las hembras colocan de 10 a 20 huevos ovalados e individuales en la superficie glabra de la vaina, donde se adhieren con una solución adhesiva que los recubre. Los huevos eclosionan entre una y dos semanas y las larvas perforan los frutos verdes y penetran en las semillas. Al parecer, una semilla sólo puede brindar alimento a una larva, por lo que se cree que la primera en instalarse devora las que penetran posteriormente. En dos o tres semanas la larva consume el contenido de la semilla. Antes de transformarse en pupa, hace una ranura circular de 3-4 mm de diámetro en la testa de la semilla; después de dos semanas, cuando se transforma en adulto, empuja el disco para salir de la semilla y elabora otro igual en la cáscara de la vaina para emerger. Los gorgojos abandonan las vainas cuando están por caer del árbol (Fig. 26).

Estudios realizados en Guanacaste, Costa Rica, demuestran que *M. columbinus* puede matar un promedio de 43% de las semillas de una cosecha. Apparently, los adultos permanecen el resto del año en la vegetación aledaña hasta la siguiente producción de frutos.

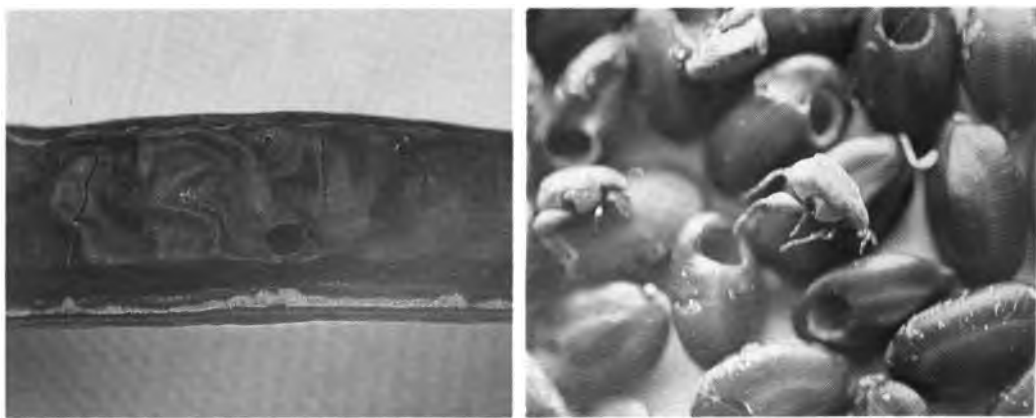


Fig. 26. *Merobrochus columbinus* en *A. saman*. Perforación en la vaina (A); semillas barenadas y adultos (B).

## FAMILIA CURCULIONIDAE

A los adultos se les llama "picudos" porque su cabeza se prolonga hacia adelante, formando una especie de trompa; las antenas se ubican hacia la mitad de ésta. La coloración es muy variada, lo mismo que el tamaño, de 1-35 mm (Fig. 27). Casi todos se alimentan de plantas, de las que consumen casi cualquier parte; por lo general las larvas viven dentro de los tejidos, en tanto que los adultos pueden perforar frutas y nueces y consumir otras partes de la planta.

Especies que atacan las semillas, nueces, frutos, conos o conillos de los siguientes árboles en Mesoamérica y el Caribe (el nombre del árbol aparece entre paréntesis): *Rhinochenus transversalis* y *R. stigma* (*Hymenaea courbaril*), *Rhinochenus* sp. (*Capalífera camilbar*), *Cleogonus armatus*, *C. fratellus* y *C. rubetra* (*Andira inermis*), *Zygopline* sp. (*Manilkara zapota*), *Hellipus* sp. (*Nectandra cufodontisii*), *Aplon samson* (*Andira inermis*), *A. glyphicum* (*Diphysa robinoides*), *A. martinezi* (*Zanthoxylum flavum*), *Conotrachelus* sp. (*Pinus* spp.) y una especie no identificada (*Vochysia ferruginea*). En México, *Conotrachelus neomexicanus* ataca conos vivos, y *Ernobius punctulatus* conos almacenados o desprendidos de los árboles (*Pinus* spp.) (Figs. 28 y 29).



Fig. 27. Morfología típica de una larva (A) y un adulto (B) de Curculionidae (Fuente: CATIE 1991).



Especies que atacan las semillas, nueces, frutos, conos o conillos de los siguientes árboles en los trópicos del Viejo Mundo: *Auletobius kentzeni* y *Nanophyes* sp. ca. *Iturlensis* (*Terminalla lorenensis*), *Balanogastriis kolas* y *Menechamus* sp. ca. *discrepans* (*Guarea cedrata* y *Cola* sp.), *Aplon ghanaensis* y *A. nitthonomoides* (*Triplochiton scleroxylon*), *Haplonyx tibialis* (*Eucalyptus gomphocephala*).



Fig. 28. Daños producidos por *Rhynchosenus stigma* en frutos y semillas de *Hymenaea courbaril*.



Fig. 29. Daños producidos en frutos de *Quercus seemannii* por larva de curculiónido.

Referencias: ANTILLON *et al.* (Inédito), BORROR *et al.* (1976), CARLIN & NUÑEZ (1985), CATIE (1991a), CIBRIAN *et al.* (1995), HOCHMUT & MANSO (1982), JANZEN (1980), JANZEN *et al.* (1976), STEHR (1987), WAGNER *et al.* (1991), WILLAN (1995).

## FAMILIA SCOLYTIDAE

Son abejones pequeños y cilíndricos que rara vez miden más de 6-8 mm (Fig. 30). Son pardo oscuros o negros y casi todos se alimentan de la corteza interna o de la madera de algunos árboles; se les llama descortezadores o diseminadores de hongos ("abejones de ambrosía"). Los primeros son plagas importantes de pinos, entre los que sobresalen *Dendroctonus* spp. e *Ips* spp. Algunas especies se especializan en atacar semillas o frutos.

En Mesoamérica, los conillos, conos y semillas de varias especies de *Pinus* son atacados por *Conophthorus* spp. En los trópicos del Viejo Mundo, las siguientes especies atacan las semillas, nueces o fruto de los siguientes árboles: *Hypothenemus uniseriatus* (*Cassia siamea*), *H. eruditus* (*Sindora siamensis*), *H. polyphagus* (varias especies), *Poecilips sannio* (varias especies).

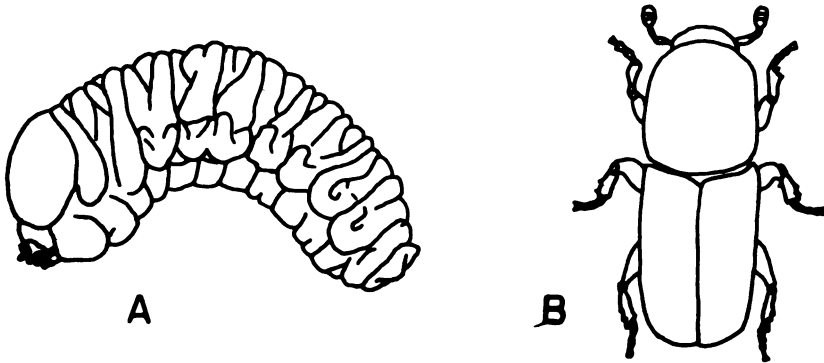


Fig. 30. Morfología típica de una larva (A) y un adulto (B) de Scolytidae (Fuente: CATIE 1991).

Referencias: BORROR *et al.* (1976), CARLIN & NUÑEZ (1985), CATIE (1991a), CIBRIAN *et al.* (1995), STEHR (1987), YUE-LUAN (1993), WAGNER *et al.* (1991), WOOD (1982).

## FAMILIA CECIDOMYIIDAE

Son moscas frágiles y diminutas, rara vez mayores de 2 mm. El cuerpo es fácilmente reconocible por sus patas largas y delgadas; y el tórax, el abdomen, las antenas y las alas cubiertos de pelos; las alas tienen pocas venas. Algunas especies viven en materiales en descomposición o sobre hongos, pero la mayoría forma agallas o protuberancias, que pueden aparecer en casi cualquier parte de la planta; en su interior se encuentran las larvas, casi siempre de colores llamativos: rojo, anaranjado, rosado o amarillo (Fig. 31).

En México, *Cecidomyia bissetosa* forma muchas agallas en los conos de varias especies de *Pinus*, causando su muerte, deformación o pérdida de semillas. *Contarinia* spp. daña los conos de *Pinus cembroides* y *Pseudotsuga macrolepis*.

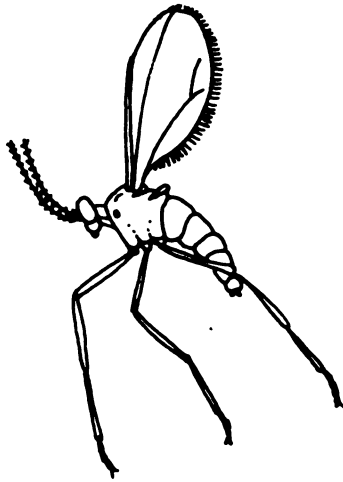


Fig. 31. Morfología típica de una mosquita de Cecidomyiidae  
(Fuente: CATIE 1991).

Referencias: BORROR *et al.* (1976), CARLIN & NUÑEZ (1985), CATIE (1991a), CIBRIAN *et al.* (1995), STEHR (1987).

## FAMILIA COREIDAE

Son chinches más bien grandes, que pueden medir hasta 4 cm de longitud. Presentan colores oscuros, la cabeza es más angosta y corta que el pronoto y, en algunas especies, la tibia de las patas posteriores se ensancha y a veces tiene forma de hoja (Fig. 32). Aunque prácticamente todos los Coreidae se alimentan de la savia de las plantas, algunos son depredadores de otros insectos.

En Mesoamérica, *Leptoglossus* sp. afecta los conillos y conos de varias especies de *Pinus*. En México, *Leptoglossus occidentalis* afecta los conillos y conos de varias especies de *Pinus*, provocando el aborto de los primeros o el daño de las semillas en los conos; *Pachylls gigas* se alimenta de las semillas de *Acacia* spp. y *Prosopis glandulosa*. En los trópicos del Viejo Mundo, *Anoplocnemis phasiana* y *Nemausus* atacan a *Erythrina* sp.

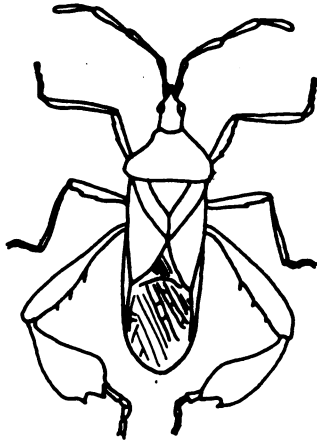


Fig. 32. Morfología típica de un adulto de Coreidae (Fuente: CATIE 1991).

Referencias: BORROR *et al.* (1976), CARLIN & NUÑEZ (1985), CATIE (1991a), CIBRIAN *et al.* (1995), SOUTHGATE (1983).

## ***Leptoglossus sp.***

*Leptoglossus sp.* es considerada como un plaga de importancia económica y ataca muchas especies de *Pinus* tanto en regiones subtropicales como templadas. Los huevos son semicilíndricos, de 1,4-2,1 mm, marrón claro y se oscurecen a medida que maduran. Las ninfas de los primeros instares tienen el abdomen rojo y el resto del cuerpo marrón oscuro; las de los últimos instares tienen el abdomen marrón.

Las hembras adultas miden en promedio 19,8 mm de longitud y los machos 15,8 mm. Son de color marrón rojizo a gris oscuro y notablemente pubescentes; la parte ventral es más clara y menos pubescente. La cabeza es delgada, con una línea dorsal marrón que la recorre en su parte media y se prolonga hasta el pronoto, donde adquiere un aspecto de mancha. Los hemiólitos son marrón, con una línea transversal blanca y en forma de zig-zag. Las tibiae de las patas posteriores presentan amplias proyecciones laminares.

Los diferentes estados de desarrollo de la especie se encuentran alimentándose conjuntamente. Las hembras depositan sus huevos en grupos de 3-14 sobre las hojas más cercanas a los conillos. Las ninfas y los adultos causan diferentes daños a los conos. Las ninfas de los primeros instares provocan el aborto de conillos; cuando se alimentan de conos en crecimiento dañan a las semillas sin matar todo el cono. Cuando los adultos se alimentan directamente de las semillas, éstas quedan vacías o con el embrión parcialmente dañado.

Referencias: CIBRIAN *et al.* (1986), HEDLIN *et al.* (1980).

## FAMILIA PYRRHOCORIDAE

Son chinches de tamaño mediano a grande (15-20 mm de longitud), alargados y ovales. Se parecen a los Lygaeidae, pero carecen de ocelos y su membrana alar tiene venas ramificadas y más celdas (Fig. 33). Casi todos se alimentan de los jugos de las semillas.

En América Central y el Caribe se ha observado a ninfas y adultos de *Dysdercus ocreatus*, *D. sanguineus* y *D. andreae* succionando los jugos de las semillas de *Hibiscus* sp., *D. binaculata* atacando las de *Bombropsis quinata* las de *Sterculia apetala*.

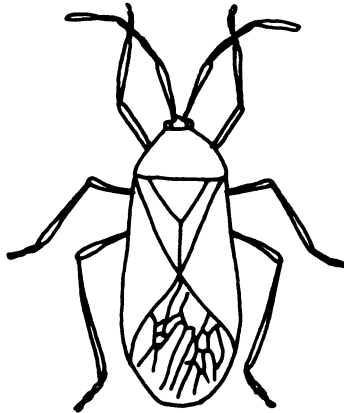


Fig. 33. Morfología típica de un adulto de Pyrrhocoridae (Fuente: CATIE 1991).

Referencias: BORROR *et al.* (1976), CATIE (1991a), CIBRIAN *et al.* (1995), JANZEN (1972), HOCHMUT & MANSO (1982), TRIVIÑO *et al.* (1990a, b).

## FAMILIA SCUTELLERIDAE

Tienen apariencia robusta y forma típica dorsalmente, como de escudo de combate. El escudo (*escutelo*) es tan grande, que cubre las alas como si se tratara de un coleóptero, casi completamente. Sus antenas tienen cinco segmentos. Casi todas las especies miden 8-10 mm y son pardas (Fig. 34). Los huevos, depositados en grupos, son casi esféricos y verde oscuro inicialmente, pero luego se tornan rojizos. Se alimentan de la savia de las plantas, y algunos extraen los jugos de las semillas, que quedan vacías.

En Mesoamérica y el Caribe, *Tetyra* sp. succiona los jugos de las semillas de los conos en varias especies de *Pinus*, aunque el daño no se observa externamente; *Tetyra bipunctata* causa un daño análogo en varias especies de *Pinus*, en México.

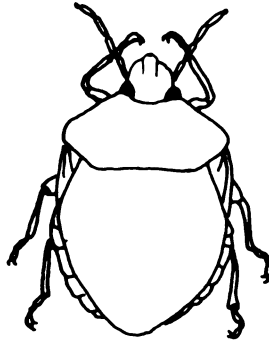


Fig. 34. Morfología típica de un adulto de Scutelleridae.

Referencias: BORROR *et al.* (1976), CARLIN & NUÑEZ (1985), CATIE (1991a), CIBRIAN *et al.* (1995).

## FAMILIA TORYMIDAE

Estas son avispas diminutas (2-4 mm de longitud), un poco alargadas, verde metálico o bronceado. Las coxas de las patas posteriores son muy largas y las hembras tienen un ovipositor largo y curvado (Fig. 35). Algunos de estos insectos son parasitoides, especialmente sobre otros insectos que forman agallas, pero otros se caracterizan por atacar las semillas.

En Mesoamérica y el Caribe, *Megastigmus* spp. atacan semillas de coníferas, y *Boatomomyia* sp. destruye las semillas de *Casuarina equisetifolia*.



Fig. 35. Morfología típica de una avispa de Torymidae (Fuente: CATIE 1991).

Referencias: BORROR *et al.* (1976), CARLIN & NUÑEZ (1985), CATIE (1991a), CIBRIAN *et al.* (1995), HOCHMUT & MANSO (1982), STEHR (1987).



## ***Megastigmus* spp.**

Estas pequeñas avispas, que miden 3,4-5,7 mm, se caracterizan por tener una mancha (estigma) grande, oscura, en forma de perilla o de mazo, en el margen delantero de las alas anteriores. Las hembras más grandes que los machos- presentan un ovipositor curvado, fuerte y casi tan largo como el cuerpo. Por lo general, son verde-amarillento, pardo o negro. Atacan varias especies de *Pinus*, como *Pinus caribaea*, *P. oocarpa* y *P. maximiloi* y otras coníferas de los géneros *Abies*, *Picea* y *Pseudotsuga*. Con su largo ovipositor, la hembra perfora las escamas de los conos jóvenes e inserta sus huevos en las semillas en formación; a veces deposita más de un huevo por semilla, pero siempre se desarrolla una sola larva. Esta consume el contenido de la semilla y empupa ahí, de modo que el adulto, para emerger, debe perforar una galería circular hasta el exterior del cono, de aproximadamente 1 mm de diámetro y sin residuos (Fig. 36).

Antes de que aparezcan los agujeros de emergencia es imposible determinar si las semillas están atacadas, a menos que se utilicen radiografías, pues la larva no deja rastros de su presencia ni en los conos ni en las semillas; esto favorece la diseminación, a pesar de las medidas de cuarentena. Su ciclo de vida es aproximadamente de un año. En algunas especies se ha documentado la existencia de partenogénesis.



Fig. 36. *Megastigmus* sp. en semillas de *Pinus* sp. Daños (A) y adulto (B)  
(Fuente: CATIE 1991).

## FAMILIA NOCTUIDAE

Las larvas se distinguen de Pyralidae y Tortricidae en que carecen de *plaquetas* en todo el cuerpo (pequeñas placas endurecidas y algo oscuras, con setas o pelos); en cambio, tienen *pináculos*, que son áreas planas, levemente endurecidas y algo oscuras. En el protórax (primer segmento después de la cabeza) tienen dos setas cerca del espiráculo (poro respiratorio), como en Pyralidae, pero no están dentro de plaquetas. Las larvas son lisas, de colores opacos y se alimentan de hojas, flores o frutos; algunas se alimentan de raíces o tallos de plantas herbáceas o de plántulas. Los adultos son palomillas de tamaño mediano y colores opacos, con 25-50 mm de envergadura alar (distancia entre las puntas de las alas, totalmente abiertas) (Fig. 37). A esta familia pertenecen los "cortadores" (*Agrotis* spp. y *Spodoptera* spp.), que destruyen plántulas en los viveros.

En Mesoamérica y el Caribe, aún no se han detectado especies de esta familia que ataquen semillas. Sin embargo, en los trópicos del Viejo Mundo, *Lophocrama phoenicochlora*, *Selepa doctilis*, *Earias biplaga*, *E. ogovana*, *Characoma nilotica* y *Eublemma* sp. consumen las semillas de *Triplochiton scleroxylon*; además, la última especie ataca las semillas de *Cassia siamea* y *Eucalyptus* sp., y la penúltima las de *Acacia nilotica* y *Cola carolinifolia*.

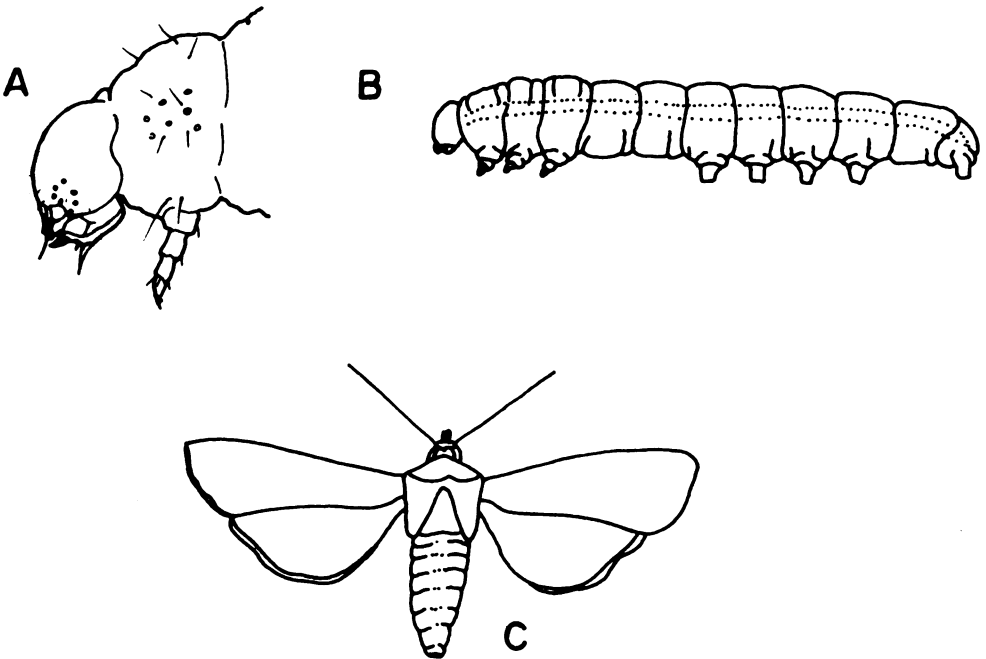


Fig. 37. Morfología típica de una larva (A y B) y un adulto (C) de Noctuidae (Fuentes: CATIE 1991, Coto 1997).

Referencias: BORROR *et al.* (1976), CATIE (1991 a), COTO (1997), STEHR (1987), WAGNER *et al.* (1991).

## FAMILIA PYRALIDAE

Las larvas se distinguen de las de Tortricidae porque en el protórax, antes del espiráculo, tienen una placa endurecida y algo oscura (*plaqueta*), sobre la que hay dos setas o pelos, una más larga que la otra; en cambio, en las de Tortricidae hay tres setas.

Los adultos son palomillas de morfología variada; por lo general son pequeñas, con una envergadura alar rara vez superior a los 40 mm. Las alas son delicadas, alargadas y triangulares; con frecuencia los palpos labiales (apéndices bucales alargados, sensoriales) se proyectan hacia adelante (Fig. 38). Las larvas casi siempre se alimentan en sitios cerrados y barrenan flores, frutos, vainas, semillas, brotes, yemas, tallos, raíces y hojas. A esta familia pertenece *Hypsipyla grandella* barrenador de los brotes de la *Swietenia macrophylla* y el *Cedrela odorata*, que también ataca semillas.

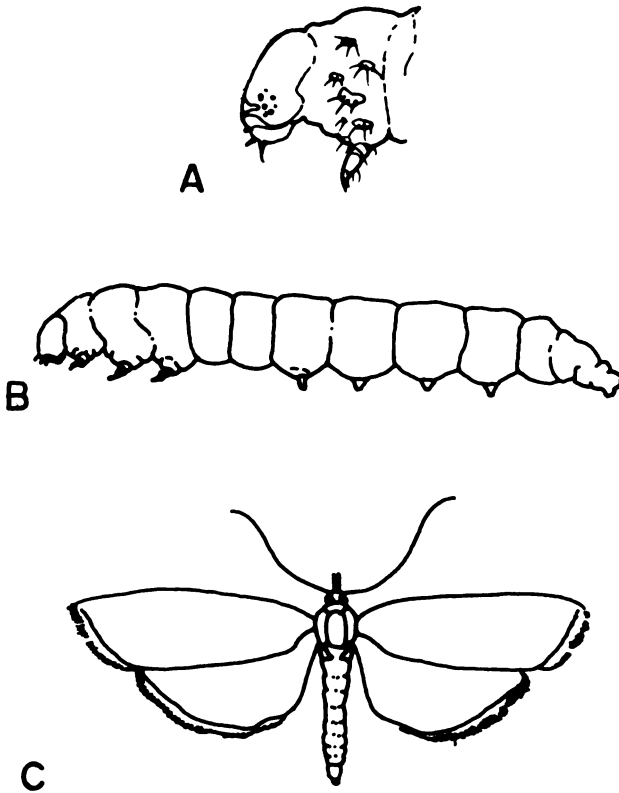


Fig. 38. Morfología típica de una larva (A y B) y un adulto (C) de Pyralidae (Fuentes: CATIE 1991, Coto 1997).

Especies que atacan las semillas, nueces, frutos o conos de los siguientes árboles en Mesoamérica y el Caribe (el nombre del árbol aparece entre paréntesis): *Hypsipyla ferrealis* (*Carapa gualanensis*), *Sematoneura griffinal* (*Cedrela odorata*), *S. atrovenosella* (*Cedrela tonduzii*), *Dioryctria erythropasa*, *D. pinicolella* y *D. horneana* (*Pinus* spp.), *Ectomyelops muriscis* (*Hymenaea courbaril*), *Anypsisyla univetella* y *Bonchys munitalis* (*Tabebuia rosea*); varias especies no identificadas (*Carapa gualanensis*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Anacardium excelsum*, *Citharexylum donnellsmithii*, *Delonix regia*, *Jacaranda copala*, *Simarouba glauca* y *Stryphnodendron excelsum*) (Fig. 39).

Especies que atacan las semillas, nueces, frutos o conos de los siguientes árboles en los trópicos del Viejo Mundo: *Hypsipyla robusta*, *Catopyla dysorphanea* y *Cryptoblabes gnidella* (meliáceas), *Paramesus tesellatus* (*Melia azederach*), *Mecobaris terminallae* (*Terminalia belerica*), *Bocchoris inspersalis* (*Triplochiton scleroxylon*), *Thylacoptile paurosema* (*Cassia siamea*), *Trachylepida fructicassella* (*Cassia fistula* y *C. roxburghii*), *Trachylepida* sp. (*Prosopis africana*), *Dichocrocois punctiferalls* (*Tectona grandis*) y *Mussida nigrivenella* (varias especies).



Fig. 39. Larva de Pyralidae en fruto de *Enterolobium cyclocarpum*.

Referencias: ANTILLON *et al.* (Inédito), BECKER (1976), BORROR *et al.* (1976), CARLIN & NUÑEZ (1985), CATIE (1991a), CIBRIAN *et al.* (1986, 1995), COTO (1997), EUNGWIJARNPANYA & HEDLIN (1984), HOCHMUT & MANSO (1982), JANZEN (1983), MUKHTAR *et al.* (1985), RODRIGUEZ (1982), STEHR (1987), YUE-LUAN (1993), WAGNER *et al.* (1991), WILLAN (1995).

## ***Dioryctria* spp.**

Las larvas de *Dioryctria* son plagas específicas de las coníferas, y especialmente de *Pinus*. En América del Norte hay 21 especies. En América Central y el Caribe, las especies más importantes como plagas de conos son *D. erythropasa* y *D. majorella*, que atacan a *Pinus oocarpa*, *P. caribaea* var. *hondurensis* y *P. maximiliani*. En México, otra especie importante es *D. pinicolella*, y en Cuba *D. horneana*.

Su biología es tan diversa, que resulta difícil señalar características comunes para todos los miembros del género. Los adultos son palomillas de tamaño mediano, con 19-34 mm de envergadura alar. Las alas anteriores, en las que predominan tonos como el pardo-rojizo, el pardo-grisáceo y el gris oscuro, contrastan marcadamente con las posteriores, que son claras: gris, crema o pardo claro. Además, en las alas anteriores es común observar bandas transversales sinuosas, blancas o gris claro.

La larva de *D. erythropasa* es más o menos parda en los primeros instares y verde brillante con puntos (agujeros apodemales) pardo oscuros, al madurar; mide de 18 a 20 mm. Barrena los conillos y los conos y construye una galería que abarca sólo la zona con semillas o que perfora hasta el eje; los conos se tornan rojizos o pardos y mueren. Además, la larva puede atacar las agallas o tumores inducidos por el hongo *Cronartium*. Desde el exterior, el daño se detecta por la presencia de acúmulos rojizos entre las escamas del cono, compuestos por resina, excrementos y seda. Debajo del acúmulo se puede apreciar la boca de la galería, un orificio oval, de 3-4 mm de diámetro que por lo general carece de resina, y en ocasiones contiene excremento fino y compacto. Con frecuencia, para completar y su desarrollo, la larva destruye más de un cono. El empupamiento se da en los conos atacados (Fig. 40).

En el caso de *D. majorella*, la larva muestra una marcada preferencia por los conos y ramas infectados por *Cronartium*, aunque también puede atacar conos y ramas sanos. El empupamiento acontece en el suelo. La larva madura mide de 17-18 mm y es rojo claro, con puntos amarillo pálido alrededor de los tubérculos, que son pardos. Los hábitos alimentarios y el daño son similares a los de *D. erythropasa*.

*D. horneana* ataca conos, brotes (de arriba hacia abajo) y el fuste de tres especies de pinos; en este último caso, la larva se desarrolla en el líber y, en ocasiones, puede provocar quebraduras serias.

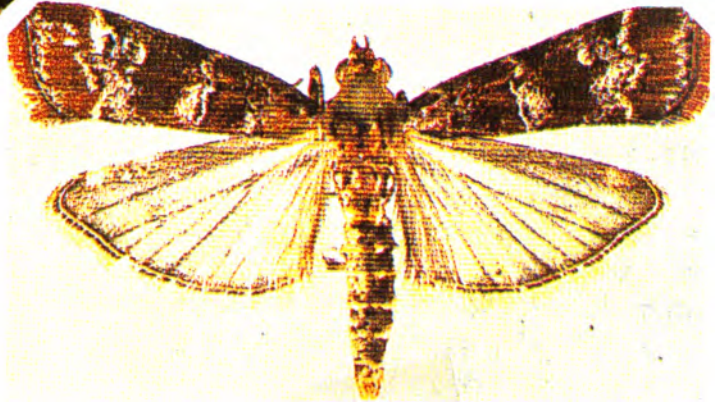


Fig. 40. *Dioryctria* sp. en semillas de *Pinus* sp. Daños (A) y adulto (B) (Fuente: CATIE 1991).

Referencias: CARLIN & NUÑEZ (1985), CIBRIAN *et al.* (1986, 1995), HOCHMUT & MANSO (1982), RODRIGUEZ (1982).

## *Hypsipyla ferrealis*

Está en los países centroamericanos, Colombia, Venezuela, Guyana Francesa, Brasil y Trinidad. Morfológicamente se parece a *H. grandella*, por lo que se pueden confundir con facilidad. Sin embargo, sólo ataca los frutos y las semillas de *Carapa gualanensis*, (Fig. 41) aunque se sospecha de otros hospedantes silvestres.

La hembra puede producir hasta 570 huevos (en el laboratorio), de forma elíptica y color crema que luego vira al rojo. La larva nace con la cabeza y la placa torácica negras y el resto del cuerpo crema, pero la coloración se modifica gradualmente: blanco hialino, blanco crema, crema, rosado claro, verde azulado y, por último, azul verdoso. La pupa mide de 13-16 mm, es castaño claro en el vientre y castaño oscuro en el dorso. El adulto macho tiene una envergadura alar de 22-32 mm y la hembra 24-36 mm. El tórax es castaño pálido, con escamas gris oscuro; las alas anteriores son castaño grisáceo pálido, con un tenue brillo violáceo y una mancha pálida en el centro. Las alas posteriores son semitransparentes, gris claro en el macho y castaño oscuro en la hembra, con un tenue brillo violáceo. El abdomen es castaño grisáceo en el dorso y castaño pálido en el vientre. Las alas posteriores son más oscuras que las de *H. grandella*. La larva es parasitada por el himenóptero gregario *Hypomicrogaster hypsipylae* (Braconidae).

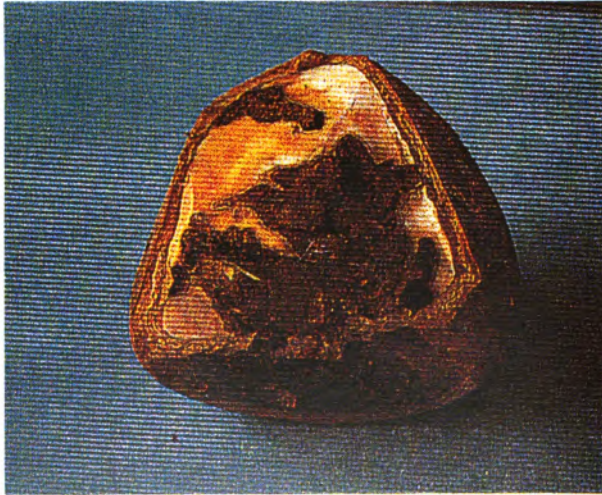


Fig. 41. Semilla de *Carapa gualanensis* barrenado por una larva de *Hypsipyla ferrealis* (Fuente: CATIE 1991).

## *Hypsipyla grandella*

Se encuentra desde Florida (EE.UU.) hasta Argentina, incluyendo las islas del Caribe. La larva, conocida como el "barrenador de las meliáceas", ataca varias especies de plantas de la familia Meliaceae: *Cedrela mexicana*, *C. odorata*, *C. angustifolia*, *C. fissilis*, *C. lilloi*, *C. salvadorensis*, *C. tonduzii*, *C. tubiflora*, *Swietenia macrophylla*, *S. mahagoni*, *Carapa gualanensis*, *C. procera*, *Guarea caoba*, *G. trichilloides*, *Khaya senegalensis*, *K. nyasica* y *Trichillia* sp (Fig. 42).

Los huevos miden 0,5 mm, son elípticos y aplastados, amarillo pálido que vira al rojo. Por lo general, la hembra los coloca sobre brotes jóvenes, verdes y vigorosos, aunque también aparecen sobre el pecíolo de hojas y hojuelas y sobre los frutos. La larva, al nacer, es beige con tonos rosados y mide de 2-2,5 mm, pero en el último instar mide de 21-27 mm y es azul claro, azul oscuro o rosado claro. La pupa mide unos 13 mm y es castaño en el vientre y castaño oscuro en el dorso. El adulto tiene una envergadura alar de 22-40 mm; la cabeza, el tórax y el abdomen son grises. Las alas anteriores son grises, con un brillo violáceo tenue y sombreadas con escamas castaño rojizo; tienen una mancha clara en el centro. Las alas posteriores son blancas, semitransparentes, algo iridiscentes.

Por lo general el ataque de esta plaga es más severo en árboles jóvenes, que crecen en áreas expuestas al sol. La larva se desarrolla en las ramas nuevas, donde puede alimentarse de la médula y de la corteza y en los frutos, cuyas semillas y tejidos internos consume. El mayor daño resulta de la perforación de los brotes nuevos, especialmente del brote terminal, donde taladra una galería que causa la deformación del brote terminal. La larva se convierte en pupa dentro de una rama o fruto, protegida por un capullo de seda; si el alimento se agota, puede migrar hacia otra rama o fruto para completar su desarrollo.

El ciclo de vida se completa en 80-95 días en la época lluviosa y 63-80 días en la época seca, por lo que puede haber varias generaciones anuales, superpuestas. Son atacadas por varias especies de parasitoides (avispidas y moscas), y por el nematodo *Hexameris albicans*, que ataca la larva.

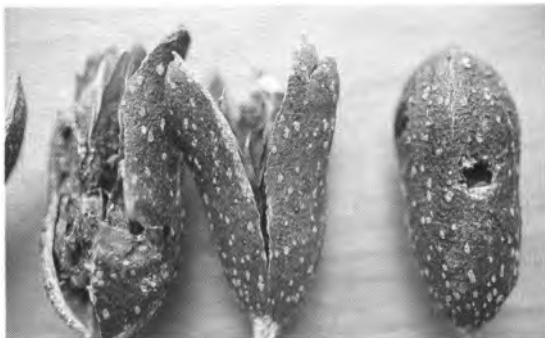


Fig. 42. Frutos de *Cedrela tonduzii* barrenados por *Hypsipyla grandella*.

Referencias: BECKER (1976), BROWNE (1968), CATIE (1991a), CIBRIAN *et al.* (1995), HOCHMUT & MANSO (1982).



## FAMILIA TORTRICIDAE

Las larvas se distinguen de las de Pyralidae por tener tres setas en la plaqueta del protórax, antes del espiráculo, y no dos. Los adultos son palomillas pequeñas, de envergadura alar rara vez mayor de 25 mm, pardo o grís, con manchas o áreas jaspeadas en las alas; las alas anteriores tienen el ápice cortado en escuadra (Fig. 43). Las larvas se alimentan de frutos, nueces, semillas, conos, brotes y hojas; las que se alimentan de hojas por lo general las enrollan o las pegan, construyendo así refugios para empupar, o empupan dentro de capullos, bajo la corteza de los árboles o entre residuos vegetales.

Dentro de esta familia hay una subfamilia, Olethreutinae, considerada por algunos como familia (Olethreutidae); los adultos se distinguen por sus flecos de pelos largos en la base de las alas posteriores. A ella pertenece *Rhyacionia frustrana*, la polilla de los brotes del pino.

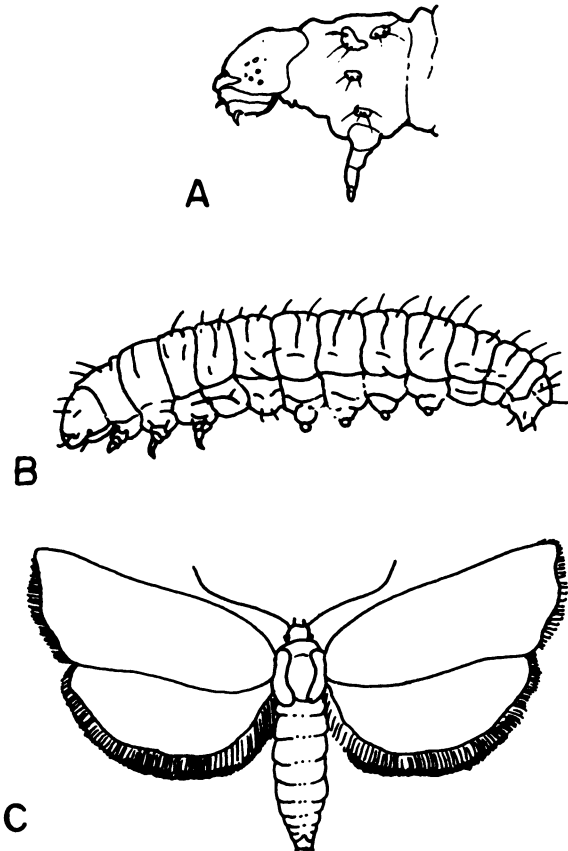


Fig. 43. Morfología típica de una larva (A y B) y un adulto (C) de Tortricidae (Fuentes CATIE 1991, Coto 1997).

Especies que atacan las semillas, nueces, frutos o conos o conillos de los siguientes árboles en Mesoamérica y el Caribe (el nombre del árbol aparece entre paréntesis): *Rhyacionia frustrana*, *R. subtropica*, *Moodna ostrinella*, *Acrobasis* sp., *Argyrotaenia* sp., *Cydia* sp. y *Satrania* sp. (*Pinus* spp., *Gymnandrosoma pithecolobiae* (*Albizia saman*), y dos especies no identificadas (*Cassia spectabilis*). En México, *Eucosma bobana*, *Apolychrosis synchysis* y *Cydia* spp. dañan conos de varias especies de *Pinus*, de las últimas, están presentes *Cydia latissima*, *C. infectiva*, *C. montezuma*, *C. nigra* y *C. phyllis*.

Especies que atacan las semillas, nueces, frutos, conos o conillos de los siguientes árboles en los trópicos del Viejo Mundo: *Cryptophlebia leucotreta* y *C. peltastica* (*Parkia clappertoniana*), *Cryptophlebia carpophagoides* (*Prosopis tamarugo* y *P. juliflora*), *Leptotes trigemmatum* (*Prosopis tamarugo*), *Tortrix dilnota* (*Terminalia litoralis* y *Triplochiton scleraxylon*), *Laspeyresia* sp. ca. *tricentra* (*Perisopis elata* y *Ficus asperifolia*).

Referencias: ANTILLON *et al.* (Inédito), BORROR *et al.* (1976), CARLIN & NUÑEZ (1985), CATIE (1991a), CIBRIAN *et al.* (1986, 1995), COTO (1997), HOCHMUT & MANSO (1982), STEHR (1987), WAGNER *et al.* (1991), WILLAN (1995).

## ***Rhyacionia frustrana***

Se encuentra desde Canadá hasta América Central y el Caribe. La larva de la "polilla de los brotes del pino" es específica del género *Pinus* y ataca a: *Pinus banksiana*, *P. canariensis*, *P. caribaea*, *P. cubensis*, *P. echinata*, *P. elliotii*, *P. elliottii*, *P. keesya*, *P. occidentalis*, *P. oocarpa*, *P. radiata* y *P. taeda*.

La hembra coloca sus huevos por lo general en la parte superior de los brotes nuevos. La larva recién emergida perfora los tejidos del brote casi siempre en la base de las acículas o agujas, y provoca la secreción de una resina blanquecina; a la vez, teje una tela fina en el eje de la aguja, debajo de la cual se alimenta de los tejidos suaves del brote. La larva más desarrollada ataca el eje del brote, donde hace galerías de 2-3 cm de longitud; esto provoca el secamiento del brote, que adquiere una coloración pardo rojiza y queda recubierto de resina. El ataque se presenta desde el estado de plántula, en el vivero, hasta cuando el árbol supera los 3 m de altura. Esta especie también ataca los conillos de sus hospedantes.

El huevo, aplanado, mide 0,5 mm de diámetro y es amarillo o anaranjado-rojizo. La larva es amarillo claro al nacer, con la cabeza negra o pardo claro y mide 1,5 mm de longitud; luego es amarillo-anaranjada y puede medir hasta 10 mm. La pupa, que aparece dentro de los brotes, es parda y mide de 5-7 mm. El adulto es una palomilla de 10-13 mm de envergadura alar, cuyas alas anteriores son gris plateado, con manchas pardo-rojizas o ladrillo (Fig. 44). El período de desarrollo es de 6-9 días para el huevo, de 19-23 días para la larva, de 11-14 para la pupa y de 5-7 para el adulto. En América Central el desarrollo es ininterrumpido, y se pueden observar todos los estadios de desarrollo en cualquier estación del año. Por lo general, el daño es mayor durante la época seca.

Es atacada por varias avispietas parasitoides (*Elachertus* sp., *Habrocytus* sp., *Pteromalus* sp., *Paraslerota* sp., *Spilochalcis* sp. y *S. slide*, *Tetrastichus* sp. y *Goniozus* sp.) y una mosca del género *Lixophaga*.



Fig. 44. Adulto de *Rhyacionia frustrana*.

Referencias: BROWNE (1968), CATIE (1991 a), CIBRIAN *et al.* (1995), FORD (1986), HOCHMUT & MANSO (1982), SALAZAR (1984).

## FAMILIA THRIPIDAE

Los "trips" o "piojillos" adultos rara vez miden más de 2 mm de longitud; tienen alas con flecos, delgadas y algo puntiagudas (Fig. 45). La hembra coloca sus huevos en el tejido de la planta hospedante gracias a su filoso ovipositor. Durante los dos primeros instares, las ninfas se mantienen en agrupaciones, mezcladas con los adultos; durante el tercero y el cuarto no se alimentan. Tanto las ninfas como los adultos perforan la epidermis de la parte atacada con su única mandíbula, rompen las células con los estiletes maxilares y succionan la savia con el aparato bucal cónico. Es frecuente observar gotas de miel en la parte posterior de su cuerpo.

En México se ha observado un complejo de *Chirothrips falsus*, *Frankliniella adusta*, *F. chamulae*, *F. fallaciosa* y *F. molesta* atacando los estróbilos femeninos y masculinos de coníferas (*Pseudotsuga macrolepis* y *Juniperus deppeana*), lo cual hace que los conillos se sequen y se contraigan.

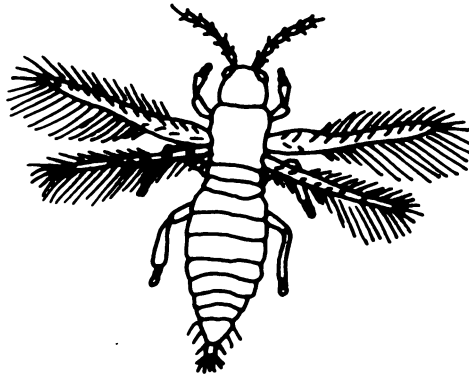


Fig. 45. Morfología típica de un adulto de Thripidae (Fuente: CATIE 1991).

Referencias: BORROR *et al.* (1976), CATIE (1991a), CIBRIAN *et al.* (1986, 1995),



**V. RECUENTOS MONOGRAFICOS DE  
PATOGENOS**

## ***Alternaria* sp.**

Especies de *Alternaria* causan enfermedades en varias partes de muchas especies de plantas y árboles (hojas, tallos, flores, frutos y semillas). En los frutos y las semillas produce pudriciones.

Ataca los frutos en la madurez o cuando se recolectan y permanecen acumulados con altos contenidos de humedad y poca aereación. Puede presentar manchas delimitadas o una lesión extendida, con una consistencia coreosa y una capa superficial aterciopelada de color negro, correspondiente al micelio del hongo. Las semillas infectadas por *Alternaria*, cuando se siembran y germinan, pueden causar "mal de talluelo" u otras lesiones de tallo (Fig. 46).



Fig. 46. "Mal de talluelo" producido por *Alternaria* sp. en plántulas de *Corchorus alliodora*.

*Alternaria* tiene un micelio de color oscuro y sobre los tejidos infectados produce conidióforos cortos, simples y erectos que portan cadenas simples o ramificadas de esporas o conidias. Las conidias son características del género, son grandes, alargadas, en forma de pera y oscuras; son multicelulares por lo que presentan septos transversales y longitudinales. Miden  $110 \mu\text{m}$  de largo x  $6-10 \mu\text{m}$  (Fig. 47).

Se ha observado en semillas de *Apuleia leiocarpa*, *Cassia fistula*, *Cassia glauca*, *Casuarina equisetifolia*, *Cedrela odorata*, *Cordia alliodora*, *Cassia goeldiana*, *Dalbergia* sp., *Enterolobium schomburgkii*, *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis*, *E. nitens*, *Fagara* sp., *Jacaranda copala*, *Leucaena leucocephala*, *Pinus elliotii*, *P. taeda*, *Pseudobombax munguba*, *Tabebuia* sp. y *Vochysia maxima*.

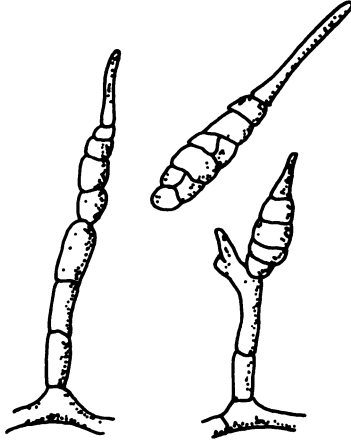


Fig. 47. Conidióforos y conidias de *Alternaria* sp.

Referencias: CARNEIRO (1986), CMI 475 (1975), QING *et al.* (1990a), TRIVIÑO *et al.*, (1990a), OROZCO (1979), VJAYAN (1991).



## ***Aspergillus* sp.**

*Aspergillus* es el género más representativo de los hongos que producen "mohos" en frutos y semillas almacenados. La mayor parte de las especies de *Aspergillus* son saprófitas, sin embargo otras son causantes de pudriciones de importancia económica. Se les conoce como los "mohos negros". Las especies más comunes son *Aspergillus candidus*, *A. flavus*, *A. fumigatus*, *A. niger* y *A. tamaril*.

En muchas semillas infectadas por *Aspergillus*, se observan áreas levemente deprimidas, y generalmente en semillas claras, éstas áreas toman coloraciones oscuras. Al poco tiempo, crecen diminutas estructuras sobre las partes afectadas como "cabecitas de alfiler", cuya coloración varía de amarillo verdoso, pardo rojizo, azul verdoso o negro, dependiendo de la especie. Pueden llegar a atacar los tejidos internos como el embrión, lo que hace que disminuyan notablemente los porcentajes de germinación de los lotes infectados (Fig. 48).

El micelio es blanco cremoso. Los conidióforos son rectos y simples, terminados en un ápice globoso e hinchado de donde salen en forma radial cadenas de esporas o conidias. Las conidias son unicelulares, globosas y de colores variados generalmente oscuros, miden de 4-5  $\mu\text{m}$  de diámetro (Fig. 49). Las esporas son diseminadas por acarreo de suelo contaminado y por viento.

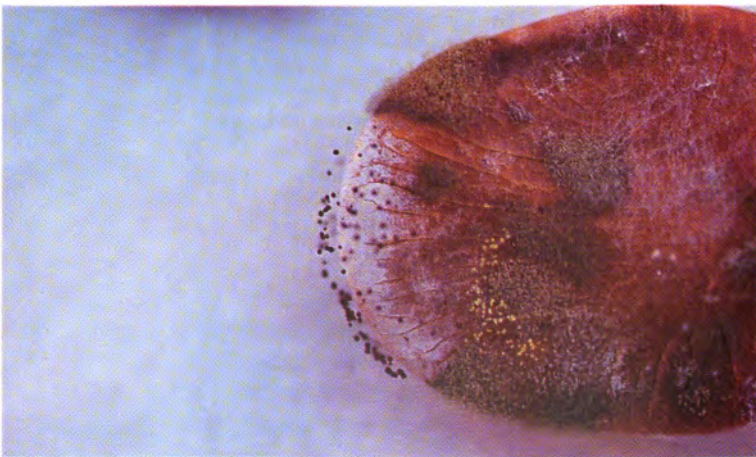


Fig. 48. "Moho negro y amarillo" (*Aspergillus* spp.) en semillas de *Giltricia septum*.

En la mayor parte de las semillas forestales analizadas hay presencia de *Aspergillus* como *Acacia* spp., *Apuleia lelocarpa*, *Bagassa gulanensis*, *Bombax* spp., *Cariniana perinifirmes*, *Cassia* spp, *Casuarina equisetifolia*, *Cedrelinga catenaeformis*, *Cedrela odorata*, *Cordia goeldiana*, *Cupressus lusitanica*, *Dalbergia* spp., *Delonix regia*, *Didynopanax morototoni*, *Diospyros mollis*, *Enterolobium schomburgkii*, *Eucalyptus* spp., *Gmelina arborea*, *Jacaranda copala*, *Juglans* sp., *Manilkara bella*, *M. huberi*, *Mezilarus itauba*, *Leucaena leucocephala*, *Melia azedarach*, *Pinus* spp., *Podocarpus* sp., *Samanea saman*, *Shorea robusta*, *Tabebuia* sp., *Tectona grandis*, *Virola* spp., *Vochysia maxima*, *Wrightia* sp. y *Xillia xylocarpa*.

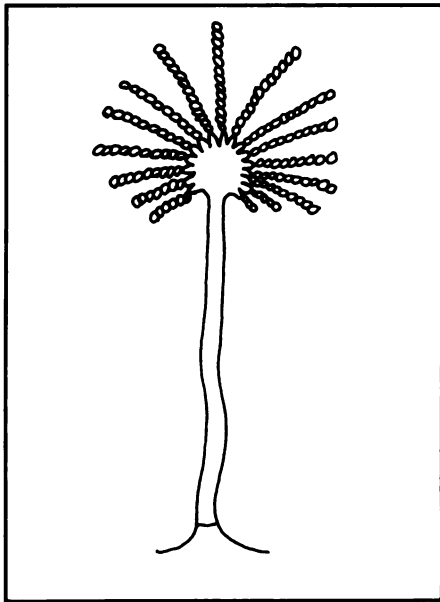


Fig. 49. Conidióforo y conidias de *Aspergillus* sp.

Referencias: CARNEIRO (1986), CMI 91 (1966), CMI 92 (1966), CMI 94 (1966) NEEGARD (1979), OROZCO (1979), PATIÑO *et al.* 1983; QING *et al.* (1993), QUINIONES (1980), SHARMA & MOHANAN, (s.f.), SMITH *et al.* (1992), TRIVIÑO *et al.* (1990 a, b), VIJAYAN (1991), YUE-LUAN (1993).

## Bacteriosis

La presencia de bacterias fitopatógenas es común en el ataque a semillas forestales. Los géneros representativos son *Corynebacterium*, *Pseudomonas* y *Xanthomonas*. Las bacteriosis pueden producir aborto de las semillas, pudriciones, decoloraciones y coberturas de las semillas tipo "barniz" (Fig. 50).



Fig. 50. Semillas de *Leucaena leucocephala* atacadas por bacterias.

Las bacterias del género *Corynebacterium* tienen forma de bastones rectos o ligeramente curvos y sus dimensiones son de 0,5 a 0,9 X 1,5 a 4  $\mu\text{m}$ . En ocasiones, presentan segmentos irregularmente teñidos o gránulos e hinchamientos en forma de masa. Por lo general son inmóviles, pero algunas especies se desplazan por medio de uno o dos flagelos polares. Las *Pseudomonas* son bastones rectos o curvos, con dimensiones de 0,5 a 1 X 1,5 a 4  $\mu\text{m}$ . Se desplazan por medio de uno a muchos flagelos polares. Muchas especies habitan con frecuencia el suelo, ambientes marinos y el agua dulce. Las *Xanthomonas* son bastones rectos, con dimensiones de 0,4 a 1,0 X 1,2 a 3  $\mu\text{m}$ . Se desplazan por medio de un flagelo polar. Cuando se desarrolla en un medio con agar, las colonias son generalmente color amarillo y crecen con lentitud (Fig. 51).

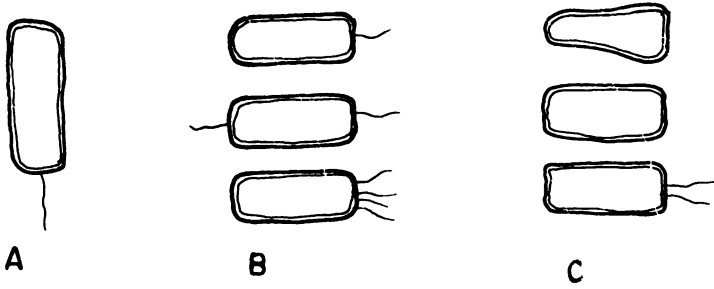


Fig. 51. Células bacterianas de los principales géneros fitopatógenos que infectan semillas: *Xanthomonas* (A), *Pseudomonas* (B) y *Corynebacterium* (C).

Se ha observado en semillas de *Acacia auriculliformes*, *Bombax ceiba*, *Eucalyptus globulus*, *E. grandis*, *Pinus occarpa* y *Tectona grandis*

Referencias: AGRIOS (1991), NEERGAARD (1979), PATIÑO *et al.*, 1983; SHARMA & MOHANAN (s.f.), YUE-LUAN (1993).

## ***Botrytis* sp.**

*Botrytis* produce enfermedades conocidas en todo el mundo en hortalizas, cultivos mayores y especies arbóreas (frutales y forestales). Produce variedad de enfermedades, como tizones y manchas de follaje e inflorescencias, cánceres y pudriciones. Sobre los tejidos enfermos el hongo produce una capa fructífera conspicua de micelio y estructura reproductiva color gris, por lo que las enfermedades producidas por *Botrytis* se les conoce como el "Moho gris".

El hongo se puede establecer en el árbol desde los pétalos de la flor, los cuales son particularmente susceptibles cuando comienzan a envejecer y ahí produce un micelio abundante. Si el fruto llega a desarrollarse, el hongo se propaga desde los pétalos hacia el fruto (Fig. 52). La pudrición en frutos carnosos tiene el aspecto de un área bien definida, parduzca y aguanosa, la cual penetra profundamente; puede destruir parte o la totalidad del fruto. Bajo condiciones de humedad se desarrolla una capa de moho aterciopelada, granular y de color grisáceo o gris parduzco sobre la superficie de las áreas putrefactas. Posteriormente los tejidos se rompen y se deshidratan y el hongo produce esclerocios sobre la superficie o hendidos de los tejidos muertos.



Fig. 52. Estructuras reproductivas del "Moho gris" (*Botrytis* sp.) en flores de *Nerium* sp.

Al parecer, este hongo no infecta las semillas, pero puede propagarse con semillas contaminadas mediante los esclerocios y producir daños cuando éstas germinen. En Costa Rica se ha observado ataques severos de *Botrytis* sp. en plántulas recién emergidas de *Eucalyptus deglupta*.

El patógeno *Botrytis* sp. produce abundante micelio gris y varios conidióforos largos y ramificados que presentan células apicales redondas que portan racimos de conidias unicelulares, ovoides, incoloras o de color gris ( $7-14 \mu\text{m} \times 5-9 \mu\text{m}$ ), con una disposición similar a un racimo de uvas. Forma también esclerocios, los cuales son estructuras de micelio duras aplanadas color negro, que le sirven al hongo para permanecer en el suelo esperando condiciones ambientales propicias para volver a atacar (Fig. 53). El hongo libera fácilmente sus conidias cuando el clima es húmedo, las cuales se dispersan por viento.

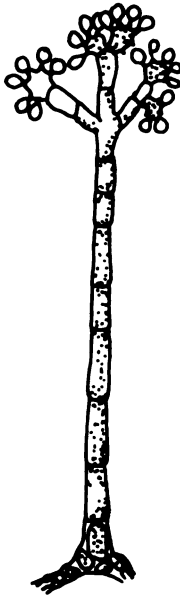


Fig. 53. Conidióforo y conidias de *Botrytis* sp.

Se ha observado en frutos de *Casuarina equisetifolia*, *Gmelina arborea*, *Juglans alanchana*, *Persea schiedeana* y en plántulas de *Eucalyptus deglupta* y *Bombacopsis quinatum*.

Referencias: AGRIOS (1991), CATIE (1991a), QING *et al.* (1989), ARGUEDAS *et al.*; 1993. OROZCO (1979).

## ***Botryodiplodia* sp.**

*Botryodiplodia* es un estado imperfecto del hongo ascomiceto *Botryosphaera*. *Botryodiplodia* produce daños en especies forestales, tanto en follaje como en el tallo, los frutos y las semillas.

Se desconoce si las especies de *Botryodiplodia* tienen una relación parasítica cuando se diagnostican en semillas, o bien, son hongos secundarios que aprovechan las pudriciones causadas por otros microorganismos. En las áreas de las semillas afectadas por pudriciones se observan puntitos negros que corresponden a las estructuras reproductivas de *Botryodiplodia*.

Las esporas se producen en picnidios negros estromáticos y subepidérmicos, los cuales se rompen al madurar. Los conidióforos son simples y cortos. Los conidios son ovoides, alargados, oscuros y bicelulares (Fig. 54).

Se ha observado en *Apuleia lelocarpa*, *Bombaropsis quinata*, *Cedrela odorata*, *Enterolobium schomburgkii*, *Fagara* sp., *Pinus caribaea*, *P. oocarpa*, *P. taeda*, *Shorea leprosula*, *Swietenia mahaoni* y *Vochysia maxima*.

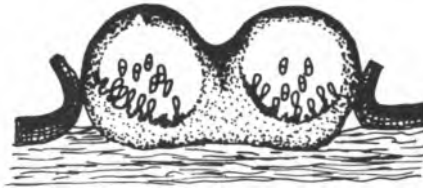


Fig. 54. Picnidios y conidios de *Botryodiplodia* sp.

Referencias: AGMATA (1979), BARNETT (1960), CARNEIRO (1986), PARKER & REES (1983), PATIÑO *et al.*, (1983), TRIVIÑO *et al.* (1990 a), SMITH *et al.* (1992), YUE-LUAN, (1993), WILLAN (1995).

## ***Cladosporium* sp.**

*Cladosporium* representa un género de hongo de poca importancia en cultivos agrícolas. Se presenta en forma de "mohos" en follaje, frutos y semillas. En el campo forestal su importancia también radica en que es un hongo causante de manchas en la madera.

En granos y semillas forestales almacenadas se observan crecimientos miceliales del hongo cuando contienen niveles de humedad alto (24-25%). El hongo puede manchar semillas, matar los óvulos o destruir embriones; ocasionar arrugamiento de las semillas y producir en ellas compuestos tóxicos. Aparentemente, *Cladosporium* muere después de algunos meses durante el almacenamiento o se debilita hasta no poder infectar otras semillas.

Los conidióforos son oscuros en racimos o simples, con ramificaciones desde la base o ápex o en puntos intermedios. Conidias oscuras unicelulares o bicelulares, variables en forma y tamaño, de ovoides a cilíndricas o irregulares (Fig. 55).

En semillas forestales se ha reportado en *Acacia mearnsii*, *Casuarina equisetifolia*, *Cedrellina catenaeformis*, *Cedrela odorata*, *Cordia alliodora*, *Didymopanax morototoni*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Enterolobium schomburgkii*, *Fagara* sp., *Leucaena leucocephala*, *Shorea robusta*, *Manilkara bella*, *Tabebuia rosea* y *Vochysia maxima*.

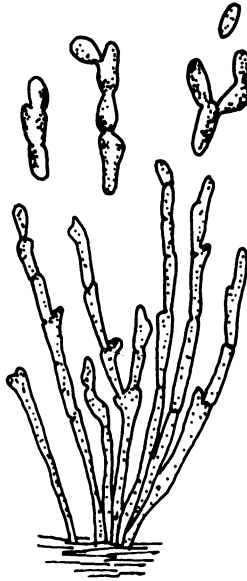


Fig. 55. Conidióforos y conidias de *Cladosporium* sp.

Referencias: BANNER (1966), CARNEIRO (1986), QING *et al.* (1989), YUE-LANG (1993), TRIVIÑO *et al.* 1990a, b), OROZCO (1979), VIJAYAN (1991).



## ***Colletotrichum* sp.**

El genero *Colletotrichum* es conocido mundialmente porque representa a las especies que producen quemaduras o antracnosis en ramas, hojas y frutos y semillas. En el campo forestal su importancia también radica en que es un hongo causante de manchas en madera. Tiene características similares y produce los mismos daños que el género *Gloeosporium*. En su estado perfecto se conoce como *Glomerella*.

El hongo se encuentra con frecuencia en las semillas que se forman en vainas o cápsulas. Las lesiones en las vainas son de elípticas largas a redondas, deprimidas, con el centro pardo y los bordes ennegrecidos. Presentan un halo pardo rojizo y en condiciones de humedad el centro de la lesión se cubre de una masa gelatinosa de esporas rosadas (Fig. 56).



Fig. 56. Vainas de *Erythrina* sp. con lesiones necróticas producidas por *Colletotrichum* sp.

Las semillas infectadas pueden presentar lesiones profundas de color amarillento a pardo de varios tamaños. Cuando dichas semillas se siembran, muchas de las que logran germinar mueren antes de que emerjan de la superficie del sustrato. Es frecuente que sobre los cotiledones de plántulas jóvenes aparezcan lesiones profundas pardo oscuras con puntitos negros, sobre los cuales emergen masas de esporas color rosa. El hongo puede destruir a uno o a ambos cotiledones en tanto sus esporas se diseminan sobre el hipocotilo y el micelio se desarrolla hacia el tallo. En el tallo, la enfermedad produce numerosas manchitas pequeñas, superficiales, las cuales se extienden y coalescen hasta anillar totalmente el tallo.

La enfermedad más frecuente producida por *Colletotrichum* se conoce como "antracnosis". En especies forestales, se caracteriza por presentar manchas pardo oscuras o negras a partir de los bordes de las hojas las cuales se unen entre sí, con un aspecto

de quemas de borde (Fig. 57). En plantas de vivero de *Dypterix panamensis*, se observa un empardecimiento del ápice, los raquis y las nervaduras principales. Sobre estas partes infectadas se presentan los puntitos y las masas de esporas como en los cotiledones.



Fig. 57. Antracnosis (*Colletotrichum* sp.) en plántulas de *Voschysia guatemalensis*.

El género *Colletotrichum* se caracteriza por la formación de acérvulos. Estos son sub-epidérmicos y brotan a través de la superficie de los tejidos afectados de la planta, miden aproximadamente 300  $\mu\text{m}$  de diámetro. Produce conidios incoloros de una sola célula, ovoides, cilíndricos, en ocasiones encorvados y con los ápices obtusos (4-9  $\mu\text{m}$  de ancho X 100  $\mu\text{m}$  de largo). Las masas de conidios son de color salmón (Fig. 58). Las enfermedades por *Colletotrichum* aparecen donde quiera se desarrollen sus hospedantes, sin embargo, requieren de condiciones ambientales húmedas. Los conidios son liberados y se diseminan sólo cuando los acérvulos se encuentran húmedos y son generalmente diseminados por la lluvia desplazada por el viento. Los conidios germinan solamente en presencia de agua.

En frutos y semillas forestales se reporta en *Eucalyptus citriodora*, *Leucaena leucocephala*, *Shorea acuminata*, *S. materalls*. En plántulas de vivero se ha observado en *Cordia alliodora*, *Vatalrea lundellii*, *Dypterix panamensis*, *Albizia saman* y *Vochysia allenii*.

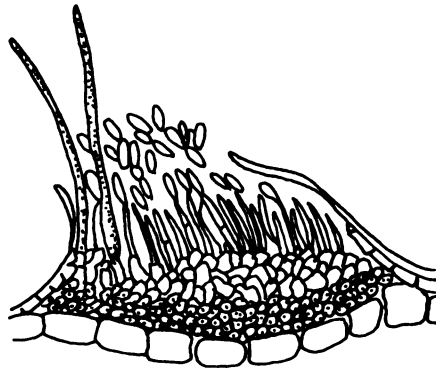


Fig. 58. Acérvulo y conidias de *Colletotrichum* sp.

Referencias: AGRIOS (1991), ARGUEDAS (1994), ARGUEDAS *et al.* (1993), CMI 316 (1971), SHARMA & MOHANAN (s.f.), SMITH *et al.* (1992), YE-LUAN (1993), QUINIONES 1983).

## ***Cronartium conigenum***

Las especies de *Cronartium* se conocen en el campo forestal, porque causan la "roya blanca" y "roya fusiforme" de los *Pinus* spp. Son royas heteroicas, es decir, que requieren de dos especies vegetales para completar su ciclo de vida.

Los conos se infectan durante el primer año de desarrollo, cuando comienzan a hincharse por la formación de agallas de diversos tamaños. No llegan a producir semillas ni se abren, hasta que llegan a morir, por lo que no se producirán nuevas infecciones, como los ataques en las ramas y fuste.

*Cronartium conigenum* posee un ciclo de vida complejo; produce sus espermagonios y aecios sobre ramas o frutos de *Pinus* spp. y sus uredios y telios en arbustos silvestres, como especies de *Quercus*.

En los cánceres y daños que produce en tallos y frutos de *Pinus* spp. aparecen pequeños espermagonios irregulares de color pardo oscuro y forma de vejiga, los cuales se rompen, exudan gotas llenas de espermacios y posteriormente se secan. En dichas zonas se forman los aecios dos o tres años después. Estos tienen forma de sacos o vejigas blancas que contienen aeciosporas amarillas que ejercen cierta presión a través de la corteza enferma (Fig. 59). Dichos sacos se rompen posteriormente y sus aeciosporas amarillo naranja son llevadas por el viento hasta cientos de metros, depositándose algunas de ellas sobre especies de *Quercus*, a las que infectan. En sus hojas formarán uredios con uredósporas color anaranjado. Más tarde el hongo formará telios, estructuras parduzcas en forma de filamento (2 mm) y portan las tellósporas. De estas tellósporas se formarán basidiósporas, capaces de producir nuevas infecciones en los pinos cuando son llevadas por el viento.

En especies de *Pinus* en regiones tropicales y subtropicales, se reporta en *P. caribaea*, *P. oocarpa* y *P. patula*.

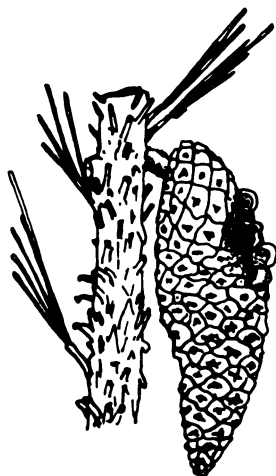


Fig. 59. Aecios de *Cronartium conigenum* en cono de *Pinus* sp.

Referencias: AGRIOS (1991), CUMMING & HIRATSUKA (1983), PARKER & REES (1983), PATIÑO *et al.* (1983), SINCLAIR *et al.* (1985), WILLAN (1995), ZILLER (1974).

## *Curvularia* sp.

*Curvularia* sp. es un patógeno poco común en el campo agrícola, produce manchas foliares en algunas especies de flores y decoloraciones en granos. Se le conoce también como un "moho" de semillas.

Forma conidióforos oscuros, erectos, simples o ramificados, de cuyo ápice salen las esporas o conidias de 3 a 5 células, más o menos fusiformes, típicamente dobladas o curvadas. Las células de los ápices son aguzadas y ligeramente más claras que el resto. Es característica la presencia de una o dos células de las centrales engrosadas (Fig. 60).

Es un patógeno común en semillas forestales, se reporta en *Acacia auriculiformes*, *A. catechu*, *Bombax ampex*, *Cassia nodosa*, *C. siamea*, *Casuarina equisetifolia*, *Cordia alliodora*, *C. goeldiana*, *Enterolobium schomburgkii*, *Eucalyptus camaldulensis*, *E. viminalis*, *E. nitens*, *Jacaranda copala*, *Leucaena leucocephala*, *Manilkara bella*, *M. huberi*, *Melia azedarach*, *Pinus elliotii*, *P. taeda*, *Pseudobombax munguba*, *Shorea robusta*, *Tabebuia rosea*, *Tectona grandis*, *Vochysia maxima*.



Fig. 60. Conidióforo y conidias de *Curvularia* sp.

Referencias: ALEXOPOULOS & MIMS (1979), CARNEIRO (1986), BANNER (1966) QING *et al* (1989), TRMÑO *et al.* (1990a), OROZCO (1979), VJAYAN (1991), YUE-LUAN (1993).

## *Cylindrocladium* sp.

Es un patógeno polífago que se distribuye en todo el mundo sobre una gama amplia de hospedantes. Puede producir lesiones foliares y de tallo, cáncer de tronco, muerte progresiva, caída de plántulas y podredumbre de frutos.

Se observa en las partes reproductivas de especies forestales y produce pudriciones en frutos almacenados en condiciones de alta humedad. Sobre las partes infectadas crece el micelio y genera pequeñas estructuras blanquecinas. Se observan también crecimientos del hongo en semillas sometidas a cámaras de humedad. Los problemas más severos los causa cuando se ponen a germinar semillas contaminadas, ya que es un hongo causante de "Mal de talluelo" o "Damping off" (Fig. 61). La utilización de semillas contaminadas, también puede infectar el vivero, y en algunas especies como *Eucalyptus deglupta* y *Vochysia ferruginea* ataca el ápice y las ramillas, posteriormente la infección desciende por el tallo y puede matar la plántula.



Fig. 61. Plántulas de *Leucaena leucocephala* atacadas por *Cylindrocladium* sp.

Conidióforos claros ramificados en forma dicotómica o tricotómica, cada rama acaba apicalmente en dos o tres terminaciones; las conidias son hialinas, en general con dos células, pero pueden presentar hasta cuatro, cilíndricas y alargadas. El hongo puede sobrevivir en el suelo en frutos y hojas caídas en forma de clamidosporas y microesclerocios, los cuales, al iniciarse las lluvias, producen micelio, y luego éste produce los conidios, que se diseminan hacia las estructuras susceptibles de la planta por el salpique de lluvia con viento o por insectos (Fig. 62). Puede también atacar los tejidos radicales.

En frutos y semillas forestales se reporta en *Dipterocarpus grandiflorus*, *Dryobalanos aromatica*, *Hopea odorata*, *Shorea dasycarpa*, *S. ovalis* y *S. platycladum*.

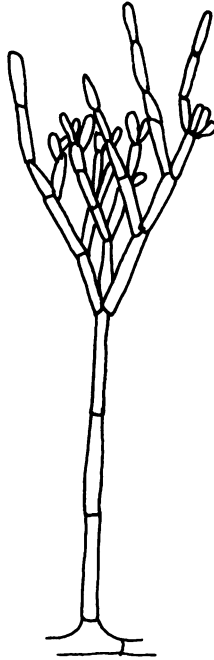


Fig. 62. Conidióforo y conidias de *Cylindrocladum* sp.

Referencias: BARNETT (1966), FERREIRA (1989), SMITH *et al.* (1991), YUE-LUAN (1993).

## ***Chaetomium* sp.**

Las especies de *Chaetomium* de importancia en fitopatología se asocian principalmente con ataques a semillas de numerosos hospedantes. Las especies más comunes son *Chaetomium globosum*, *C. cochliodes* y *C. funicola*.

Aparentemente puede producir pudriciones en las semillas, sobre las cuales crecen en forma libre, diminutas esferas peludas color gris verdoso correspondientes a las estructuras reproductivas del hongo o peritecios (Fig. 63). Los peritecios están cubiertos de pelos oscuros, alrededor del ostiolo los pelos son los más largos. Las ascosporas son unicelulares, negras, dispuestas en forma irregular en las ascas (Fig. 64). Algunos autores consideran que varias especies de *Chaetomium* pueden ejercer efectos antibióticos sobre hongos patógenos.



Fig. 63. Semillas de *Swietenia macrophylla* atacada por *Chaetomium* sp. Las pequeñas estructuras globosas y verdes son los peritecios (estructuras reproductivas del hongo).



Es común la presencia de especies de *Chaetomium* en *Acacla auriculiformes*, *A. catechu*, *Bombax celba*, *Cassia glauca*, *C. nodosa*, *Casuarina cunninghamiana*, *Cordia goeldiana*, *Enterolobium schomburgkii*, *Fagara* sp., *Eucalyptus camaldulensis*, *E. citriodora*, *E. globulus*, *E. grandis*, *Leucaena leucocephala*, *Pinus caribaea*, *P. kesiya*, *Shorea robusta* y *Tectona grandis*.

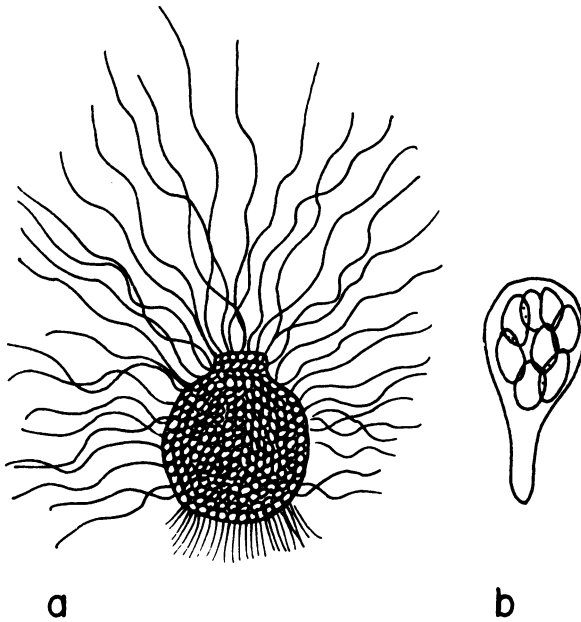


Fig. 64. Peritecio (a), asca y ascosporas (b) de *Chaetomium* sp.

Referencias: CARNEIRO (1986), QING *et al.* (1989), PARKER & REES (1983), PATIÑO *et al.* (1983), SHARMA & MOHANAN, (s.f.), VIJAYAN (1991), WILLAN (1995), Y'JE-LUAN (1993)

## *Fusarium* sp.

Especies de hongos del género *Fusarium*, producen enfermedades en muchas plantas y en sus diferentes órganos, incluyendo estructuras reproductivas (flores, frutos y semillas). La especie más común causante de pudriciones en frutos y semillas es *Fusarium oxysporum*.

Es un hongo que permanece como saprófito en el suelo y en la materia orgánica, sin embargo, cuando encuentra tejidos vivos como semillas y las condiciones ambientales son favorables para el desarrollo del hongo, puede fácilmente invadir los tejidos de las semillas.

Las partes de los frutos y las semillas atacadas se presentan húmedas y con manchas marrón, sobre las cuales crece un micelio amarillo o rosado, por lo que se denomina a esta enfermedad los "mohos amarillos o rosa" (Fig. 65). El género *Fusarium* es uno de los principales causantes de la enfermedad de plántulas en camas de germinación denominada "mal de talluelo" o "damping off". Por tanto, aunque se desarrolle sobre las semillas como saprófito, existen grandes posibilidades que posteriormente invada el embrión u otras estructuras de la planta cuando germinen las semillas contaminadas.

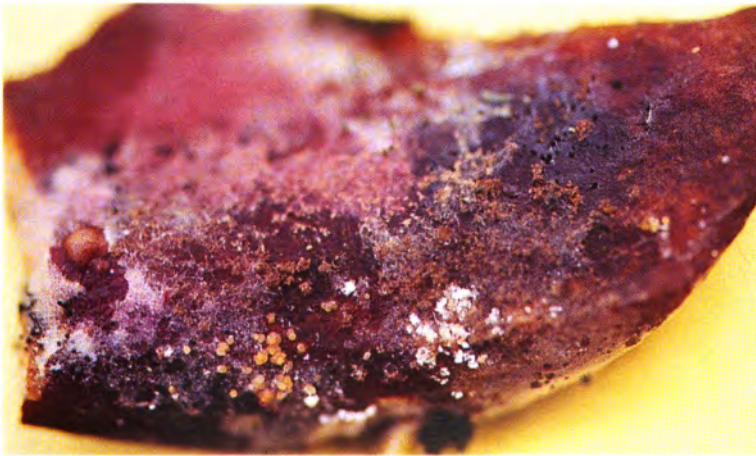


Fig. 65. Semilla de *Swietenia macrophylla* atacada por *Fusarium* sp. (micelio rosado) y *Nectria* sp.

El micelio de *Fusarium* es incoloro al inicio y posteriormente toma coloraciones de amarillo a púrpura. Produce tres tipos de esporas. Las microconidias son las que forma más frecuentemente, poseen una o dos células ( $5-12 \mu\text{m} \times 2,2-3,5 \mu\text{m}$ ). Las macroconidias son las esporas típicas para la identificación de *Fusarium*, están constituidas de 3 a 7 células alineadas, fusoides y punteadas en los extremos ( $27-50 \mu\text{m} \times 3-5 \mu\text{m}$ ). Puede también producir clamidiósporas, que son esporas redondas de una o dos células de pared muy gruesa y sirve para sobrevivir en forma saprófita (Fig. 66).

Es común observar especies de *Fusarium* en semillas forestales sometidas a cámara húmeda. Se reporta en *Acacia auriculiformes*, *A. holosericea*, *Apuleia lelocarpa*, *Araucaria hunsteini*, *Bagassa guianensis*, *Bombacopsis quinatum*, *Cedrelinga catenaeformis*, *Cedrela odorata*, *Cordia alliodora*, *Cordia goeldiana*, *Eucalyptus camaldulensis*, *E. viminalis*, *Fagara sp.*, *Gmelina arborea*, *Jacaranda copala*, *Leucaena leucocephala*, *Manilkara bella*, *M. huberi*, *Mezilarus itauba*, *Pinus ayacahuite*, *P. caribaea*, *P. ellioti*, *P. michoacana var. cornuta*, *P. oocarpa*, *P. taeda*, *Pseudobombax munguba*, *Shorea leprosula*, *S. talura*, *Tabebuia rosea* y *Tectona grandis*.

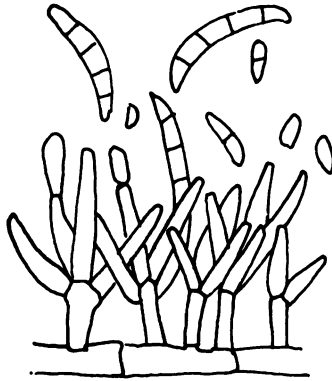


Fig. 66. Conidióforos y conidias de *Fusarium* sp.

Referencias: AGRIOS (1991), CARNEIRO (1986), CATIE (1991), CMI 212 (1969), QING *et al.* (1989), QUINIONES (1980), OROZCO (1979), TRIVIÑO *et al.* (1990 a, b), YUE-LUAN (1993).

## ***Macrophomina* sp.**

Conforma un género de especies causantes de pudriciones de raíz, importante como patógeno en las regiones tropicales, ya que le favorecen temperaturas del suelo superiores a 28 °C.

Es común diagnosticar *Macrophomina* sobre semillas que se almacenan bajo altos contenidos de humedad. Sin embargo se desconoce si puede causar pudriciones a la semilla o solamente persiste en ella como hongo saprófito. Sobre las semillas, lo que persiste son estructuras de supervivencia color negrusco, denominadas esclerocios. Bajo el estado en que produce esclerocios se le denomina al hongo *Rhizoctonia* sp.

El problema más severo al utilizar semillas contaminadas, es que los esclerocios bajo condiciones de alta humedad desarrollan rápidamente y pueden infectar los tejidos radicales. Al inicio causa lesiones pardo oscuro a negro en las raíces, luego se extiende a los tejidos vasculares y medulares del tallo formando numerosos esclerocios pequeños, como carbón molido, que le dan a los tejidos infectados un color gris negro.

Forma picnicios oscuros, ostiolados y globosos. Los conidióforos son simples, cortos o alargados, las conidias son hialinas, unicelulares, de ovoides a elipsoidales (1.4-3.0 x 5-10 µm) (Fig. 67).

En semillas forestales se informa en *Apuleia lelocarpa*, *Cordia goeldiana*, *Cupressus lusitanica*, *Fagaria* sp., *Gmelina arborea*, *Pinus elliotii*, *Pseudobombax munguba*, *Shorea acuminata*, *Tabebuia* sp., *Vochysia maxima*, y produciendo pudriciones radicales en *Eucalyptus* sp.



Fig. 67. Picnidio y conidias de *Macrophomina* sp.

Referencias: ARGUEDAS *et al.* (1993), BARNETT (1966), CARNEIRO (1986), SMITH *et al.* (1992), YUE-LUAN (1993).

## ***Mucor* sp.**

*Mucor* es un género de la clase Zygomycetos, típico dentro de la fitopatología por producir podredumbres en productos de post-cosecha. En el campo forestal ataca frutos y semillas almacenadas en condiciones de alta humedad y poca circulación de aire.

Las partes afectadas de los frutos generalmente no cambian de color y presentan un aspecto hidrópico, como los síntomas producidos por *Rhizopus* sp. en frutos. Sobre las áreas afectadas se desarrollan rápidamente las estructuras reproductivas del hongo.

Las especies de *Mucor* se caracterizan por producir esporangios oscuros columelados (50-80  $\mu\text{m}$  de diámetro) en esporangióforos sencillos o ramificados. Las esporas o esporangiósporas son húmedas, globosas o subglobosas, ocasionalmente ovaladas (2,5 - 4  $\mu\text{m}$ ) (Fig. 68). Las esporas se diseminan principalmente por salpicadura de lluvia. En condiciones de almacenamiento los frutos contaminados pueden rápidamente contaminar los sanos por contacto. Las heridas facilitan la penetración del hongo en los frutos.

En especies forestales se observa en *Bombax anceps*, *B. celba*, *Calophyllum mariae*, *Cupressus* sp., *Eucalyptus globulus*, *E. grandis*, *E. tereticornis*, *Leucaena leucocephala*, *Pinus ayacahuite*, *P. oocarpa*, *P. pseudostrobus*, *P. strobus*, *Podocarpus* sp., *Tectona grandis* y *Virola reidii*.

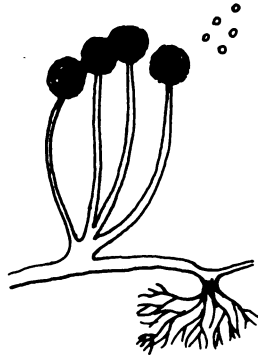


Fig. 68. Esporangióforo de *Mucor* sp.

Referencias: OROZCO (1979, PARKER & REES (1983), PATIÑO *et al* (1983), SHARMA & MAHANAN (s.f), SMITH *et al.* (1992), TRIVIÑO *et al.* (1990a), VJAYAN (1991), YUE-LUAN, (1993).

## *Nectria* sp.

*Nectria* representa un género de importancia forestal, ya que produce síntomas variados en numerosos hospedantes. Los daños de mayor importancia económica son los cánceres en fustes y ramillas, sin embargo puede producir podredumbre de frutos y albergarse en las semillas.

Cuando ataca frutos, se observan pudriciones circulares, pardas y profundas. Se ha observado que crece en semillas sobre áreas podridas inicialmente en su estado conidial (imperfecto) como masas algodonosas color blanco-cremoso; en estados avanzados de putrefacción se producen esferas diminutas de color amarillo-naranja brillante, correspondientes a los peritecios o estructuras reproductivas sexuales del hongo (Fig. 69). Las esporas penetran los tejidos por heridas naturales o artificiales.



Fig. 69. Semillas de fresno (*Fraxinus ulhei*) atacadas por *Nectria* sp. Las esferas diminutas color anaranjado corresponden a las estructuras reproductivas del hongo (peritecios).

Las conidias pueden ser diminutas o macroconidias de dos a cuatro células cilíndricas o en forma de media luna. Los peritecios son "globosos, ostiolados" y de colores brillantes, de donde emergen ascosporas bicelulares (Fig. 70). El viento o el agua dispersan las ascosporas en cualquier época del año, durante la lluvia o períodos húmedos. La mayor descarga de esporas ocurre en épocas secas. En agua libre, las ascosporas pueden germinar a temperaturas de 0 a 30 °C, y lo hace más rápidamente de 21 a 26,5 °C. El salpique del agua dispersa las conidias durante el período anual de lluvias.

Se ha observado de *Nectria* sobre semillas de *Fraxinus ucthei*, *Bombacopsis quinata*, *Cordia alliodora*, *Virola sebifera* y *Vochysia allenii*.

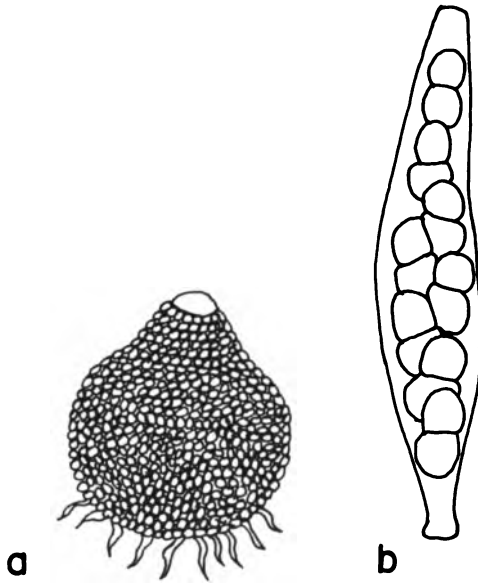


Fig. 70. Peritecio (a), asca y ascospora (b) de *Nectria* sp.

Referencias: AGRIOS (1991), ARGUEDAS *et al.* (1996), OROZCO (1979), SMITH (1992), TRIVIÑO *et al.* (1990 a, b).

## ***Pestalotia* sp.**

*Pestalotia* sp. es un género de hongos de la clase Deuteromycetos (Orden Melanconiales). Se considera como un saprófito o patógeno débil. En especies forestales es causante de tizones de follaje en coníferas (*Cupressus lusitanica*) y manchas foliares.

Cuando los frutos o las semillas de especies forestales se someten en el laboratorio a cámaras húmedas, *Pestalotia* sp. es uno de los hongos que se presenta con mayor frecuencia. Aparentemente no es un hongo causante de pudriciones, sin embargo puede invadir rápidamente los tejidos afectados inicialmente por otros hongos. Sobre los tejidos enfermos se observan puntitos color negro brillante correspondientes a los cirrios de esporas.

Se ha observado la presencia de *Pestalotia* sp. solamente sobre la testa de las semillas, sin embargo, germinan sin ningún problema. Se considera que algunos hongos saprófitos pueden suavizar la cutícula para facilitar el proceso de germinación sin afectar los tejidos internos, lo que se puede considerar como un proceso natural de escarificación (Fig. 71).



Fig. 71 . Testa de semilla de *Giliricidia sepium* atacadas por *Pestalotia* sp.

Las esporas o conidias se producen en acérvulos, estructuras diminutas subepidérmicas, que se rompen al madurar para que salgan los conidios. Los conidios pueden ser rectos o ligeramente curvos, con dos o cuatro células centrales oscuras y con células hialinas en los extremos. Presentan un extremo aguzado con tres apéndices o flagelos hialinos y simples. En medios de cultivo artificial produce un micelio blanco poco algodonoso, sobre el cual, conforme madura, se desarrollan los puntitos negros o acérvulos (Fig. 72).



En semillas forestales se reporta en *Acacia auriculiformes*, *Calophyllum mariae*, *Casuarina cunninghamiana*, *C. equisetifolia*, *Cedrelinga catenaeformis*, *Cordia goeldiana*, *Eucalyptus viminalis*, *Fagara* sp., *Pinus ellioti*, *P. taeda*, *Podocarpus* sp. y *Tabebuia rosea*.

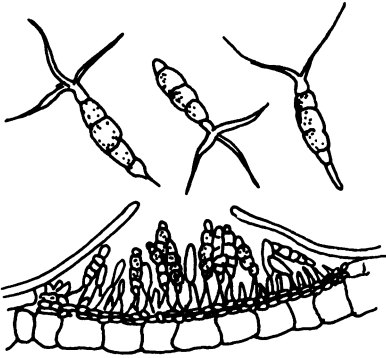


Fig. 72. Acérvulo y condias de *Pestalotia* sp.

Referencias: ARGUEDAS (1996), ARGUEDAS & CHAVERRI (1994), CARNEIRO (1986), CATIE (1991a), OROZCO (1979), QING *et al.* (1989), TRIVIÑO *et al.* (1990 a, b).

## *Penicillium* sp.

En el campo de la sanidad vegetal el género *Penicillium* es conocido por producir pudriciones de frutos y semillas y otros órganos carnosos de las plantas. Se conoce como la "pudrición del moho azul". Es usual su presencia en frutos y semillas forestales con altos contenidos de humedad. Las especies más comunes son *Penicillium frequentans*, *P. rugulosum* y *P. glabrum*.

En los frutos afectados, se observa inicialmente una mancha hidrópica circular y ligeramente hundida. Si la temperatura es favorable y el fruto contiene mucha humedad, pronto crece un micelio blanco sobre las áreas afectadas, el cual se recubre rápidamente de estructuras reproductivas, cuyo color puede oscilar entre amarillo verdoso a diferentes tonalidades de azul (Fig. 73). Cuando la pudrición cubre todo el fruto, termina por momificarse. También puede crecer como saprófito en semillas.



Fig. 73. Frutos de *Quercus semmarnii* cubiertos del "Moho verdoso" (*Penicillium* sp.).

*Penicillium* produce conidióforos cortos (30-100  $\mu\text{m}$ ). Las esporas o conidias son lisas subglobosas o cilíndricas, normalmente elípticas (3,4-12 x 3-8  $\mu\text{m}$ ) (Fig. 74). Las esporas se diseminan por viento y penetra por heridas naturales como lenticelas de frutos o heridas artificiales producidas por otros organismos como aves roedores o insectos o sufridas durante el proceso de recolección.

Se han reportado especies de *Penicillium* en semillas forestales como *Acacia auriculiformes*, *A. catechu*, *A. mearnsii*, *Apuleia lelocarpa*, *Araucaria cunninghamii*, *Bagassa gulanensis*, *Bombax celba*, *Cassia fistula*, *C. glauca*, *Casuarina cunninghamiana*, *C. equisetifolia*, *Cedrela odorata*, *Cordia goeldiana*, *Didymopanax morototoni*, *Eucalyptus camaldulensis*, *E. citriodora*, *E. globulus*, *E. grandis*, *E. nitens*, *E. viminalis*, *Fagara* sp., *Gmelina arborea*, *Jacaranda copala*, *Leucaena leucocephala*, *Manilkara bella*, *M. huberi*, *Mezilarus itauba*, *Pinus ayacacuite*, *P. elliotii*, *P. greggii*, *P. montezumae*, *P. oocarpa*, *P. tadea*, *Podocarpus* sp., *Prosopis* sp., *Pseudobombax munguba*, *Saranea saman*, *Shorea robusta*, *Tectona grandis*, *Viroia sebifera*, *Vochysia maxima* y *Xylocarpa*.



Fig. 74. Conidióforo y conidias de *Penicillium* sp.

Referencias: CARNEIRO (1986), CMI 96-99; OROZCO (1979), PATIÑO *et al.* (1983) QING *et al.* (1993), SHARMA & MOHANAN (s.f.), SMITH *et al.* (1992), VIJAYAN (1991), YUE-LUAN (1993).

## ***Phoma* sp.**

Es un género ampliamente conocido en fitopatología, se caracteriza por generar pudriciones en diversas partes de las plantas, incluyendo los tejidos radicales y los frutos.

En los frutos se observa una podredumbre color negro. Se desarrolla sobre las semillas cuando se someten a condiciones de humedad y temperaturas altas. Sin embargo, parece que el problema serio se suscita al utilizar semillas contaminadas que dispersan la enfermedad en las camas de germinación o campos donde se siembren, ya que *Phoma* puede atacar las plántulas durante su emergencia. Plantas recién emergidas atacadas por *Phoma* presentan pequeñas manchas pardas en los cotiledones y el cuello, y en condiciones favorables se forman sobre estos tejidos puntitos negros correspondientes a las estructuras reproductivas del hongo (picnidios).

En agricultura, enfermedades producidas por *Phoma* se pueden transmitir por semillas contaminadas en la superficie e inclusive dentro de la semillas, donde puede persistir el hongo durante varios años. En el campo forestal aún no se han reportado comportamientos similares.

Los picnidios son oscuros, ostiolados, de lenticular a globosos, siempre inmersos en los tejidos de la planta hospedante, de donde irrumpen o perfora la epidermis con un corto pico terminal; los conidióforos son cortos u obsoletos y las conidias son pequeñas, unicelulares, hialinas, de ovoides a elongadas (Figs. 75 y 76). Las conidias se dispersan por viento y por lluvia.



Fig. 75. Picnidios negros de *Phoma* sp. en semillas de *Swietenia macrophylla*.

En semillas forestales se ha observado en *Cassia nodosa*, *Casuarina cunninghamiana*, *Cordia alliodora*, *Enterolobium schomburgkii*, *Eucalyptus camaldulensis*, *E. citriodora*, *E. globulus*, *E. grandis*, *E. nitens*, *E. viminalis*, *Fagara sp.*, *Jacaranda copala*, *Leucaena leucocephala*, *Mezilarus itauba*, *Pseudobombax munguba*, *Shorea robusta* y *Tabebuia sp.*

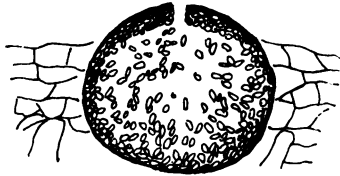


Fig. 76. Pícnido y conidias de *Phoma sp.*

Referencias: CARNEIRO (1986), QING *et al.* (1989), SHARMA & MOHANAN (s.f), SMITH *et al.*, (1992), VIJAYAN (1991), YUE-LUAN (1993).

## ***Phomopsis* sp.**

*Phomopsis* produce diversas enfermedades en cultivos agrícolas. En especies forestales se caracteriza por producir canchros y pudriciones de ápices y frutos.

En áreas putrefactas de frutos y semillas carnosos o leñosos, se observan pequeñas estructuras negras y duras que emergen de los tejidos, las cuales son los picnidios o estructuras reproductivas del hongo. Puede diseminarse mediante semillas contaminadas. Ocasionalmente puede infectar plántulas recién emergidas.

Los picnidios son oscuros, ostiolados y casi globosos aislados o en grupos. Se encuentran inmersos en los tejidos del hospedante de donde irrumpen. Los conidióforos son multiramificados. Puede presentar dos tipos de conidias, las "alfa" son de ovoides a fusoides, con una góntula en cada extremo (8-12  $\mu\text{m}$  X 2-3  $\mu\text{m}$ ) y las "beta" son filiformes y curvadas (20-30  $\mu\text{m}$  X 0,5-1  $\mu\text{m}$ ); ambas son hialinas y unicelulares (Fig. 77).

Se ha reportado en semillas de *Cedrela odorata*, *Cordia alliodora*, *Eucalyptus citriodora*, *E. globulus*, *E. viminalis* y *Shorea acuminata*.

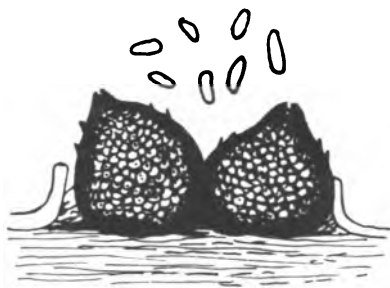


Fig. 77. Picnidio y conidias de *Phomopsis* sp.

Referencias: CARNEIRO (1986), NEEGAARD (1977), TRIVIÑO *et al.* (1990a), OROZCO (1979), SHARMA & MOHANAN (s.f.), YUE-LUAN, (1993).

## ***Rhizopus* sp.**

*Rhizopus* es un género de hongo que genera pudriciones blandas en flores y frutos, tanto en productos agrícolas como ocasionalmente en estructuras reproductivas de especies forestales.

Al inicio del ataque, las zonas infectadas de los frutos se presentan como si estuvieran embebidas en agua y al tocarlas son blandas. Si el órgano atacado no se rompe, poco a poco pierde humedad y puede llegar a momificarse o a formar una masa aguanosa. Se cree que logran penetrar los tejidos a partir de heridas. Sobre los frutos podridos se desarrolla un micelio blanco algodónoso, sobre el cual crecerán las estructuras reproductivas como minúsculas esferas negras denominadas esporangios.

El micelio de *Rhizopus* carece de septos o paredes internas que lo dividen. Los esporangios se forman al final de partes aéreas largas. Cuando la membrana de los esporangios se rompe, salen las esporas o esporangiosporas, las cuales son verde-azuladas, redondas u ovaladas ( $9-12 \mu\text{m} \times 7,5-8 \mu\text{m}$ ). Los pequeños grupos de esporangios se unen entre sí por un micelio aéreo llamado estolón. Otro tipo de micelio (rizoides) penetra los tejidos y descomponen las paredes de las células (Fig. 78).

Se ha reportado en *Bombax celba*, *Calophyllum mariae*, *Carlana periformes*, *Casuarina cunninghamiana*, *E. camaldulensis*, *E. globulus*, *E. nitens* y *Podocarpus* sp.

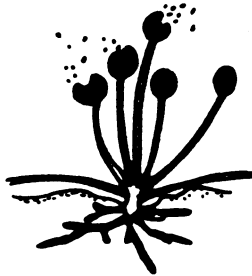


Fig. 78. Esporangióforo de *Rhizopus* sp.

Referencias: AGRIOS (1991), QING *et al.* (1989), OROZCO (1979), TRIVIÑO *et al.* (1990a), VIJAYAN (1991).

## ***Rhizoctonia* sp.**

Es un hongo ampliamente distribuido en todo el mundo con la capacidad de atacar un gran número de especies de plantas y árboles. Se caracteriza por ser un habitante del suelo que causa pudriciones en las raíces, bulbos y semillas.

Los ataques a las semillas se producen cuando éstas son plantadas en sustratos de germinación contaminados con el hongo. Las semillas se recubren de un micelio blanco algodonoso y poco compacto; e internamente, se observan hifas gruesas color pardo inter e intracelularmente, principalmente en los tejidos que conforman los cotiledones (Fig. 79). Las semillas afectadas se pudren totalmente, ocasionando pérdidas cuantiosas cuando se presentan grandes focos de contaminación en las camas de germinación.



Fig. 79. Semillas de *Vochysta guatemalensis* con abundantes crecimientos micellales de *Rhizoctonia* sp.

Morfológicamente se caracteriza por su micelio incoloro en su etapa juvenil que se torna amarillo o pardo conforme madura. El micelio consta de largas células y produce ramificaciones que crecen casi en ángulos rectos con respecto a la hifa principal, se estrechan ligeramente a nivel de la bifurcación y poseen un septo cerca de ella. No produce esporas en condiciones naturales. A modo de supervivencia en el medio produce esclerocios de color café a negro de 3-5 mm de diámetro (Fig. 80).



En semillas de especies forestales almacenadas se reporta solamente en *Calophyllum mariae*, *Casuarina cunninghamiana* y *Fagara* sp., sin embargo se debe remarcar que los análisis patológicos se realizan sobre semillas almacenadas o recién recolectadas. *Rhizoctonia* causa daños cuando las semillas son sembradas.

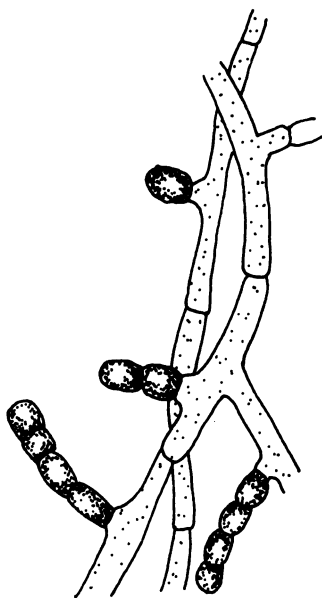


Fig. 80. Micelio y esclerocios de *Rhizoctonia* sp.

Referencias: CARNEIRO (1986), AGRIOS (1991), BUTIN (1995), QING *et al.* (1989), TRIVIÑO *et al.* (1990a).

## **VI. MANEJO DE PROBLEMAS FITOSANITARIOS EN FUENTES SEMILLERAS**

Las fuentes semilleras son áreas de árboles establecidas con el objetivo de producir semilla de alta calidad para la reforestación. Los insectos que se alimentan de frutos y semillas, algunos vertebrados y microorganismos patógenos son el factor externo más importante que puede afectar en forma negativa la producción esperada de semillas.

La presencia continua de daños en los frutos debe conducir inmediatamente, al manejador de la fuente semillera, a realizar estudios sobre la biología y ecología de la especie del insecto o del patógeno que causa el daño, sus relaciones con la especie forestal afectada y valoraciones económicas de los daños causados, con el fin de aplicar las medidas adecuadas de manejo.

En fuentes semilleras, los daños más comunes son causados por insectos y vertebrados. A este nivel, los microorganismos producen pocos daños en las estructuras reproductivas.

### **COMBATE CULTURAL**

#### **Manejo silvicultural adecuado**

El factor más importante para garantizar la producción de semillas sanas es un adecuado estado fitosanitario de los árboles productores. Para ello es fundamental el manejo silvicultural de la fuente semillera, el cual debe contemplar excelentes condiciones de sitio y un manejo de la densidad de la plantación que evite la competencia entre los árboles y estimule un desarrollo vigoroso de las copas. Este tipo de fuentes semilleras, debe establecerse en sitios donde no existan riegos de infecciones de enfermedades y plagas.

#### **Recolección temprana**

Una técnica que se puede utilizar para algunas especies es la recolección temprana de los frutos. Por ejemplo, para algunas acacias, cuando las vainas se recolectan antes de que se tornen marrón, se disminuye los daños causados por plagas de gorgojos. Se recomienda recolectar los frutos de laurel, dos o tres semanas antes de que las mismas calgan naturalmente para disminuir los daños causados por los gorgojos del género *Amblycerus*. Antes de aplicar esta técnica, debe haberse determinado si las semillas de esa especie forestal, son viables antes de que maduren completamente.

#### **Eliminación de hospedantes alternos**

Algunas especies de hongos causantes de royas, requieren de dos especies vegetales para poder completar su ciclo de vida. Es por ello, que se debe eliminar del área de influencia de la fuente semillera la especie considerada como el hospedante alternativo.

Por ejemplo, *Cronartium* sp., causante de royas en conos de pino, posee como hospedante alterno el roble (*Quercus* sp.), cuyos árboles deben ser eliminados de los alrededores de un rodal de pino con síntomas iniciales del ataque de esa enfermedad.

## **COMBATE MECANICO**

### **Limpieza**

En una área productora de semilla es fundamental la profilaxis o limpieza. Debe eliminarse totalmente los restos de árboles infestados o cortados por otra razón, y los frutos y semillas viejos.

### **Bolsas polinizadoras**

En fuentes semilleras muy valiosas y propensas al ataque de insectos semillívoros, puede cubrirse las ramas en floración con un tipo de bolsa o manga de polinización, las cuales impiden el acceso de insectos que pueden afectar las estructuras reproductivas del árbol. Se recomienda hacer las mangas con fibra de vidrio entrelazada, para que resistan condiciones climáticas extremas.

### **Trampas**

Las trampas de luz y de feromonas se pueden utilizar en áreas productoras de semillas, ya que son extensiones relativamente pequeñas. Generalmente se utilizan como un instrumento para detectar la presencia de plagas y para estimar la abundancia de los insectos que pueden estar afectando la producción.

## **COMBATE BIOLÓGICO**

Dentro de la naturaleza, todo organismo tiene otros que pueden matarlo o competir con él. Desde el punto de vista del manejo de plagas de insectos, este principio, conocido como "control biológico" es uno de los factores más importantes para mantener las poblaciones de plagas de insectos a niveles bajos, sin causar daños económicos. Se conoce como control biológico aplicado la regulación de las poblaciones de insectos plagas mediante sus enemigos naturales, las cuales se agrupan en depredadores, parasitoides y patógenos.

A muchas de las plagas de insectos semillívoros se les conocen algunos de sus parasitoides, los cuales son generalmente avispias (orden Hymenoptera) y moscas (orden Diptera). Como los principales grupos de insectos que atacan los frutos ovipositan sobre su superficie, pareciera ser que los parasitoides con mayor potencial para ser utilizados como controladores biológicos, son aquellos que depositan sus huevos en los huevos de la especie plaga.

## **COMBATE GENETICO**

Se ha observado que en una misma área semillera hay clones o familias más o menos atacadas que otras, lo cual indica que existen diferentes niveles de tolerancia o resistencia hacia plagas y enfermedades de frutos y semillas. Este aspecto debe considerarse para una reelección de clones productores. Además, su nivel de tolerancia puede ser evaluado recolectando y analizando frutos de las plantaciones establecidas con material del huerto.

## **COMBATE QUIMICO**

El combate químico se ha utilizado ampliamente en fuentes semilleras. Para una aplicación eficaz es fundamental conocer las plagas que afectan las estructuras reproductivas de los árboles y su ecología, para realizar las aplicaciones cuando el estado de las plagas sea más vulnerable. Por ejemplo, si el insecto pasa la mayor parte de su ciclo dentro de la semilla, protegido por los tejidos de ésta, las aspersiones químicas no serán eficaces durante este período.

Dependiendo de los niveles de ataque, las aplicaciones foliares pueden hacerse a ramas individuales, árboles seleccionados o a toda el área semillera. Para las aplicaciones foliares, los productos químicos más comunes son acefato, azinfos metil, bifentrina, carbaril, carbofurán, clorpirrifos, dimetoato, endosulfán, esfenvalerato, fenvalerato, malatión, monocrotofos y permetrina (Cuadro 1).

Cuadro 1: Principales productos para combatir insectos consumidores de frutos y semillas en fuentes semilleras.

Nombre común	Nombre comercial	Grupo químico	Modo de acción	Toxicidad <sup>1</sup> y categoría
acefato	Acefato, Orthene, Pillartene	organofosforado	sistémico, estomacal y contacto	baja, III
azinfos metil	Azimil, Gusagrex, Gusathion, Guthion	organofosforado	contacto y estomacal	alta, Ib
bifentrina	Brigade, Talstar	piretroide	contacto y estomacal	moderada, II
carbaril	Devircarb, Carbamine, Sevin Ravyon	carbamato	sistémico	moderada, II
carbofuran <sup>2</sup>	Carbofuran, Curater, Curator, Furadan, Pillarfulan, Carbugran	carbamato	sistémico, estomacal y contacto	alta, Ib
clorpirifos	Agromil, Clorpirifos, Dursban, Kaysban, Lorcoop, Lorsban, Pirinex, Pest band, Soluthion	organofosforado, clorado	contacto, estomacal y respiratorio	moderada, II
dimetoato	Dantox, Dimetoato, Folimat Perfektion, Rogor	organofosforado	sistémico, contacto y estomacal	moderada, II
endosulfan	Brokacoop, Endosulfan, Nebution, Thiodan, Thiodex, Thiomex	organoclorado	contacto y estomacal	moderada, II
esfenvalerato	Asana, Halmark, Sumi-alfa	piretroide	contacto y estomacal	moderada, II
fenvalerato	Belmark, Pydrin, Fenkill, Sumifleece, Sumifly, Tribute	piretroide	contacto y estomacal	moderada, II
malation	Belation, Dosema, K-Thion, Malathion	organofosforado	contacto, estomacal y respiratorio	ligera, III
monocrotofos	Azodrin, Crotonox, Formudrin, K-drin, Marmaphos, Monocrotofos Nuvacron, Pillardrin, Vanucoop	organofosforado	sistémico, contacto y estomacal	alta, Ib
permetrina	Ambush, Megaton, Permetrina Piretox, Pounce, Talcord	piretroide, clorado	contacto y estomacal	moderada, II

Notas: especificaciones de los plaguicidas tomadas de Castillo *et al.* (1995).

<sup>1</sup> Clasificación de la Organización Mundial de la Salud (OMS) de acuerdo al grado de peligrosidad de los plaguicidas. Categoría Ib: muy peligroso; Categoría II: moderadamente peligroso; Categoría III, poco peligroso.

<sup>2</sup> Uso restringido en los países centroamericanos.

La roya *Cronartium* sp., puede causar daños en los frutos de *Pinus* spp., para combatirlas se han utilizado fungicidas como triadimefon, triadimefol, ferbam y oxicarboxin (Cuadro 2).

En la región centroamericana, gran parte de la semillas para la reforestación se recolecta de árboles madres, generalmente de grandes dimensiones, lo cual dificulta cualquier aplicación de la copa. En estos casos se pueden utilizar aplicaciones al suelo de gránulos de insecticidas sistémicos como carbofurán.

Se debe tener bien definidas las épocas de aplicación de plaguicidas en las fuentes semilleras, puesto que éstos también afectan a los insectos polinizadores, fundamentales para la producción de semillas durante la época de floración.

**Cuadro 2. Principales fungicidas para el combate de la roya *Cronartium* sp. en fuentes semilleras de *Pinus* spp.**

Nombre común	Nombre comercial	Modo de acción	Formulación	Toxicidad categoría
<b>ferbam</b>	Bamfito, Erromate Ferbam, Ferbancoop, Ferman, Formumate, Trifungol	contacto, protectora	polvo mojable	V
<b>oxicarboxin</b>	Plan Vax	sistémico, curativa polvo mojable	concentrado emulsificante,	V
<b>triadimefol</b>	Bayfidan, Baytan	sistémico, curativa y protectora	concentrado emulsificante polvo mojable	baja, III
<b>triadimefon</b>	Bayleton	sistémico, curativa y protectora	concentrado emulsificante polvo mojable, granulado, polvo	baja, III

Notas: Especificaciones de los plaguicidas tomadas de Castillo *et. al.*, (1995).

<sup>1</sup> Clasificación de la Organización Mundial de la Salud (OMS) de acuerdo al grado de peligrosidad de los plaguicidas. Categoría III: poco peligroso; Grupo V: no implican riesgo agudo usados bajo las especificaciones.

Equipos para la aplicación de plaguicidas en fuentes semilleras:

- pequeños pulverizadores a palanca con capacidad de 7 a 9 litros,
- pulverizadores manuales a compresión con capacidad entre 10 y 20 litros,
- mochilas rociadoras motorizadas, de 6 a 9 metros de alcance dentro del dosel de los árboles,
- rociadores montados sobre vehículos.

## **MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS EN FUENTES SEMILLERAS**

Por el valor de estas semillas, es que en los fuentes semilleras se utilizan prácticas de manejo de plagas muy intensivas. Para el establecimiento de programas de manejo integrado de plagas en huertos semilleros deben considerarse los siguientes aspectos:

### **Prospección y valoración de problemas fitosanitarios**

Antes de iniciar cualquier acción de manejo, se debe evaluar el impacto de la plaga. Primeramente hay que determinar el efecto del daño en la producción de semillas (destrucción parcial o total del fruto) y evaluar el impacto de la plaga en la producción total de la fuente. Se recomienda recolectar una muestra representativa de frutos para determinar el porcentaje de frutos afectados.

### **Consideraciones ecológicas**

La información sobre características fenológicas de la especie arbórea, la ecología de los insectos, la epidemiología de las enfermedades, o bien, las relaciones entre el hospedante y la plaga, son fundamentales para planificar las medidas de manejo. Por ejemplo, para el combate de insectos barrenadores de frutos, se recomienda realizar aplicaciones cuando apenas comienzan a formarse los frutos, que a su vez, es el momento en que las larvas de muchos de estos insectos comienzan a barrenar la cáscara de los frutos. Se sabe también, que la humedad relativa alta favorece los ataques de patógenos, es por ello, que las medidas de combate como aplicaciones de fungicidas, se intensifican solamente durante estos períodos.

### **Estrategia de manejo**

Con base en la valoración del ataque y la información biológica de la plaga y el hospedante, se analizan las diferentes opciones o tácticas de manejo acordes para cada caso. En muchos casos pueden combinarse tácticas compatibles y complementarias para que el manejo sea eficiente. Por ejemplo, para el combate de insectos barrenadores de conos de pino, se recomienda la aplicación de insecticidas sistémicos cuando éstos comienzan a formarse y la eliminación total de conos maduros que quedaron en el sitio después de la recolección.

## **Evaluación de las medidas de manejo**

La evaluación de las medidas de manejo es una actividad muy importante para sistematizar debidamente las experiencias. Se recomienda realizar nuevamente la evaluación de la incidencia después de aplicadas las medidas de combate y comparar los resultados con la evaluación inicial. Generalmente se recomienda también realizar esta evaluación durante el período de producción de semillas del año siguiente. Es fundamental incluir en la evaluación los costos de manejo.



## **VII. MANEJO DE PROBLEMAS FITOSANITARIOS EN SEMILLAS FORESTALES**

### **RECOLECCION Y TRANSPORTE**

El primer paso para evitar contaminaciones de los lotes es la recolección adecuada de frutos y semillas y el transporte oportuno al sitio de tratamiento. Las principales medidas preventivas recomendadas durante la recolección y el transporte son las siguientes:

- Los frutos deben recolectarse tan pronto como hayan madurado. Para algunas especies forestales, los frutos se pueden recolectar antes de que maduren totalmente, para disminuir los niveles de ataque por plagas.
- Los frutos deben permanecer lo menos posible sobre el suelo del bosque o de la fuente semillera por estar más propensos a insectos consumidores y enfermedades. Este riesgo es mayor en regiones tropicales, donde generalmente hay mucha concentración de humedad en el suelo.
- Tanto en el sitio de la recolecta como durante el transporte, los frutos deben estar protegidos de la lluvia y la radiación solar. Estos factores aumentan la temperatura y la humedad y con ello las posibilidades de proliferación de hongos.
- Los sacos de recolección se deben colocar en estantes, para evitar el contacto con la humedad del suelo y posibles ataques de roedores.
- Mientras los frutos son llevados al sitio de tratamiento deben ser apilados en forma suelta, con el fin de favorecer la aireación y evitar grandes acumulaciones de humedad.
- No se deben utilizar bolsas plásticas, ya que limitan la aireación y favorecen las altas temperaturas.
- Se debe planificar la recolección de frutos de modo que sean trasladados lo más pronto posible al sitio de tratamiento.

Los recolectores deben saber cómo se reconocen los principales problemas fitosanitarios de los frutos de las especies que están recolectando, para que puedan hacer la primera advertencia sobre un posible lote contaminado, o comenzar a detectar árboles más o menos tolerantes que otros a estas plagas.

## **ALMACENAMIENTO**

El almacenamiento es una fase importante en el proceso de producción de semillas, ya que se debe garantizar que las condiciones de almacenamiento sean adecuadas para preservar la viabilidad de los lotes de semillas por mucho tiempo. Es un proceso en que los problemas fitosanitarios, si no se detectan y se manejan adecuadamente, pueden disminuir los porcentajes de germinación hasta destruir totalmente los lotes de simientes.

### **Selección**

La revisión y la selección de los frutos y semillas que ingresen a un banco es un paso fundamental para garantizar su sanidad. Se debe eliminar toda semilla que presente algún síntoma de enfermedad o de estar infectada por insectos. En el capítulo II, se describen los principales síntomas de plagas y enfermedades causados a los frutos y las semillas, y los métodos de detección.

Si el comprador de semillas sospecha que su lote está infectado, no debe utilizarlo. Debe devolverlo al centro donde lo compró hasta que le garanticen su sanidad.

### **Prácticas silviculturales**

El secado en estufas puede servir para matar hongos superficiales y larvas que habitan dentro de las semillas. Si el secado se realiza al aire libre, debe tenerse cuidado del consumo por roedores, aves y hormigas. Generalmente, los problemas más severos son producidos por las hormigas, por lo que debe distribuirse un insecticida de contacto como malatión o deltametrina, alrededor de los lotes de semillas expuestos.

Para evitar contaminaciones y detectar con anticipación la presencia de problemas fitosanitarios debe extraerse lo más pronto posible las semillas de los frutos. La limpieza dentro del recinto de almacenamiento de semillas es muy importante, deben eliminarse los residuos de ramas, frutos y semillas desechadas.

### **Condiciones de almacenamiento**

Para la mayor parte de las especies poseedoras de semillas "no recalcitrantes", las condiciones de almacenamiento son fundamentales para mantener su vigor, viabilidad y buen estado fitosanitario, sin tener que recurrir a otros procedimientos de manejo de plagas. Para estas semillas es fundamental controlar la humedad relativa, la temperatura y los recipientes de almacenaje.

- Los microorganismos se favorecen cuando las condiciones de humedad son altas, inclusive las bacterias solamente se dispersan y se multiplican en medios acuosos. Los patógenos se inactivan reduciendo los contenidos de humedad a menos de un 12% y los insectos aparentemente a menos de un 8%. El manejo inadecuado del contenido de humedad de las semillas es considerado el principal factor de pérdidas.
- La mayor parte de los patógenos se inactivan y los insectos semillívoros mueren a temperaturas inferiores a 0-4 °C.
- Los recipientes de almacenamiento deben ser herméticos plásticos o de vidrio traslúcidos, para que no penetre la luz y no se den intercambios gaseosos con el exterior.

Las semillas libres de plagas deben conservarse en recipientes herméticos, con una humedad relativa inferior al 10% y a temperaturas entre 0-4 °C.

Las semillas recalcitrantes poseen un alto contenido de grasas y pierden su viabilidad si se secan. Estas semillas deben almacenarse a bajas temperaturas en bolsas de papel y tela.

Los sitios de almacenamiento de semillas deben estar protegidos con mallas metálicas para evitar el ingreso de roedores al recinto. Si no es posible colocar mallas y hay presencia de ataques, debe colocarse trampas o cebos envenenados contra roedores.

### **Tratamientos físicos**

La temperatura es un factor que se puede utilizar para eliminar estructuras de patógenos e insectos en las semillas. Cuando las características de las semillas lo permitan, el secado puede realizarse en estufas que alcancen hasta 40 °C. Es posible que en regiones tropicales, temperaturas similares se alcancen cuando los frutos se secan al aire libre en sitios abiertos. Otro tratamiento es calentar las semillas en agua hasta alcanzar 50 °C; también se ha utilizado el horno de microondas para realizar este tratamiento.

Otra práctica utilizada en especies de pino es el lavado y secado de las semillas. Los lotes de semillas se colocan en recipientes de malla fina y se mantienen durante 48 horas bajo un fluido constante de agua. Posteriormente se secan y se almacenan.

## **Embolsado con dióxido de carbono**

En el campo agrícola y excepcionalmente en semillas forestales, se utiliza actualmente el embolsado de semillas con intercambio de dióxido de carbono. Esto consiste en introducir semillas junto a un volumen adecuado de dióxido de carbono en bolsas laminadas de una película plástica de baja permeabilidad a los gases. Las bolsas se cierran herméticamente y los espacios sin semillas de la bolsa se reducen cuando éstas absorben el gas, produciendo un sellado hermético y poco flexible. Al no haber humedad dentro de los recipientes se evita ataques de hongos; además los insectos no pueden desarrollarse cuando el porcentaje de oxígeno es menor al 2%, como sucede en esas condiciones.

## **Tratamientos con plaguicidas**

El tratamiento con fungicidas es un procedimiento utilizado durante el almacenamiento de la semilla. Los productos más comunes son: captan, tiran, benomil y carboxin; sin embargo, hay muchos otros que han sido aplicados a semillas forestales (Cuadro 3). Las aplicaciones deben realizarse con productos en polvo y cuando la superficie de las semillas se encuentre completamente seca.

La utilización de fungicidas para evitar el desarrollo de hongos durante el almacenamiento tiene algunas limitaciones:

- Algunos fungicidas pueden tener efectos fitotóxicos para las semillas, lo que puede disminuir los porcentajes de germinación esperados.
- Los fungicidas son generalmente selectivos, es decir, son eficaces para el combate de unas pocas especies de hongos, lo que permitirá la sobrevivencia de otros. En algunos sitios han comenzado a mezclar diferentes fungicidas; sin embargo, las mezclas inadecuadas pueden causar también inacción de algún fungicida y mayores efectos tóxicos.
- Los fungicidas poseen un período de vigencia que puede ser menor al período de almacenamiento de las semillas.
- La aplicación de fungicidas en lotes de semillas muy pequeñas, a menudo provocan que se adhieran entre sí, lo que dificultaría la siembra.
- En el campo forestal, hay muchas especies utilizadas comercialmente, cuyas semillas presentan características muy particulares y diferentes entre sí. Por ello se debe estudiar para cada una de ellas, los mejores productos y las dosis correctas.

**Cuadro 3: Principales fungicidas para el tratamiento de semillas forestales.**

<b>Nombre común</b>	<b>Nombre comercial</b>	<b>Modo de acción</b>	<b>Toxicidad</b>
benomil	Agrocom benomil, Benlate, Benomil, Benomilo, Benzomil, Novolate, Tebefol	sistémico	V
captafol <sup>2</sup>	Captafol, Difolatan, Ditafof, Fitocap	contacto, protectora curativa	extremada, Ia
captan	Agrocom captan, Captan, Kaycide, Orthocide	contacto, protectora y curativa	V
carbendazim	Bavistin, Carbendazim, Delsene, Derosal, Eminol, Ficarbem	sistémico, protectora y curativa	V
carboxin	Vitavax	sistémico	V
dazomet	Basamid	fumigante de suelo	ligera, III
etridiazol	Ethazole, Terrazole, Truban, Uniterrazole	contacto, protectora y curativa	ligera, III
hidróxido de cobre	Caprenil, Coopecide 101, Cupravil azul, Hidrocide, Hidróxido de cobre, Superior cobre, Kocide 101	contacto, protectora	ligera, III
mancozeb	Argenol, cadozeb, Dithane, Fore, Mancoop, Mancoxil, Manteno, Manzate 200, Novazeb, Policar, Vondozeb	contacto, protectora	V
metil tiofanato	Cycosin, Metil tiofanato, Tiofanato metílico, Tpsin	sistémico, curativa y protectora	V
oxicloruro de cobre	Aprenil, Cobox, Cobre cortés, Cupravil verde, Cupravil forte, Kox, Oxibre, Oxicloruro de cobre, Oxicoop, Oxifunguran	contacto, protectora	ligera, III
propamocarb	Previcur, Banol, Dynone, Prevex, Filex	sistémico, protectora	V
propineb	Antracol, Taifen	contacto, protectora	V
quintozeno	Luxan, PCNB, Terraclor, Terrazan, Brassicol	fungicida de suelo y semillas	V
tiram	Arazan, Fernasan, Thylate, Pomarsol	contacto, protectora	ligera, III
triadimefon	Bayleton	sistémico, curativa y protectora	ligera, III
zineb	Aspur U, AZ Zineb, Cuprosan, Crizeb, Dithane Z-78	contacto, protectora	V

Notas: Especificaciones de los plaguicidas tomadas de Castillo *et al.*, 1995.

<sup>1</sup> Clasificación de la Organización Mundial de la Salud (OMS) de acuerdo al grado de peligrosidad. Categoría Ia: muy peligroso; III: poco peligroso; Grupo V: no implican riesgo agudo usados bajo las especificaciones.

<sup>2</sup> Uso prohibido en Costa Rica y restringido en los demás países centroamericanos.

Para el combate de insectos en el almacenamiento, solamente se ha utilizado los fumigantes bromuro de metilo y el fosfuro de aluminio para el combate de gorgojos y picudos (Cuadro 4). El tratamiento consiste en colocar las semillas en recipientes grandes sellados y liberar el gas tóxico de una a tres horas. Posteriormente debe extenderse el lote para airearlo y que libere cualquier residuo de gas antes de ser almacenado.

Si se aplica algún tratamiento químico a la semilla, deberá especificarse en la etiqueta del recipiente el nombre del producto químico y la dosis utilizada. Esto puede evitar intoxicaciones de los trabajadores que vayan posteriormente a manipular las semillas.

Si las condiciones de almacenamiento, como selección de semillas, humedad, temperatura y los recipientes son adecuadas, no se requiere plaguicidas para la conservación de semillas.

Cuadro 4: Principales productos fumigantes para el combate de insectos semillívoros.

Nombre común	Nombre comercial	Grupo químico	Modo de acción	Toxicidad <sup>1</sup>
<b>bromuro de metilo</b> <sup>2</sup>	Bromo-O-Gas, Bromelmetabromo, Mebron, Metabromo, Terr-O-Gas, Uniphos	alifático, bromuro	fumigante	alta, Ib
<b>fosfuro de aluminio</b>	Celphos, Detia Phosphina G, Detia Gas, Gastion, Gastoxin, Phostoxin, Fosfina	inorgánico, fosfuro	fumigante	VII

Notas: Especificaciones de los plaguicidas tomadas de Castillo *et. al.*, (1995).

<sup>1</sup> Clasificación de la Organización Mundial de la Salud (OMS) de acuerdo al grado de peligrosidad.

Categoría Ib: muy peligroso; Grupo VII: no se establecen criterios para concentraciones aéreas ya que son fumigantes gaseosos o volátiles. La mayoría de estos compuestos son de muy alta toxicidad.

<sup>2</sup> Fumigante al suelo y granos almacenados para el control de insectos, ácaros, enfermedades, semillas de malezas y roedores. Restringido en algunos países centroamericanos.

## Otros tratamientos

La superficie de las semillas puede ser también esterilizada con peróxido de hidrógeno (concentración de 30%), hipoclorito de sodio, comúnmente conocido como cloro comercial (concentración de 10%), o etanol (concentración de 75%). Al igual que otras prácticas mencionadas, deben realizarse las pruebas necesarias del tiempo de exposición y posible efectos fitotóxicos para cada una de las diferentes especies. Después de cualquiera de estos tratamientos, las semillas deben secarse antes de ser almacenadas.

## **TRATAMIENTOS PARA LA SIEMBRA**

Durante el proceso de germinación, las semillas se someten a condiciones de alta humedad en los sustratos donde se depositan. La humedad puede también favorecer el crecimiento y desarrollo de patógenos que habitan la cutícula de las semillas. Durante el período de germinación tanto la semilla como la plántula son vulnerables a enfermedades como el "Mal de talluelo". El objetivo de tratar las semillas antes de ponerlas a germinar es el de inhibir el desarrollo de patógenos que puedan portar y protegerlas de los que puedan habitar el suelo. Para el tratamiento de las semillas pueden utilizarse los mismos fungicidas del cuadro 2.

Si se utilizan semillas sanas y vigorosas y se siguen las recomendaciones culturales para el proceso de germinación, no es necesario tratar previamente las semillas con fungicidas.

Existen formas de reforestación, en que se siembran directamente las semillas en el campo: para evitar ataques de hongos, las semillas deben ser recubiertas de un adherente pegajoso (látex) impregnado de un fungicida como el tiran.

## **MEDIDAS LEGALES**

La semilla es una de las estructuras vegetales que más se comercializan a nivel internacional. La importación de material contaminado puede introducir patógenos o especies de insectos a sitios donde éstos no se presentaban. En términos generales, las medidas que se deben tomar en cada país para evitar estos riesgos se resumen a continuación:

- Centralizar en un solo organismo el control de la importación de productos vegetales con el fin de que los controles fitosanitarios se realicen sistemáticamente.
- Proporcionar los medios técnicos y el personal calificado para que se puedan realizar adecuadamente los controles cuarentenarios.
- Determinar los patógenos y los insectos de importancia económica para las semillas que se importan. Este aspecto puede verse limitado para las semillas forestales, ya que la información al respecto es escasa. Se requiere de mayor investigación en patógenos y plagas potenciales de las semillas para regular adecuadamente su importación.
- Es preferible importar semilla sin tratar para facilitar los análisis en los laboratorios de sanidad vegetal del país importador.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AGMATA, A.A. 1979. Seed-borne organisms in some forest tree seed in the Philippines: a preliminary study. *Sylvatrop. Phil. For. Res. J.* 4: 215-222.
- AGRIOS, G.N. 1991. *Fitopatología*. México D.F., Limusa. 530 p.
- ALEXOPOULOS, C.J.; MIMS, C.W. 1979. *Introductory Mycology*. 3 ed. New York, Wiley. 632 p.
- ANDERSON, R. 1986. New method for assessing contamination of slash and loblolly pine seeds by *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans*. *Plant Disease* 70:452-453.
- ANDERSON, R.; MILLER, T. 1989. Seed fungi. In *Forest Nursery Pest*. Washington D.C., U.S., Department of Agriculture. Agriculture Handbook no. 680. p. 126-127.
- ANSELME, C. 1981. Protection de quarantaine contre les organismes pathogènes transmis par les semences. In *Semences. Procès verbaux. Conference technique FAO/SIDA sur l'amélioration des semences (1981, Nairobi, Kenia)*. p. 413-424.
- ANTILLON, C. 1993. Plagas de frutos y semillas forestales. Informe de Práctica de Especialidad. Cartago, Costa Rica, Departamento de Ingeniería Forestal. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 69 p.
- ARGUEDAS, M. ; CHAVERRI P. 1993. Enfermedades del follaje del ciprés. Cartago, ITCR-CIT. no. 4. 8 p.
- ARGUEDAS, M. ; CHAVERRI, P. ; MILLER C. 1995. Cancro *Nectria* en especies forestales. Cartago, ITCR-CIT. no.18. 8 p.
- ARGUEDAS, M. ; TORRES G. 1994. Problemas fitosanitarios en semillas forestales. Cartago, ITCR-CIT. no.11. 8 p.
- ARGUEDAS, M.; HILJE, L.; QUIROS, L.; SCORZA, F.; ARAYA, C.M. 1993. Catálogo de plagas y enfermedades forestales en Costa Rica. Programa Interinstitucional de Protección Forestal (PIPROF). Cartago, Costa Rica. 57 p.
- BARBER, L. 1989. Seed and Cone Insects. In *Forest Nursery Pest*. U.S. Department of Agriculture. Agriculture Handbook no. 680. p. 84-85.
- BARNETT, H.L. 1960. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. 2nd. Ed. Minneapolis. Burgess. 225 p.
- BECKER, V.O. 1976. Microlepidópteros asociados con *Carapa*, *Cedrela* y *Swietenia* en Costa Rica. In: *Studies on the shootborer Hypsipyla grandella* (Zeller). Lep., Pyralidae. IICA Misc. Publ. no.101. v.2, p. 75-101.



- BEHARI, B. 1992. Forest Entomology. India, Bisher Singh Mahendra Pai Singh. 69 p.
- BONNER, F.T.; VOZZO, J.A.; ELAM, W.W.; LAND, S.B. Jr. 1994. Tree Seed Technology Training Course. U.S. Department of Agriculture. General Technical Report SO-106. 160 p.
- BORROR, D.J.; DeLONG, D.M.; TRIPLEHORN, C.A. 1976. An Introduction to the study of insects. 4 ed. New York, EE.UU., Holt, Rinehart & Winston. 852 p.
- BROWNE, F.G. 1968. Pests and diseases of forest plantation trees. Oxford, G.B., Clarendon. 1330 p.
- BUTIN, H. 1995. Tree Diseases and Disorders. causes, Biology and Control in Forest and Amenity Trees. Oxford University. 252 p.
- CARLIN, K.D.; NUÑEZ, D. 1985. Insectos de conos y semillas en tres especies de pino en Honduras. Honduras, ESNACIFOR. Artículo Científico no.6. 20 p.
- CARNEIRO, J.S. 1986. Microflora associada à sementes de essências florestais. Fitopatologia Brasileira 2:557-566.
- CASTILLO, L.; CHAVERRI, F.; RUEPERT, C.; WESSELING, C. 1995. Manual de plaguicidas. Guía para América Central. Heredia, Costa Rica, EUNA. 680 p.
- CIBRIAN, D.; MENDEZ, J.T.; CAMPOS, R.; YATES, H.O.; FLORES, J.E. 1995. Insectos forestales de México. Universidad Autónoma de Chapingo y Comisión Forestal de América del Norte (COFAN). Publicación no.6. 453 p.
- CIBRIAN-TOVAR, D.; EBEL, B.H.; YATES, H.O.; MENDEZ-MONTIEL, J.T. 1986. Insectos de conos y semillas de las coníferas de México. Southeastern Forest Exp. Sta. Gen. Tech. Rep. SE-40. 110 p.
- CMI 212. 1970. *Fusarium oxysporum* f. sp. batatas. Commonwealth Mycological Institute. Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria. England, CAB. 1 p.
- CMI 316. 1971. *Colletotrichum lindemuthianum*. Commonwealth Mycological Institute. Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria. CAB. England. 2 p.
- CMI 475. 1975. *Alternaria solani*. Commonwealth Mycological Institute. Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria. England, CAB. 2 p.
- CMI 91. 1966. *Aspergillus flavus*. Commonwealth Mycological Institute. Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria. England, CAB. 2 p.
- CMI 92. 1966. *Aspergillus fumigatus*. Commonwealth Mycological Institute. Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria. CAB. England. 2 p.
- CMI 93. 1966. *Aspergillus nidulans*. Commonwealth Mycological Institute. Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria. England, CAB. 2 p.

- CMI 96. 1966. *Penicillium digitatum*. Commonwealth Mycological Institute. Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria. England, CAB. 2 p.
- CMI 97. 1966. *Penicillium expansum*. Commonwealth Mycological Institute. Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria. England, CAB. 2 p.
- CMI 98. 1966. *Penicillium gladioli*. Commonwealth Mycological Institute. Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria. England, CAB. 2 p.
- CMI 99. 1966. *Penicillium italicum*. Commonwealth Mycological Institute. Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria. England, CAB. 2 p.
- CATIE. 1991a. Plagas y enfermedades forestales en América Central. Guía de Campo. CATIE. Turrialba, Costa Rica. Serie Técnica. Informe Técnico No.4. 260 p.
- CATIE. 1991b. Plagas y enfermedades forestales en América Central. Manual de Consulta. Turrialba, Costa Rica. Serie Técnica. CATIE. Informe Técnico No.3. 187 p.
- CORDELL, C.; ANDERSON, R.; HOFFARD, W.; LANDIS, T.; SMITH, R.; TOKO, H. 1989. Forest Nursery Pest. U.S. Department of Agriculture. Agriculture Handbook no. 680. 184 p.
- COTO, D. 1997. Estados Inmaduros de Insectos, con énfasis en los órdenes Lepidoptera, Coleoptera y Diptera. Manual para su reconocimiento. Turrialba, Costa Rica. CATIE. (En prensa).
- CUMMINS, G. B., HIRATSUKA, Y. 1993. Illustrated Genera of Rust Fungi. Minnesota, The American Phytopathological Society. 152 p.
- DeBARR, G.L.; BARBER, L.R.; MAXWELL, A.H. 1982. Use of carbofuran for control of eastern white pine cone and seed insects. Forest Ecology and Management 4:1-18.
- DORAN, J.C. ; GARDINER, C.A. 1993. Extend, control and documentation of tree trade at an international level -the Australian experience. In: WOLF, H. Seed Procurement and Legal Regulations for Forest Reproductive Material in Tropical and Subtropical Countries. Proceedings of and International Symposium (1992, Nairobi, Kenya). p. 205-218.
- DUARTE, A. 1988. Consideraciones sobre el cuidado, atención y protección de semillas forestales. La Habana, Cuba, Centro de Documentación Agropecuario. Boletín de Reseñas no. 6. 26 p.
- EUNGWIJARNPANYA, S.; HEDLIN, A.F. 1984. Studies on seed insects of some forest trees. The Embryon 1(1):49-56.
- FERREIRA, F. 1989. Patologia florestal; principais doenças florestais no Brasil. Vicosa, Brasil. Centro de Investigações Florestais. 570 p.
- FORD, L.B. 1981. Reconocimiento de las plagas de plantaciones forestales en Costa Rica. Turrialba, Costa Rica. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico no.7. 53 p.

- FORD, L.B. 1986. El taladrador de los brotes del pino. Turrialba (C.R.) 36 (2):245-248.
- GRAY, B. 1972. Economic tropical forest entomology. *Ann. Rev. Entomol.* 17:313-354.
- GRAY, B. 1978. Pests and diseases in forests and plantations. *In* Man and patterns of use of tropical forest ecosystems. UNESCO-UNEP-FAO. p. 286-314.
- HEDLIN A. F. ; EUNGWIJARNPANYA, S. 1984. Some observations on damage to seeds of *Acacia catechu* Willd, by a seed beetle, *Bruchus billineatopygus* Plc (Coleoptera: Bruchidae). *The embryon* 1(1):56-65.
- HEDLIN, A.F.; YATES, H.O.; CIBRIAN, D.; EBEL, B.H.; KOERBER, T.W.; MERKEL, E.P. 1981. Cone and seed insects of North American Conifers. Ottawa, *In* Canada Department of the Environment U.S. Department of Agriculture, Forest Service; Chapingo, México: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 122 p.
- HOCHMUT, R.; MANSO, D.M. 1982. Protección contra las plagas forestales en Cuba. Cuba, Editorial Científico-Técnica. 290 p.
- JANZEN, D.H. 1972. Escape in space by *Sterculia apetala* seeds from the bug *Dysdercus fasciatus* in a Costa Rica deciduous forest. *Ecology* 53(2):350-361.
- JANZEN, D.H. 1977. Intensity of predation on *Pithecellobium saman* (Leguminosae) seeds by *Merobrochus columbinus* and *Stator limbatus* (Bruchidae) in Costa Rican deciduous forest. *Tropical Ecology* 18:167-76.
- JANZEN, D.H. 1980. Specificity of seed-atacking beetles in a Costa Rican deciduous forest. *Journal of Ecology* 68:929-952.
- JANZEN, D.H. 1982. Cenízaro tree (Leguminosae: *Pithecellobium saman*) delayed fruit development in Costa Rican deciduous forests. *Am. J. Bot.* 69:1269-76.
- JANZEN, D.H. 1983. Larval biology of *Ectomyelols muriscis* (Pyralidae: Phycitinae), a Costa Rican fruit parasite of *Hymenaea courbaril* (Leguminosae: Caesalpinioideae). *Brenesia* (C.R.) 21:387-393.
- JANZEN, D.H. 1991. Historia natural de Costa Rica. San José. Editorial de la Universidad de Costa Rica. 822 p.
- JANZEN, D.H. ; MILLER, G.A.; HOCKFORTH-JONES, J.; POND, C.M.; HOOPER, K.; JANAS, D.P. 1976. Two Costa Rican bat-generated seed shadows of *Andira inermis* (Leguminosae). *Ecology* 57:1068-1075.
- JIMENEZ, M. 1995. Diagnóstico de patógenos en semillas forestales. Cartago. Departamento de Ingeniería Forestal. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Informe de Práctica de Especialidad. 51 p.

- LAMB, A.F.A., NTIMA O.O. 1971. *Terminalia ivorensis*. Fast growing timber trees in the lowland tropics. University of Oxford. no. 5. 53 p.
- LIEGEL, L.H.; VENATOR, CH.R. 1987. A Technical Guide for Forest Nursery Management in the Caribbean and Latin America. Department of Agriculture. Louisiana, Forest Service. Southern Forest Experiment Station. General Technical Report SO-67. 156 p.
- MUKHTAR, A.; KHAN, A.M.; CHANDRAN, S.N.; PANKAJAM, S. 1985. Observations on the biology of the seed moth *Trachylepida fructicassella*. Myforest 21(4):309-316.
- NAIR, K.S.S. 1986. Important insect pest problems of forest plantations in tropical India. In IUFRO World Congress (18, 1986). Proceedings. Division 2. Forest Plants and Forest Protection. p. 134-145.
- NEELAY, V.R.; BHANDARI, R. S.; NEGI, K.S. 1983. Effect of insecticidal and hormonal spray on the production of fruit in teak seed orchard. Indian Forester 109 (11):829-839.
- NEERGAARD, P. Seed Pathologie. Hong Kong, MacMillan. 1191 p.
- NIEMBRO, A. 1988. Semillas de árboles y arbustos. Ontogenia y estructura. México D.F., Limusa. 285 p.
- OROZCO, C. 1979. Patógenos en semillas y su control. In: Curso sobre Semillas Forestales. (1, 1979, Colombia). INDERENA. p. irr.
- PARKER, E.J.; REES, A.A. 1983. Examen fitosanitario de semillas de especies forestales. In Reunión sobre Problemas en Semillas Tropicales. (1983, México). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Publicación especial no. 40. p. 157-159.
- PATIÑO VALERA, F.; DE LA GARZA, P.; VILLAGOMEZ, Y.; TALAVERA, Y.; CAMACHO, M. 1983. Guía para la recolección y manejo de semillas de especies forestales. Boletín Divulgativo no. 63. 190 p.
- PRATAP, S.; BHANDAR, R.S. 1987. Insects pests of *Acacia tortillis* In India. Indian Forester 113(11):734-743.
- QUINIONES, S.S. 1980. Ipil-iplil: a wonder tree but not a panacea for all reforestation areas. Canopy International 6(10):3-4.
- RODRIGUEZ, R. 1982. Plagas forestales y su control en México. México, Universidad Autónoma de Chapingo, Dpto. de Parasitología. 187 p.
- SALAZAR, R. 1984. Notas preliminares sobre el barrenador de los brotes terminales del pino, *Rhyacionia frustrana* (Lepidoptera; Tortricidae) en Costa Rica. Turrialba (C.R.) 34 (2): 250-252.

- SEN-SARMA, R.K. 1986. Forest insect problems and their management in India. *In: IUFRO World Congress (18, 1986). Proceedings. Division 2 Forest Plants and Forest Protection.* p. 236-245.
- SHARMA, J.K. ; MOHANAN, C .s.f. Spermoplane microflora of stored seeds of *Tectona grandis*, *Bombax celba* and *Eucalyptus* spp. in relation to germinability. *In: Proceedings of the International Symposium on Forest Tree Seed Storage.* Ottawa, IUFRO. Canadian Forestry Service. 107-125 p.
- SINCLAIR, W.A. ; HOWARD, H.L. ; WARREN, T.J. 1987. Disease of trees and shrubs. New York, Cornell University Press. 573 p.
- SMITH, I.M.; DUNEZ, J.; LELLIOTT, R.A.; PHILLIPS, D.H.; ARCHER, S.A. 1992. Manual de enfermedades de las plantas. Madrid, Mundi-Prensa. 671 p.
- SOUTHERLAND, J.R. 1984. Pest Management in Northwest Bareroot Nurseries. *In Forest Nursery Manual. Production of bareroot seedling.* p 203-210.
- SOUTHERLAND, J.R.; MILLER, T.; SALINAS, R. 1987. Cone and seed diseases of North American conifers. North American Forestry Commission. Publ. 1. Victoria, BC, North American Forestry Commission. 77 p.
- SOUTHGATE, B.J. 1983. Handbook on seed insects of *Acacia* species. Rome, FAO. 30 p.
- STEHR, F.W. (ed.). 1987. Immature Insects. Dubuque, Iowa, Kendall-Hunt. 754 p.
- TRIVIÑO, T. ; de ACOSTA, R. ; CASTILLO, A. 1990a. Técnicas de manejo de semillas para algunas especies forestales neotropicales en Colombia. Mejoramiento de semillas y fuentes semilleras en Colombia. CONIF-INDERENA-CIID. Serie de Documentación. 91 p.
- TRIVIÑO, T. ; de ACOSTA, R.; CASTILLO, A. 1990b. Investigación de los componentes sanitarios y fisiológicos en semillas de seis especies forestales tropicales en Colombia. *In: Seminario Taller sobre Investigaciones en Semillas Forestales Tropicales (988, Bogotá).* Memorias. . 175 p.
- TRUJILLO, E. 1989. Fundamentos para el manejo de semillas, viveros y plantación inicial. Reproducción sexual y vegetativa. Bogotá. Serie Técnica no. 1. 157 p.
- VELEZ ANGEL, R. 1972. Tres plagas insectíles recientemente detectadas en Antioquia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía* 27:71-74.
- VERMA, B.R. ; LAL, B. ; KAPUR, M.L. 1987. *Bruchidius sparsemaculatus*, a new seed inhabiting beetle of *Albizia lebbbeck* from India. *Indian Journal of Entomology* 49(4):559.
- VIJAYAN, A.K. 1991. Recent Advances In Forest Seed Pathology. India, Bishen Singh Mahendra Pal Singh. 218 p.

- WAGNER, M.R.; ATUAHENE, S.K.N.; COBBINAH, J.R. 1991. Forest entomology in West tropical Africa: Forest insects of Ghana. Dordrecht, The Netherlands, Kluwer Academic Publ. 210 p.
- WILLAN, R.L. 1992. Guide de manipulation des semences. Dans le cas particulier des régions tropicales. Rome, FAO. DANIDA. 444 p.
- WILLAN, R.L. 1995. Problemas fitosanitarios en el abastecimiento de semillas. *In* Programas de abastecimiento de semillas forestales. Turrialba, Costa Rica. CATIE. Serie de materiales de Enseñanza no. 32. p. 77-95.
- WOLF, H. 1993. Seed Procurement and Legal Regulations for Forest Reproductive Material in Tropical and Subtropical Countries. Proceedings of International Symposium (1992). Nairobi, Kenya. 555 p.
- WOOD, S.L. 1982. The bark and ambrosia beetles of North and Central America (Coleoptera: Scolytidae); a taxonomic monograph. Utah, Brigham Young University. Great Basin Naturalist Memoirs, no.6. 1359 p.
- YUE-LUAN, H. 1993. Seed testing for selected tropical trees in the ASEAN region. Thailand. Review Paper no. 2. ASEAN-Canada Forest Tree Seed Centre Project. 82 p.
- ZILLER, W.G. 1974. The Tree Rusts of Western Canada. British Columbia. Canadian Forestry Service. Publication no. 1329. 272 p.



## ANEXO 1

### INSECTOS CONSUMIDORES DE ESTRUCTURAS REPRODUCTIVAS EN ESPECIES FORESTALES DE AMERICA CENTRAL Y EL CARIBE

Especie forestal (hospedante)	Especie de insecto	Familia	Orden
<i>Albizia caribaea</i>	<i>Merobrochus paquetae</i>	Bruchidae	COL
	<i>Merobrochus sonorensis</i>	Bruchidae	COL
	<i>Stator limbatus</i>	Bruchidae	COL
<i>Albizia saman</i>	<i>Merobruchus columbinus</i>	Bruchidae	COL
	<i>Stator limbatus</i>	Bruchidae	COL
<i>Anacardium excelsum</i>	sp. no id.	Pyralidae	LEP
<i>Andira inermis</i>	<i>Apion samson</i>	Curculionidae	COL
	<i>Cleogonus armatus</i>	Curculionidae	COL
	<i>Cleogonus fratellus</i>	Curculionidae	COL
	<i>Cleogonus rubetra</i>	Curculionidae	COL
<i>Bombacopsis quinatum</i>	<i>Dysdercus binaculata</i>	Pyrrhocoridae	HEM
	<i>Dysdercus fasciatus</i>	Pyrrhocoridae	HEM
<i>Carapa guianensis</i>	<i>Hypsipyla ferrealis</i>	Pyralidae	LEP
<i>Cassia fistula</i>	<i>Argyroploce illepida</i>	Bruchidae	COL
	<i>Bruchus pisorum</i>	Bruchidae	COL
	<i>Caryedon serratus</i>	Bruchidae	COL

Orden: Coleoptera (COL.), Diptera (DIPT.), Hemiptera (HEM.), Hymenoptera (HYM.), Lepidoptera (LEP).

sp. no id. (especie no identificada).



	<i>Trachylepidia fructicassiella.</i>	Pyralidae	LEP
<i>Cassia siamea</i>	<i>Caryedon lineaticollis</i>	Bruchidae	COL
	<i>Bruchidius maculatipes</i>	Bruchidae	COL
	<i>Eublemma</i> sp.	Noctuidae	LEP
	<i>Hypothenemus uniseriatus</i>	Scolytidae	COL
	<i>Mussidia nigrivenella</i>	Pyralidae	LEP
	<i>Thylacoptile paurosema</i>	Pyralidae	LEP
<i>Cassia spectabilis</i>	sp. no id.	Tortricidae	LEP
<i>Cassia</i> spp	<i>Caryedon cassiae</i>	Bruchidae	COL
<i>Casuarina equisetifolia</i>	<i>Bootanomyia orientalis</i>	Torymidae	HYM
<i>Cedrela odorata</i>	<i>Hypsipyra grandella</i>	Pyralidae	LEP
	<i>Sematoneura grijpmai</i>	Pyralidae	LEP
	sp. no id.	Blastobasidae	LEP
<i>Cedrela tonduzii</i>	<i>Sematoneura atrovenosella</i>	Pyralidae	LEP
<i>Cedrelinga catenaeformis</i>	<i>Merobrochus paquetae</i>	Bruchidae	COL
<i>Cordia alliodora</i>	<i>Amblycerus biolleyi</i>	Bruchidae	COL
	<i>Amblycerus vegai</i>	Bruchidae	COL
<i>Cordia gerascanthus</i>	<i>Amblycerus baracoensis</i>	Bruchidae	COL
<i>Dalbergia retusa</i>	<i>Ctenocolum salvini</i>	Bruchidae	COL
<i>Delonix regia</i>	sp. no id.	Blastobasidae	DIPT
<i>Diphysa robiniodes</i>	<i>Apion glypticum</i>	Curculionidae	COL
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	sp. no id.	Pyralidae	LEP
<i>Erythrina senegalensis</i>	<i>Specularius impressithorax</i>	Bruchidae	COL
<i>Erythrina</i> sp.	<i>Anoplocnemis phasiana</i>	Coreidae	HEM
<i>Eucalyptus</i> sp	<i>Eublemma</i> sp.	Noctuidae	LEP

---

<i>Fraxinus</i> sp.	<i>Thysanocnemis</i> sp.	Curculionidae	COL
<i>Guarea cedrata</i>	<i>Balanogastris kola</i>	Curculionidae	COL
	<i>Menechamus</i> sp. n. <i>discrepans</i>	Curculionidae	COL
<i>Hieronyma alchorneoides</i>	sp. no id.	Eurytomidae	DIPT
<i>Hymenaea courbaril</i>	<i>Ectomyelois muriscis</i>	Pyralidae	LEP
	<i>Rhinochenus stigma</i>	Bruchidae	COL
	<i>Rhinochenus transversalis</i>	Bruchidae	COL
<i>Jacaranda copaia</i>	sp. no id.	Pyralidae	LEP
<i>Leucaena leucocephala</i>	<i>Megacerus</i> sp.	Bruchidae	LEP
<i>Lysiloma divaricatum</i>	<i>Megacerus</i> sp.	Bruchidae	LEP
<i>Lonchocarpus costaricensis</i>	<i>Ctenocolum crotonae</i>	Bruchidae	COL
	<i>Ctenocolum tuberculanum</i>	Bruchidae	COL
<i>Nectandra cufodontisii</i>	<i>Heilipus</i> sp.	Curculionidae	LEP
<i>Pinus caribaea</i>	<i>Cydia</i> sp.	Olethreutidae	LEP
	<i>Dioryctria erythroa</i>	Pyralidae	LEP
	sp. no id.	Cecidomyiidae	DIP
<i>Pinus elliotii</i>	<i>Dioryctria</i> sp.	Pyralidae	LEP
<i>Pinus maximinoi</i>	<i>Dioryctria</i> sp.	Pyralidae	LEP
	sp. no id.	Cecidomyiidae	DIP
<i>Pinus oocarpa</i>	<i>Cydia</i> sp.	Olethreutidae	LEP
	<i>Dioryctria</i> sp.	Pyralidae	LEP
	sp. no id.	Cecidomyiidae	DIP

---

---

<i>Pinus</i> spp.	<i>Acrobasis</i> sp.	Tortricidae	LEP
	<i>Argyrotaenia</i> sp.	Tortricidae	LEP
	<i>Conophthorus</i> sp.	Scolytidae	COL
	<i>Conotrachelus</i> sp.	Curculionidae	COL
	<i>Leptoglossus</i> sp.	Coreidae	HEM
	<i>Megastigmus</i> sp.	Torymidae	HYM
	<i>Moodna ostrinella</i>	Tortricidae	LEP
	<i>Satronia</i> sp.	Olethreutidae	LEP
	<i>Tetyra</i> sp.	Scutelleridae	HEM
	sp. no id.	Lonchaeidae	DIPT
	sp. no id.	Gelechiidae	LEP
<i>Pseudosamanea</i> <i>guachapele</i>	<i>Merobrochus paquetae</i>	Bruchidae	COL
<i>Quercus</i> sp.	<i>Conotrachelus</i> sp.	Curculionidae	COL
	<i>Curculio</i> sp.	Curculionidae	COL
	<i>Melissopus</i> sp.	Pyralidae	LEP
	<i>Valentinia</i> sp.	Pyralidae	LEP
<i>Sapindus saponaria</i>	sp. no id.	Cerambycidae	COL
<i>Simarouba glauca</i>	sp. no id.	Pyralidae	LEP
<i>Sterculia apetala</i>	<i>Dysdercus fascialis</i>	Pyrrhocoridae	HEM
<i>Sterculia oblonga</i>	<i>Poecilips sannio</i>	Scolytidae	COL
<i>Stryphnodendron</i> <i>excelsum</i>	sp. no id.	Bruchidae	COL
	sp. no id.	Pyralidae	LEP
<i>Swietenia macrophylla</i>	<i>Hypsipyla grandella</i>	Pyralidae	LEP
<i>Tectona grandis</i>	<i>Dichrocrocis punctiferalis</i>	Pyralidae	LEP

---

---

<i>Terminalia ivorensis</i>	<i>Auletobius kentzeni</i>	Curculionidae	COL
	<i>Nanophyes</i> sp. n. <i>ituriensis</i>	Curculionidae	COL
	<i>Tortrix dinota</i>	Tortricidae	LEP
<i>Vochysia ferruginea</i>	sp. no id.	Curculionidae	COL

---

## ANEXO 2

### LISTA DE LOS ARBOLES CITADOS

---

<b>Nombre en el texto</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Otros nombres</b>
Acacia	<i>Acacia mangium</i>	Mangium
Almendra de montaña	<i>Andira inermis</i>	Carne asada, areno, arenillo
Amarillón	<i>Terminalia amazonia</i>	Roble coral
Aripín	<i>Caesalpinia velutina</i>	brasilito, chaperno blanco, palo colorado, topoposte,
Bracatinga	<i>Mimosa scabrella</i>	Mimosa, zarza
Caoba	<i>Suietenia macrophylla</i>	Acajou, mahogamy
Casuarina	<i>Casuarina equisetifolia</i>	Pino australiano, pino salvador
Cedro amargo	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro, cedro real
Cenízaro	<i>Albizia saman</i>	Ancho zorra, carreto, genízaro, cenicero
Ciprés	<i>Cupressus lusitanica</i>	
Cocobolo	<i>Dalbergia retusa</i>	Cocobola
Cristóbal	<i>Platymiscium pinnatum</i>	Cachimbo
Chaperno	<i>Lonchocarpus costaricensis</i>	
Espavel	<i>Anacardium excelsum</i>	Rabito
Eucalipto	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Ocalito
Eucalipto	<i>Eucalyptus deglupta</i>	Ocalito
Eucalipto	<i>Eucalyptus saligna</i>	Ocalito
Farolillo	<i>Calliandra calothyrsus</i>	Pelo de ángel
Fresno	<i>Fraxinus uhdei</i>	

---

---

Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Cabeza de negrito, cambacau, caulote, guácimo de ternero, palate negro
Guachipelín	<i>Diphysa robiniodes</i>	
Guanacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Caro, conacaste, choreja, orejero, corotú
Guapinol	<i>Hymenaea courbaril</i>	Copinol
Guayaquil	<i>Albizia guachapele</i>	Conacaste blanco, gavilán, lagarto
Ipil-ípil	<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje, leucaena, tantan, yaje
Jaúl	<i>Alnus acuminata</i>	Aliso, ilamo
Jacaranda	<i>Jacaranda copaia</i>	Gallinazo
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	árbol de ajo, bojón, canaleta, cypre, pardillo, peteberri, prinewood, capá prieto, varía
Madero negro	<i>Gliricidia sepium</i>	Balo, cacaonance, madero, madreado, madrecacao, mata ratón, palo de hierro.
Melina	<i>Gmelina arborea</i>	Gamar, Gumadi, teca blanca, yemane,
Níspero	<i>Manilkara zapota</i>	Níspero chicle
Nogal	<i>Juglans olanchana</i>	Cedro nogal
Pino caribe	<i>Pinus caribaea</i>	Pino de llano, pino de Petén, pino ocote
Pochote	<i>Bombacopsis quinatum</i>	Cedro espino, ceiba, ceiba colorado, ceibillo, espinoso, saqui-saqui.
Poró	<i>Erythrina spp.</i>	Elequeme, pito
Roble de sabana	<i>Tabebuia rosea</i>	Maquilishuat, matiliguete, roble sabanero
Roble marfil	<i>Terminalia ivorensis</i>	Idigbo, amarillón extranjero
Ron-ron	<i>Astronium graveolens</i>	Jobillo, guacamaya, quitacalzón
Surá	<i>Terminalia oblonga</i>	Guayabón
Teca	<i>Tectona grandis</i>	Sagún, teak

---