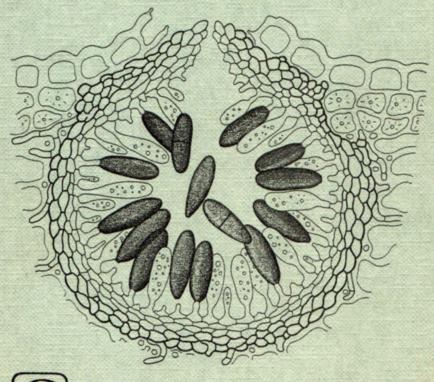
# **BIBLIOTHECA MYCOLOGICA**

H. Butin & H. L. Peredo

Hongos parásitos en coníferas de América del Sur con especial referencia a Chile





J. Cramer

# **BIBLIOTHECA MYCOLOGICA**

Band 101

# Hongos parásitos en coníferas de América del Sur

con especial referencia a Chile

by

Heinz Butin & Hernán L. Peredo

with 33 figures



# J. CRAMER

in der Gebrüder Borntraeger Verlagsbuchhandlung

**BERLIN · STUTTGART 1986** 

Autores: Prof. Dr. Heinz Butin Forstliche Fakultät der Georg-August-Universität Göttingen Bundesrepublik Deutschland

Prof. Dr. Hernán L. Peredo Facultad de Ciencias Forestales Universidad Austral de Chile Valdivia, Chile

anus pades em posimos

All rights reserved, included those of translation or to reproduce parts of this book in any form. Photocopies of this book for personal use are also legally prohibited.

© 1986 by Gebrüder Borntraeger, D-1000 Berlin · D-7000 Stuttgart Printed in Germany by Strauss Offsetdruck GmbH, 6945 Hirschberg 2 ISBN 3-443-59002-X

#### ABSTRACT

# Parasitic fungi on conifers in South America, with special reference to Chile.

In order to get information about the pathological situation in forests in South America, especially Chile, one is compelled to look into many individual publications, most of which have been published abroad in foreign journals. It was therefore desiderable to compile everything known on this subject in a book in spanish. A description of the diseases of the genus Pinus and their causes appeared to be necessary because of the economic importance of Pine trees in South America.

In the present book are described 46 especies of fungi, most of which can cause ligth or even severe damage to coniferous trees. Throughout South America are distributed 28 species of the fungus; the others occur on endemic hosts in Chile and the bordering countries. Each fungus is comprehensively described, including the macroscopic and microscopic characteristics. There is also some information about the host, the distribution and the pathogenicity. For the ecomomically important species control methods are recommended. Abundant references help the reader to continue his/her studies. The text is supplemented by many pictures and drawings to facilitate the recognition of diseases and the identification of pathogens.

The present book is intended both for students and for those involved in practice in identifying the most important and biologically interesting parasitic fungi of coniferous trees in Chile and other South American countries.

# CONTENIDO

BSTRACT	III
REFACIO	IX
ASCOMYCOTA	1
Género CERATOCYSTIS (Ophiostomatales)	1
Ceratocystis araucariae Butin	1
Ceratocystis piceae (Münch) Bakshi	4
Ceratocystis pilifera (Fr.) C. Moreau	6
Género APPENDICULELLA (Meliolales)	7
Appendiculella austrocedri Butin	8
Appendiculella fitzroyae Butin	9
Appendiculella pilgerodendri Butin	10
Género CALICIOPSIS (Coryneliales)	11
Caliciopsis brevipes Butin	11
Caliciopsis cochlearis Butin	12
Caliciopsis pinea Peck	13
Género CORYNELIA (Coryneliales)	14
Corynelia tropica (Auersw. & Rabenh.) Starbäck	14
Género CHLOROSCYPHA (Helotiales)	16
Chloroscypha fitzroyae Butin	16
Chloroscypha pilgerodendri Butin	17
Género LACHNELLULA (Helotiales)	18
Lachnellula subtilissima (Cooke) Dennis	18
Género CYCLANEUSMA (Phacidiales)	19
Cyclaneusma minus (Butin) Di Cosmo, Peredo & Minter	20
Cyclaneusma niveum (Pers. ex Fr.) Di Cosmo, Peredo & Minter	23

	Género HYPODERMA (Phacidiales)	24
	Hypoderma heterosporum Butin	24
	Hypoderma pilgerodendri Butin	25
	Hypoderma podocarpi Butin	26
	Género LOPHODERMIUM (Phacidiales)	28
	Lophodermium conigenum (Brun.) Hilitz	28
	Lophodermium pinastri (Schrad. ex Hook.) Chev	30
	Lophodermium seditiosum Minter, Staley & Millar	31
	Género ARNAUDIELLA (Dothideales)	33
	Arnaudiella "andina" sp. nov	33
	Género ATOPOSPORA (Dothideales)	35
	Atopospora araucariae Butin	35
	Género MASSARINA (Dothideales)	36
	Massarina coniferarum Butin sp. nov	37
	Massarina morthieri (Fuck.) Arx & Mueller	39
	Género PHAEOCRYPTOPUS (Dothideales)	40
	Phaeocryptopus araucariae Butin	40
	Phaeocryptopus australis Butin	42
	Phaeocryptopus gaeumannii (T.Rhode) Petr.	42
	Género SCIRRHIA (Dothideales)	43
	Scirrhia acicola (Dearn.) Siggers	43
	Scirrhia pini Funk & Parker	45
E	BASIDIOMYCOTA	
	APHYLLOPHORALES	52
	Stereum hirsutum (Willd. ex Fr.) S.F.Gray	52
	Trametes versicolor (L. ex Fr.) Pilåt	53
	Schizophyllum commune (Fr.) Fr.	54
	AGARICALES	55
	Armillaria mellea (Vahl ex Fr.) Kumm	55

UREDINALES	57
Mikronegeria fagi Diet. & Neger	58
Mikronegeria alba Oehrens & Peterson	65
USTILAGINALES	67
Uleiella chilensis Diet. & Neger	68
FUNGI IMPERFECTI	
Botrytis cinerea Pers. ex Fr	69
Macrophomina phaseolina (Tassi) Goid	70
Cercoseptoria pini-densiflorae (Hori & Nambu) Deighton	71
Colletotrichum acutatum Simmds. f.sp. pinea	72
Fusarium oxysporum Schlecht. emend. Snyder & Hansen	74
Pestalotia funerea Desm	76
Seiridium cardinale (Wagener) Sutton & Gibson	77
Sclerophoma pithyophila (Corda) Höhn	79
Sphaeropsis sapinea (Fr.) Dyko & Sutton	79
Strasseria geniculata (Berk. & Br.) Höhn	84
BIBLIOGRAFIA	85
GLOSARIO DE ALGUNOS TERMINOS TECNICOS	92
INDICE DE LOS HONGOS MENCIONADOS	98

#### PREFACIO

La recopilación de literatura fitopatológica realizada por MUJICA & VERGARA (1980) muestran a Chile como un país relativamente rico en flora micológica, la cual se compone de especies tanto endémicas como ubicuas. Entre ellas han despertado especial interés aquellas que pueden ocasionar epidemias y pérdidas en cultivos.

El conocimiento de las enfermedades forestales y sus organismos causales se encuentra especialmente en revistas extranjeras de difícil acceso y unido a ello, escrito en idiomas distintos del castellano. Esta fue una de las razones que más influyó en la decisión de reunir en una sola fuente, asequible además para el conglomerado iberoamericano, la mayor parte de lo que se conoce acerca de enfermedades forestales y sus organismos causales en América del Sur. Debido a que hacerlo para todas las especies forestales representaba una tarea de largo aliento, se prefirió empezar por el tratamiento de las enfermedades en coníferas, ya que éstas representan actualmente no sólo en Chile sino también en muchos paises sudamericanos, una importancia económica nada despreciable. El libro está concebido como un manual tanto para el estudiante como para el práctico, con cuya ayuda podrá determinar los hongos parásitos de coníferas más importantes desde el punto de vista económico o de mayor interés biológico. Al mismo tiempo aporta recomendaciones para prevenir algunas enfermedades o para combatir los organismos causantes de ellas.

Al analizar la flora fungosa sudamericana en general y la chilena en especial, se perfilan dos grandes grupos. En uno de ellos se ubican las especies fungosas endémicas que parasitan especies arbóreas también endémicas, en tanto que el otro grupo contempla especies que se ha introducido con sus hospedantes y no pertenecen por lo tanto a la flora fungosa natural de la región.

Estos dos grupos pueden ser analizados desde el punto de vista económico y se comprueba que los daños en las especies endémicas no son graves. De ello podría concluirse que en el transcurso del tiempo se ha producido un balance entre parásito y hospedante, que garantiza a ambos la sobrevivencia. Distinta es la situación si se evalúa la relación entre los parásitos y hospedantes introducidos. Como ambos se desarrollan comúnmente en condiciones de sitio y clima desfavorables que no corresponden a las condiciones de sus procedencias, el equilibrio entre parásito y hospedante se altera con mucha facilidad, lo que origina un comportamiento epidémico del parásito. Por ello, los daños económicos más significativos se encuentran en los hospedantes introducidos. Entre éstos, Pinus radiata es la especie más susceptible a las diferentes enfermedades, y al mismo tiempo, la de mayor importancia económica en Chile. Por esta razón, parecerá comprensible que se haya dado un tratamiento más detallado, no sólo a las enfermedades y organismos presentes en esta especie, sino también a los potenciales, con cuya introducción debe contarse en un futuro no muy lejano.

El ordenamiento del texto se hizo siguiendo la sistemática de los hongos y de acuerdo al sistema usado por MUELLER & LOEFFLER (1982). Al nombrar los hongos no se pudo omitir los nuevos conocimientos en el campo de la taxonomía, de allí que algunos de ellos aparezcan con nombres nuevos o poco conocidos. Para facilitar su estudio en esos casos, se da la sinonimia correspondiente. La terminología usada se extrajo principalmente de obras actualizadas fundamentales y bastante conocidas (AINSWORTH & BISBY's DICTIONARY OF THE FUNGI, 1983; MYCOLOGISCHES WOERTERBUCH, 1980) a fin de hacerla entendible para el mayor número de personas posibles. Paralelamente se recurrió a obras cuyo objetivo es normalizar el uso de ciertos términos, tanto en el ámbito científico iberoamericano como mundial, las cuales también estan citadas en la bibliografía.

A fin de posibilitar al lector la profundización de ciertos temas, el texto da numerosas referencias bibliográficas, incluyendo obras que tratan un determinado problema en forma amplia o que son útiles para identificaciones más detalladas de algunos organismos. Considerando estas limitaciones y la inundación actual de literatura fitopatológica y sistemática, las referencias bibliográficas se circunscriben normalmente a los últimos 10 años.

Respecto a las ilustraciones, éstas no están concebidas como un elemento estético del libro, sino más bien como una parte fundamental de la diagnosis. Es así que muchas características que no se encuentran descritas en el texto pueden observarse en las ilustraciones. Ellas no llevan una escala, pues todas las medidas están en el texto y su repetición significaría una redundancia innecesaria.

Para la composición del libro se contó con el paciente y abnegado arte de la Sra. Angelika Krischbin (Hann. Muenden), quien completó los es-

quemas de las ilustraciones. El señor José Marmolejo (Universidad Autónoma de Nueva León, México), en un esfuerzo encomiable, hizo la traducción preliminar de parte del manuscrito. El texto en castellano es obra de la Sra. Inés Espinoza (Goettingen), a quien agradecemos su paciencia y dedicación. Finalmente, y no por ello menos importante, expresamos nuestro agradecimiento al Servicio Alemán de Intercambio Académico (DAAD), a la Corporación Nacional Forestal (CONAF), Chile y a la Universidad Austral de Chile, sin cuya cooperación esta obra no habría sido posible.

Hann. Muenden, mayo de 1985.

#### **ASCOMYCOTA**

Género CERATOCYSTIS Ellis & Halst. (Ophiostomatales)

Ceratocystis es uno de los Géneros de Ascomycetes con mayor cantidad de especies, entre las cuales se encuentran numerosas especies forestalmente relevantes (UPADHYAY 1981). Por un lado se conocen éstos como causantes de determinados marchitamientos vasculares; a ellos pertenecen, entre otros, el agente responsable de la enfermedad del olmo holandés (Ceratocystis ulmi), el que ocasiona el marchitamiento del roble (Quercus) americano (Ceratocystis fagacearum) y el causante de la marchitez en Platanus sp. (Ceratocystis fimbriata f.platani). Por otro lado, otras especies de Ceratocystis suscitan el manchado de la madera, entre las cuales algunas son de una considerable significancia econômica, como por ejemplo, las que provocan el azulado o mancha azúl en Pinus sp., especialmente frecuentes y temidas.

Dado que los cuerpos fructíferos de las diferentes especies de Ceratocystis se parecen mucho entre sí, no siempre es fácil identificarlas. Para ello generalmente se necesita cultivar el hongo en un medio artificial - preferentemente agar-malta - ya que es aquí donde casi siempre se forman los estados conidiales, que facilitan el agrupamiento de la especie correspondiente.

## <u>Ceratocystis araucariae</u> Butin

Descripción: los cuerpos fructiferos se presentan agrupados sobre la superficie de la madera, son negros, lisos y esféricos, su diâmetro es de 125-200  $\mu$ m y están provistos de un ostiolo alargado negro de 550-650  $\mu$ m de largo. En el extremo del ostiolo de 12-25  $\mu$ m de ancho se encuentran 6 a 12 hifas hialinas de 10-16  $\mu$ m de largo, las que rodean en forma de corona la abertura del canal esporifero. Los ascos normalmente no son detectados, debido a que son evanescentes y desaparecen en una etapa temprana. Las ascosporas son hialinas, unicelulares, ovoides a cilíndricas, miden 3,6-4 por 1,2-1,4  $\mu$ m y no tienen cubierta mucilaginosa; al madurar se concentran en la punta del ostiolo, en forma de pequeñas gotas hialinas (BUTIN 1968).

Características culturales: el hongo desarrolla, en agar-malta, tanto el estado ascígero como el estado conidial. Los peritecios son más pequeños, pero poseen cuellos más largos que los formados en forma natural. Las ascosporas no presentan diferencias. En la fase asexual se forman dos estados conidiales. El primero de ellos, desarrollado ya a los pocos días en medio agar-malta, se caracteriza por presentar conidióforos simples o poco ramificados y conidios hialinos, cilíndricos, de 2,5-4,5 x 2,0-2,5 µm, que recuerdan la forma de Hyalorhinocladiella. El segundo estado conidial, formado algo más tarde, es representado por el estado Hyalopesotum, con conidióforos en forma de pincel, cuyos conidios se agrupan en los extremos en pequeñas gotas mucilaginosas. Una descripción completa de las características en cultivo del hongo hicieron De HOOG & SCHEFFER (1984).

Hospedantes: Ceratocystis araucariae ha sido encontrado hasta ahora exclusivamente en Araucaria araucana. Parece existir en este caso una especificidad tan alta con el hospedante como la observada en Ceratocystis triangulospora (Butin) Upadhyay, la cual se presenta únicamente en Araucaria angustifolia (BUTIN 1978).

Distribución: en toda el área de propagación de la araucaria chilena (Figura 1); también frecuentemente en aserraderos donde se elaboran troncos de araucaria.

Sintomatología: el hongo, cuyas hifas de color café viven en la madera, causan una coloración azúl-grisácea a gris oscura o negra en troncos almacenados, secados lentamente, lo que ocasiona una depreciación de la madera. El hongo puede desarrollarse también muy probablemente sobre tablones y tablas recién aserradas. No se conocen cambios en las propiedades físico-mecánicas de la madera a causa del ataque de este hongo, por ello, el azulado de araucaria puede interpretarse solamente como un cambio estético que sin embargo puede llevar a una pérdida considerable en el valor de la madera.

Prevención y control: para la prevención del azulado se recomienda una elaboración rápida de los árboles talados, y si ésto no es posible, un almacenamiento húmedo que proteja la madera de una pérdida de humedad demasiado intensa.

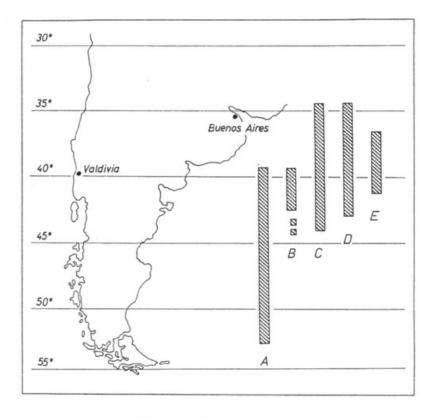


Fig.1: Distribución geográfica de algunas coníferas endémicas en Sudamérica. A: Pilgerodendron uviferum, B: Fitzroya cupressoides, C: Austrocedrus chilensis, D: Podocarpus salignus, E: Araucaria araucana.

Otros hongos causantes del azulado en araucaria: Ceratocystis moniliformis (Hedgc.) C. Moreau, que aparece poco frecuentemente junto a C.araucariae. Característica morfológica distintiva son las numerosas espinas cortas, de color café, presentes en las paredes del ascocarpo (BUTIN & PEREDO 1968), Melanconiopsis elzoi Speg. se presenta principalmente en la corteza, penetrando sólo unos pocos centímetros en la madera, este hongo posee conidios ovoides de 9  $\mu m$  de largo, de color café oscuro, Epicoccum nigrum Link, que origina manchas de color rojo-negruzco sobre la superficie de la madera.

#### Ceratocystis piceae (Münch) Bakshi (Fig. 2)

Descripción: los cuerpos fructíferos se presentan frecuentemente formando agrupaciones en la superficie de la madera aserrada; son esféricos y negros, poseen un diámetro de 100-230 µm y están provistos de un ostíolo de 900-1800 µm de largo, negro y muy delgado. Las paredes del cuerpo fructífero están provistas de una gran cantidad de pelos rígidos, de color café, de hasta 75 µm de largo. El extremo del ostíolo desemboca en una corona formada por 10-25 hifas, aisladas, hialinas, de aprox. 25 µm de largo. Los ascos desaparecen muy pronto. Las ascosporas son hialinas, elípticas y algo curvadas, con un tamaño de 3,5-4,5 x 1-2 µm. Estas se agrupan en la punta del ostíolo en pequeñas gotas hialinas o de color miel.

Tanto en la naturaleza como en el laboratorio, en la fase asexual se forman primero conidióforos simples o poco ramificados del tipo Sporotrix, con conidios elípticos, de 4-10 x 2 µm. Más tarde aparecen los conidióforos grafioides (estado Pesotum), compuestos por atados de hifas simples, de color café oscuro, en cuyo extremo están ligadas masas de conidios. Dado que muy pocas especies de Ceratocystis presentan estado de Pesotum, esta forma conidial tiene un especial significado como característica taxonómica de C.piceae.

Características culturales: en agar-malta se desarrollan, después de 10 días, colonias de color grisáceo a café-grisáceo, de 40 mm de diámetro. Los conidióforos del tipo Sporotrix se observan desde los primeros días; más tarde se desarrollan los conidióforos grafioides, y finalmente aparecen los correspondientes peritecios, los que tanto en tamaño como en forma se asemejan a los producidos en estado natural (BUTIN & AGUILAR 1984).

Hospedantes: una gran cantidad de coníferas y especies latifoliadas; casi todas las especies del Género Pinus, especialmente P.radiata, P.ponderosa y P.elliottii. Además la especie endémica Fitzroya cupressoides.

Distribución: cosmopolita; en Chile, tanto en bosques naturales como en plantaciones de pino, con una marcada distribución entre Concepción y Punta Arenas.

Sintomatología: Ceratocystis piceae causa, de acuerdo a la madera atacada, una coloración azúl pálido a gris-negruzco que puede penetrar profundamente. En el pino es atacada solamente la albura. Una influencia noto-

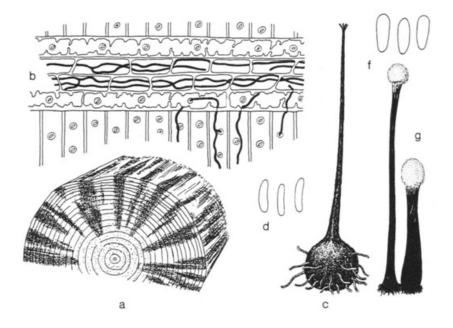


Fig. 2: Ceratocystis piceae. a: azulado de un tronco de Pinus radiata, b: hifas de color café-oscuro en radio medular de Pinus radiata, c: peritecio, d: ascosporas, g: forma conidial de Graphium, f: conidios.

ria en las propiedades físico-mecánicas de la madera no se ha comprobado hasta hoy día.

Prevención y control: la protección más segura contra el manchado azúl de la madera es una corta en la época adecuada y una rápida elaboración del tronco. Esta recomendación se basa en la observación de que la madera suficientemente saturada de agua no puede ser colonizada por los hongos del azulado. Cuando no es posible una rápida elaboración de la madera talada, debe evitarse una pérdida considerable de humedad, ya sea almacenándola en agua o mediante irrigación de los troncos. Como el hongo también puede atacar madera aserrada, se debe tener cuidado en el almacenamiento de las tablas al aire libre en lugares soleados.

En donde exista un elevado peligro de azulado de la madera, se recomienda el tratamiento de ella con un producto protector químico. El tratamiento resulta más efectivo cuando la madera es bañada en la solución química inmediatamente después de ser aserrada. Como especialmente efec-

tivos han resultado los preparados a base de PCP (Pentaclorofenol), pero, debido a la peligrosidad de este elemento para el ser humano, se requiere de extremo cuidado y de medidas de protección adecuadas en su manejo. Debe emplearse eventualmente un preparado menos peligroso para la protección contra el azulado de la madera.

#### Ceratocystis pilifera (Fr.) C. Moreau (Fig. 3)

Descripción: los peritecios que se desarrollan sobre la superficie de la madera son negros, esféricos, de 80-240 μm de diámetro y en su superficie exterior están provistos con algunos pelos delgados, largos, de color café, tienen un ostíolo de 400 a 2600 μm de largo, negro, provisto de ensanchamientos irregulares, cuyo ápice está cubierto por una corona de 20-60 hifas ostiolares largas y hialinas. Las ascosporas miden 4-6 x 1,5-2 μm, son faseoliformes a forma de gajo de naranja, hialinas y sin cubierta gelatinosa.

Características culturales: sobre agar-malta se desarrolla en 10 días una colonia blanca, más tarde de color café-negruzco. Característicos en esta especie son los conidióforos simples a ramificados que a menudo están ocupados por conidios hasta en un tercio de su extensión (estado Sporotrix). También los peritecios formados en cultivo se diferencian poco de los originados en estado natural (BUTIN & AGUILAR 1984).

Hospedantes: en Chile numerosas especies de pino, sobre todo en Pinus radiata.

Distribución: mundial, con presencia también en Chile, donde es la especie más frecuente causante del azulado en Pinus radiata (OSORIO 1973).

Sintomatología: esta especie se encuentra continuamente en la superficie de la madera aserrada, en donde ocasiona un azulado superficial de ella.

Prevención y control: ver bajo Ceratocystis piceae.

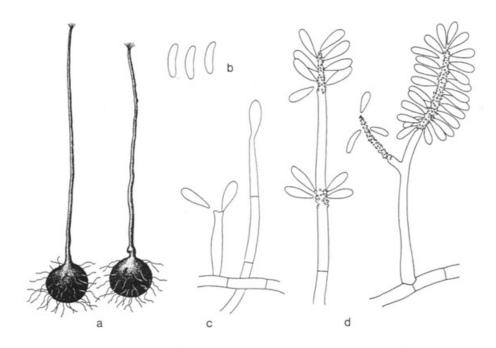


Fig. 3: Ceratocystis pilifera. a: peritecios, b: ascosporas, c: conidióforos jóvenes, d: conidióforos antiguos con conidios.

#### Genero APPENDICULELLA Höhn. (Meliolales)

Los representantes del Orden Meliolales son parásitos foliares altamente específicos que se presentan casi exclusivamente en lugares cálidos del trópico y sub-trópico. Según los trabajos monográficos de STEVENS (1927, 1928) y HANSFORD (1961), el Orden de los Meliolales es uno de los grupos más ricos en especies dentro de los Ascomycetes. A continuación se describen algunos representantes de este orden, presentes en el follaje de diferentes Cupressaceas en el Sur de Chile.

La presencia de representantes del Orden Meliolales en el Sur de Chile es notable, ya que esta región pertenece a la parte templada del Reino Floral Artico. Queda así de manifiesto, que en la formación de la flora micológica del Sur de Chile participan una región no tropical y elementos neotropicales. Para numerosas fanerógamas se llegó a una conclusión semejante, fundamentándose ésta, histórico-florísticamente, entre otros por SCHMITTHÜSEN (1956).

El género Apendiculella se destaca por características morfológicas especiales, como por ejemplo los hifopodios, las ascosporas y los apéndices larviformes presentes sobre las paredes del ascocarpo. Especialmente importante es esta última característica que permite distinguir entre sí, con bastante facilidad, las tres especies que se presentan en Chile (BUTIN 1974).

#### Appendiculella austrocedri Butin (Fig. 4 a)

Descripción: el hongo forma, tanto en la haz como en el envés de la escama foliar una masa de micelio laxo, negro lustroso, de 2 a 4 mm de extensión, el que a su vez está formada por hifas de color café, ramificadas y a menudo curvadas. En estas hifas se forman, unilateral o alternadamente, hifopodios capitados, de los cuales salen hifas finas que penetran en las células epidérmicas del hospedante. En el centro de tales masas miceliares se encuentran peritecios individuales o pareados, negros, esféricos y de 220 a 320 µm de diámetro. Las paredes externas del ascocarpo están formadas por células irregulares y redondeadas, que llevan en segmentos anularmente distribuidos, apéndices semejantes a espinas. El ascocarpo se abre apicalmente por un poro provisto de perífisis, cuya abertura está rodeada por cerdas oscuras de 30-40 x 5 µm de tamaño. Los pocos ascos, rodeados por paráfisis filiformes, son oblongo-ovoides y llevan en su interior 4 esporas, dos de las cuales a menudo están atrofiadas. Las ascosporas, que en estado juvenil presentan una capa mucilaginosa unilateral, son de color café, cilíndricas a fusiformes o ahusadas, con ambos extremos redondeados, de 55-65 x 20-23 μm y provistas de 3 septos.

Hospedante: Austrocedrus chilensis.

Patogenicidad: aunque el hongo parasita células vivas y es, por lo tanto, un verdadero parásito, no se constata una acción dañina en el hospedante, pues aún el follaje severamente afectado permanece verde.

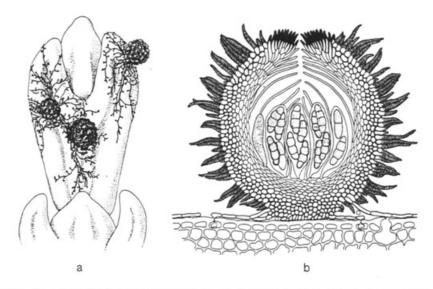


Fig. 4: Appendiculella austrocedri. a: peritecios con hifas en una escama foliar. Appendiculella pilgerodendri. b: corte transversal de un cuerpo fructifero con haustorios endófitos.

## Appendiculella fitzroyae Butin

Descripción: esta especie también forma sobre la haz de la escama foliar masas miceliares compactas, negras, irregularmente redondeadas, de 1-2 mm de diámetro, compuestas de hifas café oscuras, ramificadas y ordenadas en compacto paralelismo. La conección con la célula hospedante se efectúa a través de hifopodios capitados, ubicados alternadamente en el micelio, de los cuales salen finas hifas seccionadas que penetran en las células epidérmicas del hospedante. Sobre la masa miceliar se ubican los peritecios, generalmente agrupados, negros, esféricos, de 270-370 µm de diámetro. Las células externas de la pared del ascocarpo están provistas de apéndices anillados, cónico-agudos, de 15 a 35 µm de largo. En el ápice del peritecio hay un poro redondeado, cubierto internamente por perífisis y rodeado externamente por una corona de cerdas de color café. Los ascos poco numerosos, rodeados por paráfisis, son alargados-ovoides a mazudos y portan 2 a 4 esporas. Estas son de color café, elípticas, algo curvadas, de 77 a 85 x 25 µm y claramente constreñidas en sus 3 septos (BUTIN 1974).

Hospedante: Fitzroya cupressoides.

Patogenicidad: el hongo pertenece a los auténticos parásitos, sin embargo, los daños son apenas apreciables, pues el follaje afectado permanece verde.

# Appendiculella pilgerodendri Butin (Fig. 4 b)

Descripción: el hongo forma, tanto en la haz como en el envés de las escamas foliares, un micelio irregular, laxo, negro lustroso, de 2 a 4 mm de diámetro, compuesto por hifas de paredes vigorosas, de color café oscuro, ramificadas y curvadas. Los hifopodios, ubicados casi siempre alternadamente en las hifas, se componen de una larga célula pedicelar cilíndrica a cónica y de una célula apical irregularmente lobulada, de color café y de 20-23 µm de tamaño. Los peritecios se presentan en grupos, raramente aislados, en el centro de una masa miceliar; son negros, esféricos, de 300-450 μm de diámetro. La pared del ascocarpo, de 70-90 μm de grosor, está compuesta por una capa exterior de células de color café oscuro, irregularmente redondeadas a poliédricas, de paredes relativamente gruesas, y por una capa interna de células hialinas muy aplanadas, de paredes delgadas. Característica de esta especie es la forma de las células de la pared externa, provistas de apéndices estrechamente anillados, cilíndricos a cónicos, de 40-80 µm de tamaño. A menudo se pegan o entrelazan varios apéndices, formando así estructuras cónicas terminadas en punta. En el ápice del cuerpo fructífero se encuentra un poro, el cual está cubierto en su interior por perífisis y cuya abertura central, un tanto hundida, está rodeada por una corona de cerdas de color café oscuro, de 40 x 3 μm de tamaño. Los ascos poco numerosos, acompañados por paráfisis, son oblongo-ovoides a claviformes, llevan 2 a 4 ascosporas de forma elíptica a ampliamente fusiforme, con uno de sus lados aplanado, de 64-72 por 23 μm, y claramente constreñidas en los 3 septos.

Hospedante: Pilgerodendron uviferum.

Patogenicidad: el hongo parasita con sus haustorios las escamas vivas, las que permanecen verdes aún después de un fuerte ataque. No es reconocible un daño en el hospedante.

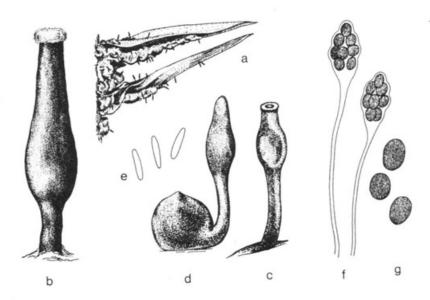


Fig. 5: Caliciopsis brevipes. a: ascocarpos originando agallas en acículas de Araucaria araucana, b: cuerpo fructífero aislado. Caliciopsis cochleris. c: cuerpo fructífero, d: ascocarpo joven con picnidio, e: conidios, f: ascos, g: ascosporas.

#### Género CALICIOPSIS Peck (Coryneliales)

El género Caliciopsis Peck está predominantemente representado por huéspedes de coníferas, despertando un cierto interés, debido a la capacidad de algunas especies para causar alteraciones morfológicas en el hospedante. De este Género se han reconocido hasta la fecha alrededor de 12 especies (FITZPATRICK 1920, 1942; HANSFORD 1956; FUNK 1963) y su presencia se circunscribe principalmente a Europa y Norteamérica. Actualmente se conocen 3 especies en Chile, las cuales se describen a continuación.

# <u>Caliciopsis brevipes</u> Butin (Fig. 5 a,b)

Descripción: esta especie se desarrolla tanto en las acículas como en el tallo, y forma bajo la epidermis del hospedante un hipostroma disciforme, compuesto por células pseudoparenquimáticas, del que emergen primeramente espermogonios negro-lustrosos, esféricos a piriformes, de 100 a 200 µm de

ancho. En su interior se producen espermacios hialinos, ovoides, de 4,2 a 5,5 x 2,3  $\mu$ m de tamaño, los cuales salen a través del poro en forma de gotas. Posteriormente emergen del mismo estroma los ascocarpos, individualmente o en parejas; estos poseen, en estado maduro, la forma de columnas cortamente pediceladas, ahusadas, de color negro lustroso, de 600-1000  $\mu$ m de largo y 200-280  $\mu$ m de ancho en su parte media. Los ascos, que maduran desigualmente, poseen pedicelo largo, miden en su parte ascígera 20  $\mu$ m de largo y 8-10  $\mu$ m de ancho; éstas contienen cada una ocho ascosporas de color café oscuro, lisas, esféricas a elípticas, de 4,5-6 de ancho x 5-7  $\mu$ m de largo. Al madurar los ascocarpos forman en el ápice una masa pulverulenta pegajosa de color café claro compuesta de ascosporas (macedium).

Hospedante: hasta ahora sólo se ha encontrado en Araucaria araucana, en la cordillera de Nahuelbuta.

Patogenicidad: esta especie es especialmente notable desde el punto de vista biológico ya que, asociadas a su aparición, se presentan sobre el tejido aún verde de tallo y acículas, tumores o modificaciones en forma de agallas. Es probable que el hongo penetre a través de heridas causadas por la acción roedora del coleóptero Blastophagus porteri Breth que se presenta comúnmente en las ramas de araucaria. Los tumores se presentan tanto en la corteza de ramas aún verdes como en las inserciones de las acículas de éstas.

Paralelamente a la fase parasítica, C. brevipes parece presentarse saprofíticamente, así el hongo puede infectar también acículas moribundas, en cuyo caso no aparecen modificaciones morfológicas.

# <u>Caliciopsis cochlearis</u> Butin (Fig. 5 c,d,e,f,g)

Descripción: esta especie también forma primero espermogonios que emergen individualmente o en grupos del hipostroma; estos son esféricos a piriformes, negro-lustrosos y de 100-200  $\mu$ m de alto. Los espermacios son hialinos, cilíndricos, frecuentemente algo curvados, de 3,2-4,2 x 1,0  $\mu$ m y son excretados por espermatóforos ensanchados.

A continuación del desarrollo de los espermogonios, se forman sobre el mismo hipostroma los ascocarpos en forma de columnas alargadas y espatuladas, dilatadas en su mitad superior, a menudo curvadas y de color negro lustroso, de 300-700 µm de largo. Los ascos son largos y pedicelados

y fuertemente ensanchados en su parte superior; cada uno contiene 8 ascosporas esféricas a ovoides, de color café, de paredes lisas que miden 4-5 por 4,5-5,5  $\mu$ m. En ascocarpos maduros las esporas se presentan en el ápice de los cuerpos frutales como una masa pulverulenta de color café claro (BUTIN 1971).

Hospedantes: Caliciopsis cochlearis es menos específico que C.brevipes y se encuentra a menudo en acículas muertas y en trozos de corteza de Araucaria araucana, Austrocedrus chilensis, Fitzroya cupressoides, Pilgerodendron uviferum y Podocarpus nubigenus.

Patogenicidad: de acuerdo a las observaciones hechas hasta ahora, parece ser que el hongo puede colonizar solamente tejidos muertos o a punto de morir. Así, los cuerpos fructíferos se encuentran frecuentemente sobre acículas roídas por insectos y en parte ya muertas. En Fitzroya cupressoides se presenta el hongo por ejemplo sobre acículas ya parasitadas por otros hongos, como Chloroscypha fitzroyae.

## Caliciopsis pinea Peck

Caliciopsis pinea es un hongo que se presenta sobre diversas coníferas de Europa y América y también se ha identificado en Chile (BUTIN 1971) sobre Fiztzroya cupressoides. Los cuerpos fructíferos se encuentran en follaje muerto, roído parcialmente por insectos.

A diferencia de las dos especies anteriormente descritas, en ésta, a partir de los espermogonios ya formados, irrumpen apicalmente los ascocarpos agrupados. El pedicelo del cuerpo fructífero es cilíndrico, ocasionalmente ramificado y mide 1-2,5 mm de largo por 0,1-0,15 mm de ancho. La parte superior del pecíolo forma una estructura capitada y engrosada, de hasta 1,75 mm de ancho. Los ascos, formados en la parte superior de los cuerpos fructíferos, tienen un tamaño de 20 x 8 µm, contienen 8 ascosporas esféricas, hialinas al principio, luego de color café y miden de 5-6 por 3 µm de tamaño.

#### Género CORYNELIA Karst. (Coryneliales)

Al Género Corynelia pertenecen especies predominantemente tropicales, cuya ubicación en el sistema micológico - a causa de la singular constitución de sus cuerpos fructíferos - es aún poco clara. Estos tienen la forma de conceptáculos claviformes o lageniformes, que se asientan en grupos sobre un estroma basal.

De las especies hasta ahora conocidas, la mayoría vive parasíticamente sobre hojas del Género Podocarpus. Esto rige también para la única especie conocida en Chile, Corynelia tropica, de nombre un tanto paradojal, pues, en comparación con las demás especies, ésta es la que posee la distribución menos tropical. La primera descripción de esta especie se basa en un hallazgo hecho en 1869 en las cercanías de Valdivia (FITZPATRICK 1942).

# Corynelia tropica (Auersw. & Rabenh.) Starbäck (Fig. 6)

Sin.: Corynelia clavata (L.) Sacc.

Descripción: los picnidios, esféricos y negros, se forman al principio sobre un estroma común en las hojas aún verdes; en su interior se originan, sobre conidióforos simples, numerosos conidios hialinos, ovoide-ahusados, de 7 x 3 µm. Estas esporas sirven probablemente para la fertilización del ascogonio o para la dicariotización del micelio haploide. Sobre el mismo estroma se forman posteriormente los ascocarpos que al madurar son negros y de forma columnar a cilíndrica, de alrededor de 1 mm de altura y con una superficie áspera. Estos se encuentran raramente aislados, más comunmente en grupos de 3 a 25 sobre un estroma basal negro en forma de cojín. La parte superior del peritecio, claramente ensanchada, posee en su ápice una línea de dehiscencia lisa, algo hendida, la que, al madurar el ascocarpo, primero se agrieta y posteriormente se desintegra en su totalidad, quedando al final una abertura del cuerpo fructifero de forma circular. En la base del peritecio se forman los ascos, provistos de un largo pedicelo y contienen 8 ascosporas. Estas están situadas en la parte superior del asco, son esféricas, de color café y de 9-12,5 µm de tamaño. Al madurar se desintegran las paredes de los ascos en forma mucosa, quedando las esporas en la cavidad superior, de donde posteriormente pueden salir.

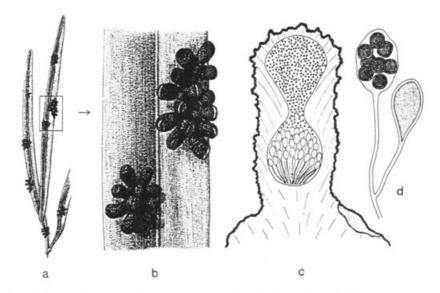


Fig. 6: Corynelia tropica. a: cuerpos fructiferos sobre hojas de Podocarpus salignus, b: ascoma inmaduros (abajo izq.) y maduros (arriba der.) sobre una hoja de P.salignus, c: corte transversal de un cuerpo fructifero, d: ascos.

Hospedantes: Podocarpus andina y P.saligna.

Distribución: Nueva Zelandia, Filipinas y principalmente en el Sur de Chile.

Patogenicidad y sintomatología: este hongo es un parásito primario que se presenta inicialmente en hojas vivas y ocasionalmente sobre la corteza de ramas jóvenes. Sin embargo no se constata, al menos durante el primer año de desarrollo del hongo, una alteración en los tejidos del hospedante, ya que las partes atacadas permanecen largo tiempo verdes y sin alterarse. Solamente al final del desarrollo del hongo se presentan las primeras necrosis, las que llevan a una mayor o menor coloración café de las hojas y ramas atacadas. Ellas pueden morir después de un ataque fuerte, ocasionando una disminución del crecimiento que hasta el momento aún no ha sido cuantificado.

#### Género CHLOROSCYPHA Seaver (Helotiales)

El Género Chloroscypha se caracteriza por sus cuerpos fructíferos disciforme a turbinados, de color verde-amarillento a verde oscuro, los cuales
se hinchan en presencia de humedad, y en ambiente seco se encogen. La mayoría de las especies hasta ahora conocidas provienen de Norteamérica y Europa y fueron monografiadas en repetidas ocasiones (SEAVER 1931; PETRINI
1982). Recientemente se describieron 2 nuevas especies de Sudamérica (BUTIN 1984). Todas estas especies son notables debido a su alta especificidad; se presentan exclusivamente sobre representantes de la Familia Cupressaceae y viven allí como hongos foliares con leve tendencia al parasitismo.

#### Chloroscypha fitzroyae Butin (Fig. 7 a,b,c,d)

Descripción: los cuerpos fructíferos irrumpen aisladamente a través de la epidermis en el envés de la escama foliar; son carnoso-gelatinosos, negros en estado seco y negro-oliváceos bajo condiciones húmedas, turbinados y de 300-400 µm en tamaño. Sus paredes están constituidas por células hialinas, de paredes delgadas, elongadas e higroscópicas (textura porrecta). Los ascos son claviformes, verdosos en estado inmaduro, contienen ocho ascosporas, de 110-140 x 14-16 µm y su ápice no presenta reacción amiloide. Las ascosporas son esféricas a ampliamente elípticas, uniseriadas en el asco, de color verde sucio en un principio, más tarde casi hialinas, de 10-13 x 9-11 µm, germinan como células de color café. Las paráfisis, presentes en gran número, son filiformes, septadas, verde-amarillentas, con la punta algo ensanchada, inmersas en una masa gelatinosa amarillenta; sus extremos están unidos a los extremos de los ascos por una substancia pegajosa de color oliváceo (BUTIN 1984).

Hospedante: Fitzroya cupressoides.

Patogenicidad: el hongo ataca exclusivamente el follaje del alerce, causando una coloración parda y la muerte de los órganos asimiladores. Durante este proceso, el tallo no es perjudicado, de modo que el brote puede continuar creciendo. El hongo es bastante frecuente en los bosques de alerce, empero, no ha podido observarse hasta ahora un daño evidente que conduzca a la muerte de algún individuo.

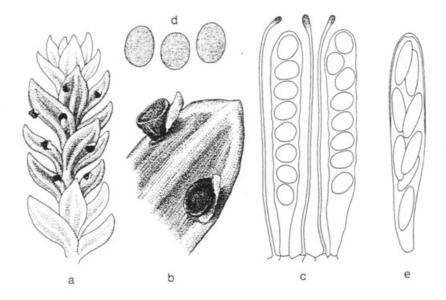


Fig. 7: Chloroscypha fitzroyae. a: cuerpos fructíferos sobre escamas foliares muertas de Fitzroya cupressoides, b: dos apotecios errumpentes, c: ascos con paráfisis, d: ascosporas. Chloroscypha pilgerodendri. e: asco con ascosporas.

# Chloroscypha pilgerodendri Butin (Fig. 7 e)

Descripción: los apotecios irrumpen a través de la epidermis del envés de la escama foliar; son cóncavos a disciformes, de color café-negruzco en estado seco y oliváceo oscuro en condiciones húmedas, su diámetro es de 300-400 μm. La pared del cuerpo fructífero está constituida por 2 capas: la externa compuesta por células hialinas, prismáticas, higroscópicas, de paredes gruesas (textura prismática) y la interna compuesta de células elongadas, amarillo claras, de paredes delgadas que limitan directamente con los ascos. Estos son claviformes, de 100-120 x 15-17 μm, portan ocho esporas, con ápice amiloide negativo. Las ascosporas son elípticas, de paredes delgadas, irregularmente biseriadas, hialinas, de 23 x 7 μm. Las paráfisis son filiformes, septadas y ramificadas, con las puntas ligeramente ensanchadas y de color oliváceo. Estas forman junto con los ápices de los ascos un epitecio de color café-oliváceo (BUTIN 1984).

Hospedantes: Pilgerodendron uviferum, raramente Fitzroya cupressoides.

Patogenicidad: a causa de la reducida especificidad por su hospedante y su presencia en follaje ya totalmente muerto, esta especie podría ser clasificada más bien entre los saprófitos, con una pequeña connotación como un parásito débil. Tal clasificación es corroborada por la aparición de esta especie junto con Hypoderma pilgerodendri e H. heterosporum. La importancia económica de este hongo es, por lo mismo, poco considerable.

# Género LACHNELLULA Karst. (Helotiales)

El Género Lachnellula pertenece al grupo clásico de los discomicetes inoperculados, cuyos representantes se caracterizan por sus apotecios planos
a cóncavos y sus ascos apicalmente desgarrados. Su distribución se circunscribe casi exclusivamente al hemisferio norte, presentándose sólo sobre coníferas. En este Género se incluyen parásitos económicamente significantes, como Lachnellula willkommii (BUTIN 1983), causante del cancro
del Larix. Las pocas especies conocidas del hemisferio sur fueron introducidas en su mayoría junto con especies arbóreas exóticas. A éstas pertenecen Lachnellula subtilissima, la que fue introducida en Chile con Pinus radiata.

# Lachnellula subtilissima (Cooke) Dennis (Fig. 8)

Descripción: los cuerpos fructíferos se encuentran aislados o agrupados en racimos sobre la corteza, miden hasta 3 mm, son cortamente pedicelados, cóncavos, de color amarillo a amarillo-anaranjado, cuyo borde está rodeado por una corona de pelos cortos blancos. La pared exterior del cuerpo fructífero se compone de células prismáticas, oblongas, ordenadas paralelamente (textura prismática); la pared interna se constituye a su vez de hifas de paredes delgadas, flojamente entrelazadas (textura intricata). Los ascos son cilíndricos, delgados, poseen ocho esporas, de 45 a 60 x 4-5,5 µm, con un poro amiloide positivo. Las ascosporas son hialinas, fusiformes a elípticas y miden 7-12 x 1,5-2,5 µm. Los ascos están acompañados por paráfisis filiformes con su extremo apical un poco ensanchado (DHARNE 1965).

Hospedantes: Abies alba, Picea abies, Pinus mugo, P.silvestris; en Chile sobre todo P.radiata.

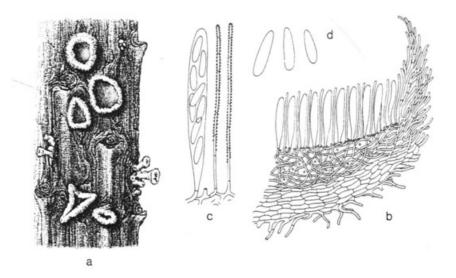


Fig. 8: Lachnellula subtilissima. a: cuerpos fructiferos de diferente edad en una rama muerta de Pinus radiata, b: corte transversal del borde de un apotecio, c: ascos y paráfisis, d: ascosporas.

Distribución: Europa y Norteamérica, y en Sudamérica hasta ahora sólo comprobado en Chile.

Patogenicidad: de acuerdo a las observaciones hechas hasta la fecha, el hongo se encuentra solamente sobre material muerto o moribundo. En Chile fue colectado en ramas de Pinus radiata, muertas por la acción de Sphaeropsis sapinea (Diplodia pinea) por lo que el hongo no parece ser un parásito primario.

# Género CYCLANEUSMA DiCosmo, Peredo & Minter (Phacidiales)

La denominación del Género Cyclaneusma nació por transposición de las letras (anagrama) de Naemacyclus. Al Género Cyclaneusma están adscritos ahora 2 importantes especies que anteriormente se conocían bajo los nombres de Naemacyclus minor y N. niveus. La razón de este cambio en la nomenclatura son las diferencias morfológicas con respecto a la especie tipo del

género Naemacyclus Fuck. (DiCOSMO, PEREDO & MINTER 1983); este cambio en el nombre es, como en muchos otros casos lamentable, pero a la vez indispensable para el avance de la taxonomía de los hongos. De las 2 especies presentes en Chile pueden ser brindadas las siguientes descripciones.

Cyclaneusma minus (Butin) DiCosmo, Peredo & Minter (Fig. 9)
Sin.: Naemacyclus minor Butin

Descripción: los cuerpos fructíferos se encuentran dispersos en ambas caras de acículas moribundas. Se desarrollan subepidérmicamente e irrumpen al madurar a través de la epidermis, abriéndose al exterior por medio de una hendidura longitudinal que forma dos valvas epidermales de igual tamaño. Los cuerpos fructíferos miden 100-600 x 125-260 µm y se componen de uno o raramente de 2 apotecios elípticos, blanco-amarillentos, de consistencia gelatinosa. Los ascos son claviformes octosporados, de 100-115 por 11 µm, contienen 8 ascosporas hialinas, vermiformes, a menudo retorcidas, que miden de 65-98 x 2,5-3 µm y tienen dos septas ubicadas en su parte central. Los ascos son acompañados por numerosas paráfisis filiformes ligeramente amarillas y con las puntas ramificadas.

Los picnidios, difíciles de observar por encontrarse sumergidos profundamente en el tejido de la acícula del hospedante, son esférico-deprimidos, de 150 a 250 µm de diámetro, con una pared compuesta por células pseudoparenquimáticas incoloras. Las picnidiosporas, producidas por conidióforos fialídicos, son baciliformes y miden 6-9,5 x 1 µm (BUTIN 1973a).

Características culturales: en agar-malta (2 %) se desarrolla, extendiéndose regular y concéntricamente, un micelio blanco, lanuginoso, cuyo ritmo de crecimiento es de 3 mm diarios, a temperatura ambiente. Los picnidios y picnidiosporas pueden observarse después de transcurridos 15 días; éstos se reconocen como pequeñas esferas miceliares en cuyo interior se forman espermacios baciliformes, a veces ligeramente curvados y de 5,5 a 11  $\mu$ m de largo. Después de 30 días aparecen los primeros apotecios lenticulares, amarillentos a verde-oliváceos, más tarde amarillo-ocre, de 800 a 1500  $\mu$ m, cuyo himenio consta de ascos y paráfisis.

Hospedantes: Cyclaneusma minus es una especie altamente especializada que ataca sólo determinadas especies de Pinus. En Chile afecta especialmente Pinus radiata, P. ponderosa, P.mugo, P.caribea, P.contorta y P.patula. Su

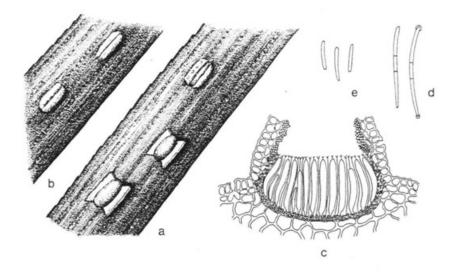


Fig. 9: Cyclaneusma minus. a: apotecio aislado en condiciones húmedas,
b: cuerpos fructíferos cerrados, cubiertos con la epidermis,
c: corte transversal de un apotecio inmero en una acícula, d: ascosporas, e: picnidiosporas formadas en cultivo.

principal hospedante en Europa es Pinus sylvestris, el que sin embargo se cultiva poco en Chile. De acuerdo a las observaciones hechas por MERRIL & al. (1979), el hongo también podría atacar Pinus nigra.

Distribución: mundial, con una amplia distribución en Norteamérica (Canadá y USA), Sudamérica (Uruguay, Ecuador, Brasil, Argentina, Chile), Africa Central y Australia (GIBSON 1979).

Sintomatología: las primeras señales de ataque son pequeñas manchas casi siempre de color verde pálido que llaman relativamente poco la atención. Síntoma claro de la enfermedad es el amarillamiento que puede involucrar finalmente la acícula entera y también las de su período vegetativo. Predominantemente son afectadas las acículas de 2 y 3 años. La muerte de las acículas trae como resultado una caída prematura de ellas, por lo que puede hablarse de una enfermedad defoliante.

Debido a que otros hongos o factores abióticos causan síntomas similares, sólo es posible un diagnóstico seguro cuando se observan los cuerpos fructíferos característicos de Cyclaneusma minus.

Patogenicidad: en la literatura se encuentran datos contradictorios sobre la patogenicidad de esta especie (PEREDO 1973). Por un lado es señalado como un parásito peligroso, o al menos como un parásito débil, y por otro lado es considerado por algunos autores como un saprófito sin importancia. El fundamento principal para esta discrepancia radica muy probablemente en el hecho de que anteriormente todas las formas de Cyclaneusma encontradas sobre pino eran señaladas como "Naemacyclus niveus". Hoy esta especie se ha dividido en Cyclaneusma minus y C. niveus, teniendo solamente la primera de ellas una reconocida capacidad como parásito. Un ejemplo de ésto son las observaciones hechas por MERRIL & al.(1973), los cuales siempre encontraron únicamente C. minus en acículas atacadas de Pinus nigra, aunque C.niveus también se presenta en esta especie. Un caso similar parece haberse observado en Pinus sylvestris (FREDERICK & al. 1980).

Cyclaneusma minus es considerado actualmente por numerosos investigadores como un parásito primario (KARADZIC 1981), o como un parásito débil, el cual, bajo condiciones ambientales favorables y en ausencia de competidores, puede ocasionar una caída prematura de las acículas, sobre todo en Pinus radiata (RACK 1981). En todo caso, no entra en el grupo de las especies agresivas, con las cuales está involucrada una rápida necrosis de los tejidos afectados. La especie en cuestión posee un período de incubación sumamente largo, pudiendo extenderse hasta 15 meses. Durante este tiempo, el hongo vive en cierto modo como "endófito", sin causar en la acícula síntomas apreciables. Determinadas observaciones hacen suponer que el cambio de esta especie a una forma de vida más o menos parasitaria tiene lugar solamente cuando la acícula está debilitada fisiológicamente o cuando empieza a envejecer.

Epidemiología: hasta la fecha no se tienen de Chile experiencias particulares sobre el desarrollo del hongo y su relación con el hospedante. Mas, si se toman las observaciones hechas en otros países, también podría considerarse en el Sur de Chile la presencia de esporas del hongo durante todo el año. El período de mayor esporulación tiene lugar muy posiblemente a fines de otoño, aunque pueden presentarse infecciones también en verano, especialmente en días lluviosos (PAWSEY 1967). En investigaciones hechas a largo plazo en USA (KISTLER & MERRIL 1978), se ha encontrado que el período de incubación puede comprender de 10 a 15 meses. Pocos meses después de la aparición de los primeros síntomas, las acículas toman un color amarillo a café-amarillento y comienzan entonces a caer. La formación de los cuerpos fructíferos puede comenzar en el árbol sobre las ací-

culas aún pendientes; sin embargo, el período de fructificación propiamente tal tiene lugar en el suelo, sobre las acículas ya caídas.

Control: medidas de control para Cyclaneusma minus no han sido necesarias aún en Chile, aparentemente a causa de los reducidos daños ocasionados. Sin embargo, existen experiencias hechas en otros países (KISTLER & MERRIL 1978) a las que se puede recurrir en caso de emergencia. De informaciones de Nueva Zelandia se sabe que puede lograrse una prevención a través de una selección de clones resistentes a la enfermedad (NEW ZEALAND FOREST SERVICE 1979).

<u>Cyclaneusma niveum</u> (Pers. ex Fr.) DiCosmo, Peredo & Minter Sin.: Naemacyclus niveus (Pers. ex Fr.) Fuck. ex Sacc.

Descripción: los cuerpos fructíferos de esta especie son muy similares a los de C.minus y sólo se diferencian morfológicamente por su tamaño (320-950 x 160-340  $\mu$ m), las ascosporas son igualmente más grandes (75-120 por 2,8-3,3  $\mu$ m), así como también sus picnidiosporas falcadas (12-16 por 0,8-1  $\mu$ m). (BUTIN 1973a).

Características culturales: en agar-malta (2 %) se desarrolla un micelio lanuginoso, blanco, con picnidios multiloculados de 250-600  $\mu$ m. Las picnidiosporas son baciliformes, elongadas a falcadas, de 9-21 x 0,8-1,2  $\mu$ m; no forma apotecios.

Hospedantes: Pinus halepensis, P.nigra, P.pinaster y P.mugo; en Chile se le ha encontrado en P.pinaster.

Distribución: mundial, sin embargo, debido a la reducida oferta de los hospedantes, poco frecuente.

Patogenicidad: en contraposición a C. minus, no existen hasta el momento informaciones sobre la patogenicidad de esta especie, por lo que pudiera clasificarse en principio como saprófito.

### Género HYPODERMA DC. (Phacidiales)

Los representantes de la Familia Hypodermataceae son reconocidos por sus cuerpos fructiferos negros, generalmente elongados, los que al madurar se abren por una larga hendidura y dejan expuesto el himenio. Las esporas son hialinas, desde elíptico-cilíndricas a filiformes. A esta Familia pertenecen numerosas especies patógenas las que pueden causar severas defoliaciones en coníferas. A causa de su importancia, ella ha sido tratada monográficamente a menudo (DARKER 1932, TERRIER 1942). Las especies del género Pinus se reconocen como hospedantes principales de las Hypodermataceae. Recientemente fueron descritas algunas especies de esta familia sobre coníferas chilenas endémicas (BUTIN 1970a). De ellas se entregan las siguientes descripciones.

## Hypoderma heterosporum Butin (Fig. 10 d,e)

Descripción: los cuerpos fructíferos se encuentran sobre el envés de escamas foliares moribundas como histerotecios elongados, elípticos a naviculares que miden de 500 a 1300  $\mu m$  y son de color negro. Al estar maduros y ser puestos en ambiente húmedo, se abren mediante una hendidura longitudinal. Especialmente característico de esta especie son las manchas blanco-grisáceas a ambos extremos del histerotecio. El himenio, compuesto por ascos y paráfisis, se encuentra entre una capa superior compuesta de células pseudoparenquimáticas de color café oscuro y una capa basal de células seudoparenquimáticas de color café claro. Los ascos son claviformes, miden 150-170 x 20-23  $\mu m$  y contienen 4 ascosporas sin excepción; a menudo se reconocen 4 esporas más, pero atrofiadas y abortadas. Las paráfisis están provistas de una cubierta mucilaginosa y son filiformes, con el ápice a menudo ramificado. Las ascosporas son fusiforme-elongadas, con el tercio superior capitado y de tamaño variable, midiendo la más corta aproximadamente 30 x 5  $\mu m$  y la más larga 50 x 4  $\mu m$ .

Paralelamente al estado perfecto, se forman en las escamas foliares atacadas picnidios ovoides de color café claro, más tarde café oscuros, cuyos espermacios, de 4,5-6,5 por 0,7-0,8  $\mu$ m, pertenecen al tipo Leptostroma.

Hospedante: Pilgerodendron uviferum.

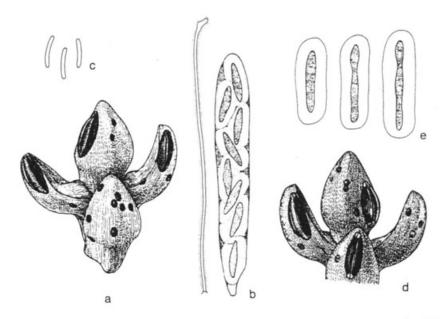


Fig. 10: Hypoderma pilgerodendri. a: histerotecios maduros y picnidios en escamas foliares de Pilgerodendron uviferum, b: asco con paráfisis, c: picnidiosporas. H. heterosporum. d: histerotecios en acículas de P. uviferum, e: ascosporas.

Patogenicidad: los cuerpos fructíferos del hongo se encuentran sólo sobre follaje viejo y parcialmente muerto. Su dudosa patogenicidad puede deducirse en base a su situación sociológica, pues solamente se encuentra en asociación con Hypoderma pilgerodendri, el cual siempre coloniza follaje joven. Probablemente es H.heterosporum un hongo secundario respecto a H. pilgerodendri y por ello de una patogenicidad bastante más moderada que podría incluso hacer que se le considere sólo como un saprófito.

# Hypoderma pilgerodendri Butin (Fig. 10 a,b,c)

Descripción: los histerotecios, formados intraepidermalmente, se presentan aislados sobre el envés de escamas foliares cloróticas moribundas. Son naviformes, alargados, de color café oscuro lustroso, a menudo algo curvados, convexos, con bordes fuertemente delimitados, de 950-1400 µm de largo por 500-600 µm de ancho y al madurar se abren por una hendidura lon-

gitudinal. Los histerotecios están limitados hacia arriba por un seudoparénquima de pequeñas células de color café y hacia abajo por un estroma basal, también de color oscuro. La fijación a los tejidos hospedantes se efectúa mediante un tejido plectenquimático hialino, de aprox. 10 µm de espesor que se diluye hacia abajo en hifas simples. Los ascos, ordenados más o menos paralelamente en un estrato, son cilíndricos a claviformes, de 180-220 x 26 µm, contienen generalmente 8 ascosporas, raramente 4. Las ascosporas son elipsoides a fusiformes, de 26-35 x 5-7 µm, hialinas y provistas de una envoltura mucilaginosa. Los ascos están rodeados por numerosas paráfisis filiformes, con el ápice levemente claviforme.

Los picnidios son redondos a ovoides, de color negro-parduzco, de 150-250 x 120  $\mu m$  y situados también intraepidermalmente en el tejido hospedante. Las picnidiosporas (espermacios) son baciliformes, hialinas y miden de 6-7 x 0,7-0,9  $\mu m$ .

Hospedantes: Pilgerodendron uviferum y Fitzroya cupressoides.

Patogenicidad: el hongo es fitopatológicamente un parásito débil, pues coloniza sólo follaje viejo. El ataque avanza en una rama desde la base hacia el ápice, permaneciendo las escamas foliares afectadas adheridas al tallo hasta su completa descomposición. Raramente se circunscribe el ataque a una sola escama, sino que por el contrario también afecta las vecinas. El sistema conductor de la planta permanece sin embargo inalterado, permitiendo que las ramas afectadas puedan desarrollar nuevos brotes. Esta especie es típicamente foliar y causa a la planta afectada solamente daños mínimos.

# Hypoderma podocarpi Butin (Fig. 11)

Descripción: los cuerpos fructíferos de esta especie (histerotecios) se desarrollan intraepidermal y en parte subepidermalmente, tanto en el envés como en la haz de las escamas foliares y sobre la corteza de las ramas. Son esféricos, ovoides o elípticos, negro-lustrosos al principio y después amarillo-grisáceos, están provistos de un borde negro irregular y miden 500-950 por 350-620  $\mu$ m. Al madurar se abren en un lugar prefijado a través de una hendidura longitudinal o, especialmente en los cuerpos fructíferos redondos, por una abertura trilabial, cuyos bordes están provistos de papilas de tejido seudoparenquimático de 10-15  $\mu$ m de largo. La ca-

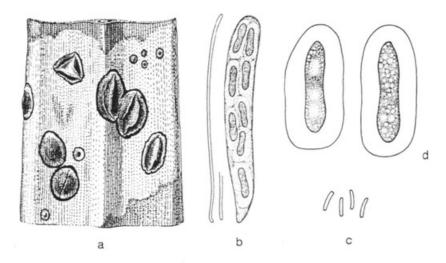


Fig. 11: Hypoderma podocarpi. a: histerotecios y picnidios en una hoja de Podocarpus salignus, b: asco con paráfisis, c: picnidiosporas, d: ascosporas.

pa superior es de tejido seudoparenquimatoso, ligeramente coloreado y la capa basal, poco hendida, está formada por células seudoparenquimáticas, de forma irregular y de color café oscuro, que roza la epidermis lateralmente. Los ascos alineados paralelamente, son claviformes, contienen ocho ascosporas, miden 120-145 x 17-20 µm y están rodeados por paráfisis filiformes. Las ascosporas son unicelulares, hialinas, elípticas a baciliformes, comprimidas en la mitad, miden 21-28 por 5-6 µm y están provistas de una gruesa envoltura mucilaginosa. Los picnidios se presentan aislados, son de color café oscuro lustroso, esféricos a ovoides, de 120-150 µm de diámetro y llevan en su interior picnidiosporas hialinas, baciliformes, que miden 4,5-5,4 x 1,4 µm.

Hospedantes: Podocarpus nubigenus y P.salignus.

Patogenicidad: la especie parece tener, dados los síntomas, cualidades parasíticas, sin embargo, los efectos sobre el hospedante son insignificantes. En Podocarpus nubigenus el hongo coloniza los tejidos exteriores de la corteza, matándolos sin afectar el cambium, lo que ocasiona generalmente la formación de pequeñas placas de corteza muerta que toman un color

amarillento. Una relacion parasítica similar parece tener con Podocarpus salignus, en donde sin embargo, el hongo se encuentra exclusivamente sobre las acículas.

## Género LOPHODERMIUM Chev. (Phacidiales)

Al Género Lophodermium pertenecen numerosas especies que han alcanzado importancia económica debido a los daños que ocasionan. Especial atención se ha dado a las especies que parasitan el Género Pinus, de las cuales existen varias monografías (DARKER 1932, MINTER 1981). Macroscópicamente se reconocen por sus cuerpos fructíferos (histerotecios) característicos, de forma navicular y color negro. Microscópicamente su carácter distintivo son las ascosporas alargadas, fusiformes o claviformes.

A pesar de lo característico que es morfológicamente el Género Lophodermium, es difícil la separación de cada especie en particular. A veces se hace necesario hacerlos crecer en cultivos artificiales o preparar cortes microtómicos de los cuerpos fructíferos para su correcta identificación.

De las especies del Género Lophodermium que parasitan en Chile el Genero Pinus, se describirán tres de ellas.

# Lophodermium conigenum (Brun.) Hilitz. (Fig. 12)

Descripción: los ascocarpos se encuentran aislados sobre acículas muertas que yacen en el suelo. Ellos se desarrollan intraepidermalmente, se hinchan al madurar y, bajo condiciones húmedas, toman aspecto pulvinulado. Presentan forma navicular con ambos extremos ahusados, de color negro lustroso y de 900-2000  $\mu m$  de largo. Se abren mediante una hendidura longitudinal, cuyos bordes tienen un color verde claro y en algunas oportunidades son también rojizos. Un atributo típico de la especie son sus (generalmente) 7 células epidérmicas que se sitúan en la base del estroma basal. Los ascos tienen un tamaño de 160-215 x 11-14  $\mu m$ , de forma cilíndrica alargada. Contienen 8 ascosporas morfológicamente equivalentes al Género, de 90-130 x 2  $\mu m$  de tamaño, las que están rodeadas por numerosas paráfisis filiformes, a menudo engrosadas en sus ápices. Sus conidiomata aparecen antes que los ascocarpos, son de color gris como el sustrato, elíptico-alargados, de 300-500 x 200-280  $\mu m$  de tamaño, portan en su interior nu-

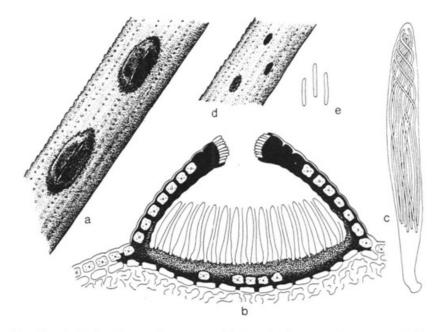


Fig. 12: Lophodermium conigenum. a: histerotecios cerrados en una acícula de P.nigra, b: corte transversal de un histerotecio, c: asco con ascosporas, d: picnidio en un segmento de acícula de P. nigra, e: picnidiospora.

merosos conidios baciliformes de 4,5-9,5  $\mu$ m de largo, en todo caso infértiles. En las acículas son poco frecuentes las líneas demarcatorias color café, o éstas son muy débiles.

Características en cultivo: en agar-malta se desarrolla un micelio de rápido crecimiento, en principio de color blanco, con hifas sueltas, flocosas, que luego toman un çolor café pardo. Colores oscuros normalmente no se forman.

Hospedantes: numerosas especies del Género Pinus, en Chile especialmente en P.nigra.

Distribución: Africa, Australia, Europa, Nueva Zelandia, Norteamérica y Sudamérica.

Patogenicidad: su comportamiento hacia el hospedante ha sido poco estudiado y un efecto dañino no se ha observado hasta el momento, lo que hace pensar en un comportamiento saprofítico de esta especie.

## Lophodermium pinastri (Schrad. ex Hook.) Chev.

Descripción: sus cuerpos fructíferos son muy semejantes a los de L.conigenum. Los ascocarpos son negros, de 77-1200  $\mu$ m de largo, con un borde gris a negro, naviculares a elípticos con sus extremos redondeados. Se abren mediante una hendidura longitudinal con bordes grises, amarillentos o rojizos. En un corte transversal se reconocen por lo menos cinco células epidérmicas en la base del estroma basal. Los ascos miden 110-155 por 9,5-11,5  $\mu$ m y están rodeados de numerosas paráfisis filiformes. Las ocho ascosporas son hialinas, filiformes, de 70-110 x 2  $\mu$ m de tamaño. Sus numerosos conidiomata pueden encontrarse tanto en la haz como en el envés de las acículas. Son algo más oscuros que el color de la acícula, poseen un borde pardo-negruzco, tienen forma elíptica a linear, miden 200-450 por 150-250  $\mu$ m y contienen numerosos conidios baciliformes alargados, de 4,5 a 6,2  $\mu$ m de largo.

Para L.pinastri es inconfundible la formación de líneas demarcatorias que se distribuyen irregularmente en pares o tríos sobre las acículas.

Características en cultivo: en agar malta se desarrolla inicialmente un micelio blanco, de lento crecimiento, el cual posteriormente presenta un borde negro, hasta que este color predomina en todo el cultivo. Esta última característica no se da en todos los cultivos, pero sí es típico el borde negro. En general no se forman conidios en cultivo.

Hospedante: prácticamente todas las especies del Género Pinus.

Distribución: mundial, incluyendo también Chile.

Patogenicidad: de acuerdo a las investigaciones de MINTER (1981), la denominación "Lophodermium pinastri" se usó también para las especies conocidas hoy como L.conigenum y L.seditiosum. Así se consideró a L.pinastri como el causante del "tizón de la acícula". Hoy se sabe que L. seditiosum es el organismo que la ocasiona y L.pinastri (en el sentido actual), sólo posee carácter saprófito, pudiendo colonizar solamente acículas senescentes que yacen en el suelo. Para aclarar el origen de una defoliación, es imprescindible diferenciar entre L.conigenum, L.pinastri y L.seditiosum.

### Lophodermium seditiosum Minter, Staley & Millar

Descripción: los ascocarpos se desarrollan subepidermalmente tanto en la haz como en el envés de las acículas. Tienen forma navicular ahusada en ambos extremos, miden de 800-1600  $\mu$ m de largo y son de color casi completamente gris, con bordes negros. En ambiente húmedo se abren mediante una hendidura longitudinal, ribeteada por bordes grises, verdosos o azulados. Importante como ayuda para su identificación es la falta total de células epidermales en la base del cuerpo fructífero. Los ascos son cilíndricos a alargados-claviformes, de 140-170 x 11-13  $\mu$ m de tamaño, rodeados por numerosas paráfisis filiformes. Las 8 ascosporas presentes en los ascos son filiformes y miden 90-120 x 2  $\mu$ m.

Los conidiomata aparecen antes que los ascocarpos en la misma acícula, se ubican subepidermalmente, son de color más oscuro que las acículas, elípticos a alargados, a menudo agrupados. Al madurar forman innumerables microconidios baciliformes, cuya función epidemiológica no está aclarada.

Características en cultivo: en agar-malta se desarrolla un micelio de rápido crecimiento, compacto, que puede variar fuertemente, tanto en forma como en color. A veces los cultivos crecen perfectamente circulares, a veces irregularmente lobulados; el color generalmente es gris a gris claro al principio, para oscurecerse posteriormente hasta un café-rojizo intenso. También es posible encontrar cultivos que mantienen el color gris claro o crema hasta su envejecimiento. Finalmente existen además cultivos que se desarrollan blancos, con pequeñas porciones de color gris claro.

Hospedantes: en numerosas especies del Género Pinus, especialmente P.silvestris, P.nigra, P.halepensis, P.mugo, P.cembra y P.contorta.

Distribución: prácticamente en todos los países de Europa en donde parasita P.silvestris, y en Norteamérica. Recientemente fue identificado también en Chile (RACK 1981).

Sintomatología: suponiendo que esta especie se comporte en Chile igual que en Europa, se deberá contar con que los primeros síntomas, representados por pequeñas manchas cloróticas en las acículas, aparezcan tardíamente en el otoño o al inicio del invierno. A fines del invierno o a comienzo de la primavera, se producirán las primeras defoliaciones de acículas ya necrosadas por múltiples infecciones, lo cual puede involucrar toda la población de una temporada. Especialmente infectadas resultan las acículas de un año de edad, quedándole al árbol activas las recién formadas y las de 2 y 3 años, si no existe una infección crónica. Con la caída de las acículas cae también el agente dañino, de manera que con ello la enfermedad habría finalizado, salvo en el caso de infecciones crónicas, en las cuales se vuelve a iniciar el ciclo en otoño.

Patogenicidad: L. seditiosum es reconocido hoy día, después de su separación del antiguo "L. pinastri", como un importante agente causal de defoliaciones en variadas especies del Género Pinus. En especies susceptibles como P. silvestris, ocasiona una caída prematura de todas las acículas de un año, lo cual lleva a pérdidas de crecimiento, especialmente si el ataque se repite anualmente.

Acerca de un comportamiento patológico de L. seditiosum en Chile, hasta el momento no se tiene información.

Epidemiología: de acuerdo a observaciones realizadas en Europa, L.seditiosum se caracteriza por marcados ciclos de desarrollo que interactúan con su epidemiología (RACK 1963). Así presenta, en un año climáticamente normal, un ciclo de desarrollo que se inicia a fines del verano o principio de otoño con la infección por medio de ascosporas. Durante ese período y los meses de invierno posteriores, el hongo se desarrolla parasíticamente en el tejido de la acícula hasta que ésta, totalmente necrosada, cae. La fase saprofítica se completa durante los meses del verano siguiente, cuando, debido a la humedad existente en las acículas, aparecen los nuevos cuerpos fructíferos, cuyas esporas cierran el ciclo. Según las condiciones climáticas de los distintos años, el ciclo de desarrollo del hongo puede retardarse o acelerarse. Esto es especialmente aplicable a Chile, con características climáticas tan distintas.

Control: un pino sano puede soportar una fuerte defoliación, sin sufrir consecuencias aparentes, pero si el daño se repite dos años consecutivos, los efectos se dejan sentir en el individuo atacado.

Para prevenir y controlar la defoliación de los pinos en Europa, se usan actualmente varios métodos. Uno de ellos tiene como objetivo disminuir al máximo las posibilidades de aparición de Lophodermium seditiosum mediante manejo silvícola (por ejemplo el uso de proveniencias resistentes, evitar lugares de plantación demasiado húmedos, plantación poco densa, control de malezas, fertilización apropiada etc.). Si a pesar de todo aparece un ataque fuerte en plantas jóvenes, se pueden usar fungicidas, los que deben ser aplicados dos veces durante la época de mayor esporulación. Los Dithiocarbamatos de Zinc o Manganeso han demostrado ser los más efectivos.

#### Género ARNAUDIELLA Petr. (Dothideales)

El Genero Arnaudiella es el más rico en especies de la Familia Microthyriaceae, cuyos representantes se caracterizan morfológicamente por poseer cuerpos fructíferos escutiformes o cónico-aplastados, los cuales crecen subcuticularmente o simplemente sobre la epidermis del hospedante. Otra característica que no es común para todas las especies la representan hifas ramificadas que crecen superficialmente, muy ligadas al substrato, y que en las formas parásitas a su vez desarrollan hifas succionadoras, con las cuales el hongo obtiene su alimento desde las células del hospedante. A la Familia Microthyriaceae pertenecen entre otros, los Géneros Asterinella, Microthyrium y Dothidella. Es muy posible que en Chile existan numerosos individuos de esta familia que hasta el momento no se han encontrado o descrito. Como representante de la familia se describirá Arnaudiella "andina", el cual es típico para todo el grupo. Como no hay todavía en la literatura una descripción oficialmente válida de este hongo, se usará provisoriamente el epíteto "andina".

#### Arnaudiella "andina" sp. nov. (Fig. 13)

Descripción: la masa miceliar fofa que se desarrolla superficialmente sobre las acículas se compone de hifas pardas, septadas y ramificadas, que alternadamente presentan células nodulares (hifopodios intercalares), a partir de las cuales se forman finos haustorios que penetran a las células del hospedante a través de la epidermis. Los cuerpos fructíferos que crecen en esta masa miceliar originan en un principio, una película circular, levemente lobulada, de color gris claro, que al madurar se convierte en un cuerpo fructífero escutiforme, circular, de color gris oscuro y

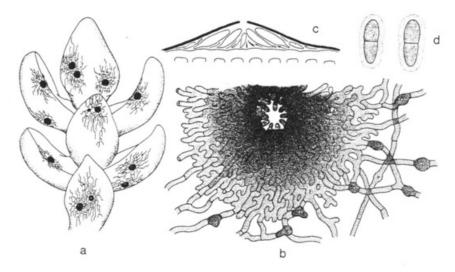


Fig. 13: Arnaudiella "andina". a: cuerpos fructiferos con hifas en escamas foliares de Pilgerodendron uviferum, b: detalle de un cuerpo fructifero con hifas e hifopodios, c: corte transversal de un cuerpo fructifero, d: ascosporas.

fuertemente adherido al sustrato. Tienen 160-250 µm de diámetro, poseen un poro circular, crecen aislados o en grupos con individuos de diferente tamaño y se les puede encontrar tanto en la haz como en el envés de las acículas viejas. Su cubierta se compone de una capa de células grises ordenadas en forma meándrica, que limitan tenuemente con el borde. Bajo la cubierta se encuentran los ascos de forma cilíndrica a claviformes, bitunicados, de 45-50 x 14-18 µm de tamaño y ordenados en forma circular, con sus ápices dirigidos oblicuamente hacia el poro. Contienen cada uno 4 esporas, al principio de color café claro, al madurar café oliváceo, de 19-21 x 6,5-7,5 µm de tamaño, que generalmente están cubiertas por una capa mucilaginosa de 5 µm de espesor. Entre los ascos se encuentran innumerables parafisoides de 2 µm de ancho e irregularmente ramificadas.

Hospedantes: Fitzroya cupressoides y Podocarpus uviferum.

Distribución: en todo el ámbito de distribución de ambos hospedantes.

Patogenicidad: aún cuando estas especies se cuentan entre los parásitos, pues se alimentan mediante los finos haustorios que atraviesan la epidermis de sus hospedantes, no es notorio un daño como no sea la leve decoloración que presentan las acículas parasitadas.

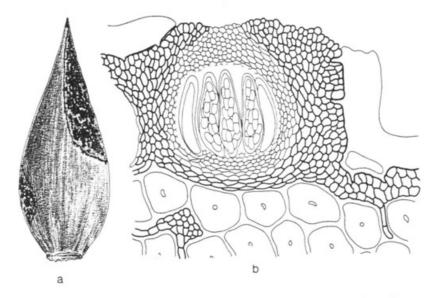


Fig. 14: Atopospora araucariae. a: conglomerado de cuerpos fructíferos en una acícula de Araucaria araucana, b: corte transversal de un ascoma.

#### Género ATOPOSPORA Petrak

Este Género se caracteriza por poseer ascomata negros, crustáceos, multiloculados, más o menos inmersos en las hojas o acículas del hospedante. Los escasos ascos contienen ascosporas hialinas a gris claras, septadas en su parte media o superior. La única especie presente en Chile que parasita a Araucaria araucana se puede describir como sigue:

# Atopospora araucariae Butin (Fig. 14)

Descripción: los estromas ubicados subcuticular o intraepidermalmente crecen en grupos compactos tanto en la haz como en el envés de las acículas, tienen un tamaño de 100-300 µm, de color negro, redondos o alargados en el sentido longitudinal de la acícula. Al madurar levantan la epidermis en forma de pequeñas papilas, hasta que finalmente la rompen. El tejido estromático se compone de células café oscuras, de paredes gruesas, redondeadas irregularmente y de 3-8 µm de diámetro. Los lóculos inmersos en el estroma son, dependiendo de la presión de sus vecinos, esférico-aplasta-

dos o cónicos, de 80-140  $\mu$ m de ancho x 65-90  $\mu$ m de alto. Cada lóculo tiene 25-35 ascos embebidos en un tejido de células hialinas de paredes tenues, los cuales tienen una forma cilíndrica a claviforme en la parte superior y saquiforme en la inferior, redondeados en el ápice, de doble pared, de 35-45 x 14  $\mu$ m de tamaño y contienen 8 ascosporas. Estas son bicelulares, de 11-14 x 4,7-5,1  $\mu$ m de tamaño, al principio incoloras, luego de color gris-humo a café (BUTIN 1973b).

Hospedante: Araucaria araucana.

Distribución: en toda el área de distribución de Araucaria araucana.

Patogenicidad: los ascomata del hongo se encuentran en el tejido muerto de acículas antiguas del hospedante que poseen aún una parte verde. Esto pudiera significar que el hongo juega un papel activo en la necrosis de las acículas, sin embargo, las observaciones indican por otra parte que sólo sufren el ataque las acículas debilitadas o dañadas. Por esta razón, este hongo debiera clasificarse como un parásito débil hasta no tener datos representativos de su patogenicidad.

## Género MASSARINA Sacc. (Dothidiales)

De este Género se tratarán dos especies, aún cuando no son fitopatógenos. La primera especie, Massarina coniferarum sp. nov., que se describe válidamente en esta oportunidad por primera vez, presenta una relación estrecha con Sphaeropsis sapinea, existiendo la posibilidad de un hiperparasitismo. La otra especie, M.morthieri, se encuentra comúnmente en la corteza de ramas atacadas previamente por S.sapinea y sus fructificaciones pueden ser fácilmente confundidas con los picnidios de aquella. Además, los peritecios de M. morthieri podrían ser tomados como el estado ascígero de S.sapinea.

Los representantes del Género, que fue tratado monográficamente por BOSE (1961), se caracterizan por cuerpos fructíferos esféricos, a veces basalmente aplanados, inmersos en el tejido del hospedante, que se abren mediante un poro y cuyo ápice se cubre con un clípeo más o menos notorio. Las ascosporas son uni-o multicelulares, generalmente embebidas en una cubierta mucilaginosa (ARX & MUELLER 1975).

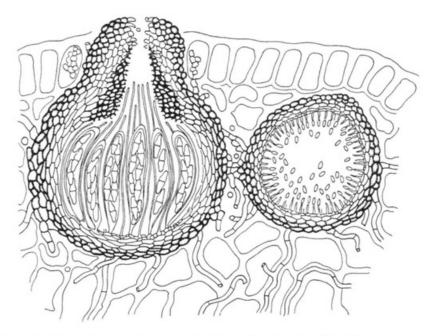


Fig. 15: Massarina coniferarum. Peritecio (izq.) y picnidio (der.) en tejido de acícula de Pinus mugo.

### Massarina coniferarum Butin sp. nov. (Fig. 15)

Descripción: Perithecia solitaria vel gregaria, in substrato immersa, nigra, globosa vel pyriforme, 100-180  $\mu$ m lat., ostiolo late conoideo erumpentia. Paries 20-2  $\mu$ m crassus, clypeatus; paries exterior cellulis brunneis, ellipticis, 6 x 3,5  $\mu$ m, pars interior cellulis hyalinis, aplanatis et tenuibus composita. Ostiolum 20-30  $\mu$ m diam., pars basalis pori circumdata textura umbrina cellulis umbrinis, polyedricis. Asci paraphysati, oc to-spori, bitunicati, cylindracei, 90-110 x 16  $\mu$ m. Ascosporae biseriatae, rectae, fusiformes, hyalinae, 18-22 x 6-6,5  $\mu$ m, in medio constrictae et septatae, raro 3-septatae, tum pallide fuliginosae, muco involutae. Pycnidia globosa vel conica, immersa, 120-180  $\mu$ m lat., ostiolata; spermatiis hyalinis, ellipticis vel ovoideis, 5-6 x 2,0-2,5  $\mu$ m.

In foliis emortuis Pini mugo Turra, Chile, Valdivia, Isla Teja; 10.I.1983, H. Butin legit. ZT holotypus.

Los peritecios se ubican aislados o pareados, inmersos en el tejido de acículas yacentes en el suelo, generalmente muy cerca de picnidios de S.sapinea. Tienen forma esférica a piriforme, de 100-180 µm de ancho, con una abertura fuertemente demarcada, en cuyo interior presenta un poro que le permite romper la epidermis. La parte inferior del poro está cubierta por células robustas de color negro-grisáceo que cubren en forma cónica la superficie del cuerpo fructífero. La pared gruesa está constituida externamente por células redondeadas a elípticas de color gris oscuro, de 6 por 3,5 µm de tamaño y hacia el interior siguen capas de células hialinas. de paredes tenues y levemente aplastadas. Los ascos asoman desde un estroma basal plano a levemente convexo compuesto de células pequeñas, llenando junto con las parafisoides filiformes prácticamente el interior de los cuerpos fructíferos. Los ascos son cilíndricos a levemente claviformes, poseen una doble membrana que se ensancha hacia el ápice, miden de 90-110 por 16 µm y contienen 8 ascosporas. Las esporas son fusiformes a elípticoalargadas, miden 18-22 x 6-6,5 µm y se ordenan en dos corridas en la parte superior del asco. A veces se forman sólo 2 o 4 ascosporas, que en ese caso van acompañadas por el número correspondiente de las abortadas. Las esporas.que mantienen largo tiempo su color hialino y 4 gotas de sustancia de reserva, presentan al principio una septa y un acinturamiento central, luego se transforman en tetracelulares y toman un color pardo claro. En estado maduro poseen una cubierta mucilaginosa de 3-5 µm de espesor, que en aqua puede dilatarse hasta 10 µm; ésta puede ser fácilmente observada adicionando un colorante simple como tinta china.

La forma microconídica aparece siempre asociada a la forma perfecta. Sus picnidios, inmersos profundamente en las acículas, tienen un tamaño de 120-180 µm, son esféricos a piriformes y a menudo poseen un ostíolo alargado que les permite romper la epidermis con su ápice. Sus paredes de hasta 20 µm de espesor, se componen exteriormente de 2-3 capas de células elípticas a redondeadas de color pardo oscuro, hacia el interior continúan capas de células incoloras, de paredes tenues, aplastadas. En el interior de los picnidios y a partir de las paredes, crecen numerosos conidióforos que miden 8-12 x 1,5-2 µm, en cuyos ápices se forman conidios elípticos a ovalados, unicelulares, de 5-6 x 2-2,5 µm de tamaño.

Características en cultivo: se forma un micelio plomizo con crecimiento aéreo afelpado, que en 8 días alcanza 1,5 cm de diámetro. Después de 14 días de cultivo a temperatura ambiente, el envés de la placa muestra un

color gris oscuro. Hasta el momento no se ha observado la formación de esporas, aún después de prolongados períodos de cultivo.

Hospedantes: hasta ahora solamente P. mugo y posiblemente en otras especies del Género Pinus.

Distribución: en acículas caídas y necrosadas en el Sur de Chile y separadamente en otros lugares donde crece su hospedante.

Patogenicidad: como el hongo desarrolla sus cuerpos fructíferos solamente en acículas ya descompuestas que yacen en el suelo, se puede descartar su comportamiento patogénico. Por otra parte, la formación de sus picnidios directamente al lado de los picnidios de Sphaeropsis sapinea y la perforación de éstos por hifas de M.coniferarum plantean la incógnita de un hiperparasitismo. De cualquier forma, un control biológico de S.sapinea por parte de M. coniferarum es muy incierto, debido a la formación tardía de los conidios de la última especie.

## Massarina morthieri (Fuck.) Arx & Mueller

Esta especie del Género Massarina que aparece frecuentemente en la corteza de los pinos, se caracteriza por sus peritecios asentados superficialmente o levemente inmersos, de color negro brillante y forma cónica aplastada. Los ascos son cilíndricos a saquiformes, miden 60 x 13  $\mu$ m y contienen 8 ascosporas. Estas se presentan ordenadas en dos corridas, son bi- a tetracelulares, incoloras, miden 14-18 x 5  $\mu$ m y están embebidas en una capa mucilaginosa, visible sin ayuda de colorantes. Respecto a M.coniferarum, las ascosporas son notoriamente más pequeñas.

Los cuerpos fructíferos de este hongo se encuentran en la corteza de numerosas especies del Género Pinus, principalmente cerca de la base de las acículas, sin que hasta ahora se haya observado un comportamiento patogénico de él. Como se dijo en la presentación general del Género, sus picnidios pueden ser, a simple vista, fácilmente confundidos con los de Sphaeropsis sapinea.

### Género PHAEOCRYPTOPUS Naumov (Dothideales)

A este Género pertenecen hoy 5 especies, de las cuales 3 se encuentran en Norteamérica y Europa (MUELLER & ARX 1962) y las dos restantes en América del Sur (BUTIN 1970b). Todas ellas viven sobre acículas, en cuyos estomas desarrollan sus cuerpos fructíferos (pseudotecios) aislados. Algunos son temidos causantes de daños, otros viven como parásitos débiles sobre diferentes coníferas.

## Phaeocryptopus araucariae Butin (Fig. 16).

Descripción: los cuerpos fructíferos se encuentran ordenados en filas, ya sea en la haz o en el envés de acículas moribundas, son de color negro brillante, piriformes, de 45-65 µm de ancho por 50-70 µm de alto, sos hasta la mitad en los estomas y un amplio pie estromático multicelular anclado en la cavidad aerífera de ellos. Al irrumpir los cuerpos fructíferos a través de los estomas, transportan en su ápice las pequeñas partículas cerosas que los encierran, de manera que los seudotecios jóvenes parecen tener un pequeño gorro blanco, que no poseen los ejemplares más antiguos. La pared exterior de los cuerpos fructíferos, de 14-16 µm de espesor, se compone de 2 capas de células grandes, de forma irregular, paredes gruesas y color pardo oscuro; la parte inferior está formada por células alargadas, de color pardo oliváceo claro. La pared interior está cubierta con células hialinas, alargadas, efímeras. Al madurar los cuerpos fructíferos se abren en el ápice mediante un poro circular. Los escasos ascos, ordenados en ramilletes, son elípticos a saquiformes, con el ápice engrosado por una doble membrana, miden 8-12 μm de ancho por 28-42 μm de largo y están rodeados por numerosos parafisoides que se descomponen rápidamente. Las ascosporas alargadas son bicelulares, ligeramente acinturadas bajo su parte central, hialinas a verde claras, miden 9,2-13,5 por 3,2-4,5 µm y recién formadas presentan 2-3 gotas oleaginosas. El tejido intramatrical del micelio de subsistencia se compone de hifas gris oscuras, de 2,5 µm de ancho, que penetran el tejido del hospedante intercelularmente.

Hospedante: sólo en Araucaria araucana.

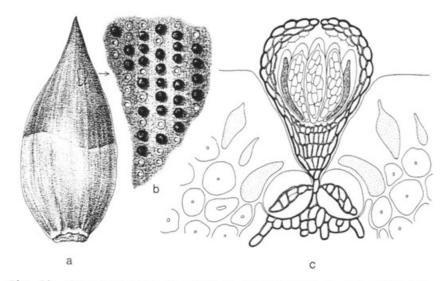


Fig. 16: Phaeocryptopus araucariae. a: vista general de una acícula parasitada de Araucaria araucana, b: detalle de una acícula con peritecios eruptivos a través de los estomas, c: corte transversal de un peritecio inmerso en una cavidad subestomática.

Distribución: en la zona de distribución natural de A.araucana (Fig. 1) y además en todos los árboles de dicha especie plantados artificialmente en las zonas bajas del sur de Sudamérica.

Patogenicidad: de acuerdo a las observaciones realizadas hasta hoy día, este hongo no tendría un comportamiento parasítico, pues prefiere colonizar aquellas acículas que han sufrido el ataque de Mikronegeria fagi o que por algún traumatismo, ella o el árbol completo se hayan debilitado. En acículas ya muertas no se encuentra P. araucariae, por ello se le debiera considerar como parásito débil, más aún cuando al aparecer varios cuerpos fructíferos sobre una acícula, ésta toma rápidamente una coloración gris clara a gris oscura.

Posible confusión: cuerpos fructíferos semejantes forma Mycosphaerella araucariae (Rehm) v. Arx, los que igualmente se ubican en los estomas, aún cuando inmersos más profundamente. Como característica distintiva pueden usarse las ascosporas que son en esta especie hialinas y presentan un tamaño de 19-26 x 5-6  $\mu$ m; son notoriamente más grandes que las de P.araucariae. Una descripción completa de este saprófito se encuentra en von ARX (1958).

### Phaeocryptopus australis Butin

Esta especie posee peritecios superficiales y epifilos negros, brillantes, redondeados a aplanados, que miden 50-75  $\mu$ m, los cuales se introducen en los estomas mediante una úvula cuneiforme y se fijan en la cámara aerífera por medio de un pie estromático multicelular. A simple vista se pueden observar éstos en línea, siguiendo el ordenamiento de los estomas. Los cuerpos fructíferos están formados exteriormente por dos capas de células grandes de color gris; el interior está cubierto por células incoloras. En el interior de los cuerpos fructíferos se encuentran los ascos saquiformes, ordenados en ramilletes, que miden 35-45 x 10-12  $\mu$ m y están rodeados de numerosos parafisoides que rápidamente se descomponen. Las ascosporas son hialinas a levemente verdes, septadas en la mitad y ligeramente acinturadas (BUTIN 1970b).

Este hongo se ha encontrado sólo en follaje de Fitzroya cupressoides, por lo que parece tener un alto grado de especificidad. Desde el punto de vista patogénico aparentemente no se presenta como parásito primario, siendo más común encontrarlo como organismo secundario o paralelo de acículas parasitadas por otros hongos o dañadas por insectos. Es muy típico encontrarlo en sustrato parasitado previamente por Chloroscypha fitzroyae.

# Phaocryptopus gaeumannii (T. Rhode) Petr.

Esta especie bastante conocida por los daños foliares que ocasiona a Pseudotsuga menziesii en Estados Unidos, Europa y últimamente Nueva Zelandia, aún no se ha detectado en Chile, sin embargo, con el aumento de la superficie plantada de P.menziesii, es dable contar con su futura presencia.

Los síntomas característicos del ataque son una coloración parda a negruzca del envés de las acículas, las que luego se tornan cloróticas y caen tempranamente. Con ayuda de una lupa se pueden reconocer los peque-

ños cuerpos fructíferos negros, ordenados siguiendo la distribución de los estomas, en los cuales se encuentran inmersos. Microscópicamente tienen éstos una forma redondeada, miden 50-100  $\mu$ m y se encuentran anclados en los estomas mediante un pequeño talo. En el interior de los cuerpos fructiferos se encuentran los ascos saquiformes, que contienen cada uno 8 ascosporas bicelulares, de 9-10 x 3,5-5  $\mu$ m de tamaño. Para una diagnosis exacta puede consultarse literatura especializada (BUTIN 1983).

## Género SCIRRHIA Fuck. (Dothideales)

Este antiguo Género pertenece al Orden Dothideales que se caracteriza por sus estromas extendidos, en los cuales se forman numerosos lóculos ubicados en varias hileras longitudinales. La mayoría de los representantes de este orden viven saprofíticamente sobre pastos, licopodios y helechos. Algunos aparecen también sobre acículas de coníferas, diferenciándose de las otras especies por su especificidad y también por su alta patogenicidad. A continuación se describirán las dos especies que ocurren en el Género Pinus. Para ambas se ha postulado recientemente su ordenamiento en el Género Mycosphaerella (EVANS 1984). Teniendo en cuenta el uso común y generalizado de los nombres antiguos, ellos se mantendrán en las descripciones que siguen.

## Scirrhia acicola (Dearn.) Siggers (Fig. 32 c)

Sin.: Oligostroma acicola Dearn.

Estado conidial: Lecanosticta acicola (Thüm.) Syd.

Sin.: Cryptosporium acicola Thüm. Septoria acicola (Thüm.) Sacc.

Descripción: el estado ascígero, de acuerdo a las descripciones de WOLF & BARBOUR (1941) y MUELLER & ARX (1962), presenta estromata de 1-3 mm de largo y 0,25-0,50 mm de ancho que, a medida que maduran, irrumpen a través de la epidermis de la acícula. Los lóculos, incluidos en un estroma de células oscuras, son esféricos, de 45-85 µm, al madurar se abren en el ápice papilar mediante un poro redondeado. Los ascos, ordenados paralelamente, son cilíndricos, poseen una doble membrana y miden 37-45 x 7-10 µm.

Las ascosporas son elongadas, septadas al medio, hialinas a amarillentas y miden 11-17 x 3-4,5  $\mu m$ .

Paralelamente a la forma perfecta, este hongo produce dos estados asexuales, con macro- y microsporas respectivamente. La forma macrospórica se caracteriza por sus acérvulos ubicados subepidermalmente, cuya base se compone de un estroma color café oscuro. Sobre éste se asientan conidióforos cilíndricos, de un color café claro, que producen conidios alargados y curvados, bi- a tetracelulares, de color gris claro, que miden 20-40 por 4,5 μm. Las microconidias (espermacios), originados en cavidades loculares, son baciliformes y miden 3-4 x 1 μm.

Hospedantes: numerosas especies del Género Pinus, sobre todo P.palustris, P.taeda, P.halepensis, P.nigra, P.pinea, P.ponderosa, P.caribea, P.sylvestris y P.radiata.

Distribución: el área principal de distribución de esta especie es la parte sur de Norteamérica. Dado que se trata de una especie que parece preferir climas cálidos (SIGGERS 1944), es de suponer que este hongo, hasta ahora no observado en Chile, pudiera expandirse a las plantaciones de pino en Sudamérica.

Sintomatología: de acuerdo a GIBSON (1979), los primeros síntomas visibles son manchas grisáceas, las que pueden aparecer en plántulas ya a las 3 semanas de iniciada la infección y en plantas más viejas al cabo de 8 a 12 semanas. De estas manchas grisáceas se originan más tarde zonas necróticas de color café, rodeadas por un borde amarillento. A causa de este típico síntoma, se conoce la enfermedad en los países anglosajones como "brown spot needle blight". Tales manchas se pueden encontrar aisladas, en pares o tríos sobre la acícula. En una fase más avanzada, la parte distal de la acícula muere, luego toma un color café, también su parte inferior, y cae al suelo. En este momento, el hongo ya ha formado sus cuerpos fructíferos, reconocibles como puntos negros; su observación es especialmente importante para distinguir esta enfermedad de otras causadas por otros hongos foliares, como Lophodermium seditiosum o Scirrhia pini.

Patogenicidad: en la primera fase de desarrollo de la enfermedad, el hongo se comporta como un pertófito, es decir, el micelio secreta previamente toxinas que conducen a la muerte de los tejidos, en este caso el parénquima de las acículas. Intentos de aislamiento del hongo en tales zonas necrosadas fracasan a menudo, pues en éstas no existe aún micelio (JE-WELL 1983). A causa de la pérdida de las acículas, las plantas pueden ser seriamente afectadas y morir, sobre todo plantas jóvenes de especies susceptibles, no así plantas de más edad que sólo experimentan una reducción en su crecimiento.

Control: a causa de la importancia económica de la especie, frecuentemente se efectúan medidas de control consistentes principalmente en la aplicación de fungicidas con contenido cúprico. Ultimamente se han empleado con éxito fungicidas orgánicos (PUNITHALINGAM & GIBSON 1973, GIBSON 1979). A raíz del largo período de esporulación, el tratamiento debe efectuarse durante varios meses consecutivos.

Scirrhia pini Funk & Parker (Fig. 17 y 18)

Estado conidial: Dothistroma septospora (Dorog.) Morelet

Sin.: Cytosporina septospora Dorog.

Dothistroma pini Hulbary

Descripción: en el estado ascígero, los ascomas se desarrollan subepidermalmente en el tejido muerto de las acículas y al madurar rompen la epidermis y se muestran como pequeñas protuberancias negras pulvinuladas. Los ascomata, de aproximadamente 600 µm de largo, se componen de tejido seudoparenquimático pardo oscuro, en el cual se encuentran inmersos lóculos redondeados. Los ascos son claviformes y están rodeados por células incoloras, esféricas, dispuestas en cadenas. Las ascosporas son hialinas, fusiformes a elipsoides, bicelulares, algo comprimidas en la septa y miden 11-16 x 3-4 µm (FUNK & PARKER 1966).

La forma perfecta, descrita originalmente por FUNK & PARKER (1966), aparentemente se presenta rara vez en Chile y recién en 1983 fue encontrada por primera vez en acículas caídas en plantaciones de Pinus montana en Valdivia. En Norteamérica (PETERSON 1981b) y en Europa (BUTIN & RICHTER 1983), el estado perfecto se forma regularmente y como en este caso se trata de otra variedad (var. linearis), podría pensarse que la tendencia a la formación de la forma perfecta esté condicionada genéticamente.

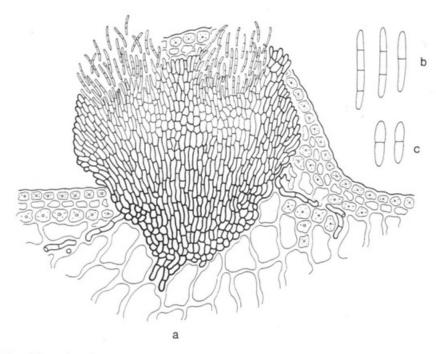


Fig. 17: Scirrhia pini. a: corte transversal de un conidioma irrumpiendo a través de la epidermis de una acícula de Pinus radiata, b:conidios, c: ascosporas.

En el estado conidial los conidiomata se localizan subepidermalmente, irrumpen a través de la epidermis al madurar y son reconocidos entonces a simple vista como estromas negros, de forma pulvinulada a elongada, miden 150-1300 x 80-400  $\mu m$  y están compuestos por células estromáticas de paredes delgadas y color café. En él se encuentran inmersos y ordenados longitudinalmente los lóculos redondeados que contienen los conidióforos cortos en forma de ampolla. Los conidios formados a partir de ellos son hialinos, alargados, rectos o levemente curvados, septados de 1 a 4 veces y miden 25-60 x 2-3  $\mu m$ . Las microsporas (espermacios), formadas en cuerpos frutales semejantes, son hialinas y miden 1-2 x 0,5  $\mu m$ .

De D.septospora se distinguen 3 variedades, que se diferencian unas de otras tanto morfológicamente (por el largo de los conidios), como también por su especificidad y distribución. La variedad presente en Chile, D.septospora var.septospora (= var. pini), tiene conidios que miden 12,7-

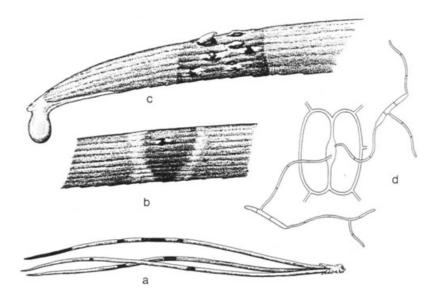


Fig. 18: Scirrhia pini. a: acícula atacada de Pinus radiata, b: segmento de acícula con necrosis envolvente y cuerpo fructífero errumpente, c: porción distal de acícula con banda necrótica y conidiomas eruptivos a través de la epidermis, d: células estomáticas y conidios germinados.

27,7  $\mu$ m (media = 21,1  $\mu$ m) de largo, más pequeños que las esporas de las demás variedades (IVORY 1967).

Características en cultivo: como parásito facultativo, Dothistroma septospora es capaz de colonizar también materia orgánica muerta y por lo tanto, fácil de cultivar en un medio artificial. Con la siembra de un solo inóculo, se desarrolla muy lentamente sobre agar-malta, un micelio blancogrisáceo muy compacto, de forma pulvinulada, el cual, después de 3 semanas, alcanza un diámetro de 1 a 2 mm. Después de 4 semanas se forman los primeros conidios, los que pueden faltar totalmente en algunos cultivos.

Cultivos hechos con más de un inóculo muestran por el contrario, otras características culturales. Así por ejemplo, al sembrar con una densidad alta de conidios, éstos se producen en mayor cantidad y en un período más corto. Como para investigaciones que involucren infecciones artificiales se necesitan grandes cantidades de esporas viables, se desarrolló un método que garantiza esta condición, que consiste en usar agar-malta al 2% como sustrato, acidificar a pH 5,5 mediante  $\rm K_2HPO_4$  al estado aún líquido, inocular con una suspensión de 50-100 esporas/mm una vez solidificado el sustrato, luego incubar a 20°C y después de 10-12 días, retirar las esporas por lavado con agua destilada (RACK & BUTIN 1973). Comparando los resultados de este método en placa y tubos inclinados, estos últimos presentan ventaja en la manipulación, especialmente con el agua destilada.

Hospedantes: numerosas especies de Pinus, y además, aunque sin ninguna relevancia económica, Larix decidua y Pseudotsuga menziesii (DUBIN & WALPER 1967). Considerando la susceptibilidad de las especies de pino mayormente plantadas, y tomando en cuenta que en Chile sólo se presenta Dothistroma septospora var. septospora, se puede hacer la siguiente clasificación:

medianamente susceptible	no susceptibles
P. pinaster	P. patula
P. monticola	P. taeda
P. elliottii	P. silvestris
P. contorta	
	P. pinaster P. monticola P. elliottii

Para la estimación de la susceptibilidad de una especie debe considerarse que aún dentro de ella misma pueden existir diferencias (ENGDAHL 1982), y que la susceptibilidad de un árbol está además influenciada por la edad y el sitio. En el caso de P.radiata, la susceptibilidad disminuye con la edad, y en relación al sitio, se ha comprobado que los árboles que crecen sombreados son menos atacados que aquellos que crecen expuestos al sol (IVORY 1972a).

Distribución: Dothistroma septospora es un hongo distribuido mundialmente que crece en todos los lugares con una alta precipitación donde se planten en monocultivos especies de pino susceptibles. Puntos importantes en su distribución son: Australia, Nueva Zelandia, Africa Central, Norteamérica y las áreas de gran pluviosidad en Sudamérica (GIBSON 1979). Chile es, a causa de la predilección por plantar Pinus radiata, uno de los paises mas seriamente afectados, estando presente el hongo entre Valparaíso y Puerto Montt, con un aumento en frecuencia e intensidad del ataque de norte a sur. El hongo juega un importante papel económico, sobre todo en

las plantaciones del sur chileno, especialmente entre Concepción y Valdivia.

Las primeras informaciones sobre la presencia de Dothistroma septospora en Chile fueron dadas por DUBIN (1965) y más tarde por DUBIN & STALEY (1966). Sin embargo, hay informaciones que presumen su existencia previa, ya que OEHRENS (1962) describió una especie sobre acículas de pino
bajo el nombre de Septoria acicola Thuem., el cual fue identificado más
tarde por \$TALEY como Dothistroma pini. Dado que esta especie no formaba
originalmente parte de la flora chilena, debe haber sido introducida a
Chile durante la época de plantación masiva de pinos.

Sintomatología: las primeras señales de infección son pequeñas manchas cloróticas, amarillo-verdosas, que aparecen en las acículas en otoño e invierno. Posteriormente aparecen sobre las acículas zonas necróticas o bandas de color café-rojizo que le dan a la enfermedad el nombre de "red band disease". La causa de la muerte localizada de algunas partes de la acícula es determinada por ciertos metabolitos del hongo, entre otros Dothistromina, que tiene un efecto tóxico sobre la acícula. Esta toxina interrumpe la circulación en la acícula, trayendo como resultado la muerte de su parte distal y por esta razón se encuentran acículas con la parte basal aún verde. Finalmente muere la parte basal y la acícula completa toma una coloración café. Estas acículas pueden permanecer adheridas a la rama aún por varias semanas hasta que son desprendidas por acción de la lluvia o el viento. Particularmente afectada es la parte inferior de la copa del árbol y en plantas pequeñas pueden ser afectadas la totalidad de las acículas (BARUDY 1980).

Generalmente las acículas son infectadas en su primer año, y bajo estas condiciones no es raro que la totalidad de las acículas de los años anteriores ya hayan caído. Esto produce una reducción en la capacidad de asimilación de la planta, trayendo como consecuencia una reducción en el crecimiento (PEREZ 1973) y finalmente, en condiciones muy severas de debilitamiento del hospedante, la muerte de éste. La severidad de la enfermedad, como se dijo, depende entre otros factores, de la edad del hospedante. Especialmente afectadas son las plantas de Pinus radiata entre 4 y 9 años. La enfermedad es sobre todo peligrosa cuando la infección se repite anualmente.

Epidemiología: el ciclo de desarrollo del hongo comienza, y con esto también la enfermedad, con la infección de las acículas por las conidiosporas, cuyos tubos germinativos penetran al interior de la acícula por los estomas (IVORY 1972b), así como también directamente a través de la epidermis (GADGILL 1967). Para que este proceso se lleve a cabo, son necesarias una alta humedad relativa (80-100 %) y temperaturas entre 13 y 24°C. De acuerdo a las observaciones hechas por PARKER (1972), el éxito de la infección es mayor cuando a relativamente bajas temperaturas va unida una alta y constante humedad relativa, condiciones que se dan aparentemente en forma ideal en el sur de Chile. Aquí la infección tiene lugar predominantemente en el verano, donde los niveles de inóculo (medidos con trampas atrapaesporas) dependen de la cantidad y duración de las precipitaciones. Sin embargo, la infección puede llevarse a cabo también tempranamente en invierno, siendo entonces favorecida la liberación y germinación de las esporas por los largos períodos de humedad. Los primeros síntomas de la enfermedad aparecen de 2 a 6 meses después. La fase reproductiva del hongo, o sea, el tiempo en el que aparecen los cuerpos fructiferos, normalmente no tardan más tiempo que el período de incubación. De esta manera, los primeros conidiomata pueden ser observados a los 4 meses, aumentando éstos en cantidad en los meses siguientes.

Respecto al destino final de las acículas afectadas, la caída de éstas comienza en noviembre manteniéndose durante todo el verano y pudiendo aún aumentar de nuevo en otoño. En esta última fase sin embargo, también están involucradas entre las acículas que caen, aquellas que lo hacen por motivos naturales (BARUDY 1980).

De acuerdo a las observaciones hechas hasta la fecha en Chile, Dothistroma septospora posee un ciclo de vida anual, pudiéndose acortar en condiciones favorables de temperatura y humedad a 4 meses. En este ciclo es exclusivamente la forma imperfecta la que posee un significado epidemiológico, pues la forma perfecta ha sido observada hasta ahora sólo en aisladas ocasiones. Una situación diferente se presenta en Europa y Norteamérica, en donde se presenta D. septospora var. linearis y cuyo estado ascígero juega un papel tanto en funciones de dispersión como de hibernación (BUTIN & RICHTER 1983).

Control: actualmente se emplean diversas técnicas y métodos, especialmente para las especies de pino susceptibles como P. radiata, para evitar grandes pérdidas por el "tizón de la acícula". El método más sencillo es

seleccionar las especies de pino poco susceptibles, sin embargo, debido a que tales especies no dan los mismos rendimientos que P. radiata, no se practica con frecuencia. Otro método relativamente nuevo es la selección de individuos resistentes de P. radiata (IVORY & PATERSON 1969). Empero, habría que preguntarse con cuanta rapidez lograría el hongo, a través de una adaptación selectiva, recuperar la ventaja lograda por el nuevo hospedante.

Existen numerosas experiencias sobre la protección de las plantaciones de pino por medio del empleo de productos químicos aplicados de diversas formas (GIBSON 1974). Un buen resultado han dado, sobre todo, los fungicidas con contenido cúprico, los que sin embargo deben ser aplicados en varias ocasiones. La primera de ellas se hace cuando los ápices han crecido hasta 1/3 de su altura, la segunda aplicación tiene lugar 4 semanas más tarde. En el caso de plántulas pueden ser necesarias, bajo ciertas condiciones, más de 2 aplicaciones en períodos más cortos de tiempo (JAN-CARIK 1969). En rodales viejos de Pinus radiata en Nueva Zelandia se logró una protección efectiva por 2 años a través de la aplicación aérea de un fungicida cúprico (2,2 kg Cu/56 l agua/ha) en diciembre, y luego 3 meses más tarde (GILMOUR & NOORDENHAVEN 1973). Ensayos de laboratorio realizados en Chile con diferentes fungicidas cúpricos, mostraron que "Antracol Cobre", al inhibir la germinación de conidios de D. septospora en un 60 %, fue el producto más efectivo (BARRIA 1977). Con posterioridad se ensayaron pulverizaciones aéreas con "Oxicup" (dosis: 4 kg pc/50 l aqua/ha) las que mostraron, al comparar los incrementos en diámetro y altura, que los tratamientos más efectivos fueron aquellos que incluyeron como variables la pulverización en noviembre y la edad de 2 años (OSORIO & al.1984)

Posibilidades de confusión: los síntomas de la enfermedad "red band disease" pueden ser facilmente confundidos con aquellos de "brown spot needle blight", sobre todo en fases tempranas de la infección. En comparación a las manchas regulares de color café causadas por Dothistroma septospora, las causadas por Scirrhia acicola están rodeadas por un borde amarillento, el cual más tarde se torna café claro. Tales síntomas también pueden ser causados por Lophodermium seditiosum, por lo que la mejor manera de obtener un diagnóstico seguro es a través de la observación de los cuerpos fructíferos o bien de las esporas del hongo.

#### BASIDIOMYCOTA

#### APHYLLOPHORALES

Al Orden Aphyllophorales (hongos sin lamelas) pertenecen numerosas especies con cuerpos fructíferos grandes y llamativos (repisas), los que pueden ser coriáceos o corchosos y de crecimiento anual o perenne. En patología forestal ocupan un lugar preponderante porque ocasionan un ataque y degradación enzimática en la madera. De esta forma ocasionan grandes daños, tanto en árboles en pie como en madera rolliza.

De los numerosos representantes de este orden, presentes en la región andinopatagónica (WRIGHT & DESCHAMPS 1972), se describen aquí algunos representantes típicos que destacan por su frecuencia o por su himenio característico.

### Stereum hirsutum (Wild. ex Fr.) S.F. Gray (Fig. 19 d, e)

Esta es una especie cosmopolita que ataca predominantemente madera de latifoliadas, causando una intensa pudrición blanca. En Chile se presenta regularmente en madera rolliza de Nothofagus que ha permanecido durante largo tiempo en el bosque, y raramente en Pinus radiata.

Sus cuerpos fructíferos son ampliamente adnatos, reflejos, ondulados, con los bordes del píleo perpendiculares al tronco, de 3-5 cm de tamaño y 0,5-1,5 mm de grosor. La cara superior, cubierta por una vellosidad corta y fina, presenta a menudo suaves zonificaciones. La cara inferior está ocupada por el himenio, el cual es liso o levemente rugoso, de color naranja-amarillento en estado fresco y más tarde amarillo-grisáceo. Solamente al microscopio se pueden reconocer los basidios claviformes, los que llevan cuatro basidiosporas elíptico-cilíndricas, de 5-7 x 2-3 µm de tamaño.

Otra especie: Stereum sanguinolentum (Alb. & Schw. ex Fr.) Fr. es una especie similar a St. hirsutum considerando los cuerpos fructíferos. Este hongo infecta tanto la madera de coníferas en pie como troncos cortados, donde produce primeramente una decoloración rojiza o de color naranja. En un estado primario de ataque, la estabilidad de la madera se encuentra muy poco influenciada. El estado final es también una pudrición blanca.

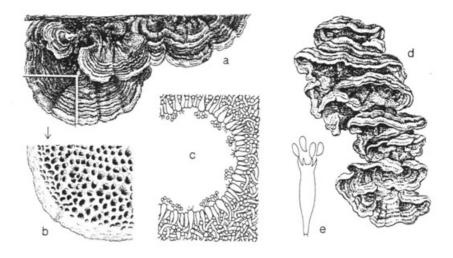


Fig. 19: Trametes versicolor. a: vista general de varios cuerpos fructiferos, b: detalle del envés de un cuerpo fructifero, c: corte transversal de un poro con basidios en su borde. Stereum hirsutum. d: hilera de cuerpos fructiferos, e: basidios con basidiosporas.

# Trametes versicolor (L. ex Fr.) Pilát (Fig.19 a,b,c)

Esta especie lignícola, también de distribución mundial, posee un amplio espectro ecológico, pudiendo encontrarse tanto en numerosas latifoliadas como sobre coníferas. En los troncos yacentes en el bosque o en aserraderos ocasiona en un tiempo relativamente corto una intensa pudrición blanca. Se ha encontrado esta especie sobre troncos talados de Araucaria araucana, Fitzroya cupressoides, Pinus radiata y Saxegothaea conspicua; es además un huésped frecuente en la madera de Nothofagus.

Sus cuerpos fructíferos, de 4-10 cm de tamaño y 2-5 mm de espesor en la parte media del píleo, crecen generalmente aislados y a veces en conjuntos. Muy característica de esta especie es la cara superior del basidiocarpo, la cual está claramente zonada, predominando en ella los colores café, amarillo y gris. A causa de ésto, como probablemente también debido a la forma del cuerpo fructífero, se conoce en alemán como "Schmetterlingsporling" (políporo mariposa). En la cara inferior del basidiocarpo se encuentra el himenio, el cual se compone de numerosos poros redon-

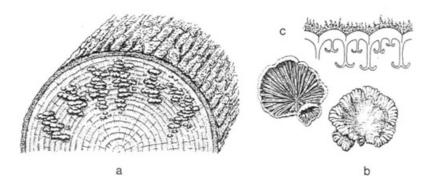


Fig. 20: Schizophyllum commune. a: grupo de cuerpos fructiferos en un extremo de un trozo de Pinus radiata, b: cuerpo fructifero (cara superior: derecha, cara inferior: izquierda), c: corte transversal del himenio.

deados a angulosos, poco profundos y en cuyos bordes se encuentran gran cantidad de basidios, los cuales portan las basidiosporas.

## Schizophyllum commune (Fr.) Fr. (Fig. 20)

Esta especie se encuentra durante todo el año sobre troncos de latifoliadas y menos frecuentemente sobre la corteza y extremos de troncos talados de Pinus radiata y otras especies de pino. Forma parte de los primeros colonizadores de la madera, causando una pudrición blanca en la albura.

Los cuerpos fructíferos, que crecen gregarios, son de 2-5 cm de tamaño, en forma de concha a flabeliformes, sésiles, coriáceos-correosos y a menudo con el borde lobulado. La cara superior es gris clara y lanosotomentosa. Sobre la cara inferior se encuentran ordenadas flabeladamente las lamelas gris-rojizas divididas en el filo por una hendidura longitudinal.

#### AGARICALES

Los Agaricales son, en comparación con el resto de los Ordenes, los más conocidos de los legos en general, y con sus llamativos cuerpos fructíferos representan al "hongo" típico, conocido tanto por ser comestible como temido por ser venenoso. Los representantes de este Orden viven sobre la madera siendo entonces xilófagos, o bien prosperan como saprófitos sobre materia orgánica. El grupo más importante para el forestal son los micorrízicos, los cuales viven en simbiosis con determinadas especies de árboles, siendo útiles tanto para el árbol como para el hombre. El más conocido en Chile es Suillus luteus, el cual vive en simbiosis con Pinus radiata y otras especies de Pinus y es muy apreciado como hongo comestible.

### Armillaria mellea (Vahl ex Fr.) Kumm. (Fig. 21)

Este hongo, mundialmente distribuido, es encontrado por un lado como saprófito colonizando troncos y tocones de árboles recién talados y por otro lado como un parásito débil, atacando casi todas las especies de latifoliadas y coníferas, pudiendo en algunos casos hasta causarles la muerte.
El paso a la fase parasitaria sin embargo, se lleva a cabo solamente cuando el árbol se encuentra debilitado por estar expuesto a factores adversos (debilitamiento post-plantación, ataque por una plaga, exceso de humedad, o deficiencias de nutrientes o de agua). En tales casos, el hongo
penetra por las raíces y se distribuye hacia arriba por entre la corteza
y la madera; debido a ésto, el cambium muere, lo que conduce a la muerte
del árbol afectado.

El hongo es reconocido fácilmente a simple vista por sus basidiocarpos de color amarillento a café, los cuales crecen en grupos sobre tocones o en madera muerta sobre el suelo. El píleo está provisto, en su cara
superior, de escamas oscuras; en la cara inferior se encuentran las lamelas ordenadas radialmente, cuya superficie es ocupada por basidios portadores de las basidiosporas. El estipe es de color café amarillento, con
escamas blancas, y lleva en su tercio superior un anillo blanquecino, que
en la mayoría de los casos es perpendicular al estipe. La zona adyacente
a los basidiocarpos está, al madurar éstos, cubierta por una masa de esporas, semejando estar enharinada. Como otra manera de identificación pue-

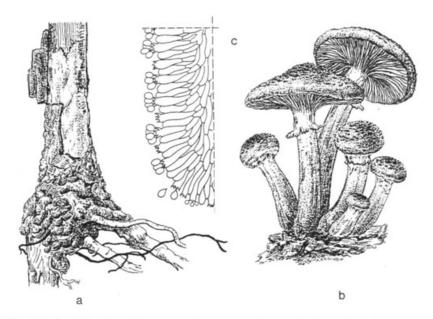


Fig. 21: Armillaria mellea. a: síntomas y signos de la enfermedad en la base de un Pinus radiata joven, b: cuerpos fructíferos, c: corte transversal del borde de una lámina con basidios y basidiosporas.

den ser usados los rizomorfos, los cuales son negro-lustrosos, de 1-2 mm de grosor, por lo general no ramificados y a menudo de varios metros de longitud. Estos se encuentran ya sea en el suelo o entre la corteza y la madera del árbol afectado, sirviendo a los hongos para el transporte de nutrientes y además, como órganos de infección. Antes de la aparición de los rizomorfos, se presenta entre la corteza y la madera un micelio laminar blanco, al que igualmente se puede recurrir para fines de diagnóstico.

De acuerdo a la literatura reciente, Armillaria mellea es una especie compuesta que puede subdividirse en varias razas y especies. Es muy probable que el hongo presente en Chile corresponda a una forma especial o bien a una especie diferente.

#### UREDINALES

De las royas que ocurren sobre coníferas se han identificado en Chile hasta ahora 2 especies, ambas representantes del Género Mikronegeria, teniendo sobre todo en el Sur de Chile un elevado significado económico. La especie económicamente más importante ocurre sobre Araucaria araucana y la otra ataca a Austrocedrus chilensis. El Género Nothofagus representa para ambas el hospedante alternante. Las royas poseen por regla general un complicado ciclo de desarrollo, el cual se completa sólo cuando ella cambia de un hospedante a otro no emparentado taxonómicamente. En tales casos, a una de las plantas se la designa como hospedante del haplonte y a la otra como hospedante del diplonte. El hospedante del haplonte contiene exclusivamente un micelio uninucleado haploide y el hospedante del diplonte sólo puede ser colonizado por un micelio binucleado o dicariótico.

El paso del hongo de un hospedante a otro va acompañado por un cambio en el tipo de esporas producidas. Así se distinguen en Mikronegeria, por pertenecer a las royas heteroicas, 5 diferentes tipos de esporas en total, las que se forman en el siguiente orden:

picnidios con picnidiósporas
ecidios con ecidiósporas

uredosoros con uredósporas
teleutosoros con teleutósporas
basidios con basidiósporas

hospedante del haplonte
en el hospedante del diplonte

Las royas se distinguen también desde el punto de vista parasitológico por la peculiaridad de que solamente pueden desarrollarse en contacto directo con los tejidos del hospedante. El cultivo en un medio artificial es por lo tanto imposible. Tales hongos se designan como parásitos obligados. Con respecto a su relación con el hospedante son parásitos altamente especializados, los cuales solamente pueden colonizar determinados géneros o especies de plantas.

## Mikronegeria\* fagi Diet. & Neger (Fig. 22,23,24)

Descripción: Mikronegeria fagi pertenece a las royas heteroicas, macrocíclicas. El haplonte se encuentra en la conífera endémica de Chile Araucaria araucana y el diplonte se desarrolla en representantes del Género Nothofagus. Los estadios que ocurren en Araucaria se pueden describir como sigue:

Picnidios: éstos se encuentran tanto en la haz como en el envés de las acículas. Como primeras señales de su presencia se reconocen pequeñas manchas verde-amarillento de pocos milímetros de tamaño, que contrastan claramente con el verde oscuro de los tejidos sanos. En un período posterior se observan hipertrofias localizadas en los sitios de infección. Los picnidios maduros se reconocen como pequeños puntos rojos (aberturas de los picnidios) sobre la superficie de la acícula de los cuales salen las picnidiósporas (espermacios) en forma de pequeñas gotas amarillo-oro. Al microscopio presentan forma ovoide a gutiforme y miden 2,6-4,6 x 1,5 μm.

Ecidios: El estado ecidial, conocido bajo el nombre de Caeoma sanctae-crucis Espinosa, se encuentra tanto en la haz como en el envés de las acículas en forma de cacemata (ecidios) de 2 a 2,5 mm de largo, orientados hacia el ápice de la acícula. Los primeros síntomas de la formación de un ecidio es una decoloración amarillo pálida bajo la epidermis, luego al madurar éste, se rompe la epidermis por una hendidura longitudinal de hasta 1 mm de ancho, siendo liberada entonces una masa pulverulenta de esporas de color amarillo dorado. Bajo condiciones óptimas pueden aparecer hasta 15 ecidios en una acícula.

En un corte transversal de un caeoma se observa el mesófilo penetrado intercelularmente por hifas, el cual se asienta sobre una pequeña capa
de un tejido formado por células pequeñas. De las células superiores, de
color café-rojizo, se producen las ecidiósporas en largas cadenas. Estas
son de 30 x 24 µm de tamaño, unicelulares, elípticas a ovoides, provistas
de un episporio finamente verrucoso e internamente de un contenido amarillo-naranja, el cual más tarde se colapsa y toma un color pálido. El interior del esporocarpo está provisto de perífisis hialinas y claviformes.

<sup>\*</sup> Nombrada así en honor al Prof. Ernst Neger (Alemania), el cual hizo una importante contribución al conocimiento de la flora fungosa chilena.

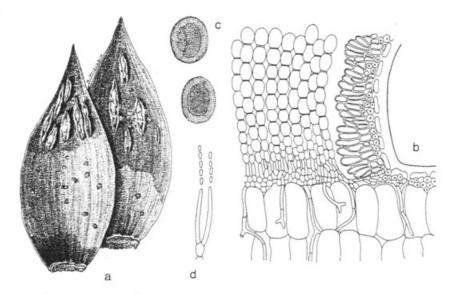


Fig. 22: Mikronegeria fagi. a: acículas enfermas de Araucaria araucana con ceomas (parte apical) y picnidios (parte basal), b: corte transversal del borde de un ceoma con ecidiósporas, c: ecidiósporas, d: conidióforos con espermacios.

Uredosoro: el estadio urédico de Mikronegeria fagi se presenta en especies del Género Nothofagus. Los esporocarpos se forman subepidermalmente, miden 150-250 µm y pueden ser reconocidos en el envés de las hojas como pústulas de color naranja que permanecen siempre aisladas. Manchas de color café-amarillento sobre la haz de la hoja permiten reconocer el ataque. Al madurar los uredosoros, la epidermis se desgarra quedando éstos expuestos y presentando entonces una forma pulvinulada. Las uredósporas se originan aisladas sobre largos pedicelos; son esféricas a ampliamente elípticas, verrucosas, y de 10-20 µm de diámetro. Recién formadas poseen un contenido amarillo-naranja, por el contrario, las esporas viejas son hialinas.

Teleutosoro: estos esporocarpos se encuentran igualmente en el envés de las hojas de Nothofagus. Son de 100-200 µm de tamaño, de un color rojo a naranjo oscuro, pulvinulados y de una consistencia cerosa. Se forman de igual manera que los uredosoros bajo la epidermis. Las teleutósporas se forman sobre pequeñas células basales. Son lisas, unicelulares, elípticas

a ovoides o claviformes, y con un contenido oleaginoso de color naranjarojizo. Poco antes de la madurez de los basidios, las teleutósporas miden 50-65 x 30-40  $\mu$ m; después que todo el contenido de éstas es transferido al basidio, ésta queda como una envoltura vacía, la cual es aplastada por las teleutósporas aún turgentes y finalmente desaparece.

Basidio: el desarrollo de un basidio comienza con la formación en el ápice de la teleutóspora de un cuerpo robusto, de aproximadamente 100 µm de largo por 25 µm de ancho, hacia el cual fluye todo el contenido de la teleutóspora, formándose luego un septo que separa el basidio de la teleutóspora colapsada. El basidio se vuelve a dividir dos veces, originándose de esta manera 4 células, cada una de las cuales forma en su mitad superior un grueso esterigma, en cuyo extremo nacen las basidiósporas. Estas son ovoides, de paredes lisas, de 26 x 21 µm de tamaño y presentan un contenido oleaginoso de color naranja oscuro. Las basidiósporas son capaces de germinar inmediatamente después de haber sido liberadas.

Ciclo vital: el ciclo comienza en otoño, cuando las basidiósporas infectan las acículas de Araucaria recién formadas, debido a su epidermis todavía delgada.

Después de un período asintomático de aproximadamente tres meses, aparecen en agosto las primeras manchas verde claras, donde posteriormente, en primavera (octubre), aparecen picnidios maduros. La producción de
esporas se mantiene por lo general durante varios meses hasta el año siguiente. Si no se produce dicariotización, la formación puede repetirse
en el período vegetativo siguiente, sin que la acícula presente daños graves. Es muy probable que el micelio haploide pueda vegetar en las acículas del hospedante por varios años.

En un ciclo de desarrollo normal, después del estado picnídico, se forman los ecidios. Estos se pueden observar en Valdivia ya en julio, en cambio en lugares de mayor altitud, el ciclo se desplaza 1 a 2 meses.

Al momento en que los caeomata alcanzan su madurez, comienza también el desarrollo de las hojas nuevas de los dos principales hospedantes: Nothofagus alpina y N. obliqua. Si las ecidiósporas infectan estas hojas, se forman a continuación sobre ellas los estados uredo-y teleuto-spóricos. Una vez formadas las primeras pústulas, después de 3 semanas se produce ininterrumpidamente la generación uredospórica. A fines del verano, la infección puede alcanzar tanta intensidad, que todas las hojas del

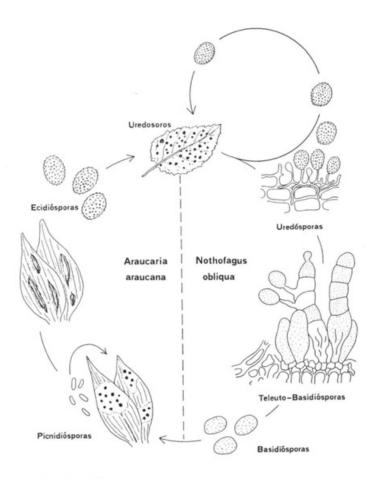


Fig. 23: Mikronegeria fagi. Ciclo de desarrollo.

árbol afectado pueden estar cubiertas por pústulas amarillo-doradas. En otoño (marzo-mayo) se forman teleutósporas, las que sin interrupción originan en el mismo otoño basidios y basidiósporas. Al infectar una de estas basidiósporas una acícula de Araucaria, se cierra el ciclo de desarrollo y puede empezar inmediatamente uno nuevo (Fig. 23).

Sumando todos los pasos que el hongo necesita para su total desarrollo (desde la infección hasta la formación del basidio), transcurren dos años completos.

El desarrollo del haplonte necesita 18 meses y el del diplonte seis meses. En el caso de infecciones anuales permanentes en Araucaria pueden

producirse ecidiósporas en el mismo período vegetativo, las cuales darán origen a uredosoros en el hospedante del diplonte. Se llega así a una aparente reducción del ciclo vital de un año.

Hospedantes: Mikronegeria fagi ocurre en su fase dicarionte exclusivamente en especies del Género Nothofagus, entre las cuales las especies deciduas N. alpina y N. obliqua son susceptibles. N.alpina, llamado en Chile Raulí, es un habitante de partes altas entre los 200 y 700 m.s.n.m., presentándose tanto en la Cordillera de la Costa como en la de los Andes. El otro hospedante, N.obliqua, conocido como Roble, es un típico representante de la pluviselva valdiviana, con preferencia por sitios cálidos situados a poca altitud. Sin embargo, esta especie puede habitar en lugares hasta 1200 m.s.n.m.(BERNATH 1940). Entre las especies restantes del Género Nothofagus no se conoce hasta ahora ninguna como hospedante de M.fagi. Respecto a susceptibilidad, N. obliqua es aproximadamente cinco veces más severamente afectada que N. alpina.

Como hospedante de la fase haplonte hasta ahora se conoce únicamente la especie chilena Araucaria araucana.

Distribución: a causa de la alta especificidad del hongo respecto de sus hospedantes, la presencia de M. fagi se restringe a las regiones en las que ambos géneros, Araucaria y Nothofagus, se encuentran presentes simultáneamente (Fig. 24). En el área de distribución natural de ambos géneros. la ocurrencia en forma simultánea se presenta en raras ocasiones, pues Araucaria habita en zonas altas a partir de los 800 m.s.n.m., en donde Nothofagus obliqua y N. alpina alcanzan sus límites altitudinales de propagación. Debido a ésto, son pocos los sitios de colecta en el área de distribución natural del hongo (BUTIN 1969); entre ellos se encuentran la Cordillera de Nahuelbuta, los volcanes Llaima y Lonquimay, lago Galletúe y lago Quillehue. El hongo se encuentra hoy día comúnmente en el valle longitudinal chileno, en donde la introducción de Araucaria ha creado una zona de distribución artificial para él. Actualmente la Araucaria se encuentra ampliamente distribuida entre las provincias de Talca y Llanquihue, lo cual le ha dado al hongo la posibilidad de desarrollar fácilmente su ciclo de vida. Debido a esto, casi todos los años se presenta en las zonas bajas una epidemia por esta roya, justificando la aseveración de DIETEL & NEGER (1896) de que Mikronegeria fagi es en Chile un hongo con una distribución fuera de lo común.

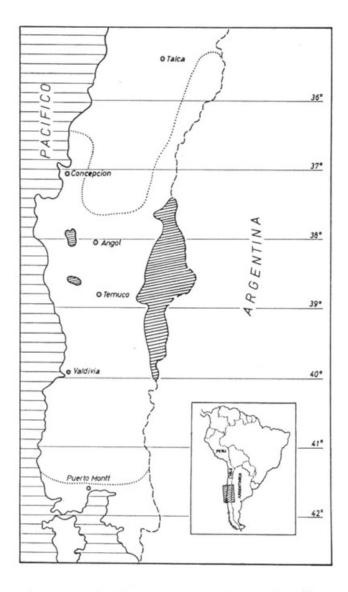


Fig. 24: Distribución natural de Nothofagus obliqua (línea punteada) y de Araucaria araucana (achurado) en el Sur de Chile (levemente modificado de MONTALDO 1974).

Sintomatología: de acuerdo con las diversas fases de desarrollo del hongo y con los distintos hospedantes, en cada caso se observa el síntoma correspondiente.

En Araucaria, donde luego de la infección aparecen manchas cloróticas en las acículas y luego de la formación de los ecidios puede ocurrir la muerte de la acícula. En ataques severos puede ocasionar tanto la muerte de ramas completas así como también la de plantas jóvenes. En estos casos, tanto las acículas como la corteza toman un color café, acompañado a veces de una resinosis del tallo, lo cual puede ser interpretado como reacción a las heridas.

En ambas especies susceptibles del género Nothofagus, el ataque se restringe exclusivamente a las hojas, no teniendo, fuera de la aparición de los uredosoros, ningún otro síntoma. Sólo en casos de infección severa aparecen en las hojas, tardíamente en el verano, zonas necróticas que pueden originar su caída prematura.

Haciendo una comparación de la sintomatología de ambos hospedantes, se ve claramente que M. fagi ocasiona daños más severos en Araucaria que en Nothofagus; además que el micelio del hongo puede vivir por varios años en la corteza y tejidos foliares de la Araucaria, con lo cual los daños anuales se pueden sumar. En el hospedante del diplonte la enfermedad sólo significa un secamiento prematuro de las hojas, lo que de cierta forma es beneficioso pues ellas caen junto con el organismo dañino, contribuyendo así a su control natural.

Control: de acuerdo a las observaciones realizadas hasta ahora, los daños en Araucaria en su área natural de distribución son insignificantes a causa del escaso contacto entre hospedantes. Distinta es la situación en el área de distribución artificial de Araucaria, pues los individuos plantados en jardines, parques o viveros quedan cerca de la otra especie hospedante. Una situación similar puede presentarse si se pretende reforestar las áreas naturales de distribución de Araucaria, para recuperar la excesiva explotación de dicha especie, poniéndola igualmente en contacto con las especies de Nothofagus susceptibles. Es un aspecto que debe considerarse en la silvicultura de Araucaria.

Existen varios métodos para reducir el impacto de M. fagi sobre Araucaria. El más seguro de ellos es evitar el contacto de ambos hospedantes alternantes. La experiencia ha demostrado que la infección es muy ba-

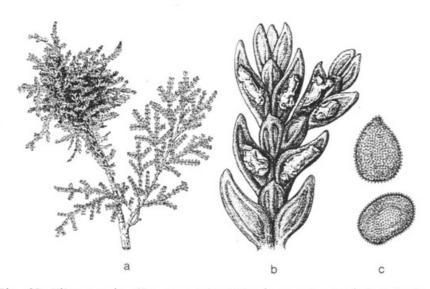


Fig. 25: Mikronegeria alba. a: escoba de bruja en una rama infectada de Austrocedrus chilensis, b: ceomas en escamas foliares, c: ecidiósporas.

ja en Araucaria cuando en un radio de 500 m no existe un Nothofagus susceptible. Otro método recomendable es el uso de fungicidas, aún cuando sólo en viveros, donde ambas especies crezcan juntas. De acuerdo a los datos de esporulación, el tratamiento debería aplicarse varias veces desde abril hasta mayo.

## Mikronegeria alba Oehrens & Peterson (Fig. 25)

Descripción: el estado haplonte, conocido bajo el nombre de Caeoma espinosae, se desarrolla sobre follaje de Austrocedrus chilensis, pudiendo reconocerse dos tipos de esporas. Primero se forman los picnidios, los cuales, por estar profundamente embebidos en el tejido del hospedante, y este último no presentar en esta fase síntomas visibles de enfermedad, pasan casi inadvertidos. En su interior se forman gran cantidad de pequeñas picnidiósporas que sirven aparentemente para la dicariotización. Sobre las mismas escamas foliares aparecen posteriormente los ecidios, que miden de 0,7-1,0 x 1,0-1,8 mm de tamaño y son de unllamativo color blanco. Las eci-

diósporas producidas por ellos son esféricas a ovoides, hialinas y de 15- $22 \times 20-39 \ \mu m$  de tamaño.

El diplonte se desarrolla sobre especies del Género Nothofagus. Los uredosoros, formados en el envés de las hojas durante el verano, son de 0,1-0,3 mm de tamaño, blancos, y de forma pustular, contienen gran cantidad de uredósporas hialinas, de 13-19 x 14-21 µm de tamaño, las que pueden infectar de nuevo otras hojas en el mismo hospedante. En otoño se forman las teleutósporas ovoides, de paredes lisas, que inmediatamente se transforman en basidios tetracelulares. En el extremo de cada esterigma se forman las basidiósporas hialinas, ovoides, de 15-20 µm de diámetro (PETERSON & OEHRENS 1978). Una vez que las basidiósporas infectan nuevament el hospedante del haplonte, se cierra el ciclo vital del hongo. Morfológicamente M. alba se asemeja considerablemente a M.fagi, no obstante, se pueden distinguir claramente por el color blanco de las esporas de la primera especie y el tono amarillo a naranja de las esporas de la segunda.

Hospedantes: en su fase haplonte, M.alba parasita en condiciones naturales solamente a Austrocedrus chilensis, sin embargo, mediante inoculaciones artificiales se ha logrado la formación de picnidios en Araucaria angustifolia. Hospedantes alternantes naturales para esta especie son Nothofagus obliqua y N. alpina, los cuales presentan una alta susceptibilidad. De las otras especies de Nothofagus, solamente N.glauca demuestra susceptibilidad, aunque baja.

Distribución: esta especie, aún cuando ha sido encontrada sólo en algunos lugares de Chile, por la estrecha especificidad con sus hospedantes debiera extender su distribución desde la provincia de Nuble hasta la de Cautín. El lugar de colecta original, desde el cual se describió M. alba, es en todo caso el Parque Saval en Valdivia.

Sintomatología: en Austrocedrus chilensis la sintomatología difiere notoriamente según si el ataque se inicia en una escama foliar o en un brote. En el primer caso, el signo característico es el aparecimiento de los ecidios blancos reconocibles fácilmente a simple vista, luego las escamas toman un color café-amarillento y finalmente se secan completamente. En el caso de los brotes, se origina una escoba de bruja que puede alcanzar unos 25 cm de diámetro y que permite reconocer la presencia del hongo desde la distancia.

En los hospedantes del dicarionte los síntomas son iguales a los de M. fagi, diferenciándose sólo en el color. El único efecto notorio de la enfermedad es igualmente una caída prematura del follaje atacado.

Ciclo de desarrollo: como roya heteroica, al igual que M.fagi, esta especie se desarrolla sobre dos hospedantes no emparentados taxonómicamente. Después de la infección, en A.chilensis se forman los picnidios y los ecidios, originando estos últimos las ecidiósporas que continúan el ciclo de desarrollo sobre un representante del género Nothofagus. En las hojas de éste se forman, siguiendo la secuencia ya conocida, las uredo-, teleuto-y basidiósporas, cerrándose el ciclo de desarrollo cuando estas últimas vuelven a infectar escamas foliares o brotes de A.chilensis.

Si se interrumpe el ciclo de desarrollo, por ejemplo por la ausencia de uno de los hospedantes alternantes, el ciclo del hongo se desintegra, aún cuando existen algunos indicios no comprobados de que el hongo puede permanecer latente en Austrocedrus chilensis durante muchos años.

#### USTILAGINALES

Los representantes del Orden Ustilaginales son parásitos altamente especializados que infectan principalmente flores e inflorescencias, produciéndole deformaciones vesiculares o tiznes. Recién producida la infección, el micelio se desarrolla intercelularmente, luego intracelularmente, después se forman clamidósporas diploides que por división reductiva, dan origen a basidios (promicelios) haploides, los que finalmente dan nacimiento a basidiósporas haploides (esporidios).

Lo más característico de estos hongos son sus clamidósporas que generalmente son de color oscuro y se distribuyen como una masa pulverulenta oscura. Ello les ha valido el nombre de caries o carbones, que se usa tanto para designar las esporas como los hongos que las producen.

De especial importancia económica son las especies que atacan cereales, en cuyo caso son no solamente temidas, sino además químicamente controladas. También es posible encontrarlas parasitando plantas ornamentales. La especie que se describirá a continuación es uno de los pocos "carbones" que parasitan coníferas.

#### Uleiella chilensis Diet. & Neger

Descripción: este hongo se desarrolla en las inflorescencias femeninas de Araucaria araucana, en donde ocasiona una descomposición total de los óvulos. Los conos aparecen al madurar las esporas, llenos de una masa mucilaginosa verde-oliva en condiciones húmedas, o pulverulenta del mismo color en períodos secos. Las esporas comienzan a madurar a mediados del verano. Microscópicamente se puede reconocer en primer lugar aglomeraciones de esporas ovoides, esféricas o elípticas que miden 14-40 x 10-30 µm y cuya superficie posee un reticulado algo relevante. Según las observaciones de OEHRENS (1963), en su interior se encuentran 6-8 clamidósporas elípticas redondeadas o romboides. Al germinar se forman numerosos tubos germinativos tabicados, los cuales rápidamente toman un aspecto arborescente, para luego originar innumerables esporas levaduriformes. Para describir más exactamente este hongo y ubicarlo taxonómicamente (THIRUMALACHAR 1949) se necesita investigar más.

Hospedantes: Araucaria araucana.

Distribución: este hongo fue encontrado primeramente por NEGER en las cercanías del lago Galletúe. Observaciones recientes demostraron que también está presente cerca del volcán Llaima y en la zona de Lonquimay, lo que amplía bastante la distribución conocida hasta ahora. Acerca de la intensidad del daño ocasionado a Araucaria araucana, no existe hasta el momento información precisa.

Otra especie: en Araucaria angustifolia - particularmente en Brasil - se encuentra la especie Uleiella paradoxa Dietel. Este hongo se desarrolla en las inflorescencias masculinas, donde causaría graves daños (MATTO 1972).

#### FUNGI IMPERFECTI

A la antigua clase Deuteromycetes o "Fungi imperfecti", se adscriben todas las formas que presentan una reproducción asexual, vale decir, sin intercambio cromosómico. Falta en todos ellos una forma perfecta, que puede no haberse encontrado o reconocido, o bien perdido su función original para ser reemplazada por un mecanismo de reproducción parasexual.

Debido a que su ordenamiento en el sistema de las clases Asco- y Basidiomycetes no es aún posible, para su clasificación se usan criterios morfológicos. El principal de éstos es el tipo de fructificación que presentan y de acuerdo a ello se diferencian entre Hyphomycetes (Moniliales), Coelomycetes (Melanconiales y Sphaeropsidales) y Blastomycetes (hongos levaduriformes).

Muchas especies pertenecientes a los hongos imperfectos son fitopatógenos que pueden ocasionar daños a innumerables especies forestales; de entre ellos se describirán algunos que parasitan principalmente coníferas. La agrupación de algunas especies en este capítulo podría aparecer inconsecuente, pues su estado perfecto se conoce efectiva y completamente; sin embargo, el que estas especies (por ejemplo Botrytis cinerea) presenten casi exclusivamente su forma conidial en la naturaleza, justifica plenamente su tratamiento como hongo imperfecto.

#### Botrytis cinerea Pers. ex Fr. (Fig. 26)

Esta especie, denominada comúnmente "moho gris", pertenece al Orden Moniliales, es un parásito débil que generalmente se desarrolla sobre materia vegetal muerta, y en condiciones especiales, también puede atacar plantas vivas. En su fase parasítica ataca preferentemente tejidos jóvenes, de forma que se le puede encontrar tanto en ápices terminales de plantitas de vivero como en brotes o ápices nuevos de ramas en árboles más viejos, a los cuales puede ocasionar la muerte.

El primer síntoma que presenta una planta atacada por B. cinerea es una pérdida de vigor generalizada, con enrojecimiento de las acículas del ápice, luego éste se seca, toma un color gris y cuelga absolutamente necrosado. Como característica de diagnóstico adicional sirve el abundante micelio aéreo de color gris que cubre totalmente las acículas atacadas como una capa algodonosa. Este micelio desarrolla numerosos conidióforos de color gris oscuro, que en su ápice ramificado portan innumerables conidios ovalados, incoloros o levemente grises, que miden 9-12 x 6-10 µm de tamaño. En otoño se forman a veces esclerocios pequeños, esféricos, coloreados gris oscuro, que le sirven al hongo como órganos de hibernación.

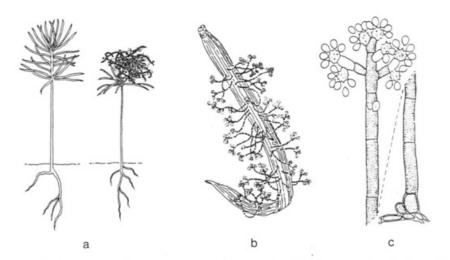


Fig. 26: Botrytis cinerea. a: plantita atacada (der.) y sana (izq.), b: acícula necrosada con conidióforos, c: conidióforo con conidios.

De acuerdo a las observaciones realizadas, casi no existe vivero en el Sur de Chile que no presente B. cinerea, especialmente en condiciones de alta humedad y temperaturas relativamente altas. En la mayoría de los casos, su presencia está asociada al daño producido por heladas o por Thrips tabaci, especialmente en viveros sembrados muy densos (RODRIGUEZ & al. 1980), luego de períodos prolongados de clima húmedo y cálido. Si se presenta un daño con alta incidencia en un vivero a pesar de las medidas preventivas que se hayan tomado, será necesario aplicar fungicidas.

## Macrophomina phaseolina (Tassi) Goid.

Sin.: Sclerotium bataticola Taub.

Descrito ampliamente y graficado por HOLLIDAY & PUNITHALINGAM (1970), este hongo se encuentra entre los más peligrosos causantes de pudrición radicular en plántulas y plantas jóvenes de coníferas. Se distribuye por todo el mundo con una marcada preferencia por países de clima cálido. Recientemente se identificó en Chile en varios viveros de la Octava Región (GONZALEZ & SANTELICES 1985). La enfermedad conocida como "pudrición carbonosa" comienza con la infección de las raíces, que rápidamente toman un

color café oscuro a negro quedando incapacitadas para transportar aqua. La consecuencia es un marchitamiento del ápice y paralelamente una coloración café amarillenta de la acículas. En un ataque severo, la planta muere rápidamente. A veces, la sintomatología - dependiendo de la producción de ácido indol acético del hongo - presenta un engrosamiento de la parte superior del tallo. El desarrollo epidémico del hongo se ve favorecido con altas temperaturas a nivel del suelo. Para el diagnóstico del hongo (además de los síntomas descritos) es necesario constatar la formación de esclerocios, los cuales se encuentran subepidermalmente o embebidos en la corteza de la raíz (¡de ahí su sinónimo Sclerotium bataticola!) También se puede encontrar estos órganos de resistencia en el tallo entre la corteza y la madera. Ellos son negros, elípticos a alargados, de 100 a 300 µm de tamaño. Poco frecuentemente se forman picnidios solitarios o gregarios, de 100-200 µm de diámetro, de color gris oscuro, inmersos en el tejido de hojas y tallos, cuya superficie rompen mediante un ostíolo apical. En su interior portan conidióforos hialinos, cortos, obpiriformes, que forman conidios hialinos, elípticos a ovoides, de 14-30 x 5-10 µm de tamaño. Especialmente susceptibles son Pinus radiata, P.patula, P.elliottii, P.taeda y P.palustris (GIBSON 1979). Como el hongo ataca principalmente la raíz, su control químico mediante productos corrientes es difícil y poco efectivo. Los mejores resultados se han obtenido fumigando el suelo con bromuro de metilo (HODGES 1962).

# <u>Cercoseptoria pini-densiflorae</u> (Hori & Nambu) Deighton (Fig. 33 d) Sin.: Cercospora pini-densiflora (Hori & Nambu)

Este hongo, causante de la enfermedad conocida como "tizón de cercóspora" se distribuye principalmente en Africa y en Asia Oriental. Por su progresiva distribución, es dable pensar que en un futuro próximo pueda ser detectado en Chile, después de habérsele identificado recientemente en Brasil (REIS & HODGES 1975).

Respecto a su sintomatología, primero aparecen en las acículas infectadas pequeñas manchas verde claras, que rápidamente toman un color café-amarillento, luego la porción distal de la acícula toma un aspecto completamente clorótico, hasta que finalmente toda ella muere. Con ayuda de una lupa pueden constatarse en los estomas pequeños nódulos miceliares, compuestos de conidióforos simples, de color café oscuro, los que dan origen a conidios rectos o ligeramente curvados, bi- a pentaseptados, que miden 40-50 x 2,5-4,5  $\mu$ m de tamaño (GIBSON 1979). Por su forma alargada y cilíndrica, ellos pueden ser confundidos fácilmente con los de Dothistroma septospora.

Cercoseptoria pini-densifloraeparasita, además de las especies del Asia Oriental como Pinus densiflora y P. thunbergii, también a P.caribea, P.elliottii, P.patula, P.pinaster y P.radiata (KOBAYASHI, SUTO & De GUZ-MAN 1979).

El estado perfecto de C.pini-densifloraces ahora conocido y fue descrito por primera vez bajo el nombre de Mycosphaerella gibsonii H. Evans (EVANS 1984).

Otras especies parásitas: Cercospora sequoiae Ell. & Ev., causante de tizón en diferentes representantes de los Géneros Cupressus, Juniperus, Sequoia y Thuja, que crecen tanto en Norteamérica como en Brasil. Sus estromas café oscuros forman esporas cilíndricas, alargadas, de color café-oliva, con 1-7 septas y un tamaño de 20-60 x 2-3,5 µm. De esta especie se reconocen algunas variedades que son altamente específicas (HODGES 1954). Para mayor información puede consultarse PETERSON (1981b)

#### Colletotrichum acutatum Simmds.f.sp.pinea Dingley & Gilmour (Fig. 27)

Descripción: las fructificaciones de esta especie perteneciente al Orden Melanconiales, se encuentran ya sea en la base de las acículas atacadas o en la corteza de los brotes apicales, en forma de un conidioma acervular de color naranja, pulvinulado a globoso, de 200-300  $\mu$ m de diámetro. En un corte transversal de estas fructificaciones se puede reconocer un estroma basal pseudoparenquimático embebido en el tejido del hospedante, del cual se destacan numerosas fialidas lageniformes, uni- o bicelulares. A partir del mismo estroma se forman setas café oscuras, de 50 x 11  $\mu$ m, las que a veces suelen faltar. Los conidios originados aisladamente en las fiálidas tienen forma elíptica a cilíndrica, llegando a veces a ser fusiformes, son incoloros, unicelulares y miden 10-17 x 4,5  $\mu$ m (DINGLEY & GILMOUR 1972).

Características en cultivo: este hongo aparentemente desarrolla diferentes formas, que en agar-malta se manifiestan con diferencias en las espo-

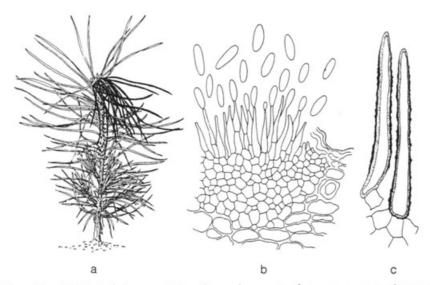


Fig. 27: Colletotrichum acutatum f.sp.pinea. a: sintomas en una planta de 5 meses, b: corte transversal de un acérvulo, c: setas.

ras y en la formación de micelio. En Chile se aislaron dos cepas, de las cuales una mostró en cultivo una abundante esporulación color salmón-naranjo y la otra un profuso micelio gris-verdoso. Los conidios formados en la colonia citada en primer lugar, con un tamaño promedio de 13,9 x 5,4  $\mu$ m, fueron más pequeños que los formados naturalmente. No obstante lo anterior, ambas cepas originaron en plantitas de Pinus radiata inoculadas artificialmente, los mismos síntomas (SANTAMARIA 1982).

Hospedantes: P.radiata, P.elliottii, P. caribea y otras especies del genero Pinus.

Distribución: Africa, Australia, Nueva Zelandia y Sudamérica, especialmente en Chile, en donde desde su lugar original de aislamiento (PEREDO & al. 1979), se ha distribuído hasta la Séptima Región.

Sintomatología: este hongo se presenta casi exclusivamente en viveros, afectando plantas de hasta 6 meses de edad. El primer síntoma de la enfermedad es un encorvamiento del tallo todavía verde, acompañado de un desordenamiento de las acículas apicales y un tinte rosado en la base del tallo. El doblamiento apical proviene de que el tejido sano ubicado en el lado opuesto al afectado continúa creciendo unilateralmente, dando origen al síntoma que caracteriza el nombre anglosajón de la enfermedad: "terminal crook". Inmediatamente después de la curvatura del ápice, éste toma un color rojizo, luego se necrosa, y en condiciones de sequía adquiere un color café oscuro. Con la muerte del ápice se produce una detención del crecimiento que origina en la planta primero un ensanchamiento y rigidización del tallo y luego un achaparramiento del ápice debido a que los brotes no atacados reanudan el crecimiento apical.

Patogenicidad: esta especie es un parásito primario de alta virulencia, que puede alcanzar un comportamiento epidémico en condiciones de alta humedad ambiente y temperatura apropiada (óptimo: 24-26° C). La infección se produce principalmente en acículas primarias, las cuales son fácilmente infectadas a través de la epidermis, por los apresorios que este hongo es capaz de formar. Después de esta rápida dispersión del micelio en las acículas primarias, ocurre un retardamiento del proceso de colonización al encontrarse el micelio con tejido cortical. Ello indica que éste contribuye a aumentar la resistencia de la planta, y como se detiene la dispersión del patógeno, le es posible a la planta en general recuperarse y continuar su crecimiento (NAIR & CORBIN 1981).

Control: en base a las experiencias de Nueva Zelandia (VANNER & GILMOUR 1973), se puede detener la dispersión epidémica de este hongo mediante aspersiones semanales o quincenales de "Captan" + Cloruro de fenil mercurio. En Chile, SANTAMARIA (1982) considera recomendables el uso de "Captan" y "Ferbam". Debe hacerse notar aquí, que el uso de fungicidas como Cloruro de fenil mercurio y Ferbam está actualmente prohibido en muchos países industrializados, por el peligro de contaminación ambiental que ellos representan.

## Fusarium oxysporum Schlecht. emend. Snyder & Hansen (Fig. 28)

Las especies del Género Fusarium son las que con mayor frecuencia ocasionan problemas en viveros forestales, ya sea parasitando semillas o después que la planta ha emergido, produciendo en ésta la enfermedad conoci-

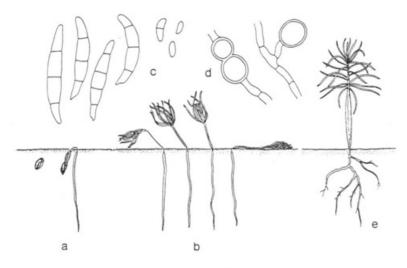


Fig. 28: Podredumbre de coniferas en almácigos. a: preemergente, b: postemergente. Fusarium oxysporum. c: macro y microsporas, d: clamidósporas, e: aspecto de plántula después de algunas semanas de haber sufrido dano abiótico (calentamiento del suelo).

da en la práctica como "caída". En este último comportamiento epidémico, que es a la vez muy llamativo, se observa en primer lugar una coloración café-amarillenta de la parte basal del tallo (hipocótilo), casi inmediatamente después la planta cae, debido a que en la zona límite aire-suelo del tallo se produce un anillo necrótico compuesto de células parenquimáticas, totalmente colapsadas. Este efecto patógeno proviene de la secreción de toxinas características de las especies del Género Fusarium y también de su capacidad para descomponer celulosa.

Todos los representantes del Género Fusarium se caracterizan por sus conidios lunados a falcados, incoloros y multicelulares que se originan en esporodoquios de color rosado. Algunas especies forman también microconidios unicelulares y además clamidósporas de paredes gruesas, uni- o bicelulares de forma esférica. Para una identificación inequívoca de las especies del Género Fusarium, muchas veces se debe recurrir a sus características en cultivo (BOOTH 1977).

Fusarium oxysporum es la especie que se encuentra con mayor frecuencia en los viveros de Pinus radiata en Chile (KUNSTMANN 1978). Sus macroconidios son falcados, con 3-5 septas y miden 27-60 x 3,5  $\mu$ m. En cultivo produce microsporas de forma ovalada a elíptica, con un tamaño de 5-12 por 2,2-3,5  $\mu$ m y clamidósporas que nacen aisladas o pareadas en forma intercalar, directamente desde el micelio o en cortas ramificaciones laterales de este. Otras especies detectadas en viveros forestales son F.sambucinum y F.moniliforme.

Otros organismos causantes de podredumbre en almácigos: como causantes de esta enfermedad en coníferas se conocen muchas especies pertenecientes a otros Géneros. Entre los más importantes puede citarse Rhizoctonia solani y representantes de los Géneros Phytophthora, Pythium y Cylindrocarpon, cuyo control se realiza generalmente mediante fungicidas. Estos se aplican con las semillas (mordientes o desinfectantes), en el suelo antes de sembrar (esterilización del suelo) o después de la aparición de las plantas (regadío o aspersión).

#### Pestalotia funerea Desm. (Fig. 29 a,b).

Esta especie, perteneciente también al Orden Melanconiales, vive generalmente como saprófito y a veces como parásito débil sobre acículas de especies de los Géneros Araucaria, Chaemacyparis, Cupressus, Pinus y Thuja.

En acículas de pino, Pestalotia funerea aparece normalmente después de un ataque de Dothistroma septospora, colonizando de preferencia la base de las acículas. Si éstas se ponen en cámara húmeda, los conidios salen al exterior de los conidiomata en forma de zarcillos negros retorcidos (cirros).

Este hongo, como todos los representantes del Género Pestalotia, es facilmente reconocible por sus conidios elípticos a fusiformes, los cuales miden 21-29 x 7-9,5  $\mu m$ , poseen 3 células centrales de color café con una célula incolora a cada extremo, de las cuales la apical presenta 3 setas incoloras. Los conidios se forman en conidióforos incoloros, irregularmente ramificados, que se asientan en un estroma basal más o menos incoloro (GUBA 1961).

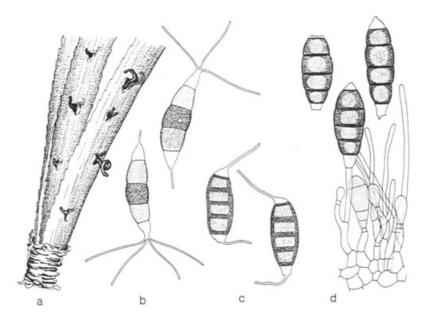


Fig. 29: Pestalotia funerea. a: base de un braquiblasto de Pinus radiata con cirros, b: conidios aislados. Seiridium unicorne. c: conidios. Seiridium cardinale. d: conidióforos con conidios.

Seiridium cardinale (Wagener) Sutton & Gibson (Fig. 29 d)

Sin.: Coryneum cardinale Wagener

Este hongo, encontrado por primera vez en California en el año 1927, es uno de los patógenos más peligrosos de la Familia Cupressaseae. Ocasiona necrosis más o menos amplias en la corteza de árboles de diferentes edades, las cuales pueden derivar a cancros perennes. La infección se inicia normalmente en heridas producidas por granizos, insectos, podas, o por el hombre, ubicándose las necrosis preferentemente en la base de ramas laterales que toman un color café-rojizo y finalmente mueren. En casos de ataques severos, gran parte de la copa es afectada y no es raro ver árboles jóvenes muertos a causa de esta enfermedad.

Un diagnóstico inequívoco de la enfermedad es posible solamente después de encontrar los conidiomata (acérvulos), que se encuentran agrupados en la corteza muerta, en donde el micelio puede perdurar y anualmente

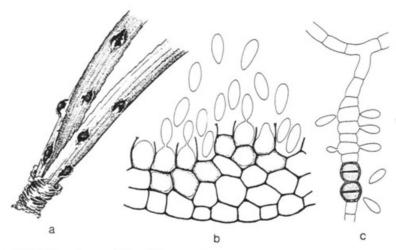


Fig. 30: Sclerophoma pithyophila. a: base de un braquiblasto necrosado de Pinus radiata con picnidios errumpentes, b: corte transversal del borde de un picnidio con conidios, c: micelio desarrollado en cultivo con esporas de persistencia oscura y yemas hialinas.

dar origen a nuevas fructificaciones. Cada acérvulo mide 200-300  $\mu$ m, tiene forma aplanada y está lleno de conidiósporas. Estas son elípticas, miden 21-30 x 8-9  $\mu$ m y se componen de 4 células café oscuras interiores y 2 células externas incoloras que terminan cada una en una fina prolongación.

El "cancro del ciprés" está hoy mundialmente distribuido y se le encuentra en los lugares donde se planta intensivamente Cupressus sempervirens y C.macrocarpa. En Chile fue encontrado en 1947 en las cercanías de Melipilla (MUJICA & VERGARA 1980), aún cuando aparentemente no en forma epidémica. Los mayores daños los ocasiona Seiridium cardinale actualmente en la zona mediterránea (RADDI & PANCONESI 1981).

Otras especies: además de S. cardinale (Fig. 29 c), se conocen dos especies más que igualmente ocasionan necrosis y cancros en la corteza de Cupressaceas. La primera de ellas, S.unicorne (Cooke & Ellis) Sutton, se caracteriza por las setas incoloras, largas, que portan sus células terminales (Fig. 29 c). Un aspecto muy semejante poseen los conidios más largos de S. cupressi (Guba) Boesewinkel. Las dos últimas especies no se han detectado en Chile.

Acerca de la morfología, distribución y hospedantes de las especies de Seiridium, BOESEWINKEL (1983) hizo una completa presentación.

#### Sclerophoma pithyophila (Corda) Sacc. (Fig. 30)

Este hongo pertenece a los colonizadores comunes de acículas ya muertas y su mención se justifica, pues no es raro encontrarlo luego de un ataque de Lophodermium sp., Sphaeropsis sapinea o Dothistroma septospora y confundirlo con alguno de ellos.

Sus picnidios errumpentes a través de la epidermis son pulvinulados, redondeados a levemente alargados, de color gris oscuro, miden 200-300 µm y poseen una gruesa cubierta esclerótica. Los conidios originados en cámaras uni- o multiloculares son ovoides a elípticos, incoloros y miden 6-8 por 3-4 µm. En agar-malta se desarrolla inicialmente un micelio mucilaginoso blanco, que luego se torna gris oscuro y produce células levaduriformes del tipo Hormonema (DIAMANDIS 1978).

Sphaeropsis sapinea (Fr.) Dyko & Sutton (Fig. 31 y 32)

Sin.: Diplodia pinea (Desm.) Kickx

Macrophoma pinea (Desm.) Petrak & Syd.

Macrophoma sapinea (Fr.) Petrak

Descripción: los picnidios crecen aislados o en grupos compactos, inmersos en el tejido del hospedante (acículas, corteza, escamas seminíferas). Al madurar, se hinchan hasta una forma pulvinulada y rompen la epidermis en forma circular a lobulada; son de color negro, esféricos a ovales y están provistos de un poro apical por el cual expulsan las esporas. La pared de las fructificaciones se compone externamente de células oscuras, alargadas, de paredes gruesas; internamente está tapizada por células delgadas e incoloras, cuya capa más externa porta los conidióforos. Los conidióforos formados en los extremos de aquellos son inicialmente incoloros y gutulados, luego amarillos y finalmente se colorean café oscuro. En picnidios jóvenes, los conidios son mayormente unicelulares y a medida que

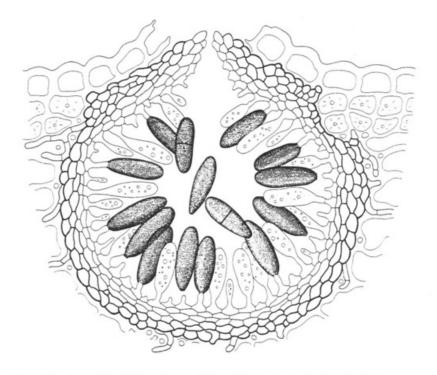


Fig. 31: Sphaeropsis sapinea. Corte transversal de un picnidio.

envejecen aumenta el número de conidios bicelulares. Las esporas son elípticas a ovoide—alargadas o levemente claviformes y en la madurez presentan una superficie levemente ondulada, debido a la presencia de verrugas en el endosporio. El tamaño de las macrosporas es de 30-45 por 10-16  $\mu$ m (PUNITHALINGAM & WATERSTON 1970).

Además de la forma macroscópica, existe una forma microscópica, cuyos espermacios posiblemente sirven para la dicariotización del micelio.
Esta última fue encontrada durante ensayos del primer autor, tanto en cultivos artificiales en agar-malta como en madera esterilizada de pino inoculada con micelio de S. sapinea e incubada a temperatura ambiente. Después de tres semanas se formaron numerosos picnidios de aproximadamente
250 µm, con paredes toscas compuestas de células seudoparenquimáticas oscuras. Las microsporas, que se describen por primera vez en esta oportunidad, son baciliformes, a veces levemente curvadas, incoloras y miden de

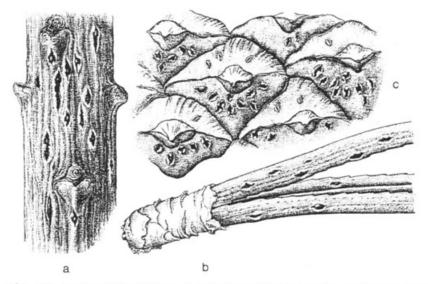


Fig. 32: Sphaeropsis sapinea. Cuerpos fructiferos en la corteza de Pinus radiata (a), en acículas (b) y en escamas seminiferas (c).

3,5-4,5 x 1,5  $\mu$ m. Se originan en forma consecutiva en conidióforos fiálidiformes de 12-15  $\mu$ m de largo.

Como estado ascígero de esta especie podría pensarse en un representante del Género Botryosphaeria, pero faltan aún datos precisos de su existencia. Desde el punto de vista epidemiológico, el estado perfecto no tendría ninguna importancia debido a su escasez.

Hospedantes: numerosas especies del Género Pinus, las cuales presentan distinta susceptibilidad. A los más susceptibles pertenecen P. radiata, P.sylvestris, P.ponderosa y P.halepensis. Menos susceptible son P.caribea, P.elliottii y P.patula. Además, este hongo puede atacar otras coníferas entre las que se cuenta Abies excelsa, Araucaria angustifolia, Chamaecyparis lawsoniana, Cupressus macrocarpa, Pseudotsuga menziesii (GIB-SON 1979).

Distribución: posee una distribución mundial, con preferencia por los países cálidos. En Chile se presenta en manchones desde Huaquén (La Ligua) como limite Norte, hasta Valdivia por el Sur. En rodales de la Sexta a la Octava Región se le encuentra preferentemente cuando éstos crecen en lugares con algunas limitaciones de sitio.

Sintomatología: este hongo puede atacar especies de pino de distintas edades, produciendo en cada una de ellas los síntomas correspondientes. En plantas jóvenes parasita tanto los ápices como la base de los tallos y en ambos casos se produce normalmente la muerte de los individuos atacados. En árboles adultos la enfermedad se puede presentar como muerte regresiva, en que los ápices se secan y encorvan en forma de J invertida, como malformaciones o multiflechas en que los ápices secundarios reanudan el crecimiento, siendo a veces reinfectados, o como secamiento de ramas laterales. En Chile, SOBARZO (1983) encontró todos los síntomas descritos, determinando que las malformaciones es el más común de ellos, y que sólo la muerte regresiva - en condiciones muy desfavorables para el árbol - puede llevarlo a la muerte. En todos estos tipos de ataque, las acículas toman un color plomizo con una consistencia quebradiza al tacto. Tanto en la superficie de las acículas, como en la corteza de las ramas o fustes, y en las escamas seminíferas de los estróbilos, se presentan numerosas protuberancias que corresponden a los picnidios inmersos en el tejido del hospedante.

Otro síntoma importante de considerar desde el punto de vista económico, es el manchado de madera rolliza, aserrada o astillada. El color gris-azulado se origina por las células café oscuras del hongo, que se ubican en los radios medulares de la madera y que se encuentran allí antes del elaborado de ella, haciendo inútil en este caso el tratamiento antimancha.

Patogenicidad: la patogenicidad de este hongo varía tanto como su sintomatología, pudiendo vivir en forma saprofítica en la corteza de ramas o fustes y en las escamas seminíferas de los estróbilos. En algunos rodales se le puede encontrar también como un activo descomponedor de acículas en el suelo, sin demostrar carcterísticas parasíticas. Estos hechos llevan a pensar que para un comportamiento parasítico del hongo, deben darse algunas condiciones de predisposición, entre las cuales juegan un papel importante los factores del medio ambiente. Es así como Sphaeropsis sapinea aparece con mayor frecuencia en suelos arenosos o con deficiencias de nutrientes y se desarrolla muy bien en sectores húmedos debido a precipitaciones o neblinas frecuentes, como asimismo a la cercanía de fuentes de agua (GUTIERREZ & OSORIO 1981, CHOU 1982). Otro factor a considerar son las altas temperaturas ambiente, ya que este hongo, con un crecimiento óp-

timo a temperaturas entre 24-26°C, está clasificado como "termófilo". Sobre una variabilidad genética de S.sapinea y su correspondiente patogenicidad, no hay aún resultados concluyentes (CHOU 1976, SOBARZO 1983).

Epidemiología: en numerosas investigaciones (PUNITHALINGAM & WATERSTON 1970, GIBSON 1979) se ha buscado aclarar la causa del comportamiento patológico variable de S.sapinea. Respecto a las condiciones para la infección, se ha demostrado que el hongo puede infectar tejido joven no lignificado, como el de las plantas jóvenes, los brotes y ápices terminales o laterales, sin que exista previamente una herida o traumatismo. En tejidos con corteza ya formada, sólo puede penetrar si previamente hay una herida o traumatismo ocasionados por factores abióticos o bióticos, entre los que se cuenta el manejo silvícola. Por otra parte, una penetración del hongo en el hospedante a través de los estróbilos aparentemente no necesita la existencia previa de una herida.

La distribución del hongo se realiza por medio del viento, de la lluvia y aparentemente también los insectos jugarían en este proceso un papel importante. Para que la infección pueda producirse, es necesario que se den previamente las condiciones para la germinación de las esporas que ya se analizaron anteriormente.

Prevención y control: medidas preventivas para evitar el ataque de S.sapinea pueden tomarse antes de la plantación, evitando para ello hacerlo en lugares donde previamente se presentó el hongo en forma parasítica, o en depresiones arenosas, de las cuales se sabe son húmedas y cálidas. Además de las medidas anteriores, es muy recomendable elegir especies resistentes o buscar proveniencias de P.radiata que no sean susceptibles.

Si fuera necesario implementar medidas directas de control, debieran realizarse inicialmente raleos y podas sanitarias, las que además de mejorar y ampliar el ámbito vital del árbol, desmejoran las condiciones epidemiológicas del hongo. Como última posibilidad de control está el uso de fungicidas, entre los cuales los cúpricos (PETERSON 1981a) y los orgánicos (WESTHUIZEN 1968, SCHWEITZER & SINCLAIR 1976), han demostrado mayor efectividad. Como la época de aplicación se rige por el ciclo de desarrollo de las acículas (PETERSON 1981b), estos datos deben ser validados para el caso chileno en las distintas zonas donde está presente S.sapinea.

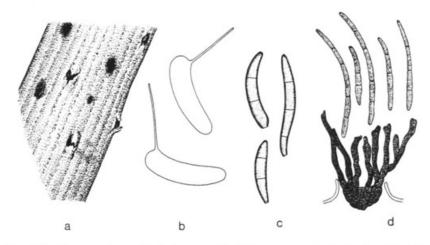


Fig. 33: Strasseria geniculata. a: picnidios en un segmento de acícula de Pinus radiata, b: conidios. Scirrhia acicola. c: conidios. Cercoseptoria pini-densiflorae. d: conidióforos con esporas.

Strasseria geniculata (Berk. & Br.) Höhn. (Fig. 33 a,b)

Sin.: Allantophoma nematospora Kleb.

Este hongo es un huésped prioritario de Pinus radiata, a cuyos representantes ataca en estados juveniles o adultos. En plantas de 1-3 años, su presencia se caracteriza por un marchitamiento y necrosamiento de los ápices, que puede también tener como consecuencia la muerte de los individuos atacados. En plantas adultas se encuentra este hongo sólo sobre aciculas que ya han sido dañadas por Dothistroma septospora. El que se presente como acompañante o seguidor de especies patógenas, ubica a S. geniculata entre los organismos saprófitos.

La identidad de este hongo es posible después de analizar sus picnidios negros, esféricos, que aún antes de romper la epidermis se reconocen por las manchas gris oscuras que ocasionan en las acículas. Los conidios formados en su interior son incoloros, cilíndricos, ligeramente curvados, miden 10-13 x 3 µm y poseen en uno de sus extremos una seta lateral delgada, alargada, de 15 µm de largo. A raíz de esta última característica, S.geniculata fue confundido en algunas ocasiones con Pestalozzina rollandii Fautrey (DUBIN 1967). Vale la pena mencionar finalmente, que S.geniculata esporádicamente se puede encontrar en madera de pino, en donde ocasiona un azulado más o menos intenso.

#### BIBLIOGRAFIA

- Arx, J.A.von 1958: Über einige Ascomyceten aus Südamerika. Acta Bot.Neerlandica 7:503-518.
- Arx, J.A.von & Mueller, E. 1975: A re-evaluation of the bitunicate Ascomycetes with keys to families and genera. Stud.in Mycology 9, 159 p.
- Barría, R. 1977: Evaluación in vitro del efecto de diferentes fungicidas sobre esporas de Dothistroma pini Hulb. Tesis Tecnología Méd. Valdivia, Universidad Austral de Chile. 25 p.
- Barudy, J.M. 1980: Estudio fenológico de la caída de acículas de pino insigne (Pinus radiata D.Don) infectadas por el hongo Dothistroma pini Hulbary. Tesis Ing.For. Valdivia, Univ. Austral de Chile. 155 p.
- Berger, K. (Ed.) 1980: Mykologisches Wörterbuch. 3200 Begriffe in 8 Sprachen. Jena, VEB Fischer. 432 p.
- Bernath, E.L. 1940: Las hayas australes o antárcticas de Chile. Edit. Ercilla, Santiago. 43 p.
- Boesewinkel, H.J. 1983: New records of the three fungi causing cypress canker in New Zealand, Seiridium cupressi (Guba) comb.nov. and S. cardinale on Cupressocyparis and S.unicorne on Cryptomeria and Cupressus. Trans.Brit.mycol.Soc. 80:544-547.
- Booth, C. 1977: Fusarium. Laboratory guide to the identification of the major species. Commonw.Mycol.Inst., Kew. 58 p.
- Bose, S.K. 1961: Studies on Massarina and related genera. Phytopath.Z. 41:151-213.
- Butin, H. 1968: A new species of Ceratocystis causing blue-stain in Araucaria araucana. Can.J.Bot. 46:61-63.
- Butin, H. 1969: Studien zur Morphologie und Biologie von Mikronegeria fagi Diet. & Neg. Phytopath.Z. 64:242-257.
- Butin, H. 1970a: Drei neue koniferenbewohnende Hypodermataceae aus Chile. Phytopath.Z. 68:63-72.
- Butin, H. 1970b: Zwei neue Arten der Gattung Phaeocryptopus Naumov. Phytopath.Z. 68:269-275.
- Butin, H. 1971: Zwei neue Caliciopsis-Arten auf chilenischen Koniferen. Phytopath.Z. 69:71-77.
- Butin, H. 1973a: Morphologische und taxonomische Untersuchungen an Naemacyclus niveus (Pers. ex Fr.) Fuck. ex Sacc. und verwandten Arten. Eur.J.For.Path. 3:146-163.
- Butin, H. 1973b: Beitrag zur Ascomycetenflora von Chile. Sydowia 27: 267-292
- Butin, H. 1974: Drei neue Appendiculella-Arten (Meliolaceae) auf südamerikanischen Cupressaceen. Phytopath.Z. 80: 285-292.

- Butin, H. 1978: A new species of Ophiostoma causing blue-stain in Araucaria angustifolia (Bertol.) O.Kunze. Phytopath.Z. 91:230-234.
- Butin, H. 1983: Krankheiten der Wald- und Parkbäume. Thieme Verlag Stuttgart, 172 p.
- Butin, H. 1984: Two new species of Chloroscypha (Discomycetales) on South Amerikan Cupressaceae. Sydowia 37:15-20.
- Butin, H. & Aguilar, A.M. 1984: Blue-strain fungi in Nothofagus from Chile including two new species of Ceratocystis Ellis & Halst. Phytopath.Z. 109:80-89.
- Butin, H. & Peredo, H. 1968: Mancha en madera de especies chilenas y sus agentes. Publ.cient. Universidad Austral de Chile 9:1-8.
- Butin, H. & Richter, J. 1983: Dothistroma-Nadelbräune: Eine neue Kiefernkrankheit in der Bundesrepublik Deutschland. Nachrichtenbl.Deut. Pflanzenschutzd. 35:129-131.
- Chou, C.K.S. 1976: A shoot die-back in Pinus radiata caused by Diplodia pinea. I. Symptoms, disease development and isolation of the pathogen. NZ.J.Forestry Science 6:72-79.
- Chou, C.K.S. 1982: Diplodia pinea infection of Pinus radiata seedlings: effect of temtperature and short wetness duration. NZ.J.Foresry Science 12:425-437.
- Darker, G.D. 1932: The Hypodermataceae of conifers. Contr. Arnold Arboretum Harvard Univ. 1:1-131.
- De Hoog, G.S. & Scheffer, R.J. 1984: Ceratocystis versus Ophiostoma: a reappraisal: Mycologia 76:292-299.
- Dharne, C.G. 1965: Taxonomic investigation on the discomycetous genus Lachnellula Karst. Phytopath.Z. 53:101-144.
- Diamandis, S. 1978: "Top-dying" of Norway spruce, Picea abies (L.) Karst. with special reference to Rhizosphaera kalkhoffii Bubak. Eur.J.For. Path. 8:337-345.
- DiCosmo, F., Peredo, H. & Minter, D.W. 1983: Cyclaneusma gen.nov., Naema-cyclus and Lasiostictis, a nomenclatural problem resolved. Eur.J.For. Path. 13:206-212.
- Dietel, P. & Neger, F.W. 1896: Uredinaceae chilensis. I. Engl. Bot. Jb. 22:355
- Dingley, J.M. & Gilmour, J.W. 1972: Colletotrichum acutatum Simmds.f.sp. pinea associated with "terminal crook" disease of Pinus spp. NZ.J. For.Sci. 2:192-201.
- Dubin, H.J. 1965: Una breve nota sobre Dothistroma pini Hulbary; Tizón de la aguja de Pinus radiata D.Don en Chile. Publ.cient. Univ. Austral de Chile, 6 p.
- Dubin, H.J. 1967: Preliminary information about Dothistroma pini blight in Chile. XIV. IUFRO-Congress München 1967, Sect. 24:249-264.

- Dubin, H.J. & Staley, J.M. 1966: Dothistroma pini on Pinus radiata in Chile. Plant Disease Reptr. 50:280.
- Dubin, H.J. & Walper, S. 1967: Dothistroma pini on Pseudotsuga menziesii. Plant Disease Reptr. 51:454.
- Engdahl, O.J. 1982: Evaluación de la resistencia de Pinus radiata D.Don frente a Dothistroma septosporum (Dothistroma pini). Tesis Ing.For. Valdivia, Universidad Austral de Chile, 78 p.
- Evans, H.C. 1984: The genus Mycosphaerella and its anamorph Cercoseptoria, Dothistroma and Lecanosticta on pines. Commonwealth Mycol.Inst. Mycol.Papers 153. 102 p.
- Fitzpatrick, H.M. 1920: Monograph of the Coryneliaceae. Mycologia 2: 239-267
- Fitzpatrick, H.M. 1942: Revision studies in the Coryneliaceae. Mycologia 34:464-488.
- Frederick, R.D., Zang, L. Merril, W. & Tattar, T.A. 1980: Naemacyclus minor needlecast of Scots pine in Massachusetts. Plant Disease 64:1034
- Fröhlich, G. (Ed.) 1979: Phytopathologie und Pflanzenschutz. Fischer Verlag Stuttgart, 295 p. (Wörterbuch d. Biologie, Uni-Taschenbücher 867).
- Fuckel, L. 1873/74: Symbolae mycologicae. Beiträge zur Kenntnis der rhein. Pilze. Nachtrag. II. Jahrb.d.nassauischen Ver.Naturk. 27/28:49-50.
- Funk, A. 1963: Studies in the genus Caliciopsis. Canad.J.Bot. 41:503-543.
- Funk, A. & Parker, A.K. 1966: Scirrhia pini n.sp., the perfect state of Dothistroma pini Hulbary. Cand. J. Bot. 4:1171-1176.
- Gadgill, P.D. 1967: Infection of Pinus radiata needles by Dothistroma pini. NZ.J.Bot. 5:498-503.
- Gibson, I.A.S. 1974: Impact and control of Dothistroma blight on pines. Eur.J.For.Path. 4:89-100.
- Gibson, I.A.S. 1979: Diseases of forest trees widely planted as exotics in the tropics and southern hemisphere. Part II. The genus Pinus. Commonwealth Mycol.Inst. 135 p.
- Gilmour, J.W. & Noorderhaven, A. 1973: Control of Dothistroma needle blight by low volume aerial application of copper fungicides. NZ. J.For.Science 3:120-136.
- González, G. & Santelices, C.: La pudrición carbonosa en la raíz del pino radiata en viveros forestales de Chile. (en prensa, 1985).
- Guba, E.F. 1961: Monograph of Monochaetia and Pestalotia. Harvard Univ. Press, Cambridge, Mass. 342 p.

- Gutiérrez, J. & Osorio, M. 1981: Evaluación física y económica del daño producido por Diplodia pinea en un rodal de pino insigne de 14 años de edad. Concepción, Dpto. de Desarrollo Silvícola, Forestal Mininco SA, 21 p.
- Hansford, C.G. 1956: Studies in the genus Caliciopsis. Canad.J.Bot. 41: 503-543.
- Hansford, C.G. 1961: The Melioneae. Sydowia, Beih. 2:1-806.
- Hawksworth, D.L., Sutton, B.C. & Ainsworth, G.C. (Eds.) 1983: Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi (7.Ed.). Commonwealth mycol.Inst. 445 p.
- Hodges, C.S. 1954: Comparison of four similar fungi from Juniperus and related conifers. Mycologia 54:62-69.
- Hodges, C.S. 1962: Black root of pine seedlings. Phytopath. 52:210-219.
- Holliday, P. & Punithalingam, E. 1970: CMI Descriptions of pathogenic Fungi and Bacteria No. 275.
- Hulbary, R.L. 1941: A needle blight of Austrian Pine. Illinois Nat. Hist. Surv. Bull. 21:231-236.
- Ivory, M.H. 1967: A new variety of Dothistroma pini in Kenya. Trans.Br. mycol.Soc. 50:289-297.
- Ivory, M.H. 1972a: Resistance to Dothistroma needle blight induced in Pinus radiata by maturity and shade. Trans.Br.mycol.Soc. 59:205-212.
- Ivory, M.H. 1972b: Infection of Pinus radiata foliage by Scirrhia pini. Trans.Br.mycol.Soc. 59:365-375.
- Ivory, M.H. & Paterson, D.N. 1969: Progress in breeding Pinus radiata resistant to Dothistroma needle blight in East Africa. Silva Genetica 19:38-42.
- Jancarik, V. 1969: Control of Dothistroma pini infection in forest nurseries. NZ. For.Serv., For.Res.Inst. Leaflet 24, 4 p.
- Jewell, F.F. 1983: Histopathology of the brown spot Fungus on longleaf pine needles. Phytopathology 73:854-858.
- Karadzić, D. 1981: Infection of Pinus sylvestris by Naemacyclus minor. In: Current research on conifer needle diseases. Proc.IUFRO W.P.on Needle Diseases, Sarajevo 1980, Millar, C.S. (Ed.). pp 99-101.
- Kistler, B.R. & Merrill, W. 1978: Etiology, symptomology, epidemiology and control of Naemacyclus needlecast of Scotch pine. Phytopathology 68: 267-271.
- Kobayashi, T., Suto, Y. & de Guzmán, E.D. 1979: Cercospora needle blight of pines in the Philippines. Eur.J.For.Path. 9:166-175.
- Kunstmann, E. 1978: Prospección micológica en viveros de la Décima Región. Tesis Ing.For., Valdivia, Universidad Austral de Chile, 51 p.

- Mattos, J.R. 1972: O pinheiro brasileiro. São Paulo, Brasil. 639 p.
- Merril, W., Zang, L., Bowen, K. & Kistler, R. 1979: Naemacyclus minor needlecast of Pinus nigra in Pennsylvania. Plant Disease Reptr. 63:994.
- Minter, D.M. 1981: Lophodermium on pines. Mycol.Pap. No. 147, 54 p.
- Montaldo, P. 1974: La bio-ecología de Araucaria araucana (Mol.) Koch. Mérida, Venezuela. Instituto Forestal Latinoamericano de Investigación y Capacitación. Bol. 46-48:1-55.
- Mueller, E. & Arx, J.A.von 1962: Die Gattungen der didymosporen Pyrenomyceten. Beitr.Kryptogamenfl.Schweiz 11(2). Bern. 922 p.
- Mueller, E. & Loeffler, W. 1982: Mykologie. Grundriß für Naturwissenschaftler und Mediziner. Thieme Verlag Stuttgart (4. Ed.). 366 p.
- Mujica, F. & Vergara, C. 1980: Flora fungosa chilena. (2. Ed.rev. por Oehrens, E.). Publ.Cient.Agr.5, Universidad de Chile, Santiago. 308 p.
- Nair, J. & Corbin, J.B. 1981: Histopathology of Pinus radiata seedlings infected by Colletotrichum acutatum f.sp. pinea. Phytopathology 71: 777-783.
- Neger, F.W. 1899: Informe sobre las observaciones botánicas efectuadas en la cordillera de Villarrica. Ann.Univ.Chile 103, 903-969 (p. 937).
- New Zealand Forest Service 1979: Report Forest Research Institute 1978. New Zealand For.Serv. Wellington, 112 p.
- Oehrens, B.E. 1962: Fitopatología fungosa valdiviana. Rev.Universitaria, 3.contrib., Univ.Católica, Santiago de Chile. 52 p.
- Osorio, M. 1973: Aislamiento, descripción y clasificación preliminar de Ceratocystis sp., agente causal de mancha azúl en madera de pino insigne (Pinus radiata D.Don): Tesis Ing.For, Valdivia, Universidad Austral de Chile. 47 p.
- Osorio, M., Barudy, J.M. y Peredo, H. 1984: Control químico de Dothistroma pini. Informe final. Valdivia, Universidad Austral de Chile. Fac.Cien.For., Serie Técn., Informe de Convenio 76. 29 p.
- Parker, A.K. 1972: Artificial inoculation of Pinus radiata with Scirrhia (Dothistroma) pini: Effect of relative humidity and temperature on incubation. Phytopathology 62:1160-1164.
- Pawsey, R.G. 1967: Spore discharge of Naemacyclus niveus following rainfall. Trans.Br.mycol.Soc. 50:341-347.
- Peredo, H. 1973: Morphologische und physiologische Untersuchungen an Naemacyclus niveus (Pers.ex Fr.) Sacc. Diss.Forstl.Fak., Univ. Göttingen. 94 p.
- Peredo, H., Osorio, M. & Santamaría, A. 1979: Colletotrichum acutatum f.sp.pinea, a new pathogen of Pinus radiata on nurseries in Chile. Plant Disease Reptr. 63:121-122.

- Pérez, E. 1973: Qué papel juega Dothistroma pini Hulbary sobre el pino insigne según nuestras experiencias hasta hoy en el Sur de Chile? Tesis Ing.For., Valdivia, Universidad Austral de Chile. 68 p.
- Peterson, G.W. 1965: Dothistroma needle blight of Austrian pine: infection and control. Plant Disease Reptr. 49:124-126.
- Peterson, G.W. 1981a: Control of Diplodia and Dothistroma blights of pines in the urban environment. J.Arboriculture 7:1-5.
- Peterson, G.W: 1981b: Pine and Juniperus diseases in the Great Plains. USDA For.Serv., Gen.Techn.Rep. RM-86, Rocky Mountain Forest Range Exp.Stat., Fort Collins, Color., 47 p.
- Peterson, R.S. & Oehrens, E. 1978: Mikronegeria alba (Uredinales). Mycologia LXX:321-331.
- Petrini, O. 1982: Notes on some species of Chloroscyphà endophytic in Cupressaceae of Europe and North America. Sydowia 35:206-222.
- Punithalingam, E. & Gibson, I.A.S. 1973: Scirrhia acicola. CMI Descript. Path. Fungi and Bacteria 367.
- Punithalingam, E. & Waterston, M. 1970: Diplodia pinea. CMI Descript. Path. Fungi and Bacteria 273.
- Rack, K. 1963: Untersuchungen über die Kiefernschütte I-III. Zeitschr. Pflanzenkrankh., Pflanzenpath.und Pflanzenschutz 70:137-146; 70:257-272; 70:385-398.
- Rack, K. 1981: Interaction between Naemacyclus minor and Lophodermium pinastri during "pine needle cast". Current Res.on conifer needle dis. Proc.IUFRO W.P.on Needle Diseases, Sarajewo 1980, Millar, C.S. (Ed.). pp. 103-113.
- Rack, K. & Butin, H. 1973: A quick method for the production of Dothistroma pini spores in culture. Eur.J.For.Path. 3:201-209.
- Raddi, P. & Panconesi, A. 1981: Cypress canker disease in Italy: biology, control possibilities and genetic improvement for resistance. Eur.J. For.Path. 11:340-347.
- Reis, M.S. & Hodges, C.S. 1975: Status of forest diseases and insects in Latin America. FAO/IUFRO World Tech.Consult.For.diseyses and insects. New Dehli. 13 p.
- Rodríguez, C., Cerda, L. & Peredo, H. 1980: Detección de insectos causantes de daños en viveros de Pinus radiata de la Décima Región. Bosque 3(2):73-76.
- Santamaría, A. 1982: Taxonomía, biología y control del agente causal del doblamiento apical en plántulas de pino insigne (Pinus radiata D. Don). Tesis Ing.For. Valdivia, Universidad Austral de Chile. 72 p.
- Schmitthüsen, J. 1956: Die räumliche Ordnung der chilenischen Vegetation. Bonner Geogr. Abh. 17:1-86.

- Schweitzer, D.J. & Sinclair, W.A. 1976: Diplodia tip blight on Austrian Pine controlled by Benomyl. Plant Disease Reptr. 60:269-270.
- Seaver, F.J. 1931: Photographs and descriptions of cup-fungi. XIV: Chloroscypha. Mycologia 23:247-251.
- Siggers, P.V. 1944: The brown spot needle blight of pine seedlings. USDA Tech.Bull. 870. 36 p.
- Sobarzo, G. 1983: Contribución a la evaluación biológica del daño provocado por Diplodia pinea (Desm.) Kickx. en plantaciones de Pinus radiata D.Don. Tesis Ing.For. Valdivia, Universidad Austral de Chile. 140 p.
- Stevens, F.L. 1927: The Meliolineae, II.Ann.Myc. 25:405-469.
- Stevens, F.L. 1928: The Meliolineae. II.Ann.Myc. 26:165-383.
- Terrier, C.A. 1942: Essai sur la systematique des Phacidiaceae (Fr.) sensu Nannfeldt (1932). Beitr.Kryptogamenfl.Schweiz IX. 99 p.
- Thirumalachar, M.J. 1949: Critical notes on some plant rusts. Bull.Torrey bot.Cl. 76:339-342.
- Upadhyay, H.P. 1981: A monograph of Ceratocystis and Ceratocystiopsis. Univ.Georgia Press, Athen. 176 p.
- Vanner, A.L. & Gilmour, J.W. 1975: Control of terminal crook disease of radiata pine seedlings. Proc.26th N.Z.Weed Pest Control Conf. pp. 139-144.
- Westhuizen, G.C.A.van der 1968: Some aspects of the biology of Diplodia pinea in relation to its control by fungicides. S.A.For.J. 65:6-14.
- Wolf, F.A. & Barbour, W.J. 1941: Brown spot needle disease of pines. Phytopathology 31:61-74.
- Wright, J.E. & Deschamps, J.R. 1972: Basidiomycetos xilófagos de los bosques andinopatagónicos. Rev.Inv.Agropecuarias, INTA, Serie 5, Patología Vegetal 9:111-195.

#### GLOSARIO DE ALGUNOS TERMINOS TECNICOS

acérvulo	= cuerpo fructífero disciforme, embebido en el tejido del
	hospedante que da origen a conidios
adnato(a)	= laminillas que llegan hasta el estipe y se adhieren a él
apotecio	= cuerpo fructífero disciforme o cupuliforme que origina
	ascósporas y en la madurez expone su himenio
apresorio	= órgano mediante el cual algunos hongos se fijan a la cu-
	tícula de su hospedante
asco	= célula saquiforme en la cual se forman internamente las
	ascósporas
ascocarpo	= cuerpo fructífero en el cual se encuentran los ascos
ascogonio	= órgano femenino de los Ascomycetes en el cual se des-
5-5-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1	arrolla la plasmogamia
ascoma	= denominación general para los cuerpos fructíferos de los
	Ascomycetes
ascóspora	= espora sexual formada en los ascos
basidio	= célula claviforme en la cual se forman exógenamente las
	basidiósporas
basidióspora	= espora sexual formada en los basidios
biótrofo	= organismo que puede existir como parásito o simbionte
	sólo en contacto con células hospedantes vivas
bitunicado	= término aplicable sólo a los ascos, cuando éstos poseen
	una doble pared
cámbium	= tejido meristemático responsable del crecimiento secun-
	dario en espesor de las plantas superiores
cariogamia	= fusión nuclear de dos núcleos haploides, para formar uno
	diploide
ceoma (caeoma)	= ecidio sin células peridiales, característico de algunas
	royas
cirro	= conjunto de esporas que al ser expulsadas permanecen u-
	nidas en forma de zarcillos
clamidóspora	= conidio con una pared secundaria engrosada, órgano de
	persistencia
cleistotecio	= cuerpo fructífero sin abertura, con sus ascos irregular-
	mente distribuidos en su centro
clípeo	= capa de tejido fúngico, acompañada o no de tejido del
	hospedante, que cubre un peritecio o picnidio

conceptáculo = concavidad superficial (lóculo) en la cual se desarrollan células reproductivas conidio = espora o célula de origen asexual, inmóvil conidióforo = hifa simple o ramificada que porta células conidiógenas, las que producen conidios = estructura que agrupa las hifas especializadas en proconidioma ducir conidios dicarionte = fase de desarrollo de un hongo en que sus células poseen dos núcleos haploides genéticamente distintos dicariotización = fenómeno reproductivo mediante el cual se originan células dicarióticas discomicete = descripción morfológica para los ascomicetes con apotecios disciformes o cupuliformes = receptáculo presente sólo en las royas en el cual se ecidio forman ecidiósporas dicarióticas ecidiósporas = esporas vegetativas, dicarióticas, unicelulares, producidas en un ecidio, que dan origen a un micelio dicariótico endófito = organismo que vive en el interior de otro organismo, sin producirle daño aparente endosporio = pared interna de una espora epidemia = derivado de enfermedades humanas que afectan a un grupo por un tiempo determinado, su uso se ha generalizado para enfermedades de plantas y animales: cf. epifitia, epizotia epifilo = que se ubica en la cara superior de la hoja episporio = pared externa de una espora esclerocio = órgano de persistencia del micelio de diversas formas, delimitado hacia el exterior por una fuerte pared de tejido seudoparenquimático = célula sexual masculina que sirve para la dicariotizaespermacio ción del micelio o para la fecundación = receptáculo en el cual se originan los espermacios espermogonio = conidioma pulvinulado compuesto por una masa de coniesporodoquio dióforos asentados sobre un estroma esterigma = prolongación filamentosa del basidio, en cuyo extremo

se producen las basidiósporas

estoma	=	abertura natural de las plantas superiores, usada para
		el intercambio de gases
estroma	=	masa más o menos compacta compuesta de hifas vegetati-
		vas, a veces con tejido del hospedante, en la cual se
		insertan cuerpos fructíferos sexuales o asexuales
fiálida	=	célula alargada o lageniforme que desarrolla una o va-
		rias aberturas a través de las cuales produce conidios
forma imperfecta	=	la que presenta una reproducción asexual
forma perfecta	=	la que presenta una reproducción sexual
fungicida	=	producto que en pequeñas cantidades es letal para los
		hongos
haplonte	=	fase de desarrollo de un hongo en que sus células po-
		seen un núcleo haploide
haustorio	=	hifa especializada mediante la cual un hongo penetra
		una célula hospedante en busca de alimento
heteroico	=	organismo que desarrolla sus diferentes estadios en
		hospedantes taxonómicamente distintos, típico de las
		royas
hifa	=	componente elemental filamentoso del micelio de un
		hongo, uni- o pluricelular
hifas ostiolares	=	hifas ordenadas en forma circular en el ostíolo de un
		cuerpo fructífero
hifopodio	=	ramificación uni- o bicelular del micelio, que sirve
		como órgano de fijación al tejido hospedante
himenio	=	capa compuesta de células fértiles (ascos o basidios)
		con células infértiles intercaladas
hipocótilo	=	sección del tallo de plántulas ubicado entre la raíz y
		los cotiledones
hipofilo	=	que se ubica en la cara inferior de la hoja
hipostroma	=	tejido compacto ubicado en la base de los cuerpos fruc-
		tíferos de los ascomicetes
histerotecio	=	ascoma alargado que se abre mediante una hendidura lon-
		gitudinal
inoculación	=	infección de un organismo por un patógeno
inóculo	=	substancia o elemento que posee la capacidad de infec-
		tar
inoperculado	=	ápices de los ascos que no poseen un poro o una aber-

tura natural; se opone a operculado

línea de demarcación	=	línea divisoria oscura mediante la cual se separan entre sí hongos incompatibles, o se separan éstos del tejido hospedante
lóculo	=	cavidad presente en un estroma y en la cual se pro-
		ducen esporas
macedium	=	masa pulverulenta que aparece sobre algunos ascoma-
		ta, compuesta de ascósporas, restos de ascos y res-
		tos de paráfisis
macroconidio	=	espora asexual, frecuentemente de mayor tamaño y
		más común en especies que también forman microco-
		nidios
micelio	=	tejido fúngico vegetativo compuesto de hifas esté-
		riles
micorriza	=	simbiosis entre un hongo y la raíz de una planta
necrosis		muerte de células, tejidos u órganos
ostíolo		abertura permanente en el ápice de un cuerpo fruc-
		tífero
paráfisis	=	hifas estériles, con sus ápices libres que se ubi-
		can entre los ascos, basidios u otros esporóforos
parafisoides	=	hifas estériles que se encuentran generalmente en-
		tre los ascos y pueden adherirse ya sea a la base
		o a la cubierta de los ascocarpos
patogenicidad	=	capacidad de un patógeno de producir enfermedad en
		su hospedante
perífisis	=	hifas estériles o cilios que se ubican en el inte-
		rior de ostíolos
peritecio	=	cuerpo fructífero subgloboso o lageniforme, con un
		ostíolo permanente, que origina ascósporas
pertófito	=	parásito que mata previamente el tejido del hospe-
		dante, para alimentarse luego saprofíticamente
picnidio	=	cuerpo fructífero globoso, con un ostíolo perma-
		nente, en cuyo interior se forman conidios
picnidióspora	=	esporas asexuales de las royas, que se forman en
		un picnidio
profilaxis	=	acción tendiente a prevenir una epidemia, ya sea
000		disminuyendo los factores de predisposición en el
		hospedante o dificultando la acción patogénica de
		un organismo
		ROMONTO # 510 TOTAL RESIDENCE

100000000000000000000000000000000000000		
pudrición blanca		efecto de la acción de hongos capaces de descompo- ner la celulosa y principalmente la lignina de la
		madera
pudrición parda	=	efecto de acción de hongos capaces de descomponer sólo la celulosa de la madera
nofleies (noflewes)		
reflejos (reflexos)	=	órganos que se encorvan hacia la base del tallo en
		que se insertan
resistencia	=	cualidades morfológicas y fisiológicas que permi-
		ten a un individuo soportar factores bióticos y
		abióticos adversos, sin efectos nocivos notorios;
		se opone a susceptibilidad o predisposición
rizomorfo	=	conjunto compacto de hifas en forma de raíz, que
		sirven a los hongos para transportar agua y ali-
		mentos
saprófito	_	organismo vegetal que se alimenta de substancia
Suproi 100	_	orgánica muerta
conto		•
septo		ver tabique
seudoparénquima	=	tejido fúngico compacto de células ovales a iso-
		diamétricas, donde las hifas no pueden ser reco-
		nocidas como tales
seudotecio	=	ascocarpo semejante a un peritecio, compuesto de
		algunos lóculos que contienen ascos
simbiosis	=	relación entre dos organismos taxonómicamente dis-
		tintos, en la cual además de una marcada dependen-
		cia hay un beneficio mutuo y balanceado
sinónimo	=	se usa en taxonomía para el nombre antiguo o ilegí-
		timo de un taxon
subepidermal	=	ubicado bajo la epidermis del hospedante
tabique		separación interna entre dos células; sin.: septo
taxon		grupo taxonómico de cualquier rango
taxonomía		clasificación sistemática de los organismos
teleutóspora		esporas de las royas originadas a partir de un mi-
		celio dicariótico y en las cuales se produce la
		cariogamia para luego dar origen a los basidios
tiempo de incubación	_	período que abarca desde la entrada de un patógeno
erempo de Incubación	-	
		hasta la aparición de los primeros síntomas en el
		hospedante

tiempo de infección = período comprendido entre la penetración de un patógeno y su establecimiento definitivo en el hospedante tomentoso = órgano cubierto por una pilosidad corta, ramificada y muy densa toxina = metabolito no enzimático que, producido por un organismo vivo, en pequeñas cantidades daña a otro organismo uredóspora = esporas unicelulares, binucleadas, que las royas producen en verano a partir de los uredosoros virulencia = conjunto de cualidades patogénicas de un organismo, escala para medir la patogenicidad de un organismo

## Indice de los hongos mencionados

Allantophoma nematospora Kleb	84
Appendiculella austrocedri Butin	8
Appendiculella fitzroyae Butin	9
Appendiculella pilgerodendri Butin	10
Armillaria mellea (Vahl ex Fr.) Kumm.	55
Arnaudiella "andina" nov.sp.	33
Atopospora araucariae Butin	35
Botrytis cinerea Pers. ex Fr.	69
Caeoma espinosae Syd.	65
Caeoma sanctae-crucis Espinosa	58
Caliciopsis brevipes Butin	11
Caliciopsis cochlearis Butin	12
Caliciopsis pinea Peck	13
Ceratocystis araucariae Butin	1
Ceratocystis fagacearum (Bretz) Hunt	1
Ceratocystis fimbriata f. platani Walter	1
Ceratocystis moniliformis (Hedgc.) C. Moreau	3
Ceratocystis piceae (Münch) Bakshi	4
Ceratocystis pilifera (Fr.) C. Moreau	6
Ceratocystis triangulospora (Butin) Upadhyay	2
Ceratocystis ulmi (Buism.) C. Moreau	1
Cercoseptoria pini-densiflorae (Hori & Nambu) Deighton	71
Cercospora pini-densiflorae Hori & Nambu	71
Cercospora sequoiae Ell. & Evech	72
Chloroscypha fitzroyae Butin	16
Chloroscypha pilgerodendri Butin	17
Colletotrichum acutatum f. sp. pinea Dingley & Gilmour	72
Corynelia clavata (L.) Sacc.	14
Corynelia tropica (Auersw. & Rabenh.) Starbäck	14
Coryneum cardinale Wagner	77
Cryptosporium acicola Thüm.	43
Cyclaneusma minus (Butin) DiCosmo, Peredo & Minter	20
Cyclaneusma niveum (Pers. ex Fr.) DiCosmo, Peredo & Minter	23
Cytosporina septospora Dorog.	45
Diplodia pinea (Desm.) Kickx	79
Dothistroma pini Hulbary	45
Dothistroma septospora (Dorog.) Morelet	45

Epicoccum nigrum Link	3
Fusarium moniliforme Sheldon	76
Fusarium oxysporum Schlecht. emend. Snyder & Hansen	74
Fusarium sambucinum Fuck.	76
Hypoderma heterosporum Butin	24
Hypoderma pilgerodendri Butin	25
Hypoderma podocarpi Butin	26
Lachnellula subtilissima (Cooke) Dennis	18
Lachnellula willkommii (Hartig) Dennis	18
Lecanosticta acicola (Thüm.) Syd	43
Lophodermium conigenum (Brun.) Hilitz.	28
Lophodermium pinastri (Schrad. ex Hook.) Chev	30
Lophodermium seditiosum Minter, Staley & Millar	31
Macrophoma pinea (Desm.) Petr. & Syd	79
Macrophoma sapinea (Fr.) Petr.	79
Macrophomina phaseolina (Tassi) Goid	70
Massarina coniferarum Butin nov. sp	37
Massarina morthieri (Fuck.) Arx & Müller	39
Mikronegeria alba Oehrens & Peterson	65
Mikronegeria fagi Diet. & Neg	58
Mycosphaerella araucariae (Rehm) Arx	72
Mycosphaerella gibsonii H. Evans	72
Mycosphaerella pini E. Rostrup apud Munk	72
Naemacyclus minor Butin	20
Naemacyclus niveus (Pers. ex Fr.) Fuck. ex Sacc.	23
Oligostroma acicola Dearn	43
Pestalotia funerea Desm.	76
Pestalozzina rollandii Fautry	84
Phaeocryptopus araucariae Butin	40
Phaeocryptopus australis Butin	42
Phaeocryptopus gaeumannii (T. Rhode) Petr	42
Rhizoctonia solani Kühn	76
Schizophyllum commune (Fr.) Fr.	54
Scirrhia acicola (Dearn.) Siggers	43
Scirrhia pini Funk & Parker	45
Sclerophoma pithyophila (Corda) Höhn	79
Sclerotium hataticola Taub	70

- 100 -	
Seiridium cardinale (Wagener) Sutton & Gibson	77
Seiridium cupressi (Guba) Boesewinkel	78
Seiridium unicome (Cooke & Ellis) Sutton	78
Septoria acicola (Thüm.) Sacc.	43
Sphaeropsis sapinea (Fr.) Dyko & Sutton	79
Stereum hirsutum (Willd. ex Fr.) S.F. Gray	52
Stereum sanguinolentum ( Alb. & Schw. ex Fr.) Fr.	52
Strasseria geniculata (Berk. & Br.) Höhn	84
Suillus luteus (L. ex Fr.) S.F. Gray	55
Trametes versicolor (L. ex Fr.) Pilat	53
Uleiella chilensis Diet. & Neger	68
Uleiella paradoxa Schroet.	68

Notizen