

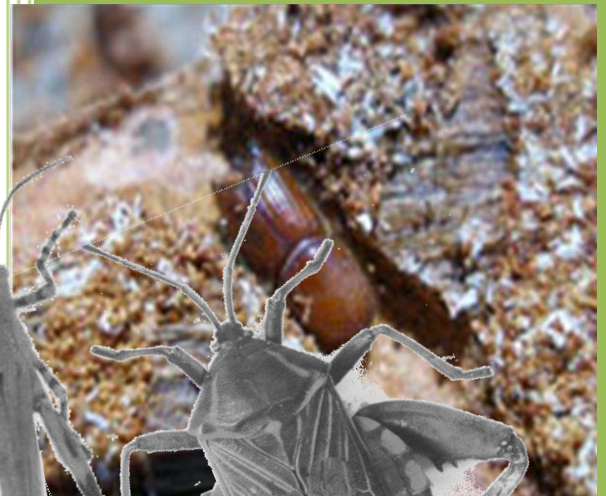
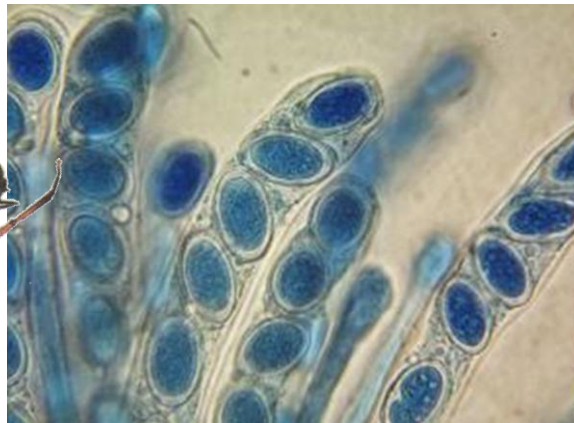
Tesina

2012



Patologías Bióticas de la Madera

De los Bosques Templados de Chile , a la Selva Atlantica de Misiones

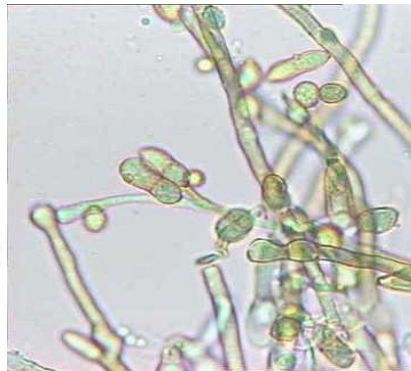


Guillermo González_arq

Magister en Construcciones en Madera_Módulo 1

Universidad del Bio Bio-Concepcion-Chile





Hifas



Capitulo 6 : Reino Fungi_Hongos



Tabla de Contenidos

Titulos			Pag
Capitulo 6: Reino Fungi			1
Etimonologia Fungi			2
Margen lateral Izquierdo (Texto)	Pag	Margen lateral Derecho (Graficos y Fotos)	Pag
Hongos	6	Biologia de los Hongos	6
Diferencia entre plantas y Hongos	6	Tipos de Esporas	6
Generalidades	6	Estructuras Anamorfias con esporas externas	7
Morfologia de los hongos	7	Otras Estructuras de conidios	8
Reproduccion de los hongos	8	Estructuras Anamorfias con esporas externas	8
Reproduccion Asexual	10	Estructuras Teleomorficas con micelio continuo	9
Reproduccion Sexual	11	Estructuras Teleomorficas con esporas internas	10
Clasificacion General de los Hongos	12	Cuerpo Fructifero	10
Hifa_ tipos de Hifas	12	Basidioma	10
Ascomycetes	15	Fibula_ Basidiomycetes	11
Generalidades	15	Basisios_Tipos	11
Ciclo Biologico	16	Hongos Cotidianos	12
El Ciclo Nuclear	16	Ascomycetes	15
Tipo de Ascas	18	Hongos de la Madera de Chile	17
Cuerpos Fructiferos	19	Basidiomycetes	23
Substratos	20	Deuteromycetes	25
Basidiomycetes	20	Hongos de Moho	33
Generalidades	20	Hongos Cromogenos del Azulado	34
Ciclo Biologico	20	Hongos Cromogenos en Chile	35
Basidiocarpo	22	Daños Hongos Cromogenos	39
Tipo de Basidios	23	Hongos de Pudricion Cafe	40
Deuteromycetes	23	Daño en la Madera de Hongos de Pudricion Cafe	41
Caracteristicas de los conidios	24	Hongos de Pudricion Blanca	42
Conidiogenesis	24	Daños de Hongos de Pudricion Blanca	43
Cuerpos Fructiferos	25	Hongos de Pudricion Blanda	46
Substratos	25	Daños en la Madera de Hongos de Pudricion Blanda	46
Pudriciones causadas por los Hongos	26	Hongos del parque Nacional Iguazu_ Argentina	47
Madera y Descomposicion	26		
Colonizacion de los Hongos	28		
Hongos Xilofagos	29		
Clasificacion	31		
Hongos de Moho	31		
Hongos Cromogenos del Azulado	32		
Daño en la Madera	34		
Tratamientos preventivos	36		
Tratamientos correctivos	36		
Hongos Manchadores en Chile	37		
<i>Ceratocystis pilifera</i> _ Daño en la Madera	37		
<i>Ophiostoma piliferum</i> _ Daño en la Madera	37		
<i>Sphaeropsis sapinea</i> _ Daño en la Madera	38		
Hongos Albinos	39		
Hongos de Pudricion	40		
Pudricion Café o Cubica	41		
Pudricion Café Seca	42		
Pudricion Café Humeda	43		
Pudricion Blanca o Fibrosa	43		
Enzimas Ligninoliticas	45		
Actividad Enzimatica	45		
Pudricion Blanda	47		
Mediadores en la deradacion de la lignina	47		
Hongos del Nordeste Argentino	48		
Riesgos de infectacion en el Proceso Productivo de la Madera	50		
Bibliografia y Fuentes	52		

Terminología Fungi

- **Anamorfo**: Estado imperfecto de un hongo el cual solo se reproduce en forma asexual. Cuando un hongo solo produce múltiples anamorfos morfológicamente distintivos, se denominan **sinanamorfos**. El término **anamorfo**, **teleomorfo**, y **holomorfo** se refieren a partes de los ciclos vitales de los hongos en el Filo Ascomycota y en Basidiomycota.
- **Anteridio** : es una estructura que produce gametos sexuales masculinos y se encuentra en las algas, hongos
- **Aplanosporas** : estructuras para propagación asexual, en hongos Zygomycetes
- **Apotecio** : estructura reproductiva de un Ascomycete en forma de disco, cabezuela o copa.
- **Asco** o **ascus** : es una estructura que encierra las esporas de los hongos ascomicetos. La reproducción sexual en los ascomicetos implica siempre la formación de un asco ("pequeño saco"), estructura que caracteriza a este phylum.
- **Ascogonio** : es el gametangio femenino de los ascomicetos (está implicado en la reproducción sexual)
- **Ascospora** : es una espora (meiospora) contenida en un asca. Esta clase de espora es específica a los hongos clasificados como ascomycetes (Ascomycota).
- **Basidio**: Los basidios son las estructuras características de los basidiomicetes; es una hifa especializada dentro de la cual ocurren fusión y meiosis, lo que origina la basidiospora. Es una estructura microscópica productora de esporas encontrado en los himenóforos de los cuerpos fructíferos de los hongos basidiomicetes.
- **Basidiocarpo**: cuerpo fructífero de los Basidiomycetes.
- **Basidioliquenes**: Basidiomycetes liquenizados.
- **Celulosa**: compuesto químico que forma parte de las paredes celulares en los vegetales.
- **Himenio**: estrato o capa donde se desarrollan las células que producen esporas.
- compuesto químico que impregna las paredes de las células vegetales.
- **Setas**: referido a los líquenes; hifas agrupadas formando mechones que se disponen sobre el talo o en el borde de las fructificaciones.
- **Cistidos** : células terminales estériles de hifas que se localizan en el himenio, normalmente entre los basidios, en la superficie del cuerpo fructífero o en ocasiones en la trama.
- **Clamidosporas** : es un tipo de espora de paredes gruesas de varias clases de los hongos. Es una etapa del ciclo vital del organismo que sobrevive en condiciones desfavorables, tales como estaciones secas o cálidas.
- **Conidiosporas** : Un conidio o conidiosporas es una espora asexual inmóvil formada directamente a partir de una hifa o célula conidiógena o esporógena. Aparecen en Ascomycotina, Deuteromycotina y algunos Basidiomycotina. Conidiófora o conidióforo (del griego koni- kóni-ς/-ος polvo + -idio pequeño + -phor(o)- -φορος que lleva) es una estructura microscópica especializada en la producción asexual de miles de esporas llamadas conidias. Se localizan al extremo de hifas las cuales levantan la conidiofora en el aire con el fin de esparcir las esporas con más eficiencia. Algunas conidioforas (en el *Geotrichum candidum*, por ejemplo) son de un filamento, mientras que otras (en el *Trichoderma viride*, por ejemplo) son ramificadas.
- **Esporangiosporas** : Son esporas que se producen dentro de una envoltura denominada esporangio, al romperse el esporangio las esporas salen y al caer en el sustrato adecuado dan origen a nuevas hifas. En este tipo de reproducción el núcleo de la célula madre se divide en varios núcleos, cada uno toma una parte del citoplasma de la célula madre que luego se rodea de una membrana celular, la célula madre se rompe y se liberan varias células hijas.
- **Fiálide**: es la célula conidiógena que desde un extremo origina por brotación y sin aumentar su longitud, los fialoconidios o fialosporas. La pared de la fiálide suele extenderse en el ápice formando un collarín
- **Cariogamia** : Unión de los núcleos de los gametos masculino y femenino después de la fecundación. La unión de los núcleos (cariogamia) es inmediatamente seguida de la meiosis lo que da lugar a cuatro esporas de origen sexual y haploides (las ascóporas o las basidiosporas).
- **Carbones** (ustilaginales) :
- **célula apical** : célula inicial que se distingue con facilidad de sus vecinas por su tamaño y vacuolización.
- **Celulosa** : es el polisacárido encontrado en las paredes de las células de las plantas y en algunos miembros de protistas
- **Cenocíticos**: micelio pluricelular con muchos núcleos dentro de un citoplasma común.
- **Ciclo parasexual** : Ciclo que implica cambios en el número cromosómico, pero que difiere en lugar y tiempo del ciclo sexual; tiene lugar en los hongos cuyo ciclo normal está suprimido o aparentemente ausente.
- **Clamidospora** En hifas vegetativas, principalmente en la porción distal, el protoplasma de cada célula se contrae, se cubre con una pared gruesa, y cuando las paredes maternas se desintegran, ellas salen al exterior.
- **Cleistotecio** : estructura reproductiva de un Ascomycete con forma esférica o semiesférica, que en su interior encierra a las esporas.
- **Conidio**: son las esporas de reproducción asexual producidas por los ascomicetes, es una espora asexual inmóvil formada directamente a partir de una hifa o célula conidiógena o esporógena,
- **Conidios**: es la estructura donde se forman las esporas, surge a partir del conidióforo (está implicado en la reproducción asexual). Ciertas hifas por división mitótica no simétrica (por mitosis no simétrica, de células hijas grandes y células hijas pequeñas). Se completa el estrangulamiento y se forma una primera espora, el contenido de esta espora y por procedimiento igual se forma otra espora, como resultado tenemos hifas con gran cantidad de esporas. La célula distal mantiene su forma, forma luego las células que actúan esporas. El protoplasma resultante se estira y toma el tamaño original de la porción y forma nuevamente otra célula de esporas.
- **Dicarióticas haploides** : hifas con células binucleadas, de la misma polaridad.
- **Dicariótico** : se refiere al micelio en el cual cada célula contiene dos núcleos; los dos núcleos son diferentes, de apareamiento complementario. Los micelios dicarióticos se encuentran únicamente entre los hongos y, en los basidiomicetes, se hallan presentes en la mayor parte del ciclo de vida. También se encuentran en los ascomicetes

- **Diploides:**(2n) son las células que tienen un número doble de cromosomas (a diferencia de los gametos), es decir, poseen dos series de cromosomas.
- **Endógeno** es utilizado por distintas disciplinas para hacer referencia a algo que es originado dentro de una cosa, es lo contrario de Exógeno (fuera de una cosa)
- **Espermagonios** : Estructura fungica tipo matraz que produce esporas, que pueden funcionar como gametos masculinos
- **Espora** : designa una célula reproductora generalmente haploide y unicelular. La reproducción por esporas permite al mismo tiempo la dispersión y la supervivencia por largo tiempo (dormancia) en condiciones adversas. La espora produce un nuevo organismo al dividirse por mitosis sin fusión con otra célula, produciendo un gametofito pluricelular
- **Esporangio**: son las estructuras de reproducción asexual en las cuales son producidas las esporas.
- **Esporocarpio** : también llamado cuerpo fructífero o cuerpo de fructificación) es una estructura multicelular sobre la que se forman otras estructuras productoras de esporas
- **Eucariotas** :Se denominan a todas las células que tienen su material hereditario, fundamentalmente su información genética, encerrado dentro de una doble membrana, la envoltura nuclear. Organismos con núcleos verdaderos.
- **Fíbula** : también llamada conexión —o unión— en fíbula, en abrazadera o *clamp* (del inglés, *clamp connection*), es un estructura que se encuentra en muchas especies de basidiomicetos y que se produce entre dos células binucleadas adyacentes de una misma hifa. Contribuyen a que durante la mitosis de una célula con dos núcleos (A y B), las copias de ambos núcleos (A' y B') se mantengan en la nueva célula.
- **Gametangio** : son las estructuras de reproducción sexual en las que se forman los gametos.
- **Gametos**, son las células sexuales haploides de los organismos pluricelulares originadas por meiosis a partir de las células germinales o meiocitos (células diploides). células sexuales masculina y femenina que al unirse forman el cigoto de las plantas y de los animales
- **Gametos:** células sexuales masculina y femenina que al unirse forman el cigoto de las plantas y de los animales
- **Haploide** : es una célula que contiene un solo juego de cromosomas o la mitad (n, haploide) del número normal de cromosomas en células diploides (2n,diploide).
- **Heterotálico** : Que pertenece a un micelio con hifas diferentes, es decir, que requieren hifas distintas para formar una zigospora; se aplica a hongos y algas.
- **Heterótrofos** : (del griego *hetero*, otro, desigual, diferente y *trofo*, que se alimenta), en contraste con los organismos autótrofos, son aquellos que deben alimentarse con las sustancias orgánicas sintetizadas por otros organismos
- **Hifas:** son elementos filamentosos cilíndricos característicos de la mayoría de los hongos. Están constituidos por una fila de células alargadas envueltas por la pared celular que, reunidas, forman el micelio.
- **Himenio** : es la parte fértil del basidiocarpio de los basidiomicetos y de los ascocarpos de los ascomicetos. Es el componente fértil y bien estructurado situado en la parte más exterior de la seta donde se generan las esporas.
- **Holomorfo:** el hongo completo, incluyendo todas las formas anamorfas (asexual) y teleomorfas (sexual) de reproducción.
- **Homotálico** : Autofértil. Término referido a una especie que para su reproducción sexual precisa únicamente un talo, que por tanto es autocompatible. La fecundación se realizará por unión de dos gametos provenientes del mismo talo.
- **Leptocistidios** : cistidios de paredes delgadas, lisos con contenido citoplasmático homogéneo, no tienen origen en la trama y son fácilmente diferenciables de los basidios.
- **Meiosis** : es una de las formas de la reproducción celular. Este proceso se realiza en las glándulas sexuales para la producción de gametos. Es un proceso de división celular en el cual una célula diploide (2n) experimenta dos divisiones sucesivas, con la capacidad de generar cuatro células haploides (n).
- **Micelio** : es la masa de hifas que constituye el cuerpo vegetativo de un hongo. El micelio no puede soportar la deshidratación y tienen que estar protegido en el interior de algo, de manera que únicamente su parte reproductora sale al exterior.
- **Mitosis** : (del griego *mitos*, hebra) es un proceso que ocurre en el núcleo de las células eucarióticas y que precede inmediatamente a la división celular, consistente en el reparto equitativo del material hereditario (ADN) característico.
- **Monocarióticas haploides** : hifas que tienen un solo núcleo de una sola polaridad.
- **Monocariotidos** : que tienen un solo núcleo. Monocariótico se refiere a un micelio en el cual cada célula contiene un núcleo haploide y los núcleos de todas las células son idénticos.El micelio monocariótico es característico de las primeras etapas de vida de los ascomicetes y de los basidiomicetes; resultan de la germinación de conidios o de ascosporas (en ascomicetes) o de basidiosporas (en basidiomicetes).
- **Oidios** Cualquier hifa vegetativa (es fragmentada en cada septo), pueden originarse; sin previa transformación de las hifas, se forman los septos, se separan las hifas y cada pedazo de segmento actúa como una espora, pudiendo conservar en algunos casos la morfología que tenía y en otros redondean esta característica la posee la mayoría de los patógenos.
- **Peritecio** : son cuerpos fructíferos con forma de pera y con una abertura para la salida de las ascosporas. Generalmente se producen sobre el tejido vegetal colonizado por el hongo.
- **Picnio:** Estructura semejante a un picnidio, producida por un talo haploide, que sirve para la reproducción. En su extremo lleva hifas receptivas y produce picniosporas embebidas en una sustancia azucarada
- **Protista** : reino denominado Protoctista por L. Margulis y K. Schwartz, es el que contiene a todos aquellos microorganismos eucariontes que no pueden clasificarse dentro de alguno de los otros tres reinos eucarióticos: Fungi (hongos), Animalia (animales) o Plantae (plantas).
- **Quitina** : deriva de la palabra griega chiton χιτών, que significa *túnica*, haciendo referencia a su dureza. La quitina es uno de los componentes principales de las paredes celulares de los hongos, del resistente exoesqueleto de los artrópodos.
- **Roya** (pucciniales, uredinales) : es un hongo telyomicetes que presenta una serie de pústulas de color naranja sobre la cara de atrás (envés) de las hojas y los tallos. En verano, viran a negro. Las hojas atacadas terminan por caer y la planta se debilita. En ramas y brotes nuevos pueden aparecer unas manchas rojas.

- **Saprotitos** : dependencia que muchos organismos, llamados *saprótrofos*, tienen para su nutrición de los residuos procedentes de otros organismos, tales como hojas muertas, cadáveres o excrementos, o madera en descomposición.
- **Septo**, del (lat. *septum*, tabique, pared), a veces transcrito *septum* o *séptum* es una pared que divide de un modo completo o incompleto una cavidad o estructura en otras más pequeñas.
- **Talo** : Cuerpo vegetativo pluricelular característico de muchas algas y hongos. Puede existir algún grado de especialización entre las células, pero no hay tejidos diferenciados. Parte vegetativa, cuerpo asimilador del hongo. Puede tener una estructura miceliar, células levuriforme u otras unidades vegetativas, plasmodium.
- **Talofitas** son plantas pluricelulares sin ejes foliados ni raíz.
- **Teleomorfo**: estadio reproductivo sexual (*morfo*), típicamente desarrolla un cuerpo de fructificación
- **Tricogino** : prolongación receptora del ascogonio o estructura que contiene el gameto femenino en los hongos ascomicetos
- **Uncinulación** : Proceso por el cual una hifa dicariótica y heterocariótica, hifa ascógena, permite dividirse en células manteniendo la heterocariosis en cada una de las células hijas.

Hongos

Diferencia entre plantas y hongos

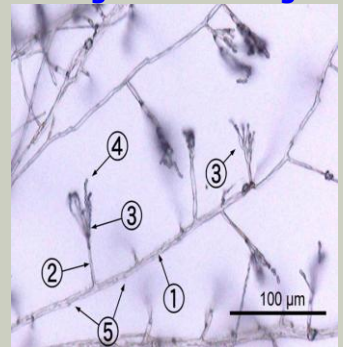
Existen numerosas diferencias entre plantas y hongos, tanto a nivel macroscópico como celular. Los hongos carecen de clorofila y de tejidos vasculares especializados. Son organismos eucarióticos y su nutrición es heterótrofa, es decir, no pueden sintetizar su propio alimento como las plantas (autótrofas). Al microscopio aparecen diversas diferencias a escala celular entre hongos y plantas, como por ejemplo la presencia en los hongos de una membrana celular compuesta de quitina (en los vegetales está principalmente compuesta de celulosa, no de quitina que es propia de las células animales), la utilización de glucógeno en vez de almidón como sustancia de reserva (también aquí separecen más a los animales que a las plantas), o la existencia de varios núcleos de distintas polaridades en su ciclo reproductivo (esta característica los separa definitivamente tanto de las plantas como de los animales).

Generalidades

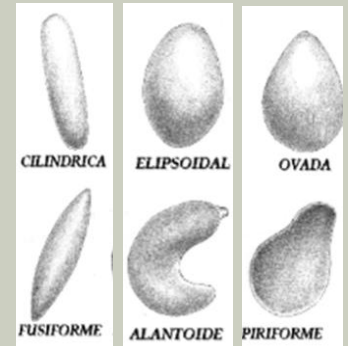
Los hongos son vegetales primitivos que pertenecen al grupo de las *talofitas*, son carentes de clorofila lo que les obliga a vivir en este caso puntual de forma parásita de la madera (Rodríguez 1998). Estos hongos pueden ser: pudridores o manchadores de la madera.

Los hongos son organismos multicelulares, es decir que pueden ser unicelulares o pluricelulares, que se alimentan mediante la absorción, estos organismos no pueden sintetizar su propios alimentos, viven sobre otros organismos es por ello que se dicen que son *saprofitos* o *parásitos* y forman líquenes. Los hongos son organismos sin clorofila, por lo que no pueden realizar la función de fotosíntesis, obtienen sus alimentos en forma directa o indirecta, almacenando sustancias nutritivas. Los hongos constituyen un reino independiente llamado **Fungi o Myceteae**, anteriormente se les consideraba como un grupo integrante de las plantas, sin embargo sus características nutricionales y la ausencia de clorofila los hace diferentes al resto de las plantas. Los hongos son organismos **eucariotas**, que producen **esporas**, no tienen clorofila, generalmente con reproducción sexual y asexual. El cuerpo esta compuesto generalmente por filamentos ramificados con pared celular quitinosa. Constituyen uno de los grupos de organismos más importantes para la vida del hombre, ya que son los responsables de gran parte de la descomposición de la materia orgánica aumentando su disponibilidad en el suelo. Pueden ser comestibles, venenosos o psicotrópicos; muchos son patógenos; otros, producen ciertas sustancias beneficiosas o intervienen en procesos de elaboración de algunos comestibles.

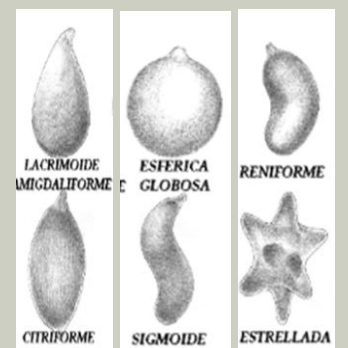
Los **hongos**, organismos que pertenecen al reino de los *protistas* superiores, son aerobios obligados o facultativos. Son *heterótrofos*, es decir que requieren de compuestos orgánicos preformados



Partes de un Hongo
Hifa, (2) Conidióforo, (3) Fiálide, (4) Conidia, y (5) Septas



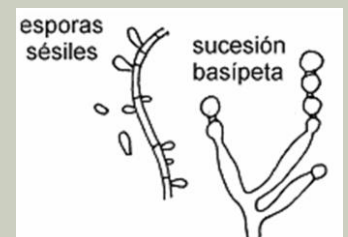
Tipo de Esporas



Tipo de Esporas



Tipo de Esporas



1. Estructuras anaformas con Esporas externas

como fuente de carbono.

Habitano en medios con alta concentración de protones, pH 6,5 a 3,5. La mayoría de los hongos son saprofitos, sólo algunas especies son patógenas para el hombre y los animales. Los hongos pueden cultivarse en el laboratorio. Comparándolos con las bacterias, sus requerimientos nutricionales son más simples.

Un medio de cultivo para hongos requiere:

- **Fuente de carbono:** pueden ser hidratos de carbono como glucosa, que además actúa como fuente de energía.
- **Fuente de nitrógeno:** pueden utilizar compuestos inorgánicos de nitrógeno como cloruro de amonio, sulfato de amonio, nitrato de potasio o compuestos orgánicos simples como urea.
- **Oligoelementos:** Zn, Fe Ca.
- **pH óptimo de crecimiento:** oscila entre 4,5 a 5,5. este pH confiere al medio un carácter selectivo sobre todo cuando se quiere cultivar hongos y éstos se hallan acompañados de bacterias.
- **Temperatura:** crecen entre 37 y 38 °C, algunos se desarrollan a temperatura ambiente.

El medio de cultivo que habitualmente se usa es el Agar Sabouraud.

Morfología de los hongos

Existen dos tipos de hongos: [las levaduras](#) y [los mohos](#).

Las levaduras son hongos unicelulares, que se reproducen por gemación. Las levaduras son generalmente, células mayores que las bacterias, aunque este parámetro puede variar dependiendo de la bacteria y la levadura. Su tamaño es muy variable, este se encuentra entre 1 y 5 micras de ancho y 5 a 30 de largo.

Son ovoides, en general, aún cuando no se descarta la posibilidad de hallarlas esféricas.

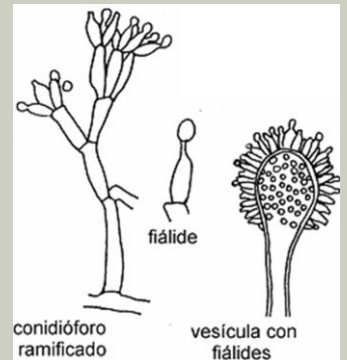
Los mohos son hongos pluricelulares. Estos crecen formando un filamento llamado **hifa**, que puede alcanzar varios m de largo. Las hifas pueden ser tabicadas o continuas. Las tabicadas se dividen en una cadena de células mediante la formación de paredes transversas o tabiques. Las continuas carecen de dichos tabiques. Las hifas crecen por elongación de la punta ó ápice. Durante el crecimiento las hifas se entrelazan densamente constituyendo el **micelio**. Existe un micelio tabicado y uno continuo. Los tabiques presentan orificios que permiten el libre movimiento de citoplasma y sus núcleos.

El organismo completo (micelio) es una estructura cenocítica, esto significa que es una masa citoplasmática continua multinucleada.

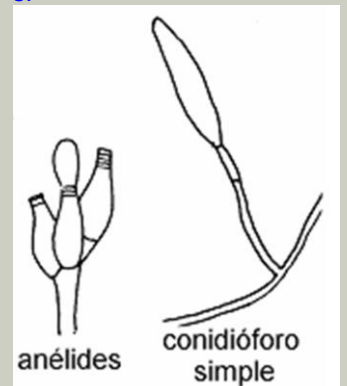
Biología de los Hongos



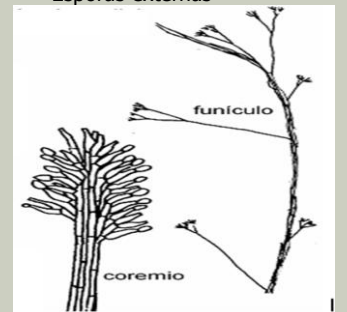
2.



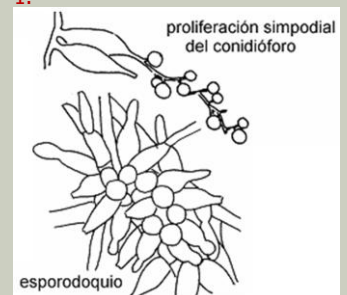
3.



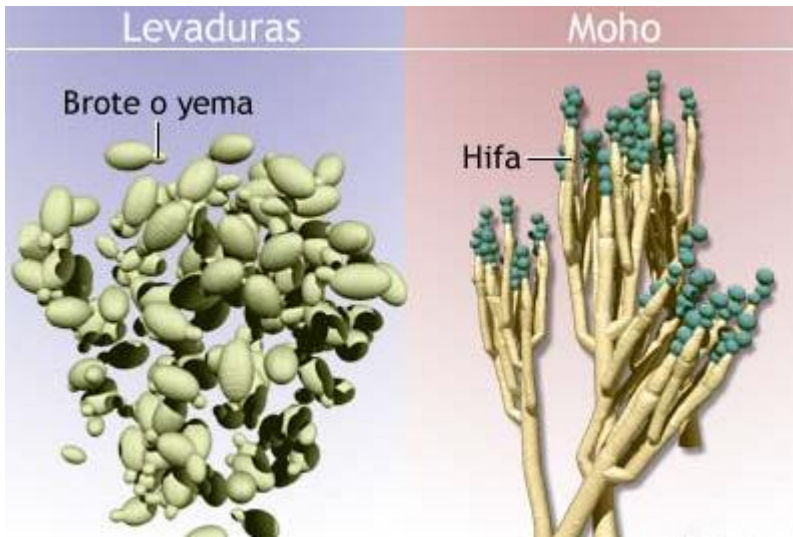
4. Estructuras anafomas con Esporas externas



1.



2.



Morfología de los hongos_Grafico extraido
<http://www.umm.edu/graphics/images/es/19348.jpg>

Hay dos tipos de micelio, de acuerdo a su función:

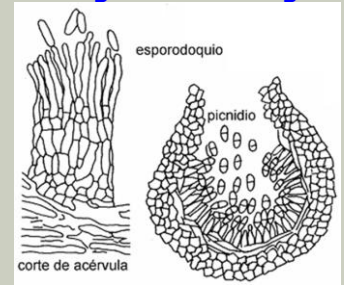
- **Micelio vegetativo:** formado por hifas que penetran en el medio de cultivo o se difunden en la superficie absorbiendo nutrientes.
- **Micelio aéreo:** formado por hifas que se proyectan por encima de la superficie del medio hacia el aire y que presenta la estructura reproductora del hongo, que son las esporas, es el micelio de reproducción. Ciertos hongos, entre ellos varios patógenos para el hombre, presentan dimorfismo, es decir que pueden crecer como levaduras o como mohos, de acuerdo a las condiciones ambientales.

De este modo el micelio aumenta la propia superficie y la propia capacidad de absorción de sustancias nutritivas. El hongo comúnmente dicho, aquel que es recolectado, no es otra cosa que el fruto producido por el micelio cuando las condiciones de humedad y temperatura son favorables. El fruto es más correctamente llamado "carpóforo". También el está constituido por aglomeración de hifas. Como todos los otros frutos, su función es la de la reproducción.

Reproducción de los Hongos

Los hongos producen *esporas*, como medio para asegurar la dispersión de la especie y su supervivencia, en condiciones ambientales extremas. **La espora** es la unidad reproductiva del hongo y contiene toda la información genética necesaria para el desarrollo de un nuevo individuo. Los hongos se reproducen por medio de esporas, las cuales se dispersan en un estado latente, que se interrumpe sólo cuando no se hallan las condiciones favorables para su germinación. Cuando estas condiciones se dan, la espora germina, surgiendo de ella una primera *hifa*, por cuya extensión y ramificación se va constituyendo un *micelio*. La velocidad de crecimiento de las hifas de un hongo es

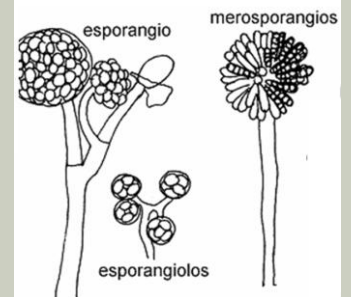
Biología de los Hongos



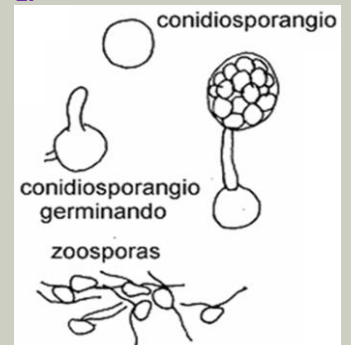
3.



4. Otras Estructuras de conidios



1.

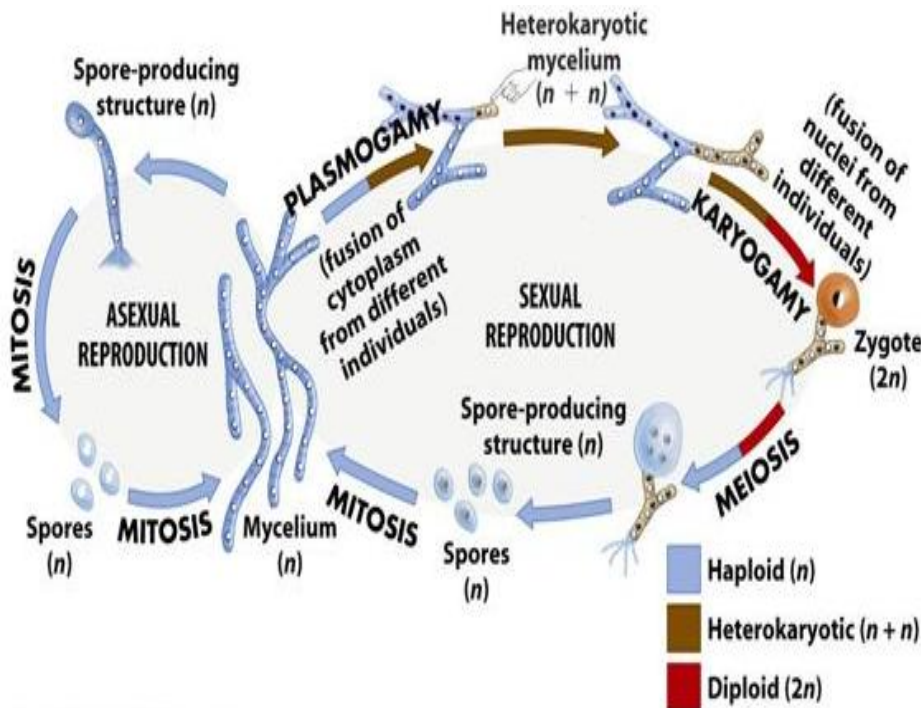


2.



3. Otras Estructuras anamórficas con esporas externas

verdaderamente espectacular: en un hongo tropical llega hasta los 5 mm por minuto. Se puede decir, sin exagerar, que algunos hongos se pueden ver crecer bajo los propios ojos.



Reproducción asexual y sexual de los hongos_Grafico extraido : <http://www.micomania.rizoazul.com/objetos/mico%20intro%205.jpg>

Las esporas de los hongos se producen en *esporangios*, ya sea asexualmente o como resultado de un proceso de reproducción sexual. En este último caso la producción de esporas es precedida por la *meiosis* de las células, de la cual se originan las esporas mismas. Las esporas producidas a continuación de la meiosis se denominan *meiosporas*. Como la misma especie del hongo es capaz de reproducirse tanto asexual como sexualmente, las meiosporas tienen una capacidad de resistencia que les permite sobrevivir en las condiciones más adversas, mientras que las esporas producidas asexualmente cumplen sobre todo con el objetivo de propagar el hongo con la máxima rapidez y extensión posible.

El micelio vegetativo de los hongos, que no cumple con las funciones reproductivas, tiene un aspecto muy simple, porque no es más que un conjunto de hifas dispuestas sin orden. La fantasía creativa de los hongos se manifiesta en la construcción de los *cuerpos fructíferos*, los cuales, sirven para portar los esporangios que producen las esporas.



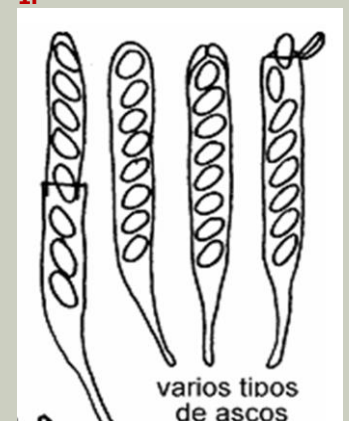
1.



2. Estructura Teleomorfas de Hongos con micelio continuo



1.



2.



3.

REPRODUCCION DE LOS HONGOS

SEXUAL

Las hifas diploides resultante de la unión de dos hifas haploides pueden dar lugar a esporas en unas estructuras tipo asca o tipo basidio

ASEXUAL

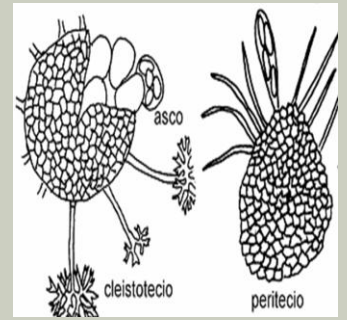
ESPORAS

Las hifas haploides pueden dar lugar por mitosis, a unas esporas llamadas conidios o conidiosporas.

Reproduccion de los Hongos_Grafico extraido
<http://cdn.slidesharecdn.com/reproducciondehongos>

Los hongos pueden llevar a cabo dos mecanismos de reproducción: asexual y sexual.

- Reproducción asexual:** incluye la gemación, la fragmentación y la formación de esporas asexuales. La **gemación** es el mecanismo de reproducción de las levaduras y algunos hongos acuáticos. Aparece en la célula madre un brote o protuberancia a la cual se pasa un núcleo. Ambas células quedan separadas por un tabique, y el brote es separado por ruptura. La espora pequeña que se genera se llama *blastospora*. Estas esporas se presentan en el género *Candida spp*. La fragmentación consiste en que las hifas se segmentan dando células rectangulares de paredes gruesas, la espora que se genera se llama artrospora, característica del género *Coccidioides spp*, donde las artrosporas producen pequeños apéndices que favorecen la dispersión. Las **esporas asexuales** pueden ser *clamidosporas*, *conidiosporas* o *conidios* y *esporangiosporas*, son características para cada especie. Por ejemplo el género *Penicillium spp* presenta conidiosporas.



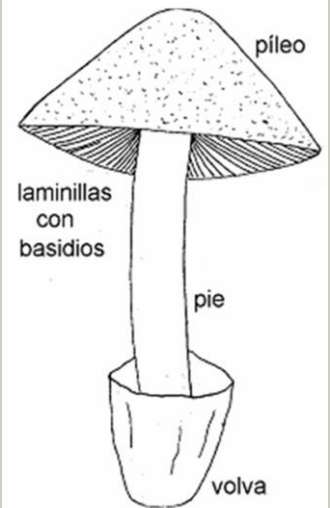
4. Estructuras teleomorfas con Meisporas internas



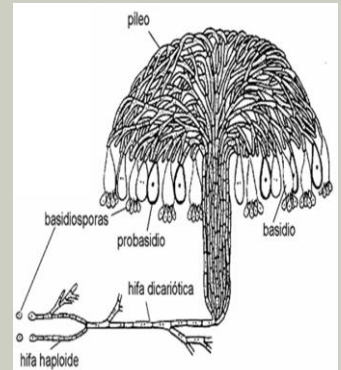
Cuerpo Fructifero



Cuerpo Fructifero

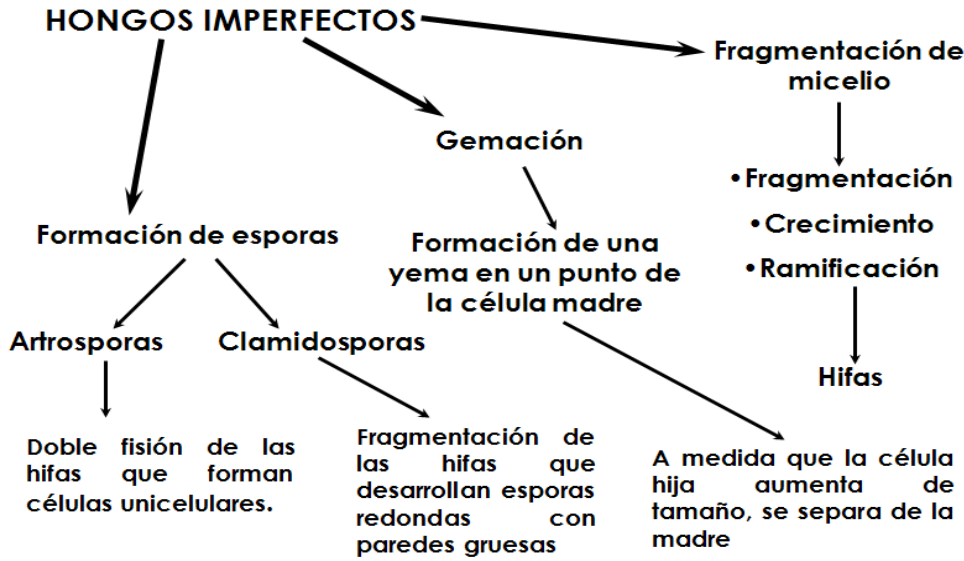


Basidioma



Basidioma

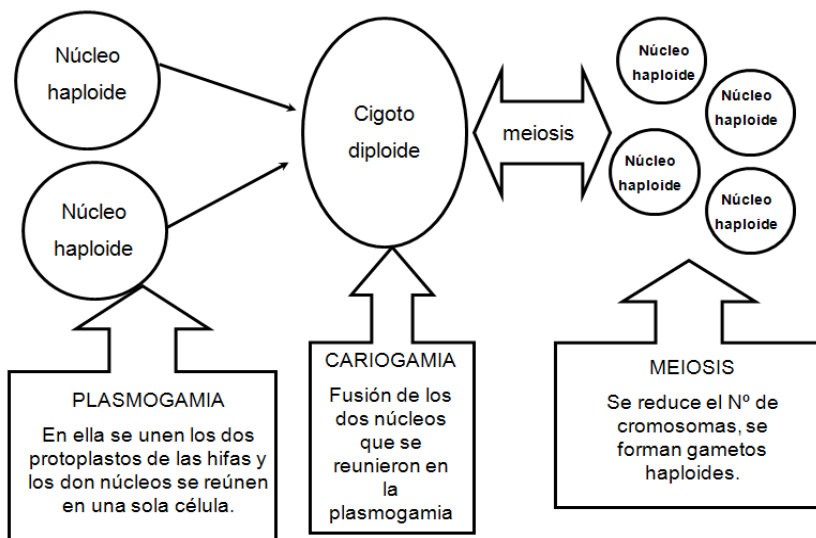
REPRODUCCION ASEJUAL



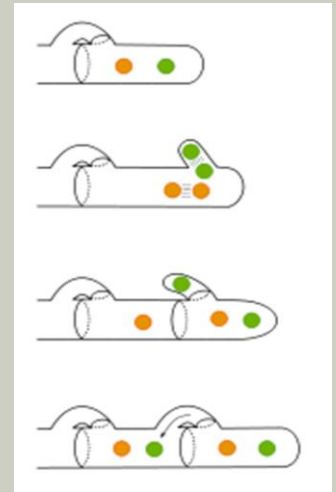
Reproducción asexual de los Hongos y de los Hongos imperfectos_Grafico extraido_
<http://cdn.slidesharecdn.com/reproducciondehongos>

- **Reproducción sexual:** se lleva a cabo cuando faltan nutrientes en el medio o cuando las condiciones de crecimiento se vuelven adversas, en cambio si en el medio existen nutrientes y las condiciones son óptimas el hongo lleva a cabo la reproducción asexual. La reproducción sexual supone la unión de dos núcleos, proceso por el cual se forman las esporas sexuales, de las que existen tres tipos: *zigosporas*, *ascosporas* y *basidiosporas*. Las esporas de los hongos son en general mas sensibles a los agentes físicos y químicos que las esporas bacterianas, y entre las esporas de los hongos, las sexuales son más resistentes que las asexuales.

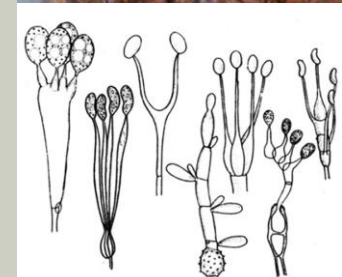
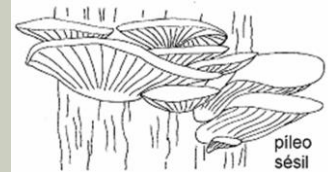
REPRODUCCION SEXUAL



Reproducción Sexual de los Hongos_Grafico extraido_
<http://cdn.slidesharecdn.com/reproducciondehongos>



Clamp connections_Fibula Basidiomicetes



Basidios_tipos

Existen hongos que sólo llevan a cabo la reproducción asexual, son los **hongos imperfectos** o **fungi imperfecti**.

Los hongos se clasifican en hongos macroscópicos y hongos microscópicos. Después de las últimas modificaciones hechas en el Congreso Internacional de Micología de 1994, donde se han introducido cambios, ha quedado finalmente el siguiente ordenamiento.

Reino Fungi: Clasificación general de los Hongos

- **Phylum Chytridiomycota**, carecen de hifas verdaderas
- **Phylum Zygomycota**, poseen hifas canocíticas
- **Phylum Ascomycota**, hifas septadas
- **Phylum Basidiomycota**, hifas septadas
- **Phylum Deuteromycota**, hongos imperfectos, hongos asexuales

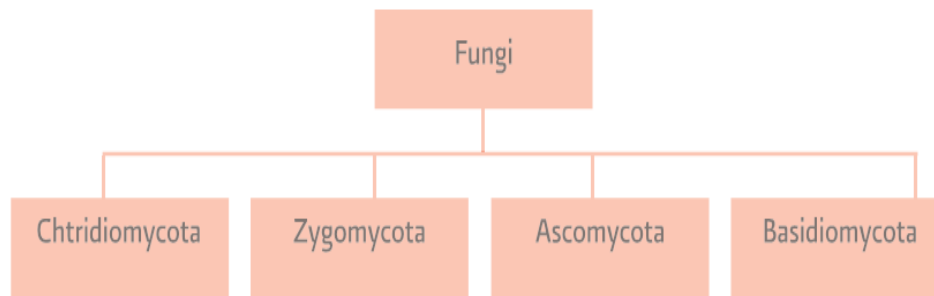


Grafico extraido : **Clasificación general del reino Fungi o Myceteae**_Manual para la Protección contra el deterioro de la Madera Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo_Autor Dr. José Cruz de León_Director Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera (2007-2011)_Jefe del Laboratorio de Conservación y Preservación de la Madera (LACOPREMA)_Edificio D, Planta alta, C. U._58140 Morelia, Mich., México_www.fitecma.umich.mx_www.umich.mx

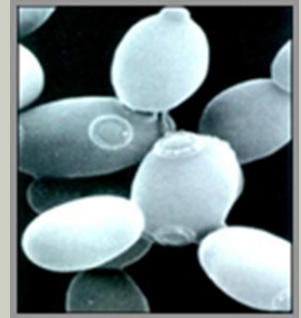
HIFA

Es la unidad vegetativa en la estructura de los hongos. Su forma es filamentosa y de tipo tubular con paredes celulares, pudiendo presentar tabiques (*hifas septadas*) o no (*hifas aseptadas*), y que contienen en su interior citoplasma, una sustancia transparente similar a la clara de huevo junto con pequeñas estructuras con morfologías y funciones determinadas denominadas organoides.



Esquema de una hifa (sección apical): **D**, dictiosoma; **ER**, retículo endoplasmático; **L**, cuerpo lipídico; **M**, mitocondria; **MI**, microcuerpos; **N**, núcleos; **R**, ribosomas; **V**, vesícula citoplasmática; **VA**, vacuola; **W**, pared celular

Hongos cotidianos



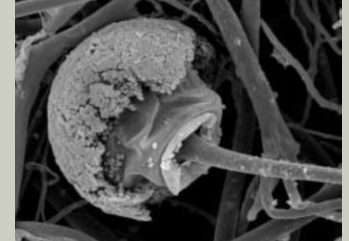
Levadura del vino_ fermentacion alcoholica_ *Saccharomyces cerevisiae*_germacion_ ascomyceto



Levadura del pan_ *Saccharomyces cerevisiae*_germacion



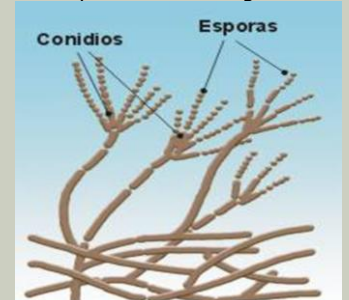
Levadura de la Cerveza Fermentacion Alcoholica *Saccharomyces cerevisiae*_germacion



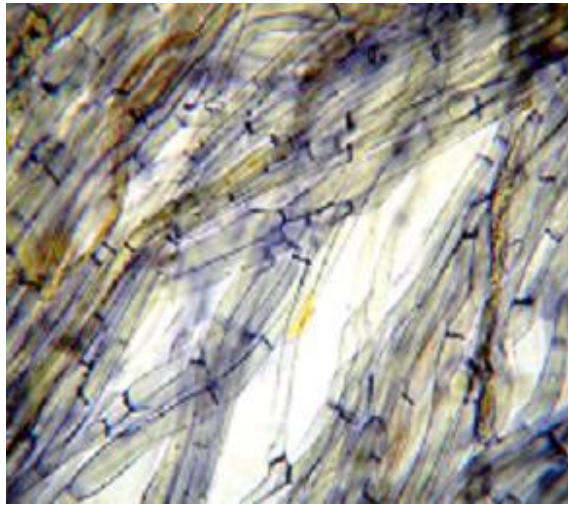
*Rhizopus stolonifer*_moho del Pan_ Zygomyceto



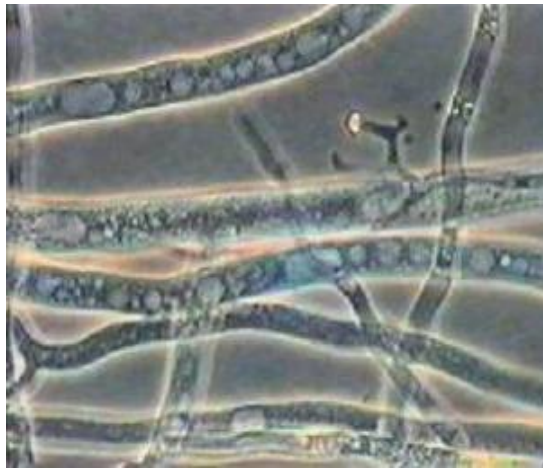
*Rhizopus stolonifer*_ Zygomyceto



Penicillium_conidio_ ascomyceto



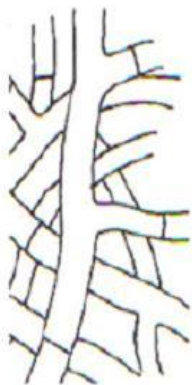
Hifas septadas



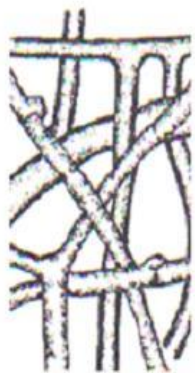
Hifas no septadas

Tipo de Hifas_ Grafico extraido :

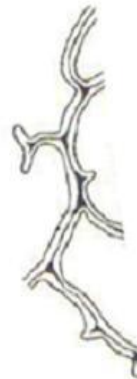
<http://www.micomania.rizoazul.com/objetos/micro%20%20tipos%20de%20hifas.jpg>



Hifas generativas



Hifas esqueléticas



Hifas envolventes

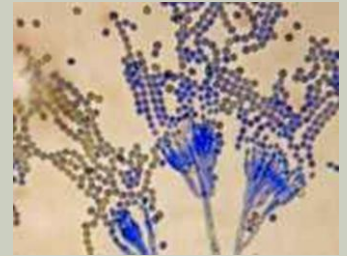
Tipo de Hifas_ Grafico extraido :

<http://www.micomania.rizoazul.com/objetos/micro%20%20tipos%20de%20hifas.jpg>

Hongos cotidianos



Penicillium notatum_ conidio
Ascomiceto



Penicillium chrysogenum_Peniclina
ascomiceto



Penicillium roqueforti_Queso
roquefort_conidio_ascomiceto



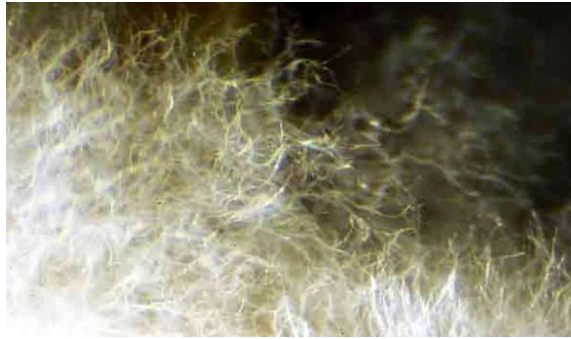
Esporas Penicillium_ascomycota



Aspergillus flavus_infecciones vias
respiratorias humanas_Ascomycota



Stachybotrys atra_manchas de
humedad_conidio_ascomycota



Micelio_ Grafico extraido :

<http://www.micomania.rizoazul.com/objetos/micro%205%20tipos%20de%20hifas.jpg>

Los que deterioran a la madera (hongos xilófagos) se encuentran en el **phylum *Ascomycota* y *Basidiomycota*** de las **clases *Basidiomycetes* y *Ascomycetes*** así como de sus formas imperfectas, **los *Deuteromycetes***.

Los hongos no producen clorofila por lo que son incapaces de elaborar su propio alimento a partir de la luz solar, se ven obligados a depender de otros organismos vivos o muertos; para llevar a cabo esta función actúan como saprofitos (material orgánico muerto como madera) o parásitos (organismos vivos).

Los que afectan a la madera en servicio en edificios, son saprófitos. El ciclo de vida de los hongos comienza con las esporas, las cuales son dispersadas por el viento, la lluvia o por animales y germinan cuando encuentran un sustrato (madera) con condiciones de humedad y de temperatura adecuadas. De las esporas emergen las hifas (células tubulares con diámetros entre 2 y 10 μm) que son las que degradan la madera, ya que se alimentan de las sustancias de reserva del interior de las células y segregan enzimas que descomponen la pared celular permitiendo ser asimiladas por éstas. Posteriormente las hifas aumentan en número y tamaño formando el **micelio** que puede desarrollarse internamente o externamente en el sustrato. Finalmente se forma el **cuerpo fructífero** del hongo, el cual es característico de cada tipo y es el que observamos macroscópicamente. Este cuerpo fructífero tiene la capacidad de volver a emitir esporas al exterior, por lo que se cierra así su ciclo biológico.

Los hongos actúan cuando la madera se encuentra expuesta a altos contenidos de humedad; por ejemplo madera en contacto con el suelo (como postes, durmientes y columnas) o cuando las condiciones permiten en el tiempo de lluvias la humidificación excesiva como en cabezas de vigas, zapatas y arrastres. Una madera será más sensible a la acción de los hongos cuanto mayor sea su grado de humedad. La madera con un 20% de humedad está expuesta al ataque de hongos, y con un 30% de humedad, éstos se encuentran en un ambiente óptimo donde desarrollarse. Los almidones y azúcares, así como algunos de los elementos de las paredes celulares, constituyen su principal fuente de

Hongos cotidianos



*Stachybotrys atra*_manchas de humedad_conidio_ascomycota



*Rhizopus nigricans*_Moho blanco del pan_zygomycota



*Rhizopus nigricans*_Fruta deteriorada_zygomycota



*Trichoderma*_ascomycota



*Trichoderma harzianum*_Control patogenos_conidio_Ascomycota

Hongos en las viviendas con problemas de humedad :

- *aspergillus* spp
- *alternaria* spp
- *acremonium* spp
- *cladosporium* spp
- *dreschlera* spp
- *epiccocum* spp
- *penicillium* spp
- *stachybotrys* spp
- *trichoderma* spp

nutrientes. Los hongos pueden desarrollarse en la superficie o en aberturas tales como grietas sobre maderas en condiciones de conservación muy desfavorables: humedad relativa muy alta, mala ventilación, contacto directo con la tierra, etc.

Ascomycetes (del griego *askos*, significa saco)

Generalidades

Es el grupo más numeroso de eumycota con aproximadamente 28.500 especies, su micelio es septado por septos simples, y producen ascas o ascos que son meiosporangios microscópicos unicelulares, que forman ascosporas que son esporas de origen sexual. Su formación está precedida por el final de la dicariofase y en su interior se produce la cariogamia y la meiosis. La fase de las ascas, corresponde a la fase sexual, el teleomorfo, que se corresponde con la reproducción perfecta. Muchos ascomycetes se reproducen por conidios (mitósporas, dispersadas por el viento), esta fase se llama anamorfo que es la fase asexual o imperfecta de reproducción.

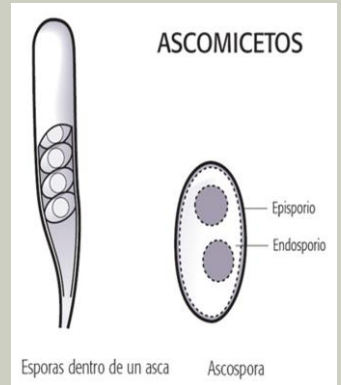
El **anamorfo** más el **teleomorfo** forman el **holomorfo** o ciclo completo, las fases pueden estar separadas en el espacio y en el tiempo o pueden faltar. En deuteromicetos sólo se da anamorfo y es un grupo imperfecto.

Ciclo biológico

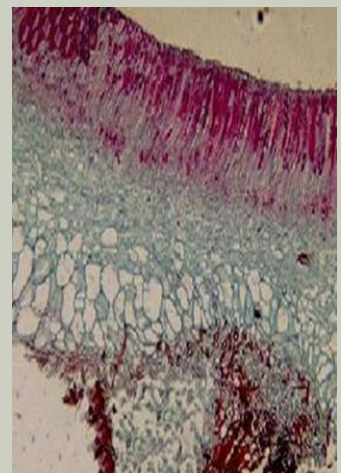
El **ciclo de un ascomyceto** típico:

1. La **ascospora** (fruto de la reproducción sexual) genera un micelio, que genera a su vez un conidio, fruto de la reproducción asexual y que también genera micelio.
2. En la fase sexual, se forman gametangios en el micelio de distintas polaridades, los ascomycetes también son homoheterotálicos. Del anteridio se forma un filamento llamado tricógina que va al ascogonio que procura la plasmogamia y el traslado de núcleos.
3. En el **ascogonio** se produce el apareamiento de núcleos distintos, sin cariogamia (sin fusión), para formar hifas dicarióticas (micelio septados con 2 nucleos).
4. Se producen abultamientos que son pares de núcleos que forman hifas ascógenas (forman ascas) y se produce la división conjugada de núcleos.
5. La dicariofase es corta y se forman las ascas por uncinulación (División celular) después de la cual ocurre una cariogamia (Unión de nucleos) y tras ésta una meiosis. Así una meiosis da cuatro ascosporas.

Ascomycetes



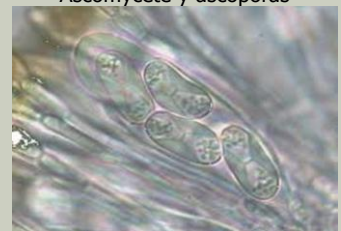
Esporas dentro de un asca Ascospora



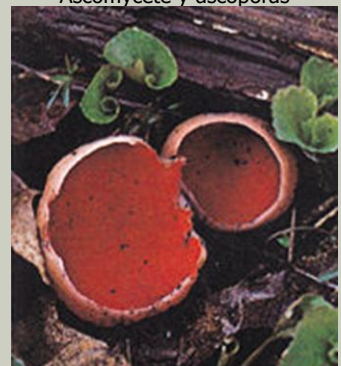
Asca



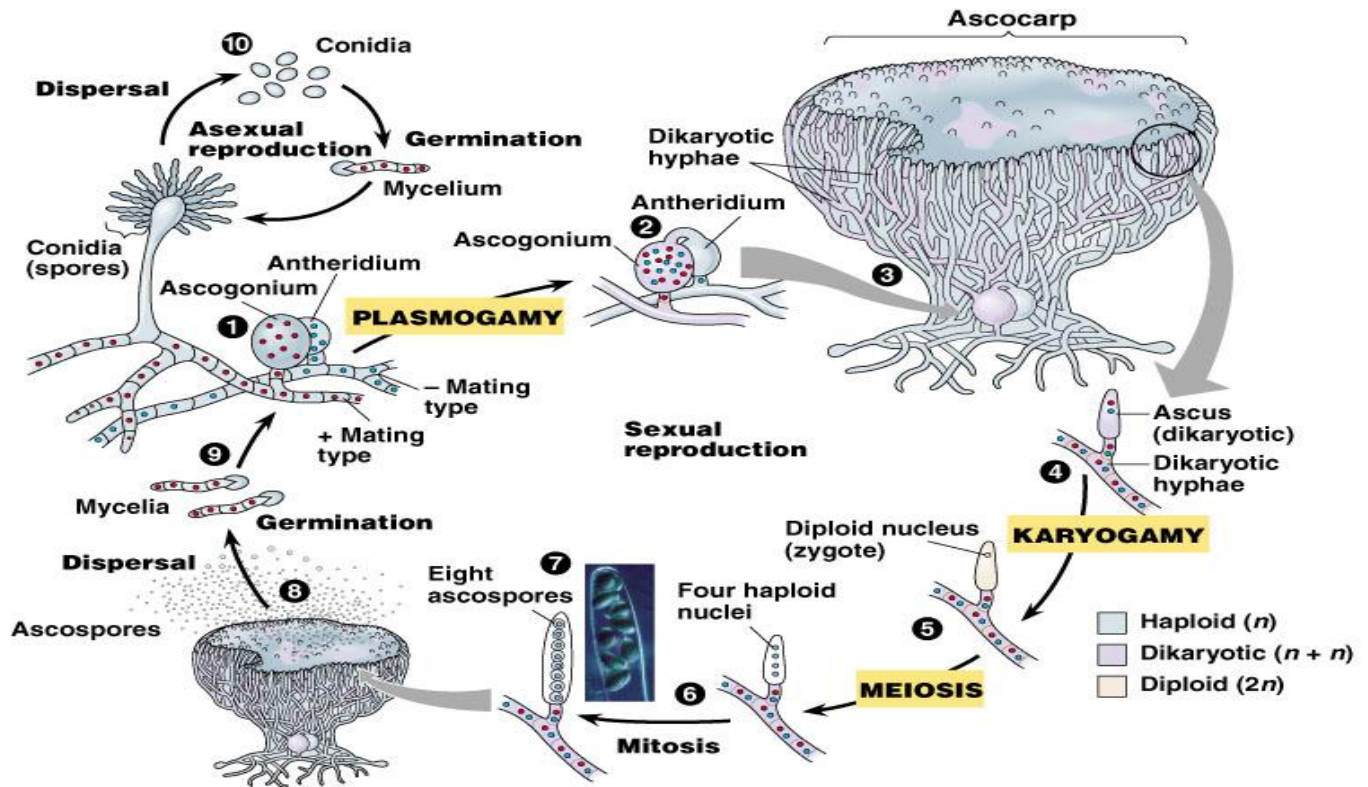
Ascomycete y ascosporas



Ascomycete y ascosporas



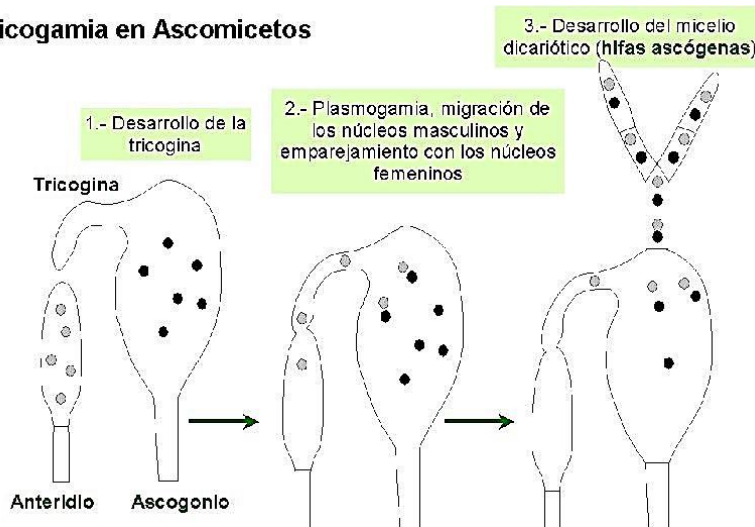
Sarcocypha coccinea sobre madera dura_ ascomycete



Ciclo de vida Ascomycota

Grafico extraido : <https://encrypted-tbn2.google.com>

Tricogamia en Ascomicetos



Reproduccon sexual Ascomycota: Plasmogamia y micelio binucleado (Dicariorfase), hifas ascogenas.

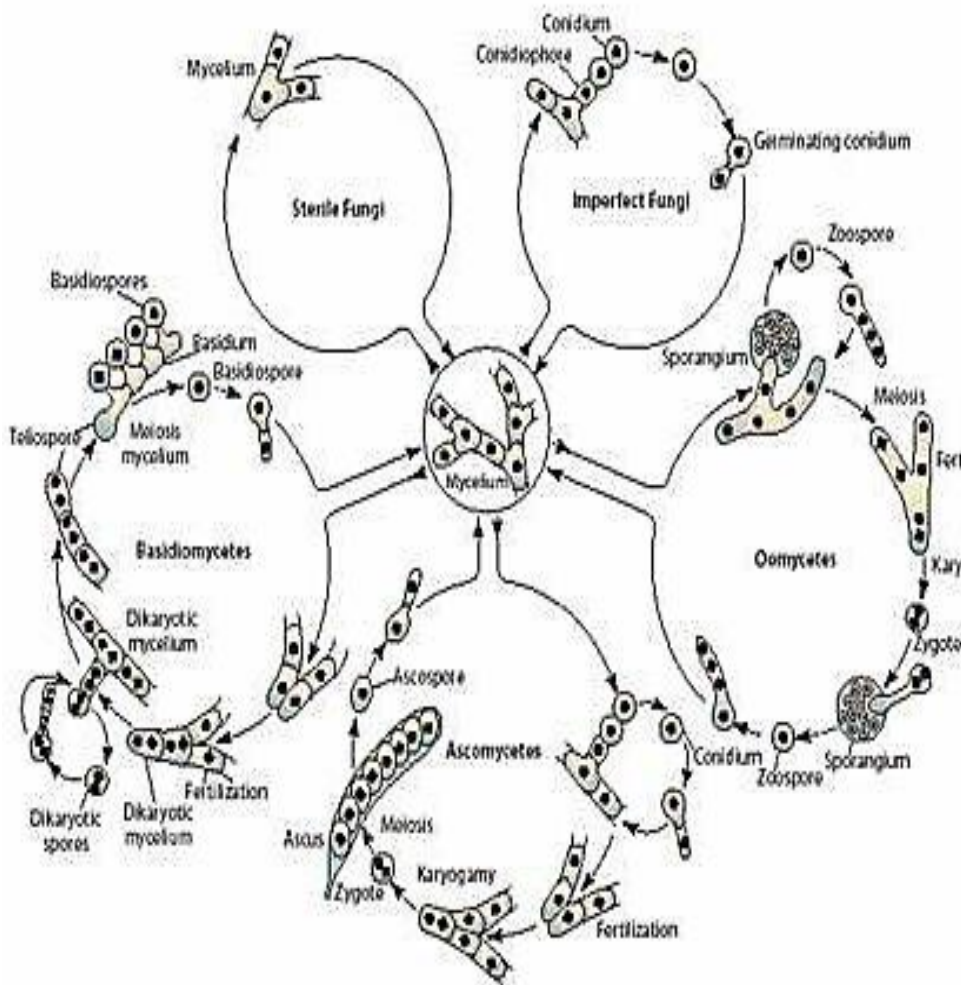
Grafico extraido : <http://www.aloj.us.es/carromzar/botanica1/tricogamia.JPG>

El Ciclo Nuclear

La reproducción sexual en los hongos tiene lugar mediante la unión de dos protoplasmas (plasmogamia), que origina una célula bi o multinucleada conteniendo núcleos de los dos progenitores (dicarion o heterocarion), seguida de la fusion de los dos núcleos (cariogamia) y de la meiosis, que de nuevo restablece el estado haploide.

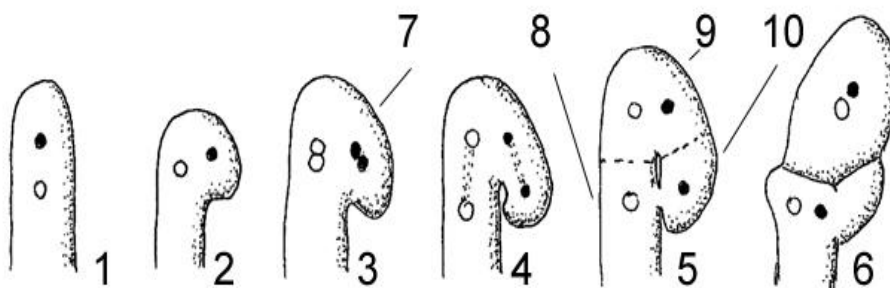
El ciclo reproductivo se efectúa, por tanto, pasando por tres fases nucleares: haploide, dicariótica (heterocarión) y diploide.

Hongos de la madera de Chile



Ciclo nuclear general de los Hongos_Grafico extraido

http://ocwus.us.es/produccion-vegetal/sanidad-vegetal/tema_23/images/pic002.jpg



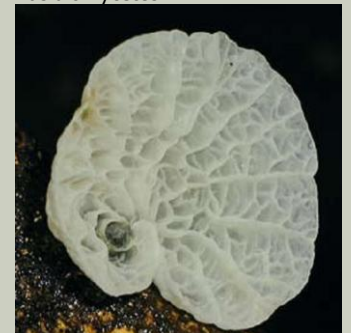
Uncinulo_hifa ascogena y Cariogamia dentro del Cuerpo fructífero_Ascomicetes
Grafico extraido:

http://www.plantasyhongos.es/bw/ascosporogenesis_01a.jpg

El primer paso para la reproducción sexual es la plasmogamia, o fusión de células o estructuras reproductoras. En las levaduras, la plasmogamia ocurre por copulación de gametos. En los ascomicetos más complejos se da por medio de contacto entre un anteridio y un ascogonio, por espermatización (unos espermacios llegan hasta el ascogonio a través una prolongación de éste llamada tricógina), o bien por simple somatogamia. En cualquier caso, la cariogamia (fusión de los núcleos para dar uno diploide)



Calocera cornea_Dacrymycetales
Basidiomycetes



Campanella alba_Agaricales
Basidiomycetes



Chondrostereum purpureum_
Polyporales_Basidiomycetes

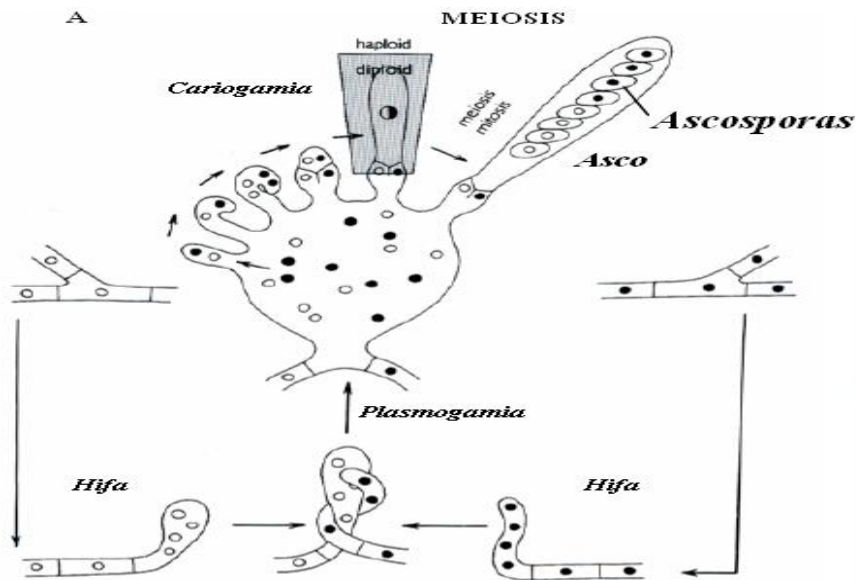


Clavaria acuta_Cantharellales
Basidiomycetes



Coriolus versicolor_Poriales
Basidiomycetes

no ocurre inmediatamente después de la plasmogamia, sino que se da lugar a unas hifas dicarióticas (con dos tipos diferentes de núcleos), llamadas hifas ascógenas. Éstas crecen mediante formación de uncínulos, hasta que en un momento dado en una célula terminal (apical) ocurre la cariogamia, convirtiéndose en la célula madre del asco. Seguidamente ocurre la meiosis, y los 4 núcleos resultantes se convierten en 8 tras una mitosis. Cada núcleo se rodea de citoplasma y pared, y da lugar a una ascóspora, hay especies que no presentan las 8 típicas ascósporas, algunas pueden abortar o, por el contrario, dividirse aún más.



Plasmogamia_Cariogamia_Meiosis_Mitosis_ascosporas dentro del cuerpo Fructifero_Grafico extraido : *Biología General de los Hongos_German Hermosilla D.*

Tipos de ascas

La clasificación se basa en criterios morfológicos, según su pared y su liberación.

- **Ascas prototunicadas:** tienen una pared fina y simple. Las ascosporas se liberan por lisis.
- **Ascas unitunicadas:** tienen dos paredes llamadas exo y endotúnica soldadas. Las ascosporas se liberan gracias a un opérculo (tapadera), se llaman también ascas orperculadas debido a que tienen su poro apical modificado, también hay inorperculadas.
- **Ascas bitunicadas:** tienen dos paredes, la exotunica es rígida mientras que la endotúnica es flexible. La liberación de las ascosporas se produce por diversos mecanismos como la rotura exotúnica.



Asca unitunicada



Asca bitunicada



Asca prototunicada

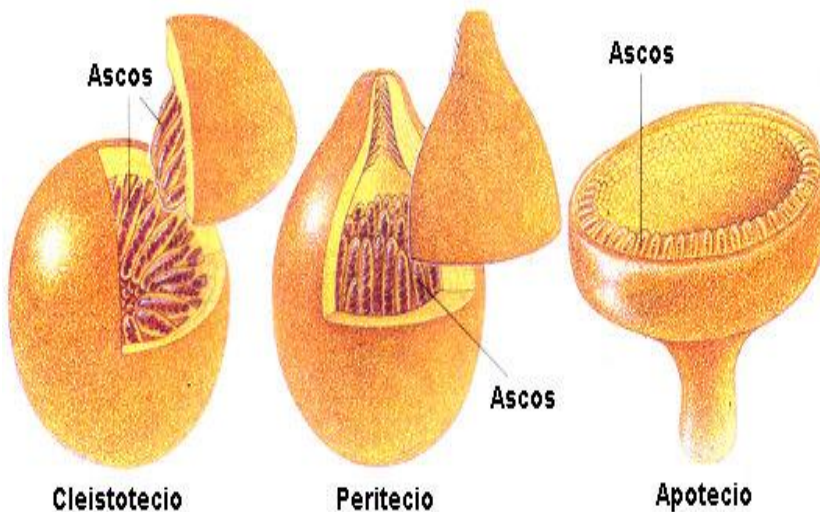
Tipo de ascas Grafico extraido :

<http://www.biologia.edu.ar/fungi/image-hongo/ascocarpos.jpg>

Cuerpos fructíferos

Las ascas pueden formarse desnudas pero generalmente lo hacen en los ascocarpos que son los cuerpos fructíferos. Esto ayuda así a una reproducción eficaz. Están formados por hifas estériles que protegen a las hifas ascógenas y favorecen la maduración de las ascas y las ascosporas. A la parte fértil donde se encuentran las esporas se llama himenio. Existen dos tipos de cuerpos fructíferos según su formación:

1. **Ascohimiental:** están formados por hifas monocarióticas, y según la cavidad donde estén las ascas se clasifican en:
 - **Cleistotecios:** son pequeños y cerrados y en su interior están las ascas que para salir al exterior lo hacen mediante ruptura.
 - **Peritecios:** Están más o menos cerrados excepto el ostiolo, tienen forma de botella.
 - **Apotecios:** Están abiertos en forma de copa.
2. **Ascolocular.** Las hifas que forman el **cuerpo** fructífero se inician antes de la fecundación y las hifas ascógenas crecen a través de cavidades lóculos o ascomas que se forman posteriormente. Los cuerpos fructíferos se llaman pseudotecios y poseen también forma de botella con abertura preformada, y con "tapadera", el ostiolo.



Cuerpos Fructíferos (ascocarpos)_ Grafico extraido :
<http://www.biologia.edu.ar/fungi/image-hongo/ascocarpos.jpg>

Se llama **perifisis** al conjunto de hifas estériles y **parafisis** son las zonas donde se forman las ascosporas. Se llama **amatecio** al conjunto de perifisis, parafisis y pseudoparafisis.



Lenzites betulina_Polyporales
Basidiomycetes



Favolaschia sp_Agaricales
Basidiomycetes



Flammulina velutipes_ Agaricales
Basidiomycetes



Galiella coffeata_ Pezizales
Ascomycetes

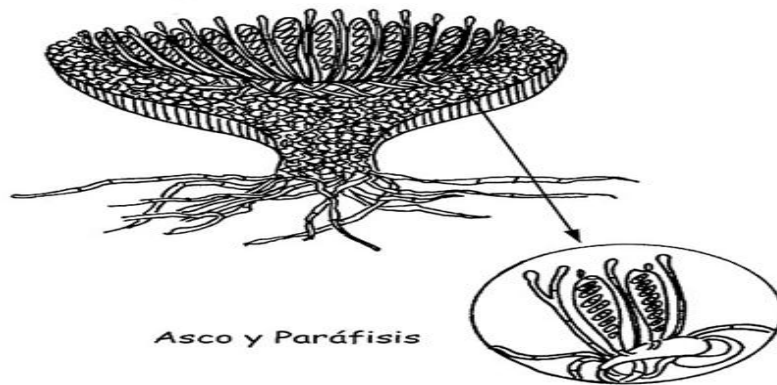


Ganoderma australe_ Polyporales
Basidiomycetes

Substratos

Muchos son saprofiticos, viven sobre materia vegetal muerta. También son parásitos sobre todo de vegetales. Los más importantes son los *oidios* del Orden de los **Erysiphales**. Atacan plantas herbáceas y árboles produciendo unas manchas blancas. Son la parte micobionte de los líquenes.

Clase Ascomycetes



Ciclo de vida Ascomicota

Grafico extraido : *Biología General de los Hongos_German Hermosilla D.*

Basidiomicetes

Generalidades

Son los hongos más desarrollados, con 16.000 especies. Su micelio es septado, haploide, y normalmente dicariótico. Su pared celular está formada por **quitina** y sus septos son simples o con doliporos. La mayoría tienen cuerpos fructíferos muchos de ellos macroscópicos, son las setas. Su dicariofase es larga y se produce por *clamp-connections* o *fíbulas*. Los basidios son meiosporangios al igual que las ascas, producen en su exterior basidiosporas, esporas de origen sexual, sobre pedúnculos o esterigmas. Algunos forman rizomorfas.

Ciclo biológico

1. Germinan las **basidiosporas** y dan lugar a un primer micelio monocariótico.
2. Las **hifas** compatibles de distinta polaridad y distinto origen se encuentran se anastomosan, plasmogamia, y se forma el segundo micelio dicariótico.
3. Los núcleos de distinto origen se unen de forma conjugada, de manera que las células hijas mantienen los dos núcleos distintos.
4. En la mayoría de basidiomicetos, la división celular y de núcleos va acompañada de la formación de fíbulas, para asegurar el reparto de núcleos y por tanto la dicariofase.
5. Se forma así un micelio dicariótico de larga duración que se diferencia y forma, en la mayoría de los grupos, cuerpos fructíferos basidiomas, basidiocarpos o "setas".

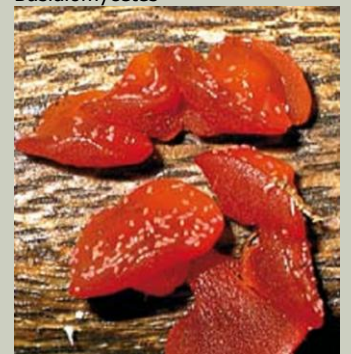
Hongos de la madera de Chile



Grifola garga_ Polyporales
Basidiomycetes



Gymnopilus spectabilis_Agaricales
Basidiomycetes



Heterotextus alpinus
Dacrymycetales_Basidiomycetes

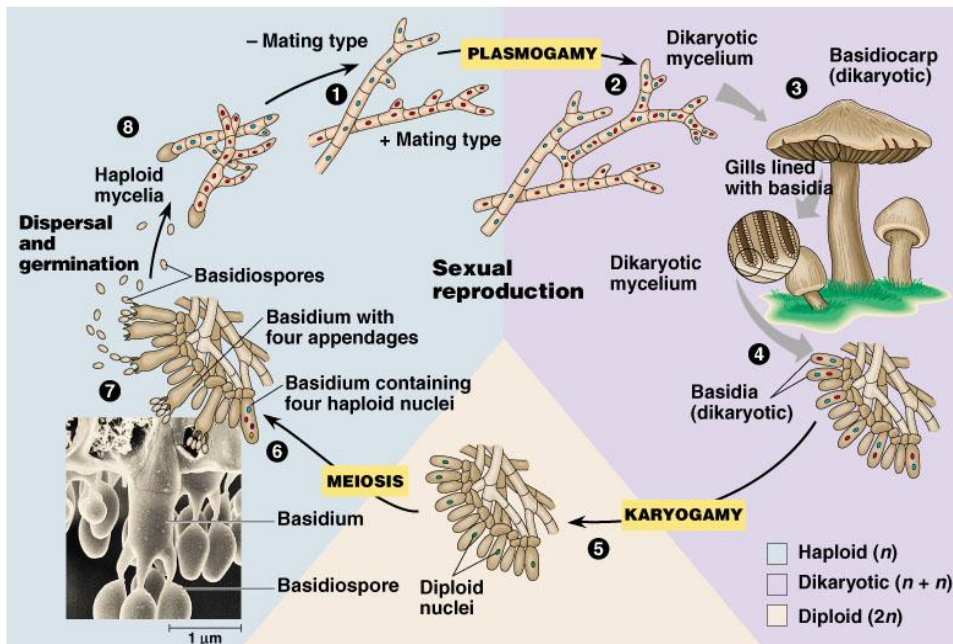


Marasmiellus alliiodorus_
Agaricales_Basidiomycetes

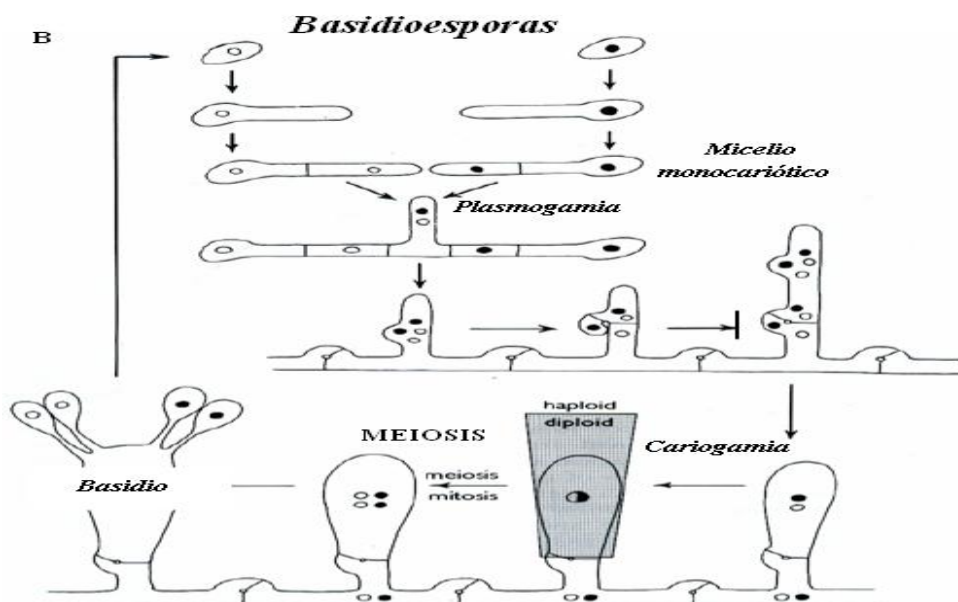


Mycena chusqueophila
Agaricales_Basidiomycetes

- En el **himenio** se forman los basidios y maduran las basidiosporas.
- Los basidios se forman a partir de una célula terminal (Célula apical) del micelio dicariótico.
- La célula sufre una cariogamia, meiosis y se producen en consecuencia cuatro núcleos .
- Al exterior del basidio en desarrollo se forman normalmente cuatro esterigmas a los que migran los núcleos, con lo que las basidiosporas maduran en el exterior del meiosporangio a diferencia de las ascosporas.

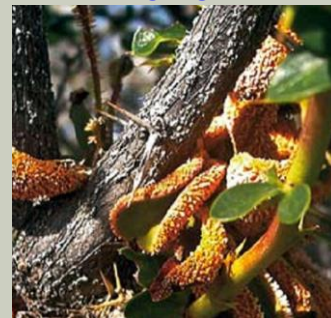


Ciclo de vida Basidiomycota_Grafico extraido : <https://encrypted-tbn2.google.com>



Ciclo de vida Basidiomycota_dentro del Cuerpo Fructifero Grafico extraido : *Biología General de los Hongos_German Hermosilla D.*

Hongos de la madera de Chile



*Aecidium magellanicum*_Roya
Uredinales_Urediniomycetes



*Agrocybe cylindracea*_Agaricales
Basidiomycetes



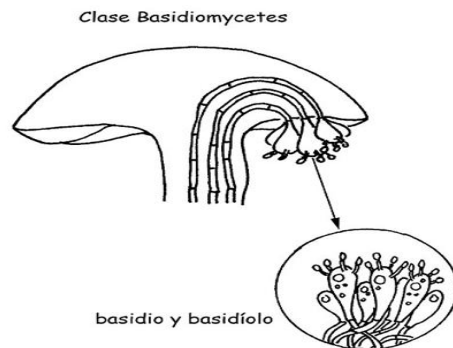
*Aleurodiscus vitellinus*_Russulales
Basidiomycetes



*Anthracophyllum discolor*_Agaricales
Basidiomycetes



Armillaria sp._Agaricales
Basidiomycetes



Basidiomycota_ Grafico extraido : *Biología General de los Hongos_German Hermosilla D.*



Partes de un Basidiomycetes_grafico extraido
<http://www.micomania.rizoazul.com/objetos/mico%20hongos4.jpg>

Basidiocarpo

- Partes del basidiocarpo: pie o estípite; píleo o sombrero.
- Restos del desarrollo: escamas (sobre el píleo); anillo (velo parcial), volva (velo universal).

El **himenio** es la parte fértil formada por basidios e hifas que son células estériles (cistidios) puede estar en forma de laminas, poros o agujas. Está lo que se llama **subhimenio** (hifas), y la trama que es una disposición característica de las hifas. Tienen tres tipos de desarrollo, gimnocárpico en el que no hay velo ni capa; pseudoangiocárpico, con velo parcial que al romperse queda en el pie del anillo y Hemiangiocárpico, que es un velo universal que cuando se rompe queda como volva y como escamas.

Las esporas, que se esparcen a través del aire, del agua o de los excrementos que evacuan los animales que las han comido (lugar extremadamente propicio para desarrollar un micelio), pueden permanecer inactivas durante varios años, hasta que encuentran el momento propicio para germinar. Cuando llega este momento, lo harán formando el micelio. Las setas solamente se reproducen cuando las condiciones de temperatura y humedad son las ideales.



Crepidotus mollis_ Agaricales
Basidiomycetes



Crucibulum crucibuliforme
Agaricales_Basidiomycetes



Cyathus striatus_Agaricales
Basidiomycetes



Cyttaria darwinii_Helotiales
Ascomycetes



Cyttaria espinosae_Helotiales
Ascomycetes



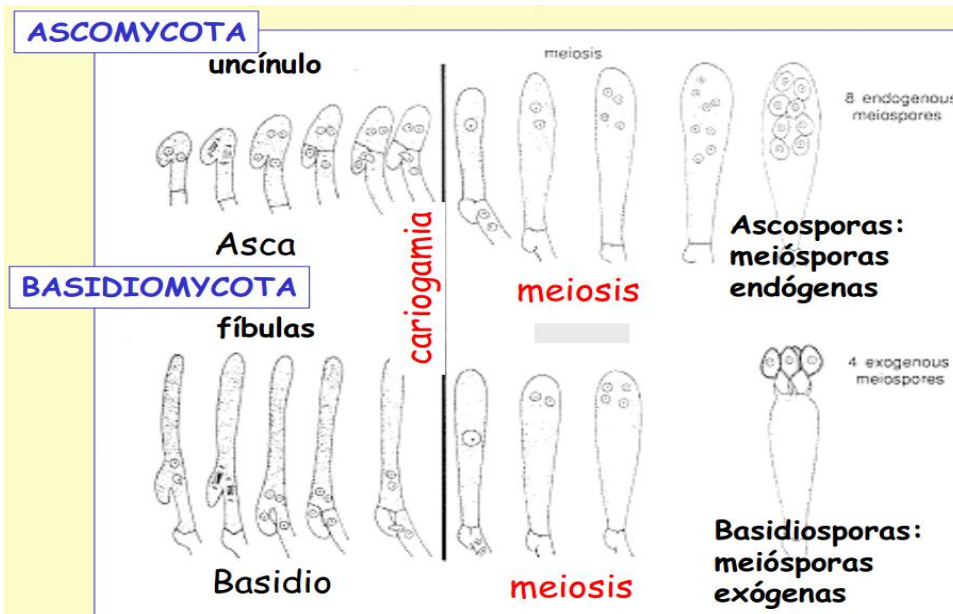
CICLO DE CRECIMIENTO DE UNA SETA

Grafico extraido :

<http://www.micomania.rizoazul.com/objetos/mico%20hongos5.jpg>

Tipos de basidios

Existen dos tipos de basidios: **holobasidios** y **fragmobasidios**. Los holobasidios son típicos sin tabiques que poseen cuatro esterigmas apicales. Los fragmobasidios se dan sólo en algunos grupos y tienen tabiques transversales o longitudinales. Pueden tener esterigmas en distintas posiciones o puede no haberlos.

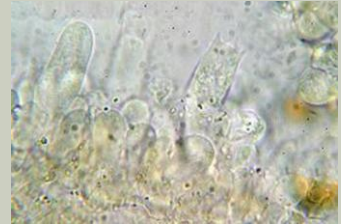
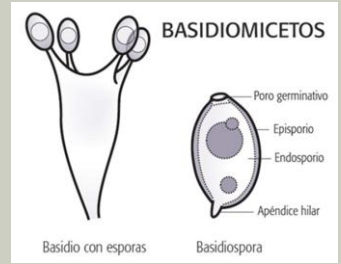


Comparacion de Cariogamia _Meiosis _Mitosis _Ascomicetes y Basidiomicetes
Grafico extraido : www.aulados.net Paloma Cubas

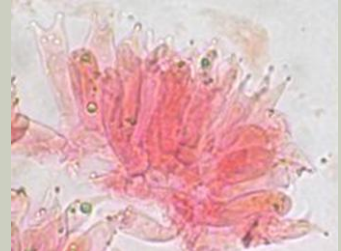
Deuteromicetes

Son hongos imperfectos que no tienen o no se conoce su fase formadora de ascas, es decir, no tienen o no se conoce el cuerpo fructífero. De ordinario, se trata de hongos de los filos Ascomycota y Basidiomycota que se reproducen asexualmente. Muchos tienen la fase asexual de los ascomicetes y su fase sexual no se conoce y pudiera ser que la hayan perdido y tengan un ciclo parasexual. Son unos hongos tan simples que es difícil elegir una característica para diferenciarlos y finalmente se hace en base a los **conidios** y su formación que todos comparten.

Basidiomicetes



Basidios



Basidios bisporico



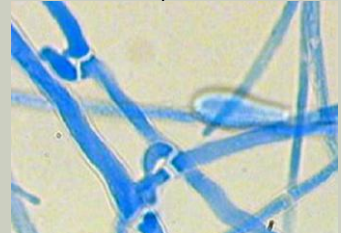
Basidios trisporico



Basidios tetrasporico



Basidios hexaesporico



Clamp conexión_Fibula

Se encuentran principalmente en el suelo y por lo tanto atacan a maderas en servicio enterradas o cercanas al suelo. Algunos Deuteromycetes que atacan la madera son *Trichoderma viride*, *Scytalidium lignicola*, *Paecilomyces variotii* y *Fusarium sp.* También pertenecen a este phylum *Penicillium sp* y *Aspergillus sp*

Características de los conidios

Su pigmentación cuando están vacíos y cuando maduran cambia con lo que hay que estudiar los conidios maduros que es cuando adquieren la pigmentación. Según la forma, el número de células y de tabiques existen los siguientes tipos:

- **ameroconidios:** son los más abundantes, son unicelulares y su forma es elíptica o esférica.
- **didimoconidios:** son bicelulares.
- **helicoconidios y stauroconidios:** son muy raros, los primeros tienen forma helicoidal y los segundos tienen apéndices. Se encuentran deuteromicetos bien adaptados al medio acuático, las formas extrañas les sirven para flotar.
- **fragmaconidios:** tienen forma de tabiques en escalera.
- **scolecoconidios:** son muy largos y muy finos son quince veces más largos que anchos.

La taxonomía basada en la forma de los conidios es bastante arbitraria y gracias a la evolución y a la técnica se realiza en base a la conidiogénesis.

Conidiogénesis

Es el proceso de formación de los conidios. A partir de una célula conidiógena, derivados directos del micelio septado en una zona especializada, se forma el conidio. Pueden estar sujetadas por conidióforos que son hifas modificadas o no.

Tipos de conidiogénesis:

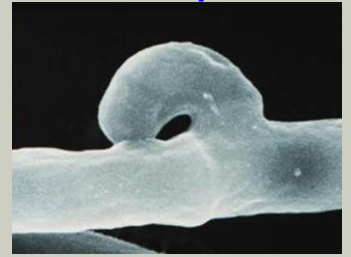
- **Tálica:** se forma a partir de una célula preexistente en el micelio.
- **Blástica:** el conidio se forma primero y después el tabique por estrangulación.

Los conidios pueden liberarse al romper generando una cicatriz tálica y se llama liberación rexolítica. Pueden separarse a través del tabique que se llama esquizolítica y se da en los de tipo blástica.

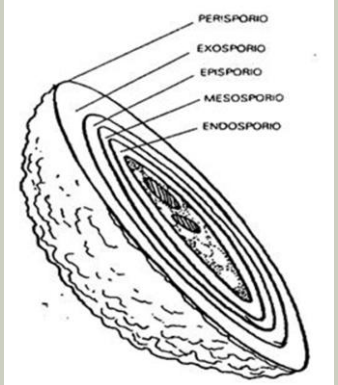
Según su disposición pueden clasificarse en:

- **Dispersos:** se encuentran libremente.
- **Agrupados :**
- **Sinnemas :** que son agrupaciones columnares.
- **Esporodoquios:** que son agregaciones pulvinulares, es decir, en forma de almohadilla, en estos dos casos los conidios se encuentran en la parte de arriba para facilitar su dispersión.

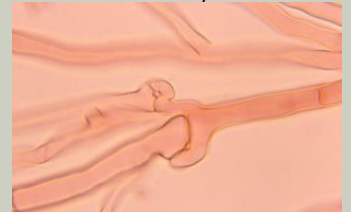
Basidiomycetes



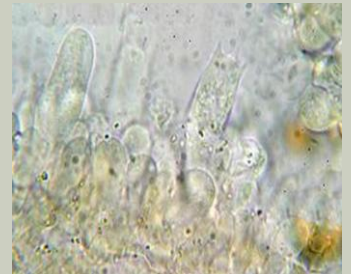
Clamp conexión Fibula



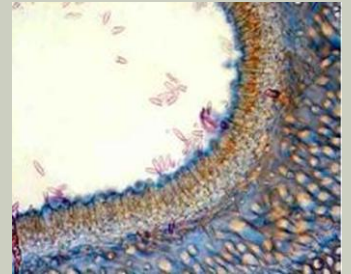
Estructura Basidiospora



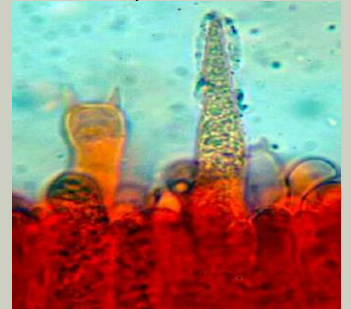
Hifas con fibulas



Basidio con laminas



Basidios con poros



Leptocistidio

- **Estromas:** que son masas de hifas en el interior del organismo huésped.

Cuerpos fructíferos: las estructuras donde se forman los conidios se llaman conidiomas y son de varios tipos: acérvulos, son una masa plana de hifas más conidios rodeados por tejidos del organismo huésped, son intraepidérmicos o subcuticulares; picnidios tienen forma de botella, están incluidos dentro del sustrato como por ejemplo en el interior de las plantas, están rodados por hifas y poseen ostíolo para la liberación de los conidios. De todas maneras existen intermediarios.

Substratos

Son poco conspicuos pero muy abundantes. Poseen todos los modos de vida: saprotrofos, necrotrofos, biotrofos y otros.

Son parásitos importantes de plantas, animales, el hombre. Al ser parásitos de insectos y nemátodos son utilizados en el control biológico. Se utilizan en importantes transformaciones industriales alimentarias y farmacéuticas como los antibióticos. Los medios de cultivo son muy específicos para algunos, otros se pueden cultivar y algunos otros pueden dar cultivos puros.

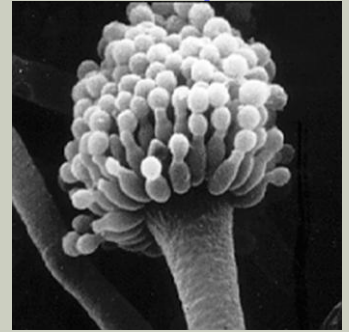


Terminación inferior del Himenio de las setas

Grafico extraido :

<http://www.micomania.rizoazul.com/objetos/mico%20hongos5.jpg>

Deuteromycetes



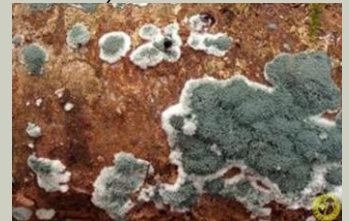
Conidiosforo y conidios
Aspergillus sp.



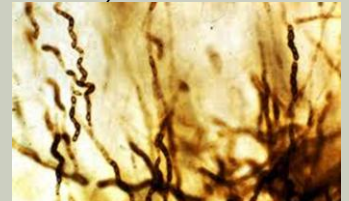
Conidiosforo y conidios



Trichoderma viride
Deuteromycetes



Trichoderma viride
Deuteromycetes



Scytalidium lignicola
Deuteromycetes



Paecilomyces variotii
Deuteromycetes



*Fusarium sp.*_Deuteromycetes

Pudriciones causadas por los hongos

En términos generales, hay dos tipos de pudriciones y deterioros que se encuentran en los árboles en pie, y que pueden trasladarse a maderas en servicio cuando se cumplen las condiciones necesarias para la colonización fúngica.

- a) Pudriciones blancas.
- b) Pudriciones café u oscuras.

Las especies que causan pudriciones café son relativamente pocas comparadas con las causantes de pudrición blanca, en Norte América existen aproximadamente 1,700 especies de Basidiomycetes degradadores de madera (Gilbertson, 1984). De ellas, solo 120, o sea el 7% causan pudrición café. La mayoría de hongos causantes de pudrición café, esto es, cerca de 79 especies que representan un 65%, son *Polyporaceos*.

Las pérdidas por hongos de la pudrición del duramen ha sido el problema más grande en Norte América cuando el manejo del bosque se concentró principalmente con rodales viejos en crecimiento. Otro problema importante en rodales de segundo crecimiento es causado por un pequeño número de *Polyporaceos* que habitan el suelo como patógenos pudridores de la raíz. Unos pocos Polyporaceos que causan pudrición del duramen en troncos de árboles vivos son patógenos que invaden el floema matándolos y causando cánceres en árboles vivos. Los árboles son debilitados en este punto y pueden romperse por acción del viento

De acuerdo con el lugar de la célula de la madera donde se alimentan, algunos autores los clasifican en: mohos, hongos cromógenos y hongos de pudrición. Estos últimos producen tres tipos de pudriciones: parda o cúbica, blanca y blanda. Sin embargo, otros autores solamente los clasifican en: cromógenos (se alimenta del lumen) y de pudrición (se alimenta de la pared celular).

Los Aphyllphorales son el grupo más amplio de hongos degradadores de la madera y son de los más importantes económicamente ya que atacan entre el 15-20% de la madera en pie, así como la madera estructural de barcos, minas, casas, puentes, etc pueden presentar pudrición por hongos y casi un 90% de esta la causan hongos en forma de repisa. Sin embargo, estos hongos son necesarios al reciclar la materia orgánica indispensable en el suelo de los bosques (Sung Jung, 1987). La mayoría de ellos son hongos causantes de pudrición café como en el caso de: *Meruliporia incrassata* y *Gloeophyllum trabeum* causantes de la pudrición en las casas. Los hongos causantes de pudrición blanca se localizan principalmente en latifoliadas como por ejemplo: *Trametes versicolor* y *Trametes hirsuta* (Arora, 1997). El término "degradadores de madera" se refiere a un grupo capaz de utilizar la madera como alimento, al digerir con enzimas la lignina y celulosa de las paredes celulares (Gilbertson, 1980).

Madera y descomposición

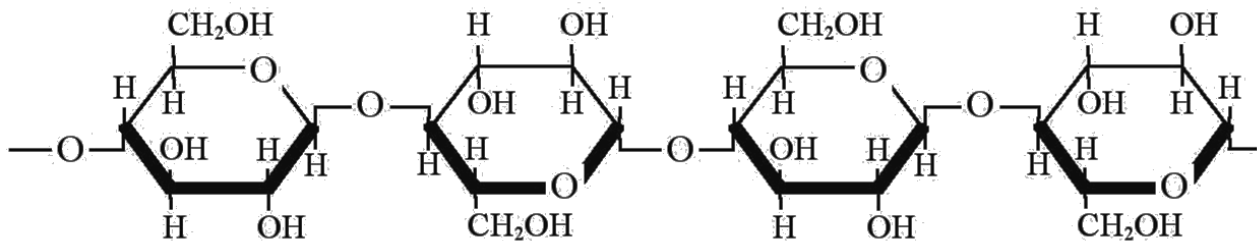
Los bosques representan aproximadamente el 27% del área terrestre en el mundo, y en estos, la madera es el producto comercial predominante (Martínez et al. 2005), siendo un material valioso de gran valor e importancia en la economía mundial. Este es usado extensivamente como material estructural, combustible o materia prima de la industria en muchos países. Como fuente de material renovable está disponible en grandes cantidades a precios relativamente bajos (Zabel & Morrell 1992). Como material estructural la madera tiene una gran fuerza por unidad de peso. Es una fuente de energía conveniente y una de las más baratas fuentes de celulosa y sus derivados para la industria química. Los patrones de color y textura de las maderas son muy usadas para la decoración (Zabel & Morrell 1992).

La madera es uno de los materiales más resistentes a la degradación biológica, y su resistencia, se debe a su organización anatómica y a su composición química. Esta se compone

principalmente de celulosa (40-50% peso seco), hemicelulosas (25-40%) y lignina (20-35%), con muy bajos niveles de azúcares disponibles que pueden ser atacados por protozoos, bacterias y hongos de diferentes grupos taxonómicos. Tiene un muy bajo contenido de nitrógeno (en general, una relación C:N de 500:1) y un bajo contenido de fósforo. También contiene componentes potencialmente tóxicos para los hongos. En árboles latifoliados generalmente se encuentran *taninos*, mientras que en coníferas se encuentran *compuestos fenólicos* como *terpenos*, *estilbenos*, *flavonoides* y *tropolones* (Deacon 2002).

Los componentes estructurales de la pared celular forman las fuentes de carbono disponible para el crecimiento de los hongos en la madera. Los principales componentes son celulosa, hemicelulosa y lignina, cada una de las cuales pueden ser utilizadas por diferentes tipos de hongos (Rayner & Boddy 1988).

La celulosa, es el polímero individual más importante de las plantas, constituyendo entre el 40% y 50% de la pared celular de la planta madura. Consiste en un único monómero, la glucosa. Una molécula de celulosa consiste en cadenas lineales de alrededor de 3.000 unidades de glucosa, que pueden encontrarse al azar (celulosa amorfa) o en apretadas microfibrillas (celulosa cristalina) (Wainwright 1995).



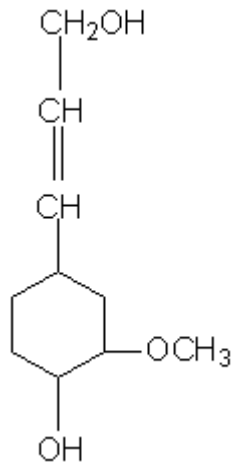
Molécula de Celulosa_Grafico extraido : <http://2.bp.blogspot.com>

La hemicelulosa, es otro de los componentes estructurales de la pared celular de la madera constituye un grupo de heteropolisacáridos altamente ramificados. Constituyen el 25-30% de la composición total de la madera (Alexander 1980). La hemicelulosa es parte estructural del material de las paredes de las plantas terrestres y de agua dulce y, de la cascarilla externa (salvado) de las semillas, cereales íntegros y frutas. Está compuesta por diversos azúcares como: pentosas (xilosa y arabinosa), hexosas (manosa, glucosa y galactosa), ácidos urónicos (ácido glucurónico y galacturónico) y galactanos en madera de las ramas de ciertos árboles. Se ha sugerido que las hemicelulosas, en asociación con la celulosa, determina la organización de la lignina (Kirk & Cullen 1998).

La lignina, es el segundo polímero natural más abundante en el planeta después de la celulosa. Sin embargo, es más resistente a la descomposición que la celulosa. La molécula de la lignina es un polímero complejo tridimensional formado por tres bloques principales, los cinnamil alcoholes, que tienen una estructura fenil-propano (C₆-C₃) :

- coniferil alcohol.
- sinapil alcohol
- cumaril alcohol.

Estos están unidos bien por uniones -C-C- o por uniones -C-O-C entre dos anillos, dos cadenas laterales de propano o un anillo y una cadena lateral, y a veces existe más de una unión entre cualquiera de los dos bloques (Wainwright 1995).



Estructura química de la Lignina

Grafico extraido: <http://cvnaturplas.dnsalias.com>

Es resistente a la degradación de muchos microorganismos, y de hecho, su papel primario en la pared celular de la madera es proteger los carbohidratos del ataque microbiano. La lignina es eficientemente degradada en la naturaleza principalmente por los hongos de la pudrición blanca. La lignina en gimnospermas está compuesta principalmente por coniferil alcohol, una menor cantidad de cumaril alcohol y no contiene sinapil alcohol. En angiospermas la lignina está constituida por cantidades iguales de coniferil y sinapil alcohol (46% cada uno) y un 8% de cumaril alcohol (Glazer & Nikaido 1998).

Colonización de los hongos

El proceso de descomposición de la madera desarrollado por los hongos es complejo y responde a interpretaciones físicoquímicas y bioquímicas. El hongo al establecerse en la madera, sea en el estado de rollizo, astilla o madera en servicio, desarrolla hifas de 1 a 2 μ m de diámetro, colonizando rápidamente las paredes y lúmenes celulares, produciendo una transformación bioquímica con proyección física (Kirk & Cullen 1998). Esto causa un menor porcentaje de lignina en el tronco, una lignina que es modificada cualitativamente y una madera más porosa (Wainwright 1995).

Es posible establecer una secuencia en la colonización :

1. El ataque de los Hongos tiene una sucesión o secuencia, primero actúan los mohos y hongos cromógenos, para posteriormente, actuar los hongos de pudrición, degradando así la madera. (Butcher, 1968) .
2. La pudrición empieza cuando la hifa o el hongo de la pudrición penetra la madera, inicia la colonización, y libera las enzimas. En esta fase de colonización, el daño es limitado y aún no hay evidencias visibles. Esta etapa es llamada incipiente.
3. A medida que se desarrolla el proceso de pudrición aparecen pequeños cambios en el color, en la textura de la madera, y pueden aparecer fibras quebradizas; estos cambios constituyen la fase temprana, cuando la pudrición es detectable, pero no obvia.
4. A medida que el proceso de pudrición continúa a la fase intermedia, hay evidentes cambios de color y textura en la madera, pero el grosor de la estructura permanece aún intacto.
5. La fase tardía es cuando hay un rompimiento total de la estructura de la madera y la madera residual se vuelve blancuzca y de mala calidad (Zabel & Morrell 1992).

Hongos xilófagos

Los hongos pudridores de madera pueden ser agrupados en dos categorías según la forma en la cual pudren la madera. Estos dos grupos son denominados **Hongos de pudrición blanca** y **Hongos de pudrición cafe**.

La madera consiste principalmente de tres componentes, lignina, celulosa y hemicelulosa. La celulosa es un polímero de anhídrido glucosa. La hemicelulosa consiste de polímeros similares de glucosa con otras uniones o polímeros de monosacáridos diferentes a la glucosa. La lignina es un polímero complejo de unidades fenólicas. La madera de coníferas en general tiene un mayor contenido de lignina (27-35%) que la madera de angiospermas dicotiledóneas o "maderas duras" (19-24%).

Los hongos de pudrición blanca tienen un sistema de enzimas *celulasa* y *lignasa* que le permiten degradar todos los componentes de las paredes celulares de la madera. Algunos, sin embargo, remueven lignina mas rápido.

La mayoría de ellos aparentemente remueve la lignina y polisacaridos casi al mismo tiempo, y la madera en estado intermedio o avanzado de pudrición contiene casi iguales proporciones de estos componentes que en la madera sana.

La madera podrida por hongos de pudrición blanca tiende a perder gradualmente su propiedades de solidez y retiene su estructura fibrosa aún en estados avanzados. La madera podrida se vuelve esponjosa, filamentosa, o laminada y usualmente está manchada y descolorida en relación a la madera sana.

Los hongos de pudrición cafe remueven selectivamente celulosa y hemicelulosa de la madera. La madera podrida por hongos de pudrición castaña pierde rápidamente sus propiedades de solidez y experimentan roturas drásticas. En estados avanzados la madera es reducida a un residuo de trozos amorfos, blandos, castaños, cúbicos, compuestos mayormente de lignina ligeramente modificada.

Los hongos de pudrición blanca producen fenol-oxidasas extracelulares y generalmente dan positivo en los ensayos de oxidasas sobre medios con ácido tánico o gálico y con goma de guayaco. Los hongos de pudrición castaña no producen fenol-oxidasas extracelulares y generalmente dan negativo los mismos ensayos.

Los hongos de pudrición blanca eventualmente pudren la madera completamente y los residuos de la pudrición blanca no son componentes muy estables de los suelos forestales. En contraposición, los residuos de la pudrición castaña son extremadamente estables y son importantes componentes orgánicos en los suelos forestales.

Las especies de hongos de pudrición castaña son relativamente pocas cuando son comparadas con las numerosas especies de hongos de pudrición blanca. La relación hallada en el nordeste argentino coincide con la mencionada para Norteamérica (Gilbertson & Ryvarde, 1986).

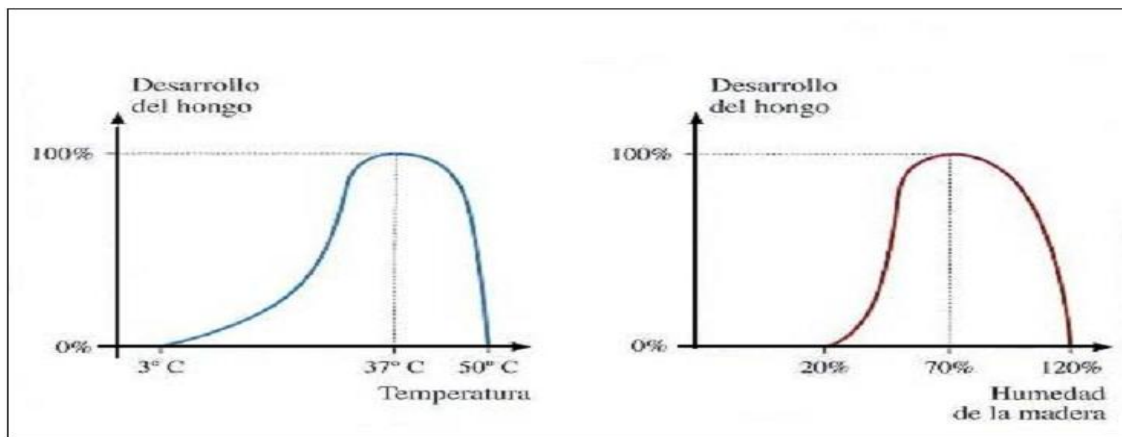
Antes de que el hongo pueda colonizar la madera, requiere de cuatro condiciones:

1. Suministro de oxígeno.
2. Temperatura adecuada.
3. Suministro de humedad adecuada.
4. Sustrato como fuente de alimento.

La eliminación de algunos de estos requerimientos puede prevenir el ataque a la madera, siendo el más usado el riego por aspersión, mediante el cual se satura la madera, impidiendo la presencia de oxígeno.

La gravedad del daño que provoquen estos hongos degradadores de la madera, va a depender de ciertos factores (Rodríguez, 1998), siendo los de mayor importancia:

- Especie de madera: la madera de mayor densidad presenta más resistencia al ataque de hongos, mientras que las de mayor permeabilidad a los líquidos suelen ser más susceptibles.
- Humedad de la madera: condición indispensable para una eficaz realización de los procesos enzimáticos. La humedad mínima es de 18-20%, siendo lo óptimo entre el 25 y 55%. Sin embargo, un exceso de humedad en la madera les quita el oxígeno necesario para su desarrollo.
- Albura o duramen: la madera de albura suele ser más susceptible de ser atacada que la del duramen.
- Temperatura ambiente: esta tiene que estar entre un mínimo de de 3-5° C, considerándose óptimo el intervalo entre 18 y 28° C, mientras que en las temperaturas superiores a los 30-40° C suelen morir los micelios. Distinto es el caso de las esporas, las cuales generalmente, pueden soportar hasta 100° C.
- La relación que se da entre, el desarrollo de los hongos, la temperatura y humedad fue graficada por Vignote y Jiménez (2000) , donde se ve que la temperatura de desarrollo son los 37° C y la humedad de la madera 70%, siendo estos valores los óptimos para el desarrollo de esos microorganismos.



Requerimientos de Temperaturas y Humedad de los Hongos

*Grafico extraido : Trabajo de Titulación_ Ingeniero en Maderas_ Jorge Anselmo Toledo Santibañez_ Valdivia 2005
Universidad Austral de Chile_ Facultad de Ciencias Forestales*

Los hongos de pudrición blanca y pudrición café, según la coloración que genere el ataque a la madera. Provocan el deterioro de la madera al alimentarse de los componentes de la pared celular. (Wendt, 1983; Rodríguez, 1998).

La pudrición café consume celulosa, sin atacar la lignina, sus enzimas cortan las cadenas de los polisacáridos, haciendo que el grado de polimerización de la celulosa disminuya, reduciéndolo rápidamente. Al microscopio su ataque se ve caracterizado por la perforación de agujeros, que atraviesan la fibra de lado a lado, sin que se note un adelgazamiento de las paredes de la célula. (Wendt, 1983)

La pudrición blanca ataca tanto a la lignina como a la celulosa, en la misma proporción, y sus enzimas remueven los extremos de las cadenas de los carbohidratos con lo que el grado de polimerización se reduce lentamente. Al mirar la fibra atacada al microscopio, el ataque de esta pudrición se caracteriza por un progresivo adelgazamiento del espesor de la pared de la fibra atacada, desde el lumen hacia afuera. (Wendt, 1983)

Análisis microscópicos de la madera dañada, han encontrado hongos de la clase Basidiomycetes tales como: *Peniphora gigantea*, *Trametes versicolor*, *Panellus mitis*, *Schizophyllum*, *Coniophora*

puteana, que son los que producen la “pudrición blanca” en la que degradan la lignina. Estos aparecen, según los estudios efectuados, a partir de las 14 semanas en adelante a través de sucesiones que llegan hasta los 13 meses de almacenamiento de la madera en trozas, ocasionado pérdidas de masa entre 5 a 14% respecto a la madera sana, ésta reducción del material reduce los rendimientos e incrementa la cantidad de finos durante el proceso kraft (Peredo y Alonso et al., 1988; Peredo e Inzunza, 1985; Butcher, 1968).

Clasificación Hongos Xilófagos

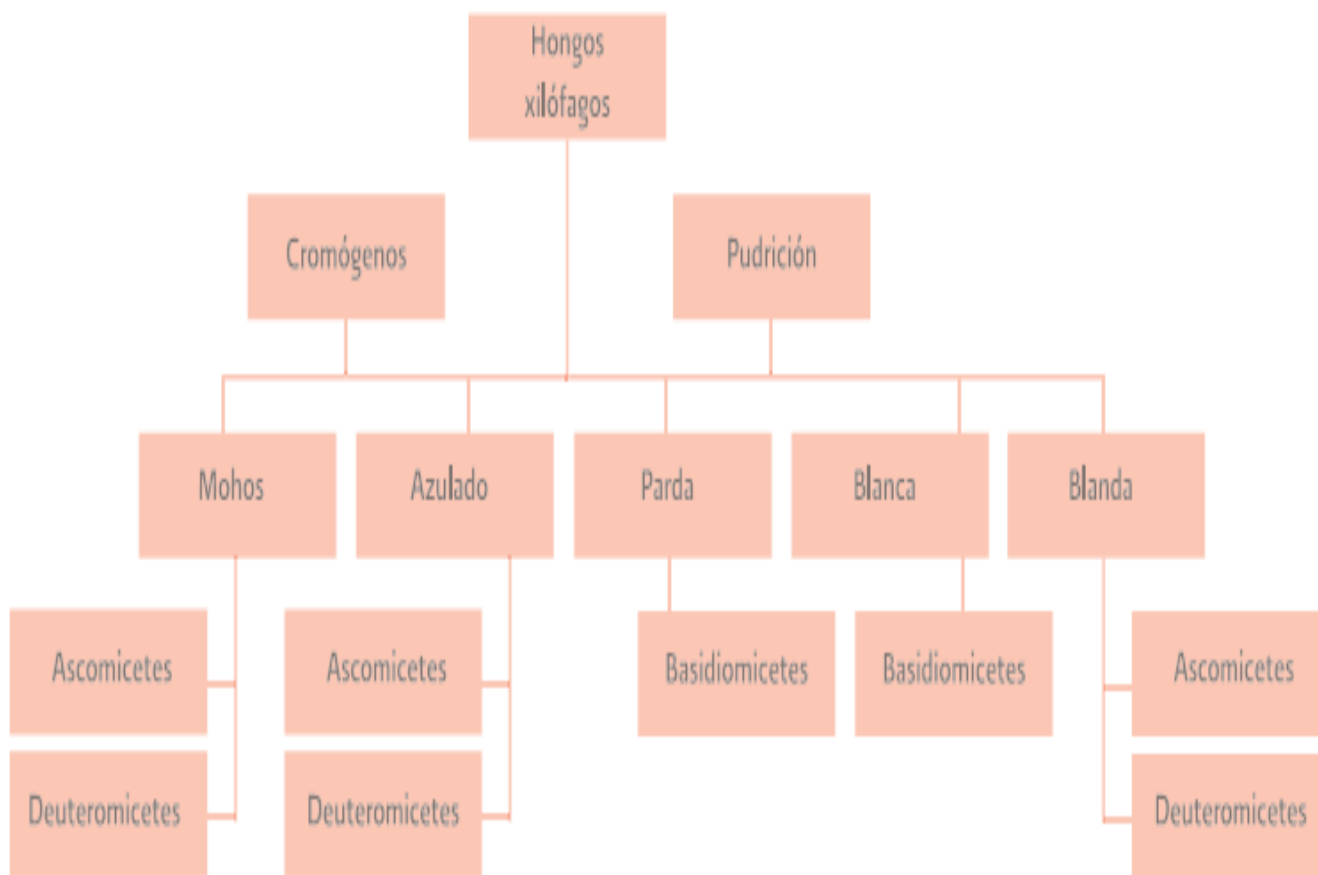


Grafico extraido : **Clasificación Hongos Xilófagos** Manual para la Protección contra el deterioro de la Madera Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo_Autor Dr. José Cruz de León_Director Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera (2007-2011)_Jefe del Laboratorio de Conservación y Preservación de la Madera (LACOPREMA)_Edificio D, Planta alta, C. U._58140 Morelia, Mich., México_www.fitecma.umich.mx_www.umich.mx

Hongos de Mohos (Ascomycetes y Deuteromycetes)

Los conocidos como mohos de la humedad, se destacan porque producen coloraciones vistosas; sin embargo, generalmente no son considerados organismos manchadores debido a que su crecimiento es superficial y generalmente no decoloran el tejido de la madera (Seifert, 1993). Éstos dan la apariencia algodonosa sobre la superficie de la madera, con coloraciones que van desde el blanco hasta el negro, no influyendo sobre las propiedades de la madera (Juacida, 1992). También presentan variaciones del azul verdoso a amarillento o rojizo. Estas tonalidades se deben al hecho que las esporas y micelio de estos organismos se colorean cuando están expuestos libremente al aire y a la luz; ocasionando manchas que se pueden eliminar a través de un cepillado de la madera (Aguilar, 1985). Estas manchas fungosas, de menor importancia

que la mancha azul, atacan en forma superficial a las maderas, produciendo proliferaciones fungosas, de colores verde azulado, verde, amarillo, rojo y negro. La iniciación y extensión de estas manchas, depende de temperaturas favorables y de la presencia de abundante humedad, como ocurre cuando se apila madera verde sin suficiente aireación.

Además, su presencia y propagación en condiciones favorables de humedad y temperatura, pueden servir de base para el ataque de hongos de pudrición (Juacida,1992).

Dentro del complejo patogénico de organismos causantes de biodeterioro de la madera aserrada de pino insigne, sobresale la importancia del moho verde, causado por *Trichoderma*, organismo que se destaca por su rapidez en el desarrollo y su resistencia a numerosos funguicidas (Williams, 1991a). Son incapaces de alimentarse de los principales componentes de la pared celular (celulosa y lignina), por lo que no producen pérdidas significativas en la resistencia de la madera. Debido a su crecimiento superficial son fáciles de eliminar con un trapo o mediante medios mecánicos. Aunque no resultan peligrosos por su mínima acción degradadora, crean las condiciones para el desarrollo de los hongos de pudrición.

Los hongos de mohos no afectan considerablemente las propiedades físico-mecánicas ni pudren a la madera. La temperatura óptima de desarrollo de los mohos se encuentra entre 24 y 28° C, con posibles variaciones. El contenido de humedad oscila entre el 30 y el 150%.

Los hongos típicos que producen los hongos de mohos son de las especies de *Penicillium*, *Trichoderma*, *Gliocladium*, *Fusarium*, *Aspergillus* y *Torula*.

Si bien los hongos del moho puede cepillarse y eliminarse de la madera, puede constituir un defecto grave en maderas destinadas a la fabricación de envases para ciertos alimentos que están expuestos a una posible contaminación. Además, siempre hay la posibilidad de que la madera enmohecida facilite y estimule el desarrollo de los hongos cromógenos, xilófagos o de podredumbre.

Hongos Cromógenos del azulado (Ascomycetes y Deuteromycetes)

Actualmente, la lista de hongos capaces de producir variaciones en el color de la madera incluye más de 100 especies, pero los cuales no alteran en gran medida sus características físicas y mecánicas.

La mancha azul puede ser producida por hongos de los géneros *Ceratocystis*, *Alternaria*, *Cadophora*, *Diplodia*, *Discula*, *Graphium*, *Hormodendron*, *Hormonema*, *Leptographium*, *Sclerophoma*, *Shaeropsis* y *Trichosporium*.

Entre los que se encuentran los siguientes organismos *Aureobasidium pullulans*, *Sclerophoma pityophyla* (*Sydowia polyspora*), *Cerastomella Piceae*, *Cerastomella Coerulea*, *Endoconidiophora Coerulescens*.

La mayoría de los hongos que afectan la madera consisten de una fina red de tubos (hifas), las cuales se ramifican extensivamente dentro del sustrato con un crecimiento continuo, lo que forma un micelio (Ridout, 2000). El micelio de estos hongos produce una decoloración azul-negra o azulada de la albura causada por la penetración profunda de hifas de hongos pigmentadas a lo largo de los rayos medulares, y que no causa deterioro (Gibbs, 1993; Seifert, 1993), existiendo una serie de estudios que sugieren que todos los hongos manchadores son similares en su crecimiento a través de las células del huésped (Gibbs, 1993).

Las alteraciones más importantes de la madera fresca, es decir, aquellas que se producen inmediatamente después de la tala, son las producidas por hongos. Dentro de éstas, las más típicas son los manchadores, los cuales presentan coloraciones netamente diferentes del color que cada especie posee en forma normal.

Las manchas producidas en la albura de las especies forestales son causadas por diversos organismos, en su mayoría hongos ascomicetos. Han sido muy estudiadas, no solo por causa de manchas en la madera, sino porque también incluyen especies responsables de marchitamientos vasculares (*Ophiostoma ulmi*, *Ceratocystis fimbriata*, *Ceratocystis fagacearum*) o pudriciones de raíz (*Leptographium wageneri*).

Dentro del grupo de manchadores, tanto en las regiones templadas como tropicales, la mancha azul, ocupa el primer lugar en orden de importancia.

El color azulado, o azulado negro, característico de la mancha azul, no es el color que toma la madera misma, sino es el resultado de la difracción de la luz sobre los filamentos de color marron o del hongo responsable. La mancha azul de la albura, suele presentarse en la madera frescamente cortada, en los corralones, durante el transporte, y aún en madera trabajada cuando la humedad (> 20%), y la temperatura es favorable. Esta mancha puede afectar también la madera de árboles en pie, como resultado de la infección llevada bajo la corteza por coleópteros.

En las zonas templadas de Europa, América del Norte, etc. la mancha azul de las diferentes maderas tiene como agente causante hongos del género *Ceratocystis*.

El azulado de las maderas en España, es producido por hongos del género *Ceratocystis* (*Ceratocystomella piceae* Munch y *C. Caerulea*). Estos hongos, se desarrollan sobre todo en las células amilíferas de los radios medulares, razón por la cual las paredes transversales, separatrices de las hiladas de células amilíferas, llegan a veces a faltar por completo, y las paredes exteriores de los radios medulares aparecen muy adelgazadas y a veces rotas.

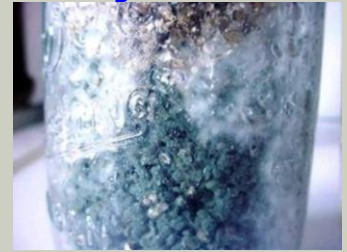
En la mayor parte de los casos, los manchados fungosos de la madera afectan sólo a la albura, y si ésta es poco gruesa, produce daños mínimos y corrientemente es eliminada al momento de su empleo, o se la mantiene en aquellos casos en que el aspecto no es de importancia, por ejemplo cuando posteriormente va a ser pintada.

El azulado en madera al estado verde, progresa más rápidamente que la verdadera pudrición, bastando unos pocos días, si el tiempo es húmedo y caluroso, para que la albura sea afectada en su totalidad. (Martinez, J.B. 1952)

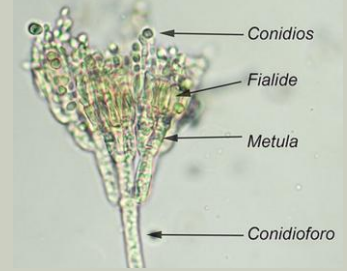
En el África se ha determinado que el agente causante de la mancha azul de las maderas frescas, es principalmente el hongo *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griff. et Maubl., hongo extremadamente común en las zonas calurosas del globo. (Findlay, P.K. y Pettifor, C.B. 1939)

Las hifas miceliales de *L. theobromae* son capaces de perforar las paredes leñosas, pero más generalmente utilizan los

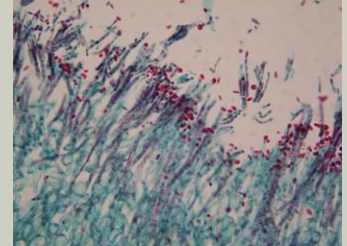
Hongos de Mohos



Penicillium sp_Ascomycota



Penicillium sp_Conidio_Ascomycota



Penicillium sp_conidiosporas Ascomycota



Trichoderma atacando a patógeno (*Rhizoctonia* sp) de raíz_control biológico_ *Ascomycota*



Trichoderma_Ascomycota



Trichoderma harzianum_ Fialides y conidios_ Ascomycota

poros o vías naturales de pasajes.

Aparentemente este hongo utiliza para su nutrición los contenidos celulares, los que en los tejidos parenquimatosos y sobre todo en los radios medulares son muy abundantes. Este hongo, se instala inmediatamente después de la tala, en las partes descubiertas de la madera, y sus vías de progreso son, longitudinalmente, los vasos, y transversalmente los radios. (Fourgerousse, M. 1958)

El control de la mancha azul y otras maderas fungosas se hace solamente mediante medidas preventivas, teniendo en cuenta que la madera seca o completamente saturada con agua no se mancha.

El cambio de coloración devalúa el precio en la venta, debido al problema estético, aunque como ya hemos mencionado las propiedades de la madera se mantienen intactas.

Daño en la madera:

Los hongos del azulado producen manchas de color azul verdoso en la albura de la madera en rollo o madera aserrada húmeda, color que se acentúa a mayor presencia del hongo. Es muy característica de maderas de coníferas, especialmente en pinos, pero también se puede presentar en madera de latifoliadas o en madera de árboles frutales como el mango (*Mangifera indica*).

La coloración en la madera se puede explicar, bien por fenómenos ópticos causados por la refracción de la luz sobre las hifas de los hongos que penetran en el interior de las células, bien por la secreción de sustancias por el hongo que tiñen las paredes celulares, bien por las reacciones de oxidación producidas por el hongo al alimentarse del contenido celular.

La madera azulada pierde su valor estético, por lo que produce pérdidas económicas considerables. Una madera de pino de primera calidad puede pasar a madera de segunda o hasta tercera calidad.

Al igual que la madera con hongos de moho, la madera que presenta bajo grado de azulado no pierde considerablemente sus propiedades de resistencia mecánica, aunque el azulado sí afecta las propiedades físicas de la madera, incrementando la permeabilidad al paso de líquidos y aumentando su higroscopicidad ya que su daño no es sólo superficial, sino también al interior de la madera.

La madera con elevado grado de afección sí puede reducir su resistencia mecánica a tracción (tensión), compresión, cortante y flexión. El descenso de resistencia a tracción puede disminuir hasta 16%, el de compresión hasta el 25% y el de flexión hasta 17%.

Los principales elementos que influyen en el desarrollo de los organismos manchadores de la madera son: contenido de humedad y oxígeno, nutrientes, como también la temperatura

Hongos de Mohos



Fusarium sp_obstruye xilema_ Ascomycota



Fusarium sp_obstruye xilema_ Ascomycota



Fusarium sp_esporas_ Ascomycota



Fusarium sp_esporas_ Ascomycota



Aspergillus_ Ascomycota



Aspergillus_ Ascomycota



Aspergillus_conidio_ Ascomycota

ambiente (Seifert, 1993), necesitándose para casi la totalidad de los hongos cromógenos una apreciable pérdida de humedad antes que ocurra la invasión (Gibbs, 1993). Se establece 20% de humedad como mínimo para permitir el crecimiento y, hasta 100 a 120%, necesario para prevenir el manchado en pino, siendo el óptimo para el desarrollo de 60 a 80%; la temperatura óptima para el desarrollo del hongo manchador está entre 22 y 30°C, conociéndose igualmente que las fluctuaciones de temperatura reducen la tasa de crecimiento (Seifert, 1993).

El hongo del azulado primeramente invade el tejido parenquimatoso de la albura. Estos hongos están especializados para vivir dentro de células huéspedes vivas y que previamente no han sido colonizadas por otros organismos, siendo la mancha típicamente triangular o prismática triangular, involucrando un crecimiento a lo largo de los rayos medulares (Gibbs, 1993). De esta forma, la madera que ha sufrido algún grado de deterioro biológico, presenta en alguna medida alteraciones de su peso específico (Seifert, 1993), lo que en la mayoría de los casos se presenta acompañado por variaciones de su composición química. En términos generales se pueden distinguir dos tipos de hongos del azulado:

- Los primarios son aquellos que se presentan en árboles debilitados en pie o en madera aserrada.
- Los secundarios son aquellos que después del secado de la madera se presentan cuando existe una adecuada humedad para su desarrollo, por ejemplo en pisos, techos o paredes.

Los hongos del azulado pueden sobrevivir a humedades entre el 18% y el 140% y a temperaturas entre 5° C y 35° C. Dado que el límite máximo de humedad, 140%, coincide prácticamente con el presentado por la madera de albura de conífera recién apeada, la acción negativa de estos hongos se puede iniciar inmediatamente tras la corta del árbol.

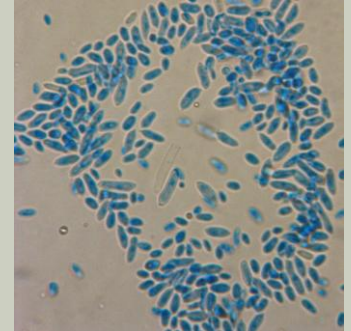
Otro tanto pasa con el límite inferior del 18 al 20%, por lo que ya en el proceso de secado de la madera al aire, se puede iniciar este tipo de daños. Otro peligro potencial es el derivado del hecho de que estos hongos puedan vivir durante largos períodos de tiempo en estado latente, cuando las condiciones del medio no son adecuadas, volviendo a desarrollarse al retornar de nuevo aquellas.

Tienen la particularidad de alimentarse de las células de las maderas cortadas sin provocar otros daños que no sean un cambio de color en las mismas (azul o verde) y de retardar el secado de las maderas e incluso de dificultar la impregnación de las mismas. La madera atacada por estos hongos no pierde sus propiedades físico-mecánicas, por lo que no reviste mayor importancia, más allá del daño estético

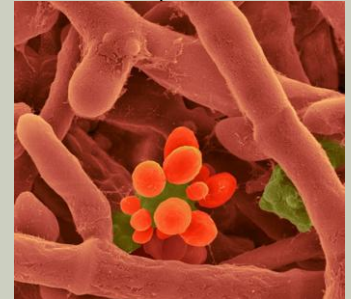
Hongos Cromógenos del azulado



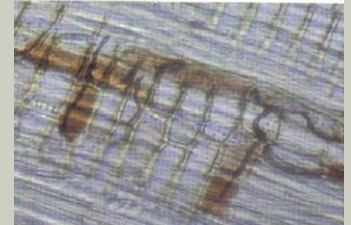
aureobasidium pullulans_ ascomycota



aureobasidium pullulans_humedad directa_ ascomycota



aureobasidium pullulans_Levadura gemacion_ ascomycota



Ceratostomella piceae Munich Hifa_ ascomycota



Ceratocystis fimbriata_ ascomycota



Ceratocystis fimbriata_ ascomycota

Tratamientos Preventivos:

Las maderas luego de aserradas deben impregnarse, inmediatamente, con un fungicida que las proteja del ataque de estos hongos, empleando un fungicida específico aplicado por rociado en todas sus caras.

Las decoloraciones generalmente se previenen por el secado de la madera en horno a menos de 20% de contenido de humedad (C. H.) o por la aplicación a la superficie de químicos que inhiben la actividad biológica y química. Esto hace admitir que el control de los hongos que producen el manchado de la madera, es sólo de tipo preventivo, puesto que una vez que la infección se manifiesta no es posible detenerla, debido a que la acción de los productos antimancha es sólo superficial, debiendo ser aplicados antes que la infestación ocurra (Pacheco, 1992).

Se establecen dos fases principales en la prevención del manchado; la protección de las trozas directamente en el bosque y la protección de la madera aserrada (Peña, 1988). Dentro de la primera fase, se puede reconocer que el período de almacenamiento de las trozas en el bosque hace variar el tipo y cantidad de agentes manchadores, debido principalmente a que éstos contienen altos niveles de desarrollo fungoso, que si no causan daño directo al trozo, son una importante fuente de inóculo (Williams, 1991b; Peredo, 1994). En la segunda fase, Morrell et al. (2002), indica que la madera recientemente aserrada es susceptible al ataque microbiano hasta que ésta o algún producto final es secado a menos del 20% de C. H.

El avance del ataque depende de la forma en que se encuentren las condiciones para el desarrollo del hongo, presentándose en aserradero las óptimas, por lo cual se hace necesario recurrir a algún tratamiento preservante por inmersión momentánea con el objeto de impedir la proliferación de hongos (Peredo, 1980). Sin embargo, con los avances en las investigaciones y la tecnología, la situación está cambiando, impulsándose programas de impregnación y de protección superficial como pinturas, lacas y barnices (Chiang, 1994).

Finalmente, la prevención del manchado de la madera debiese ser un proceso integrado que envuelva cuidados en la cosecha y almacenaje de la madera, tratamiento químico acorde a las nuevas políticas ambientales y una entrega eficiente al cliente (Seifert, 1993).

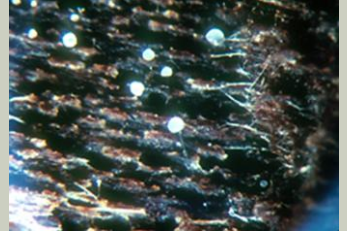
Tratamientos Correctivos:

La madera que ya ha sido afectada por estos hongos se somete a un tratamiento inicial para eliminar los hongos y quitar la coloración que éstos han provocado. Posteriormente, luego de secado, se aplican preservantes que las protejan de estos hongos cromógenos así como también de los xilófagos.

Hongos Cromógenos del azulado en Chile



*Ophiostoma piliferum*_ascomycota



*Ophiostoma piliferum*_esporas
Ascomycota



*sphaeropsis sapinea*_ascomycota



*sphaeropsis sapinea*_ascomycota



*sphaeropsis sapinea*_picnido en
corteza de pino_ascomycota



*sphaeropsis sapinea*_sobre Cedrus
sp_ascomycota

Hongos manchadores en Chile

C. pilifera, *Ophiostoma piliferum*, *S. sapinea*, *Graphium*
Ceratocystis pilifera (ascomycota)

Es un hongo que taxonómicamente pertenece a la Clase Ascomycetes, género *Ceratocystis*, éste es uno de los géneros con mayor cantidad de especies, entre las cuales se encuentran numerosas especies de relevancia forestal. Por un lado se conocen como causantes de determinados marchitamientos vasculares y por otro lado causantes del manchado de la madera, entre los cuales algunas especies son de considerable importancia económica. Los hongos manchadores pueden atacar la madera en pie, en lugares de acopio o después del aserrío y su diseminación puede ocurrir por viento, lluvia, insectos, madera infectada. Se desarrollan muy bien en rangos de 20-140% de humedad de la madera referida a peso seco y entre 5-35 °C, de temperatura, con un óptimo de 25°C. El azulado de la madera comienza con manchas que aparecen en la superficie, puede presentarse en la albura de casi todas las especies siendo más susceptible la madera de pino. La mancha azul se debe a la presencia de numerosas hifas oscuras en el interior de las células. Estas hifas se desarrollan más abundantemente en las células perenquimáticas de los radios leñosos de cuyo contenido se alimentan. Por esta razón en un corte transversal, el avance del azulado tiene forma de cuña. Los hongos manchadores actúan en el contenido celular de la madera provocando un cambio de color por lo tanto no hay grandes variaciones en sus propiedades físico-mecánicas. No poseen enzimas destructoras de la pared celular por lo cual no pueden ser considerados destructores de la madera.

Daño en la madera

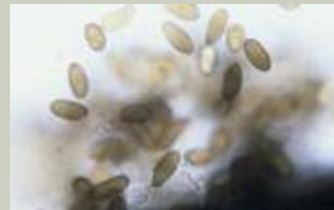
El control de la mancha es un proceso que involucra cuidados desde la etapa de cosecha, transporte y almacenamiento de la madera aserrada.

Para evitar el ataque de estos patógenos se recomienda cosechar en invierno cuando el inóculo y la actividad de los insectos es baja, de tal manera de retardar el manchado de la madera. Otra alternativa es la saturación de las pilas de trozas con agua por aspersión. El almacenaje en agua da buenos resultados ya que en la madera saturada se reducen los niveles de oxígeno y por ende el desarrollo del hongo. El estudio de USDA. Forest Service lo clasifica como de moderado a alto riesgo potencial, aunque esta especie está ampliamente distribuida en el mundo, e incluso en Estados Unidos.

***Ophiostoma piliferum* (ascomycota)**

Entre las características específicas del hongo de la mancha azul, el estado perfecto está representado por un peritecio que se desarrolla sobre la superficie de la madera manchada. La base del peritecio es globosa, de color negro, ornamentada con hifas

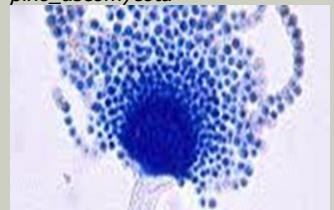
Hongos Cromogenos en Chile



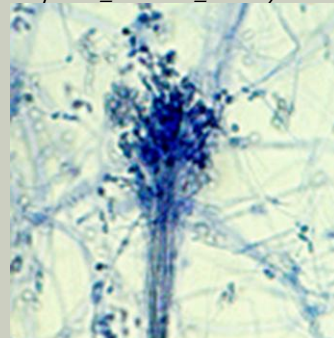
sphaeropsis sapinea_ esporas asexuales_ ascomycota



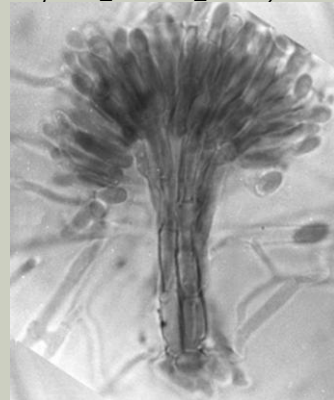
sphaeropsis sapinea_ en conos de pino_ ascomycota



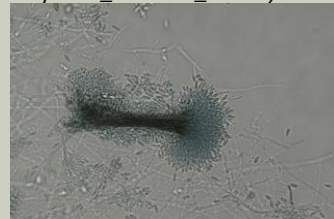
Graphium_ conidios_ ascomycota



Graphium_ conidios_ ascomycota



Graphium_ conidios_ ascomycota



Graphium_ conidios_ ascomycota

Hongos Cromogenos en Chile



Cerastocystis pilifera _ ascomycota



Cerastocystis pilifera _ ascomycota



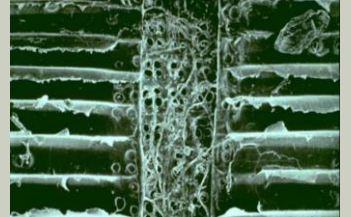
Cerastocystis pilifera _ ascomycota



Cerastocystis pilifera _ ascomycota



Ophiostoma piliferum _ ascomycota



Ophiostoma piliferum _ ascomycota



Ophiostoma piliferum _ ascomycota

tabicadas de color pardo. El cuello del peritecio es delgado de color negro, en general erecto. El ápice del cuello presenta hifasostiolares hialinas en número de 10 a 25. (Osorio, 1973)

Las ascosporas son unicelulares, hialinas, curvadas, semejantes a gajos de naranja, son exudados por el ostiolo formando una gota viscosa. Estas unidades se propagana través del aire y se encuentran siempre presentes en áreas de aserraderos y bosques. (Rose, 1987)

Los hongos manchadores pueden atacar la madera en pie, en lugares de acopio o después del aserrío y su diseminación puede ocurrir por viento, lluvia, insectos y madera infectada.

Los hongos causantes de la mancha azul prosperan muy bien en rangos de entre 20 y 140% de humedad de la madera referida a peso seco. El rango de temperatura es entre 5-35°C con un óptimo de 25°C. (Peredo et al ., 1999)

Daño a la madera.

El azulado comienza con manchas radiales que aparecen en la superficie de la madera, se colorea luego toda la sección transversal de la albura, a medida que el micelio del hongo va penetrando hacia el interior. La mancha azul se debe a la presencia de numerosas hifas oscuras en el interior de las células. Estas hifas se desarrollan más abundantemente en las células parenquimáticas de los radios leñosos de cuyo contenido se alimentan. Por esta razón en un corte transversal, el avance del azulado tiene forma de cuña. Los hongos manchadores actúan en el contenido celular de la madera provocando un cambio de color por lo tanto no hay grandes variaciones en sus propiedades fisicomecánicas. No poseen enzimas destructoras de la pared celular por lo cual no pueden ser considerados destructores de la madera. (Peredo et al ., 1999).

***Sphaeropsis sapinea* (ascomycota)**

Este hongo se caracteriza por producir esporas en una estructura globosa o piriforme llamada picnidio, provisto de un poro apical. Los picnidios, de color negro miden menos de 0.5 mm, se producen sobre acículas, corteza del tronco, ramas, brotes, conos. Pueden crecer aislados o en grupos inmersos en el tejido del hospedante. Las esporas, llamadas conidias son las estructuras que diseminan la enfermedad; producidas dentro de los picnidios. La salida de las conidias se produce por hidratación y aumento de volumen de la matriz interna del picnidio y la dispersión propiamente tal, ocurre por el golpeteo de gotas de lluvia o el viento, que acarrearán las conidias totalmente al azar. (González y Jonquera, 1997)

Para que la infección pueda producirse es necesario que se den previamente las condiciones para la germinación de las esporas. Frecuentemente se encuentra atacando árboles que

crecen bajo estrés, en suelos arenosos o con deficiencias nutricionales desarrollándose muy bien en sectores húmedos (de precipitación frecuente, neblinas o cercanos a fuentes de agua) y de alta temperatura ambiental (óptima de 24° a 26 °C). (De Ferrari y Ramírez, 1998)

Daño a la madera.

En los árboles se presenta muerte apical regresiva en que los ápices se secan y se encorvan en forma de J invertida. Cuando los ápices secundarios reanudan el crecimiento y son reinfectados se producen las malformaciones o multiflechas. Una vez que el hongo coloniza rayos medulares, médula y el tejido conductor de agua en el tronco, se produce el marchitamiento de copa con cambio de color del follaje que pasa de verde a verde claro, luego a amarillo y finalmente rojizo. La muerte de árboles es menos frecuente y ocurre por ataques del hongo a nivel del suelo, cuello de la planta y en raíces superiores. A veces se producen chancros en la corteza de ramas y fustes.

Otro síntoma importante de considerar es el manchado de la madera rolliza, aserrada o astillada. El color gris-azulado se origina por las hifas de color café oscuro del hongo que se ubican en los radios medulares de la madera y que se encuentran allí antes del aserrado

Hongos albinos

Se está ensayando diferentes cepas mutantes de un hongo cromógeno (Foto 1) que no sintetizan el pigmento con el que estos hongos colorean la madera, de forma que las cepas son albinas en su aspecto (Foto 2). Al poner en contacto la madera con este tipo de cepas albinas, la cepa silvestre, es decir, la que se encuentra en la naturaleza y que sí sintetiza el pigmento (Foto 1), no se desarrolla sobre la madera puesto que las primeras la desplazan al competir por el mismo nicho ecológico.



Foto 1 y 2)



(Foto 3 y 4)

Hongos cromogenos_Fotos extraidas : <http://img.interempresas.net/fotos/384193.jpeg>
Muestras ensayadas con *Pinus halepensis* Mill. La muestra de la parte superior es la control, en la que se observa el crecimiento de hongos cromógenos en ausencia de hongos albinos. La muestra inferior tratada con las cepas albinas que impiden el crecimiento de hongos cromógenos, puesto que no se observa indicio de coloración.



Hongo cromogeno en Playa de acopio



Hongo en Radios Medulares



Hongo en Machimbre despues de colocacion



Hongo cromogeno en Playa de acopio



Hongo cromogeno en Madera en Servicio

Este hecho se puede comprobar claramente en las fotos 3 y 4 (muestra inferior) en las que se observa como en las muestras tratadas con las cepas albinas no se desarrolla ningún tipo de coloración. Las muestras de referencia o control son tratadas únicamente con agua destilada estéril, de forma que en este caso la ausencia de hongos albinos permite el crecimiento de los hongos cromógenos, tal y como se observa en las fotos 3 y 4 (muestra superior).

En definitiva, una alternativa ecológica a los tratamientos químicos antiazulado que, aunque requiere de sencillas adaptaciones dependiendo de determinadas condiciones y factores, puede utilizarse en nuestra industria con el fin de resolver el problema de forma totalmente sostenible con el medio ambiente

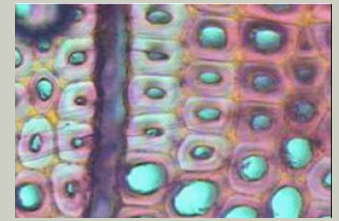
Hongos de pudrición (Basidiomycetes)

Los hongos de la pudrición, tanto Ascomycota como Basidiomycota, juegan un papel importante en los bosques por ser los únicos organismos capaces de descomponer la madera hasta su total mineralización, llegando finalmente a la formación de capas de humus en el suelo.

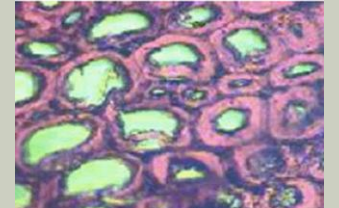
La actividad enzimática de los hongos descomponedores de madera es de gran importancia tanto a nivel ecológico como industrial ya que su complejo enzimático especializado de *peroxidases, lacasas y celulasas como la celobiosa deshidrogenasa*, tienen gran importancia dentro del ciclo del carbono. Además de esto pueden causar grandes perjuicios a nivel económico en la industria maderera ya que al alterar los componentes celulares cambian las propiedades físicas y químicas de la madera. Por otro lado, su actividad enzimática presenta una gran variedad de aplicaciones biotecnológicas en la industria del papel, de textiles y tintes, de alimentos y en procesos de detoxificación. Las enzimas más estudiadas de los hongos de la pudrición hasta ahora han sido la *manganeso peroxidasa, la lignina peroxidasa, la lacasa y la celobiosa deshidrogenasa*, esta última se conoce hace poco tiempo en relación a las otras enzimas. A pesar de que no se conoce totalmente la función biológica de la celobiosa deshidrogenasa se sabe que cumple un papel clave en la degradación de la lignina facilitando la actividad de enzimas oxidativas como las lacasas.

Los troncos recién caídos contienen azúcares en las columnas de las brácteas del parénquima que se encuentran longitudinalmente en el tronco. Estas columnas son colonizadas rápidamente por hongos que pueden manchar la madera y reducir su valor comercial. Una vez esta fase sucede, la madera se vuelve accesible sólo para los hongos de la pudrición (Ascomycota y en especial Basidiomycota) (Deacon 2002).

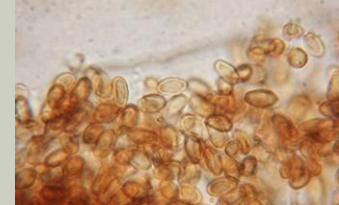
Hongos Pudrición café o cubica



Pino caribe normal_corte transversal



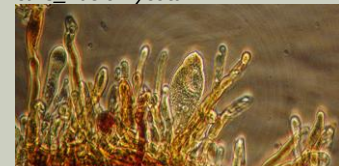
Pino caribe atacado por G. trabeum_Pudrición Café Degradación total pared celular_corte transversal



Serpula lacrimans_Pudrición seca Basidiomycota



Coniophora puteana_Pudrición café_Basidiomycota



Phaeolus schweinitzii_Pudrición café_Basidiomycota

Las principales categorías en la descomposición de la madera de acuerdo al modo de ataque y de las condiciones en que ellos crecen son la pudrición blanda, pudrición café y la pudrición blanca (Deacon 2001). Por definición los descomponedores de la madera son aquellos que hacen que ocurra esta pérdida de peso y cambios estructurales (Saldarriaga 2001).

Se han identificado tres enzimas que degradan la celulosa en los hongos de la pudrición blanca:

- Enzimas hidrolíticas, que incluyen glucanasas, que actúan sinérgicamente, y una glucosidasa;
- Una enzima oxidativa,
- Una enzima oxidoreductasa (celobiosa deshidrogenasa) (Alexopoulos et al 1996).

Los hongos de la pudrición café no poseen el complejo sinérgico endo-exo-glucanasas que sí poseen los de la pudrición blanca; poseen enzimas hidrolíticas, endoglucanasas y complejos polipéptido que actúan sobre celulosas y hemicelulosas. Las enzimas degradadoras de carbohidratos de los hongos de la pudrición café difieren de los hongos de la pudrición blanca en que son multifuncionales y no poseen especificidad (Alexopoulos et al. 1996). De otro lado, los hongos de la pudrición café reducen rápida y drásticamente la fuerza en fases tempranas del proceso, mientras los hongos de la pudrición blanca causan un decrecimiento más lento y progresivo (Jasalavich et al. 2000).

Pudrición café o cúbica (Basidiomycetes)

Los hongos de pudrición marrón originan daños importantes a la madera en servicio. Conforme se desarrollan las hifas, éstas penetran en la madera causando la disolución (degradación) de algunos o de todos los componentes de la pared celular, con preferencia por la celulosa dejando como remanente la lignina. La estructura de las fibras de la madera es destruida de tal forma que la madera se contrae y se agrieta, mostrando una apariencia cúbica semejante a ladrillos. Generalmente la madera de especies coníferas, como en el caso del pino caribe, son más afectadas por estos hongos que las maderas latifoliadas (Eaton and Hale, 1993). Se observa en el ataque del hongo una fuerte erosión en la mayoría de las paredes celulares de las traqueidas, con presencia de numerosas hifas adheridas a las paredes o cruzando transversalmente los lúmenes de las células. La colonización de células vecinas, al igual que en la madera inoculada con *Trametes versicolor*, se realiza tanto mediante penetración pasiva a través de las punteaduras de la madera, como mediante penetración activa. Otro mecanismo utilizado por *Gloeophyllum trabeum* para la degradación de la madera de pino caribe consiste en el ensanchamiento y degradación de los bordes de las punteaduras areoladas, tanto en las células de madera temprana como tardía,

Daño Hongos Pudrición café o cúbica



Ataque pudrición Café



*Serpula lacrimans*_Pudrición seca
Basidiomycota



*Coniophora puteana*_Pudrición
humeda_Basidiomycota

culminando en colapso de la pared celular. Al finalizar el período de incubación, la madera adquiere apariencia porosa, con pérdida de la forma original de las células, mientras que la lámina media no presentó mayores signos de degradación.

Es la más grave y peligrosa, por lo que también se le llama pudrición destructiva. Son hongos basidiomicetos que afectan a la celulosa y dejan a la lignina sin daño. Crecen principalmente en la pared celular pero también pueden estar en el lumen. La madera dañada es de color marrón oscuro y se agrieta perpendicular y transversalmente, formando estructuras paralelepípedicas, prismáticas o laminares.

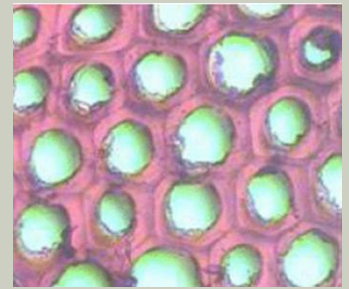
Es causada principalmente por basidiomicetes, los cuales degradan las hemicelulosas y la celulosa despolimerizada (Deacon 2002). Los carbohidratos son removidos, pero la lignina es modificada solamente hasta cierto límite (Rayner & Boddy 1988). La madera toma un color café oscuro debido a la degradación de la celulosa que es de color blanco, quedando el color café de la lignina residual. Este grupo de hongos representa sólo el 7% de los basidiomicetes causantes de pudrición en la madera (Martínez et al. 2005). Entre los hongos que causan la pudrición café está *Fomitopsis pinicola*, *Poria placenta*, *Tyromyces palustres* y *Gloeophyllum trabeum* (Markham and Bazin 1991).

Las especies más importantes son: *Serpula lacrimans* (syn. *Meriulus lacrymans*), *Poria spp.* y *Coniophora puteana* (syn. *Coniophora cerebella*), *Laetiporus sulphureus*, *Phaeolus schweinitzii*.

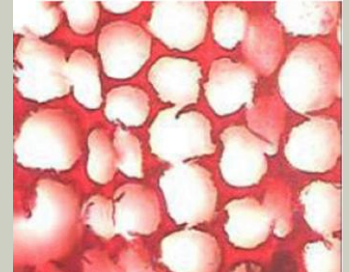
Cuando los hongos atacan la madera e invaden sus células para obtener alimento metabolizando los constituyentes de estas, la madera sufre una serie de cambios en sus propiedades que afectan su uso posterior. Estos cambios varían según la clase de hongo y el tiempo en que ocurre la pudrición (Rayner & Boddy 1988). Por ejemplo con los hongos que causan la pudrición café se observa primero una pérdida grande de la fuerza de la madera y un cambio en los componentes de la pared celular, antes de notarse cambios en el peso. En el caso de la pudrición blanca, la pérdida de fuerza es proporcional a la pérdida de peso y no ocurren cambios apreciables en los componentes de la pared (Saldarriaga 2001).

Se ha demostrado que la madera que ha perdido sólo el 1% de su peso a causa de su descomposición generalmente pierde un 50% de su fuerza (Richards 1954). Las enzimas degradadoras de carbohidratos de los hongos de la pudrición café difieren de los hongos de la pudrición blanca en que son multifuncionales y no poseen especificidad (Alexopoulos et al. 1996). De otro lado, los hongos de la pudrición café reducen rápida y drásticamente la fuerza en fases tempranas del proceso, mientras los hongos de la pudrición blanca causan un decrecimiento más lento y progresivo (Jasalavich et al. 2000).

Hongos Pudrición Blanca o Fibrosa



Pino caribe Normal _corte transversal



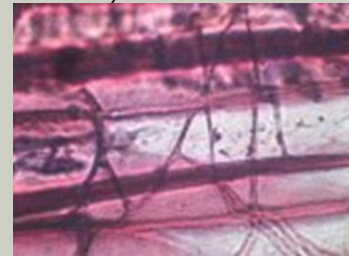
Pino caribe atacada por *Trametes versicolor* pudrición blanca simultanea_corte transversal degradacion de la pared celular_Basidiomicetes



Trametes Versicolor Cuerpo Fructifero_Pudricion Blanca Basidiomicetes



Coriolus Versicolor Cuerpo Fructifero_Pudricion Blanca Basidiomicetes



Peniophora sp. hifas sobre traqueidas de pino *elliotis* Pudricion Blanca Basidiomicetes

Pudrición Café seca

Es aquella en la cual el hongo ataca a la madera seca una vez humedecida por el hongo (Rizomorfos) que traslada la humedad desde la fuente de agua hasta la madera para subir el porcentaje de humedad superior al 22%, siendo este el límite mínimo para el inicio del ataque. Cuando las condiciones de humedad son adversas se transforma en clamidospora. El hongo ataca a coníferas y latifoliadas algunos de ellos son *Coniophora cerebella* y *Merulius lacrymans*

Pudrición Café Humeda

Es aquella en la que los hongos atacan a madera húmeda con porcentajes óptimos entre el 40 y 50 %. Entre los que atacan a latifoliadas están *Lencites betulina*, *Deadalea quercina* y a las coníferas *Lencites abietina*, *L. sepiaria*, *Lentinus lepideus*, y a ambas *Coniophora cerebella* y *Poria vaillantii*

Pudrición blanca o fibrosa

Los hongos de pudrición blanca atacan prácticamente todos los componentes de la pared celular, incluyendo la lignina, a través de la producción de enzimas oxidativas y según avanza el ataque la madera adquiere aspecto más claro en color y textura fibrosa. La madera atacada por hongos de pudrición blanca raramente se contrae y colapsa puesto que la celulosa, o restos de esta, permanecen en la madera. En el pino caribe sin tratamiento *T. versicolor*, produce pudrición blanca del tipo simultáneo; en este tipo de degradación, todos los componentes estructurales de la madera se ven afectados al mismo tiempo y en la misma proporción, a diferencia de la pudrición blanca de tipo selectivo, donde la degradación está confinada inicialmente a la lignina, generando en primer término la degradación de la lámina media (Mora y Encinas, 2006). Afecta más a las latifoliadas que a las coníferas, debido a que presentan mayor cantidad de lignina. Se produce por hongos basidiomicetos y a veces ascomicetos, que se alimentan de los carbohidratos y preferentemente de la lignina de la pared celular, aunque también pueden dañar a la celulosa como los denominados hongos simultáneos (parientes de los hongos de pudrición blanca). Los hongos de la pudrición blanca atacan y metabolizan la mayor parte de los constituyentes de la madera. De acuerdo a esto, los hongos de la pudrición blanca son los únicos microorganismos capaces de despolimerizar y metabolizarla lignina (Bushwell 1991). Una característica general de la utilización de los constituyentes de la madera por los hongos de la pudrición blanca es que todos los componentes de la pared celular son totalmente consumidos, con excepción de los minerales. En muchos casos, las hemicelulosas son utilizadas preferiblemente en las primeras fases de pudrición.

Las pérdidas de peso son de aproximadamente del 95-97%

Daño Hongos Pudrición blanca o Fibrosa



Imagen Pudrición Blanca



Pudrición Blanca en vigas en servicio



Pudrición Blanca en piezas en servicio



Imagen Pudrición Blanca



Imagen Pudrición Blanca



Ataque asociado de organismos cromógenos y de pudrición

cuando se exponen prolongadamente bajo condiciones óptimas para que se lleven a cabo las reacciones de pudrición.

A medida que los microorganismos habitantes de la madera la invaden y la colonizan, ocurren muchos cambios en un amplio rango de propiedades mecánicas y físicas. Estos cambios incluyen fuerza reducida, pérdida de peso, higroscopicidad e incremento en la permeabilidad (González 1996).

El ataque de hongos de pudrición Blanca se manifiesta por la destrucción del parénquima radial y la erosión de las paredes celulares que se inicia en el lumen y se dirige hacia la lámina media, generando un adelgazamiento de la pared y ruptura de la lámina media, la cual, en algunos casos, resultó totalmente degradada. La zona de lisis fue siempre mayor en las adyacencias a las hifas. También se observaron células donde la erosión abarcaba toda la circunferencia de la pared celular, resultando en la disminución del espesor de la misma. La colonización de células vecinas se realiza mediante penetración pasiva a través de las punteaduras de la madera, aunque también se aprecia penetración activa, observada en la presencia de agujeros de penetración longitudinal y transversal.

La madera es de color blanquecino con un aspecto fibroso o incluso harinoso. Se la denomina también pudrición fibrosa, pudrición corrosiva o pudrición deslignificante. El daño en la madera inicia en el lumen y termina en la lámina media. La resistencia de la madera disminuye considerablemente cuando es afectada por este tipo de hongo. Las especies más importantes son: *Trametes spp.*, *Coriolus versicolor*, *Fomes sp.*, *Pholiota sp.*, *Pleurotus sp.* y *Polystictus sp.* Ocurre cuando los microorganismos que atacan la madera degradan profunda y completamente los componentes lignocelulósicos. Gracias a los estudios realizados por Falk y Haag (1927) y Wehmer (1927), actualmente se conoce que los hongos de la pudrición blanca están implicados en la degradación de la mayoría de las estructuras químicas que componen la madera incluyendo la celulosa, aunque la lignina es el principal compuesto degradado (Rayner & Boddy 1988).

Por tal razón la madera toma una apariencia blanquecina, húmeda, blanda, esponjosa y en las etapas avanzadas la madera se debilita notablemente (Martínez et al. 2005). La apariencia de la madera con pudrición blanca es fibrosa, debido a que parte de la celulosa permanece intacta hasta etapas tardías del proceso. Generalmente es menos fibrosa en maderas duras que en maderas blandas (árboles de coníferas), debido a las fibras cortas que poseen las maderas duras.

Los Hongos más importantes en madera apeada son, en latifoliadas, *Xilarya hypoxylon*, *Eutypa flavovirescens* y *Polystictus versicolor*, y en coníferas y frondosas *Schizophyllum commune*. Usualmente la madera se vuelve blanquecina debido al blanqueamiento producido por la oxidación y a la pérdida de lignina, la cual es ligeramente café. El color y la textura dependen del hongo causante de la pudrición (Worrall 2005). Como ejemplos de los hongos que causan la pudrición blanca están *Phanaerochaete chrysosporium* y *Pleurotus ostreatus* (Saldarriaga 2001). Se conocen dos formas de pudrición blanca:

- **La deslignificación selectiva** ocurre en angiospermas y coníferas. En este proceso las poliosas (hemicelulosas) y la lignina son atacadas generalmente en estados tempranos, y posteriormente es atacada la celulosa (Zabel & Morrel 1992). El daño anatómico más visible es la desfibración, causada por la degradación de la lignina en la lámina media y pared secundaria, mediante el mecanismo de difusión. Algunos de los basidiomycetes que causan la deslignificación selectiva son *Ganoderma australe*, *Phlebia tremellosa*, *Pleurotus spp.* y *Phellinus pini*. (Martínez et al. 2005; Saldarriaga 2001).
- En la **pudrición simultánea**, la lignina y los carbohidratos son atacados más o menos uniformemente, generando un aspecto quebradizo en el tronco. Este tipo de pudrición ocurre

en angiospermas y, ocasionalmente en coníferas (Zabel & Morrel 1992). En este caso la característica anatómica es una erosión en la pared celular de la superficie del lumen alrededor de las hifas (Moore-Landecker 1996). Algunos hongos causantes de la pudrición simultánea son Basidiomycetes como *Trametes versicolor*, *Irpex lacteus*, *Phanaerochaete chrysosporium* y *Heterobasidion annosum* y algunos Ascomycetos como *Xylaria hypoxylon* (Martínez et al. 2005; Saldarriaga 2001).

Los hongos de la pudrición blanca son extremadamente eficientes en su uso del nitrógeno. Por ejemplo, se ha encontrado que las hifas de *Trametes versicolor* tienen un contenido de nitrógeno de 4% cuando crecen en cultivo con una relación C:N 2:1; pero tienen solamente 0,2% de contenido de nitrógeno cuando crecen en un medio con C:N de 1600:1. En condiciones deficientes de nitrógeno este hongo puede utilizar el nitrógeno, especialmente para la producción de enzimas extracelulares y componentes esenciales de la célula, y del mismo modo, recicla eficientemente el nitrógeno en su micelio (Deacon 2002).

Enzimas ligninolíticas

Los hongos de pudrición blanca de la madera, son el más importante grupo de microorganismos responsables de la biodegradación del polímero natural más complejo que existe, la lignina (Kirk y Farrell, 1987). Como se mencionó anteriormente estos hongos degradan la lignina de la madera para acceder a la hemicelulosa y celulosa, los cuales son sus verdaderos sustratos primarios. El metabolismo ligninolítico, generalmente denominado "sistema de degradación de lignina" (SDL) es inducido por deficiencia o limitación de nutrientes, principalmente nitrógeno y carbono (Bucke, 1998; Moreira et al., 2000).

A medida que los microorganismos habitantes de la madera la invaden y la colonizan, ocurren muchos cambios en un amplio rango de propiedades mecánicas y físicas. Estos cambios incluyen fuerza reducida, pérdida de peso, higroscopicidad e incremento en la permeabilidad (González 1996).

Actividad enzimática

La lignina en la madera confiere una protección física a la celulosa y la hemicelulosa contra el ataque enzimático. Existe una gran cantidad de organismos (bacterias y hongos) con las enzimas hidrolíticas necesarias para degradar la celulosa y hemicelulosa, pero en lo referente al ataque y mineralización de la lignina el número de organismos se limita únicamente a los hongos de la pudrición blanca (Saparrat et al. 2002).

Aunque la lignina tiene un contenido de energía más alto que los carbohidratos, estos microorganismos no pueden utilizar la lignina como fuente de carbono y energía (Henriksson et al. 2000). La degradación de la lignina es prerequisite para poder acceder a los carbohidratos presentes en la pared celular y utilizarlas como principal fuente de carbono y energía (Aro et al. 2005) mediante un complejo de enzimas oxidasas y peroxidasas que catalizan las primeras reacciones que rompen uniones dentro de la compleja molécula de lignina, generando moléculas más pequeñas (Cullen & Kersten 2004); luego hay una incorporación de estos productos de degradación a los ciclos metabólicos del organismo que dan como producto final CO₂ (Papinutti 2003).

La producción de enzimas ligninolíticas en los hongos de la pudrición blanca como principales degradadores de la madera depende de factores controladores como: humedad, temperatura y calidad del sustrato. La interdependencia de estos factores es compleja y los estudios que se han realizado se han enfocado en evaluar un sólo factor mediante pruebas de laboratorio. Aún

no se conoce cuál factor de los nombrados anteriormente tiene más influencia en el proceso de descomposición (Mackensen et al. 2003); sin embargo, la actividad enzimática la determina la composición química del tronco (Fernandes et al. 2005).

Dentro de las características de los troncos se encuentra la temperatura de éstos, la cual está muy influenciada por factores como la temperatura del ambiente, contenido de humedad y diámetro del tronco. Generalmente los hongos de la pudrición son mesófilos, crecen en un rango de 0-45°C y su temperatura óptima es entre 20 y 30°C (Rayner & Boddy 1988).

El contenido de humedad de la madera está negativamente relacionado con la densidad. Así, a mayor estado de descomposición disminuye la densidad del tronco y el contenido de humedad se incrementa. Aunque los procesos de descomposición generalmente son proporcionales al contenido de humedad del sustrato, la descomposición se retarda en troncos con una humedad alta, donde la disponibilidad de oxígeno es limitada y se obstruye el crecimiento de los hongos

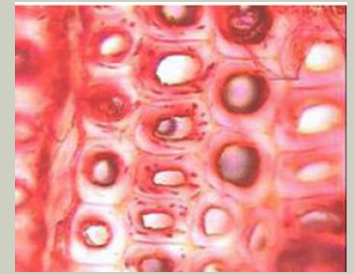
(Rayner & Boddy 1988). Las maderas con menos del 20% de contenido de humedad son inmunes al ataque por los hongos. Sin embargo, con contenidos de humedad por encima de este valor, el riesgo de descomposición por hongos aumenta dramáticamente y el contenido de humedad se hace óptimo hacia aproximadamente el 30-50% (Wainwright 1995).

La tasa de descomposición también depende del contenido de lignina, celulosa y hemicelulosa del tronco. Las enzimas ligninolíticas actúan efectivamente cuando el sustrato tiene una alta relación carbono-nitrógeno (Rayner & Boddy 1988). La expresión de estas enzimas también se encuentra condicionada por nutrientes como el nitrógeno, el manganeso y el cobre (Godio et al. 2000). La habilidad de degradar la lignina depende de varias enzimas. Las más importantes son *la lignina peroxidasa*, *manganeso peroxidasa* y *lacasa*, dependiendo de la especie y del sustrato (Fernandes et al. 2005). Sin embargo, la mayoría de los hongos de la pudrición blanca poseen la enzima *lacasa* (Saparrat et al. 2002). La degradación de la celulosa en los hongos de la pudrición blanca se lleva a cabo por la acción sinérgica de tres tipos de enzimas : *las exoglucanasas (celobiohidrolasas)*, *endoglucanasas y β -glucosidasas* (Wood & Campayo 1990).

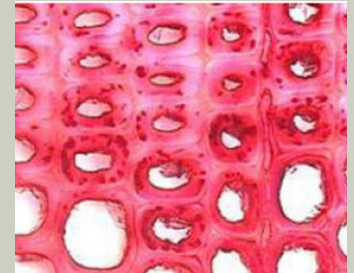
Además de estas enzimas de tipo hidrolasa la mayoría de los hongos de la pudrición poseen una enzima tipo deshidrogenasa (Wood & Campayo 1990), que lleva a cabo reacciones de oxidoreducción, llamada celobiosa deshidrogenasa (CDH), de la cual se ha reportado que también juega un papel importante en la degradación de la lignina (Henriksson et al 2000).

El rompimiento de la celulosa raramente ocurre como un proceso aislado; hace parte de un ataque complejo compuesto de celulosa con lignina y hemicelulosa. Es esencial la acción combinada de

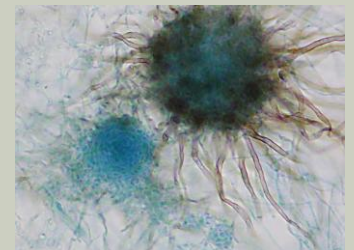
Hongos Pudricion Blanda



Ataque incipiente de pudricion Blanda de suelos no esteriles, en Pino caribe en las paredes secundarias de las celulas de madera tardia_corte transversal



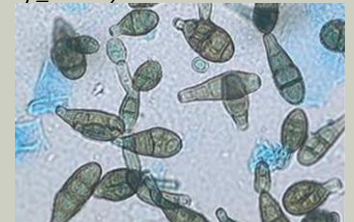
Ataque severo de pudricion Blanda de suelos no esteriles, en Pino caribe ,presencia de abundantes cavidades_corte transversal



Chaetomium sp _Cuerpo fructifero_Ascomycota_Presentes en productos de madera deteriorada



Ataque de Chaetomium sp_ascomycota



Alternaria sp_conidios_Deuteromycetes

enzimas extracelulares con especificidades complementarias (Beguin & Aubert 1994).

Pudrición blanda (Ascomycota y Deuteromycota)

Producida por hongos ascomicetes y deuteromicetes (hongos imperfectos), cuyas hifas se desarrollan no sólo en el lumen sino también en el interior de la pared celular secundaria, realizando su daño (cavidades). Se alimentan principalmente de la celulosa. Es muy parecida a la pudrición parda y se diferencia de ésta porque la madera se siente al tacto muy blanda o esponjosa, y cuando se seca se resquebraja formando cubos pequeños. Se produce cuando existe alta humedad, tanto en el ambiente como en la madera y en las zonas muy húmedas en contacto con el muro o la pared. Está causada por un amplio rango de hongos ascomicetos de los géneros *Chaetomium*, *Xylaria Hypoxylon*; y de deuteromicetos como *los Alternaria*, *Coniothyrium*, *Humicola*, *Stemphylium* y *Stysanus*.

Ocurre cuando el daño causado por el microorganismo es muy superficial. La madera pierde fuerza mecánica y se torna húmeda y esponjosa. Es causada por Ascomycetes y Deuteromycetes, e inicialmente puede caracterizarse por cadenas de cavidades longitudinales con puntos cónicos en la capa de la pared (Saldarriaga 2001). Alrededor de las hifas se genera una destrucción localizada, formando una cavidad en la pared secundaria. Algunos de los hongos causantes de este tipo de pudrición son *Chaetomium globosum* y *Daldinia concentrica* (Moore-Landecker 1996).

Mediadores en la degradación de la lignina

El tamaño molecular de las enzimas degradadoras de madera no permite la completa penetración del hongo (Cullen & Kersten 2004). Existen mediadores de bajo peso molecular de origen intracelular o extracelular que migran hacia las enzimas y oxidan la lignina o la madera. Los precursores de mediadores internos son producidos como resultado del metabolismo de maduración del hongo con la participación de enzimas de degradación de lignina (Zabel & Morrell 1992). Los mediadores de las enzimas degradadoras de lignina pueden actuar como oxidantes-donadores de un electrón, capaces de penetrar y reaccionar dentro de las regiones internas del polímero de la lignina (Glazer & Nikaido 1998). *El veratrol, oxalato, malato y fumarato* son producidos como resultado del metabolismo de hongos y su producción causa una colonización y degradación más efectiva en la madera que de otros microorganismos, al ser inductores de enzimas ligninolíticas (Alexander 1980).

Según Zabel et al. (1992) se ha encontrado que el crecimiento del micelio sobre troncos y degradación de lignina está relacionada con la cooperación de varias enzimas, como por ejemplo, *la*

Hongos Del Parque Nacional Iguazu Argentina



Ramaria sp



Auricularia sp



Cymatoderma sp



Trametes sp



Ganoderma sp



Polyporus sp



Phellinus sp

celobiosa deshidrogenasa, que coopera con la *lacasa* y *celulasas* en la despolimerización de componentes del complejo ligninocelulósico. El metabolismo de estos componentes por combinación de reacciones de óxido reducción dirige la completa degradación de la lignina a dióxido de carbono y agua (Glazer & Nikaido 1998).

Ácidos aromáticos (tales como el ácido vainillínico) derivados del rompimiento de la lignina son tomados por el micelio y degradados además por *dioxigenasas* que funcionan en el metabolismo de ácidos aromáticos simples. Las dioxigenasas catalizadas por reacciones de rompimiento de anillos aromáticos forman cetoácidos que rápidamente entran en el ciclo de Krebs (Zabel et al. 1992).

La *lacasa* puede funcionar como unión de una cadena de transporte de electrones extracelular (Zabel et al 1992). Esta es una enzima extracelular, que contiene cobre y es capaz de oxidar polifenoles; además es capaz de oxidar compuestos no fenólicos en la presencia de un mediador. Se ha encontrado que el aumento de la actividad de la lacasa sobre diferentes sustratos se ve inducida por pequeñas concentraciones de compuestos hidrosolubles (fenoles, compuestos de bajo peso molecular y macromoléculas que contengan grupos fenólicos) provenientes de la lignina o fracciones de lignocelulosa (Saparrat et al. 2002). Hongos como *Pycnoporus cinnabarinus* no producen LiP ni MnP, sólo lacasa, que es esencial para la degradación de la lignina. Sin embargo, sólo la lacasa no puede degradar la lignina. Se han realizado estudios que demuestran que la celobiosa deshidrogenasa (CDH) forma un complejo con la lacasa para la degradación de la lignina (Sigoillot et al. 2002). Los hongos descomponedores de madera son capaces de degradar los tres componentes de la lignocelulosa: lignina, celulosa y hemicelulosa. La lignina en la madera confiere una protección física a la celulosa y hemicelulosa, contra el ataque enzimático (Papinutti et al 2003). Debido a la hidrofobicidad y a su compleja estructura carente de uniones hidrolizables, la lignina no es un sustrato disponible para la mayoría de microorganismos degradadores de celulosa. Los hongos de la pudrición blanca son capaces de realizar una eficiente despolimerización y mineralización de la lignina (Aro et al. 2004); de hecho, estos hongos son los únicos organismos reportados hasta el momento capaces de degradar totalmente la lignina (Shin & Lee 2000).

Hongos del Nordeste Argentino

Los que se hallan con mayor facilidad son los que presentan un cuerpo fructífero relativamente duradero (uno o dos años), de consistencia "leñosa" en ciertos casos. Los más comunes son los clásicos hongos en forma de repisa, en su gran mayoría políporos (Aphylophorales), fáciles de reconocer por su superficie himenial

Hongos Del Parque Nacional Iguazu Argentina



Asterothyrium sp



Porina sp



Fomes sp



Lentinus sp



Marasmius sp.



Hebeloma sp

repleta de pequeños poros. Uno de los hongos más coleccionados por los aficionados es *Pycnoporus sanguineus*, especie cosmopolita muy llamativa por su color anaranjado-rojizo. *Hydnopolyporus fimbriatus* también es llamativo por su forma y su color blanco que se destaca en la superficie del suelo.

Lenzites elegans, también es blanco, pero crece sobre troncos en descomposición. Muchos otros géneros de este grupo, como *Trametes*, *Hexagonia*, *Polyporus* y *Rigidoporus*, pueden hallarse con facilidad si se observan con atención troncos y ramas caídas.

Algunas especies del género *Ganoderma* pueden encontrarse sobre troncos en forma de repisa o en el suelo, como un hongo de sombrero, semileñosos, con superficies contrastantes (castaño opaco o laqueado en la superior y blanca a amarillenta en la inferior).

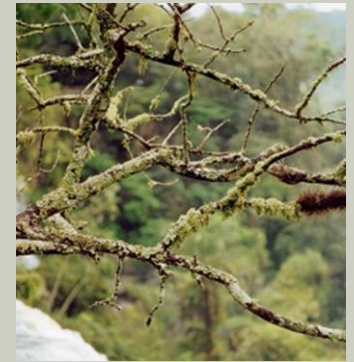
Son llamativas varias especies de *Inonotus* y *Phellinus* porque normalmente presentan una superficie himenial amarillento dorada hasta castaño amarillenta; algunas especies de *Phellinus* pueden encontrarse en lugares más expuestos y hasta xerófitos.

Otro grupo es el de los corticioides, con un cuerpo fructífero en gran parte o completamente adherido a la corteza o superficie de la madera, sobre ramas o troncos muertos. Pueden ser fácilmente confundidos con líquenes cortícolas, pero a diferencia de éstos, normalmente se los encuentra sobre madera en descomposición, con colores que van del blanco al castaño, pasando por tonalidades de amarillo, anaranjado, o menos frecuentemente gris azulado y gris violáceo.

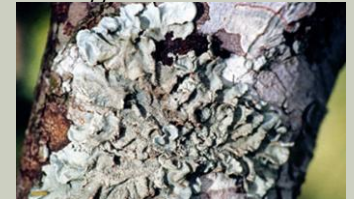
Una de las enzimas ligninolíticas más frecuentes en los hongos descomponedores de madera es la *lacasa* (Baldrian 2006). Las lacasas fúngicas han sido ampliamente estudiadas por Thurston (1994), así como su papel en la deslignificación (Youn et al. 1995). Las lacasas han sido de gran interés al ser capaces de degradar la lignina aún en ausencia de lignina peroxidasa y manganeso peroxidasa (Mayer & Staples 2002). Por ello, un gran número de estudios ha venido demostrando la participación de la lacasa en muchos eventos de degradación de lignina que antes se atribuían a otras enzimas ligninolíticas (Saparrat et al. 2002).

Los hongos de sombrero ("agaricos" y "boletos") son los más conocidos por incluir a la mayoría de los hongos comestibles, aunque también a los más venenosos. La forma, el tamaño y el color en este grupo son sumamente variables, pero se los agrupa en general por su consistencia carnosa, putrescible, aunque algunos pueden volverse correosos al perder agua; los agaricos exhiben laminillas en la cara inferior del sombrero y los boletos tienen poros.

Debido a la consistencia del basidiocarpo, normalmente son de vida muy corta, desde horas a solamente algunos días, por lo que



Usnea spp.



Parmotrema tinctorum



Parmotrema sp



Cookeina sp



Dictyophora sp

también crecen muy rápido. Para identificarlos hay que tener en cuenta caracteres indispensables como forma y color, además de sus caracteres microscópicos y reacciones con ciertos reactivos químicos. Los más comunes en la zona incluyen algunas especies de *Marasmius* y *Lentinus s.l.*

(Tricholomataceae), *Macrolepiota* (Agaricaceae), *Psilocybe* (Strophariaceae) y *Coprinus* (Coprinaceae).

Ninguna de las creencias populares, como presencia o ausencia de anillo, cambio de color al cortarse, oxidación de cuchillos, etc., es válida para separar a las especies comestibles de las tóxicas. Únicamente un conocimiento previo de la especie o una identificación seria con instrumental adecuado puede determinar tal situación. Incluso el olor y el sabor son caracteres a tener en cuenta para la identificación (debe probarse una pequeña cantidad sin ingerirla).

Ninguno de estos hongos es venenoso al contacto, solamente si alguna especie tóxica es ingerida; si esto sucede, la manifestación de los síntomas no es inmediata y generalmente se demora algunas horas, dependiendo del tipo y cantidad de hongo consumido. Sólo una especie, que aún no fue hallada en el norte de nuestro país, *Amanita phalloides*, es altamente venenosa y prácticamente mortal si el intoxicado no es tratado a tiempo; esta especie fue introducida accidentalmente a la Argentina, como muchas otras, junto con árboles ornamentales.

Entre los Gasteromycetes se pueden mencionar como ocasionales representantes a algunas "polveras" como *Calvatia* y *Lycoperdon*, "estrellas de tierra" como *Geastrum* y "hediondillas" como *Dictiophora* sp.

Otro hongo muy común, es la "oreja de Judas", *Auricularia spp.*, cuya forma recuerda una oreja, a veces muy grande, castaña y de consistencia cartilaginosa blanda, por lo que algunas personas lo consumen. En este grupo de hongos cartilagosos-gelatinosos, también es llamativo el basidiocarpo de *Tremella*.

Entre los Ascomycetes, puede hallarse ocasionalmente a *Cookeina* sp. que llama la atención por semejar pequeñas copas de color rojizo, anaranjado o amarillo, creciendo sobre madera. También son comunes algunas especies del género *Xylaria*, comunmente en forma de dedos carbonosos, ramificados o no, de muy diversos tamaños y a veces cubiertos de un polvillo blanco (sus propios conidios), y *Daldinia concentrica*, que se presenta en forma de pequeñas pelotas o semiesferas negras y carbonosas, todas sobre troncos o ramas en putrefacción.

Riesgos de Infección en el proceso productivo de la Madera

En el proceso que va desde el plantin en vivero, a la explotación forestal y sus productos manufacturados, existen riesgos de la introducción de organismos no solo en forma de huevos, o larvas,

Hongos Del Parque Nacional Iguazu Argentina



Scleroderma sp



Scleroderma sp



Herpotallon sp



Ramalina sp



Teloschistes sp



Coenogonium sp

que sería lo más evidente sino también en la presencia de mohos y hongos, que terminarían con el devaluado del material obtenido, debiéndose tener en cuenta las siguientes variables :

1. Sin duda, que los puntos de mayor riesgo se producen en la etapa de cosecha, esta faena hoy en día está orientada a optimizar los rendimientos. Por ello el uso cada vez más creciente de maquinaria.
2. Dentro de las principales preocupaciones destacan los impactos ambientales derivados de esta actividad, especialmente sobre el suelo y el manejo de desechos. Para lo primero se ha incentivado el uso de maquinarias con oruga, particularmente útil en faenas de otoño-invierno y para lo segundo el acopio en filas, trituración y quema.
3. Los desechos constituyen siempre un foco de agregación de los escarabajos de corteza, que constituyen un riesgo tanto por el daño que provocan como por la probabilidad de diseminar las esporas de hongos manchadores.
4. Otra actividad que provoca daño a la corteza, factor clave en la protección contra agentes fungosos, es el desramado y trozado. El uso de maquinaria especializada que puede trozar y desramar un árbol, produce un daño a la corteza, que limita el establecimiento de escarabajos de corteza, pero favorece el ataque de *C. pilifera*.
5. Se sabe que el retiro de las trozas debe ser lo más rápido posible, a lo más las trozas deberían permanecer 48 hrs, en las canchas de acopio, antes de ser despachadas a los aserraderos, a las plantas de trozado o al puerto, según sea el caso. Pero el retiro de las trozas no siempre es tan rápido como debería ser, ya que las trozas deben ser identificadas con la fecha de volteo, única forma de asegurar que las trozas volteadas primero, salgan primero, lo que exige un control de entradas y salidas de materia prima muy riguroso.
6. Otro factor importante es la existencia de una adecuada red caminera que permita sacar la madera y un sistema de transporte eficiente, situación que manejan las grandes empresas, pero que no lo han logrado las pequeñas y medianas.
7. Las condiciones de temperatura y humedad son también importantes, es así como Kierle (1978), Wakeling (1998) han señalado que los mayores riesgos de manchado se producen en primavera-verano debido a las condiciones de temperatura y humedad favorables al crecimiento de los hongos manchadores.
8. Otro tanto ocurre con los insectos, que presentan una mayor actividad en ese período. Sin embargo, la actividad forestal se realiza durante todo el año, concentrándose en el periodo de primavera-verano, debido fundamentalmente a las mejores condiciones ambientales para realizar las faenas, lo que aumenta aún más el riesgo de que las trozas sean atacadas por hongos e insectos. Esto se debe principalmente a que entre diciembre y enero los adultos de *H. ligniperda* como de *H. ater* están en periodo de vuelo, comenzando un nuevo periodo de reinfestación.
9. Algo similar ocurre con *C. pilifera*, ya que es en esta época, donde las altas temperaturas unidas a condiciones óptimas de humedad favorecen la aparición de la mancha azul en la madera.
10. Para el problema ocasionado por los hongos, la industria maderera ha utilizado productos químicos como una forma eficaz de evitar el desarrollo de hongos manchadores. En especial de *C. pilifera*, responsable de provocar la mancha azul en *P. radiata* y de la mayoría de los rechazos de la madera, que se destina a la manufactura, tanto en la industria nacional como internacional. La mayoría de las empresas utilizaban pentaclorofenato de sodio, producto altamente tóxico. Sin embargo, una resolución emanada del Servicio Agrícola y Ganadero prohibió su uso desde diciembre de 1999. Ante este nuevo panorama, las empresas forestales se han visto obligadas a utilizar nuevos productos.

11. Otro punto importante de riesgo es el almacenamiento de los productos antes del embarque, este riesgo se produce principalmente debido a que al puerto llegan todo tipo de productos primarios, entre ellos trozas con corteza, las que muchas veces se descortezan en el puerto, dejando los desechos. Estos son un foco de atracción para la llegada de los escarabajos, los que pueden volar a otros productos, infestándolos, y obligando a realizar una fumigación.
12. Dejar los desechos en un área de plantación es un riesgo sobre todo el arrumado, ya que al ser los desechos restos de madera con corteza, hace que los escarabajos puedan colonizarlos sin problema, lo que puede ocasionar que éstos ataquen las plántulas recién establecidas. La actividad de quema también lleva un riesgo implícito, sobre todo cuando es parcial. Por esto la preparación del terreno representa un papel importante en minimizar el riesgo de ataque sobre plantaciones recién establecidas, ya que una preparación del terreno involucra el manejo de los desechos, como así también actividades de preparación del terreno tales como subsolado, cultivo en terraza, roce, control de malezas.
13. Por otro lado actividades de poda y raleo implican riesgos, ya que implican dejar desechos en el rodal. Estas actividades se tornan más peligrosas, desde el punto de vista sanitario, cuando se realizan en primavera-verano, variando esto de acuerdo a las condiciones climáticas de la región.
14. Una actividad que merece tenerse presente es el almacenamiento de las trozas, antes de su procesamiento. En la mayoría de los casos las canchas de acopio son de tierra y las trozas se mantienen con un sistema de riego, que mantiene la madera saturada de agua, lo que impide la acción de hongos e insecto.
15. Otro punto de riesgo importante es cuando se produce la elaboración del producto, siendo de suma importancia el manejo de los desechos para evitar la llegada de los escarabajos de corteza, siendo de gran importancia la eliminación periódica de los desechos, esto con la finalidad de evitar la llegada de los escarabajos a los paquetes de madera.
16. Aún cuando éstos no provocan un daño en la madera aserrada, la madera debe ser fumigada con algún insecticida, para lograr productos libres de insectos.
17. Aun se sigue estudiando relación de algunos escarabajos que se asocian con hongos específicos, llevándolos en estructuras especializadas o en la superficie del cuerpo. Las esporas son introducidas al árbol, cuando el insecto realiza las galerías.

La práctica silvícola forestal ha demostrado que manteniéndose criterios muy útiles y no tan complejos de ser realizados, dan buenos resultados, como el no acopiar a orillas del camino o en canchas cercanas al bosque, especialmente si las trozas están con corteza, son útiles para evitar el ataque de estos escarabajos. El acopio muy breve en planchada de rollos. En aserraderos, el manejo con una aspersión de las trozas para mantener las trozas sobresaturadas, lo que evita tanto el ataque de los escarabajos, como la presencia de hongos manchadores. Un adecuado manejo de los desechos, todas medidas logísticas y de producción que llevarán sin dudas a productos libres de organismos que produzcan el devaluado de la madera.

Bibliografía y Fuentes_Capitulo 6

- CARRILLO Leonor. *Los hongos de los alimentos y forrajes*. [PDF]. Universidad Nacional de Salta_Disponible en Web: www.unsa.edu.ar/matbib/hongos/htextocubierta.pdf
- REMACHA GETE Andres. *Degradación de la madera por los organismos Xilofagos Vegetales*. [PDF]. Universidad Politécnica de Madrid. Disponible en Web: http://infomadera.net/uploads/articulos/archivo_1368_17243.pdf
- ENCINA Osvaldo; MORA Néstor. *Patrones de degradación de las maderas de Pino caribe, Curarire y Drago por Gloeophyllum trabeum , Trametes versicolor y Pycnoporus sanguineus*. [PDF]. Grupo de Investigación en

Conservación de Maderas (GICOM).Laboratorio Nacional de Productos Forestales.ULA – MARN Apartado 220, Mérida 5101-A, VENEZUELA. Disponible en Web : www.saber.ula.ve/handle/123456789/24336

- Web Master : *E-mail*: miguelicerro@olivacordobesa.es
Ascomicetos. [PDF] Disponible en Web : <http://www.olivacordobesa.es/APUNTES%20BOTANICA%20NUEVA.html>.
Disponible en Web : www.olivacordobesa.es/ASCOMICETOS.pdf
- MAYORGA Sandra Ide; LANFRANCO Dolly; PEREDO Hernán; RUIZ Cecilia; Vives Isabel. *Escarabajos de corteza y mancha azul: Situación en Chile*. [PDF]. Instituto de Silvicultura, Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Austral de Chile. Casilla 567. E-mail: certisan@uach.cl
Disponible en Web: www.ipef.br/publicacoes/stecnica/nr33/cap06.pdf
- ENCINAS Osvaldo. *Conservación de maderas*. [PDF]. Grupo de Investigación en Conservación de Maderas (GICOM), Universidad de Los Andes. Taller de Tratamiento de Maderas, Museo Salvador Valero, Núcleo Rafael Rangel – Ula. 14 de Febrero de 2004, Trujillo, Venezuela. Disponible en Web : <http://webdelprofesor.ula.ve>
- Desintregacion de Tejidos. *Diapositiva 1* [PDF].
Disponible en Web: www.dbbe.fcen.uba.ar/new/contenido/DesTejidos20111021.pdf
- ANDRADE GALLARDO, César Alejandro. *Determinación de la eficacia en laboratorio de una pintura en mezcla con preservante antimancha, para madera aserrada de Pinus radiata*. [PDF]. Trabajo de Titulación. Profesor Patrocinante: Sr. Hernán Peredo L.. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Forestal. Valdivia Chile 2002. Disponible en Web : www.cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2002/fifa553d/doc/fifa553d.pdf
- POPOFF, Orlando F.; FERRARO, Lidia I.. *Líquenes y hongos del Parque Nacional Iguazú*. [PDF]. Universidad Nacional del Nordeste. Comunicaciones Científicas y tecnológicas. 2004. IBONE – CONICET – UNNE. Sargento Cabral 2131 – C.C. 209 - (3400) Corrientes - Argentina.
Disponible en Web : www.unne.edu.ar/Web/cyt/com2004/6-Biologia/B-052.pdf
- TOLEDO SANTIBAÑEZ, Jorge Anselmo. *Efecto del almacenamiento prolongado en la madera de Pinus radiata D. Don sobre el proceso kraft*. [PDF]. Trabajo Titulación Ing en Maderas. Patrocinante Sra. Silvana Mariani A. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Forestal. Valdivia. Chile 2005. Disponible en Web : www.cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2006/fift649e/doc/fift649e.pdf
- HONRUBIA Mario. *Los Hongos en la Región de Murcia*. [PDF]. Catedrático Biología Vegetal. Universidad de Murcia. España. Murcia, 5 de Marzo de 2009.
Disponible en Web: www.pabloportillo.net/bancofotos/images/hongos.pdf
- SILVA S. Ricardo, FRITZ F. Consuelo., CUBILLOS A Juan., DÍAZ C. Matías. *Manual para la producción de hongos comestibles, (shiitake)*. [PDF]. PROYECTO CONAMA-FPA RM-027-2010. Santiago, 2010
Disponible en Web: www.forestaluchile.cl/shiitake/
- CARRILLO Leonor. *Microbiología Agrícola. Capítulo 4*. [PDF]. Universidad Nacional de Salta. Disponible en Web: www.unsa.edu.ar/matbib/micragri/micagricap4.pdf
- REYES R Christian A. *Hongos fitopatógenos*. [PDF]. Fitopatología General – Guías de Apoyo
- CRUZ DE LEÓN José. *Manual para la protección contra el deterioro de la madera*. [PDF]. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Edificio D, Planta alta, C. U.58140 Morelia, Mich., México. Disponible en Web: www.fitecma.umich.mx
- CHAPARRO SOSA, Deisy Fernanda; ROSAS WANUMEN Diana Carolina. *Aislamiento Y Evaluación De La Actividad Enzimática De Hongos Descomponedores De Madera En La Reserva Natural La Montaña Del Ocaso, Quimbaya - Quindío* [PDF]. Trabajo Titulación Microbiología Industrial. Pontificia Universidad Javeriana Facultad De Ciencias. Carrera De Microbiología Industrial. Septiembre de 2006.
Disponible en Web : www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis250.pdf
- FURCI GEORGE, Giuliana Maria Nascimento. *Fungi Austral, Guia de Campo de los Hongos mas vistosos de Chile*. [PDF]. Chile, 2007. Disponible en Web : www.hongos.cl/Documentos/Lib%20HONGOS%20baja.pdf