
 <h1>The Microbial World</h1> <h2>Perfis de microorganismos :</h2> <h3>Recurso educativo</h3> <p>Produzido por by Jim Deacon, Institute of Cell and Molecular Biology, and Biology Teaching Organisation, University of Edinburgh</p>	
--	---

BENVINDO AO MUNDO DOS MICRÓBIOS

Existem 36 perfis neste site, contributos do autor e de outros microbiólogos.
Todo o material deste site é propriedade intelectual do autor e dos restantes contribuintes
MAS PODE SER USADO LIVREMENTE PARA FINS EDUCATIVOS NÃO LUCRATIVOS.
Agradece-se que seja feita uma referência.

Agradeço que quaisquer comentários e sugestões sejam enviados para : j.deacon@ed.ac.uk

<http://helios.bto.ed.ac.uk/bto/microbes/microbes.htm>



The Microbial World

***Armillaria mellea* e outros fungos da
podridão da madeira**



rizomorfos

Fungos da podridão da madeira

A madeira é uma das mais abundantes fontes de energia na Terra, mas é difícil de apodrecer. Só alguns fungos especializados do grupo dos *basidiomicóticos* e dos *ascomicóticos* têm a capacidade de o fazer. Alguns deles são importantes patógenos das árvores, inclusive o *Armillaria mellea*, que é aqui estudado, e o *Heterobasidium annosum*, que é estudado num perfil separado. Alguns provocam danos estruturais nas madeiras das construções, por exemplo o fungo da podridão seca, *Serpulla lacrymans* (Figura A). A maioria, no entanto, são saprófitos nos ambientes naturais, com papéis principais na reciclagem dos nutrientes.



Figura A – *Serpulla Lacrymans* (podridão seca). A imagem mostra parte de uma porta interior com uma podridão seca extensa. A madeira apodrecida parece partida em tijolos (setas brancas), o que é típico deste fungo. À esquerda, em baixo, podemos ver o espalhamento das hifas deste fungo, de cor amarela enxofre, sobre a superfície da madeira – o limite do seu avanço está indicado pelas três setas pretas.

Os fungos da podridão da madeira têm um interesse biotécnico crescente, porque os seus sistemas de enzimas podem desintoxicar os poluentes e podem reciclar os resíduos agrícolas, deixando celulose como um potencial substrato barato para fermentações industriais.

Vamos estudar aqui :

- As condições especiais necessárias para o seu crescimento sobre a madeira
- Os tipos de fungos da podridão das madeiras
- O *Armillaria mellea*, o principal patógeno das árvores
- Outros fungos da podridão, incluindo generalistas e hóspedes especialistas.

Características específicas dos fungos da podridão da madeira

Os fungos da podridão da madeira necessitam de estar especialmente adaptados para ultrapassarem três restrições principais :

1. **A complexidade dos substratos orgânicos.** A madeira contém apenas pequenas quantidades de substratos facilmente utilizáveis, tais como açúcares simples e seiva. Estes estão presentes inicialmente nas células radiais do parênquima, mas são rapidamente usados pelos **fungos do “azulado” da seiva (Figura B)**, os quais invadem os troncos cortados de fresco. Os principais componentes da madeira são a **celulose** (40 a 50 % de peso seco, composta por cadeias rectilíneas compridas de beta - 1, 4 - ligações de glucose), **hemiceluloses** (25 a 40 %, consistindo em misturas de polímeros de glucose, manose, xilose, arabinose, etc.) e **lenhina** (20 a 35%, um polímero complexo tridimensional, consistindo em três tipos de unidades fenil-propano). A lenhina é extremamente resistente aos ataques enzimáticos, e ela incrusta os outros materiais das paredes e forma complexos químicos com eles, evitando que sejam facilmente degradados.

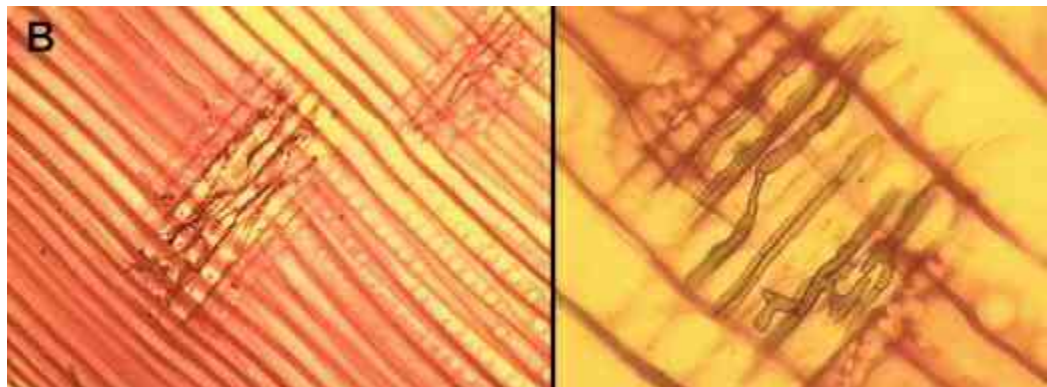


Figura B. Fungo “azulado” da seiva visto em secções finas da madeira, corado com safranino. A imagem menos ampliada (esquerda) mostra uma secção através de duas partes do parênquima radial, atravessando o xilema. A imagem da direita mostra hifas de fungos pigmentadas em cor escura, crescendo no parênquima radial.

2. **Baixo conteúdo em azoto.** A madeira, tem tipicamente um muito baixo conteúdo em azoto (geralmente menos que 0,1 % em peso) e em fósforo – os dois elementos minerais necessários em grandes quantidades para o crescimento micróbico.
3. **Presença de compostos potencialmente fungicidas.** Estes são particularmente vulgares na madeira do **cerne** não viva, e incluem taninos, nas árvores de folha larga, e diversos compostos fenólicos (terpenes, estilbenes, flavonoides e tropolones) nas árvores coníferas. Os tropolones mais tóxicos são o tujaplicines, o qual liberta uma fosforização oxidante. A resistência natural contra a degradação da madeira de cedro é consequente destes dois compostos, e a especificidade de diversos fungos por tipos particulares de madeira podem estar relacionadas com a sua tolerância a compostos específicos.

Tipos de fungos da degradação da madeira

Os fungos da degradação da madeira podem ser organizados em vários grupos :

- Pelo seu método de degradação da madeira, o qual reflecte diferenças fundamentais nas actividades enzimáticas - a **podridão branca**, a **podridão castanha** e os fungos da **podridão mole**.
- Pela sua biologia geral – quer eles sejam **patogénios** que atacam e destroem a madeira viva do borne, “**parasitas**” que atacam e matam as árvores moribundas ou em stress, ou **saprótrofos** que colonizam a madeira morta.
- Ou então, conforme são colonizadores primários ou colonizadores secundários, conforme provocam podridões na madeira morta das árvores erectas ou tombadas, conforme são hóspedes selectivos ou “generalistas”, etc.

Fungos da podridão branca

Estes fungos degradam a maioria dos componentes da madeira (celulose, hemiceluloses e lenhina), mais ou menos ao mesmo tempo, pelo que a madeira se torna progressivamente mais frágil, mas permanece branca, conforme se vai degradando. As podridões brancas são causadas por dois dos principais patogénicos das árvores, o *Armillaria mellea* (Figuras C e D) e o *Heterobasidium annosum*, a também por muitos fungos saprotróficos, inclusive o vulgar colonizador dos cotos, o *Coriolus versicolor* (Figura N), e as vulgares podridões ascomicóticas da madeira, a *Xylaria hyphoxylon* (Figura Q) e a *Xylaria polymorpha* (Figura R).

Fungos da podridão castanha

Os fungos da podridão castanha degradam a celulose e as hemiceluloses, mas deixam a lenhina mais ou menos intacta, sob a forma de uma estrutura castanha. Só cerca de 6 % dos fungos da degradação da madeira provocam podridões castanhas, e todos estes fungos são membros dos basimicóticos. Eles incluem o *Serpulla lacrymans* (fungos da podridão seca, Figura A) e o vulgar políporo da bétula, *Piptoporus betulinus* (Figura H).

Fungos da podridão mole

Os fungos da podridão mole degradam apenas a celulose e as hemiceluloses, e ocorrem tipicamente na madeira com elevados conteúdos em água e em azoto. Eles encontram-se mais frequentemente em aros de janelas apodrecidos, tábuas de pavimento molhadas e postes de vedações, etc. em que o azoto é “recrutado” a partir do solo ou da contaminação atmosférica. Alguns destes fungos são decompositores vulgares da celulose no solo (por exemplo, as espécies de *Chaetomium*) e eles são os menos especializados fungos da podridão da madeira.

Armillaria mellea : um patógeno destruidor de árvores

O género *Armillaria mellea* contém cerca de 40 espécies de importantes fungos da podridão da madeira, que se encontram largamente espalhados por todo o mundo. O seu comportamento básico é semelhante, porque todas as espécies invadem as raízes e provocam uma podridão branca progressiva (ver à frente). Por esta razão, todos estes fungos foram, numa dada fase, agrupados como uma espécie única, *Armillaria mellea*. Mas eles estão hoje separados com base na sua morfologia, fisiologia, patogenicidade e distribuição geográfica.

Algumas destas espécies são podridões destrutivas das raízes das árvores – elas podem invadir através da casca da raízes maiores, destruindo progressivamente os tecidos vivos das raízes, e conduzindo a um sério declínio e posterior morte dos seus hospedeiros. Em termos económicos, estas espécies patogénicas são quase tão importantes para as florestas comerciais como o *Heterobasidion annosum*. Os seus principais exemplos incluem o *Armillaria mellea* (no seu novo significado restrito) e o *Armillaria ostoyae* na Europa e na América do Norte, e o *Armillaria luteobubalina* na Australásia. Outras espécies, tais como o *A. gallica* na Europa e na América do Norte, são, em geral, fracamente patogénicos, mas podem provocar doenças nas árvores enfraquecidas e em stress. Podem ser feitas mais distinções em termos de gamas de hospedeiros característicos das diferentes espécies. Por exemplo, o *A. mellea* é principalmente um patógeno das árvores de folha larga nos parques ornamentais, nas florestas naturais, nos pomares, etc., mas consegue matar coníferas (pinheiros, espruce, etc.) plantadas em sítios onde foram abatidas espécies de folha larga. Em contraste, o *A. ostoyae* parece ser o mais importante patógeno das árvores coníferas, provocando graves danos até mesmo na segunda e terceira rotação de plantações de coníferas. Assim, o género *Armillaria* parece ter-se diversificado numa variedade de formas com diferentes graus de virulência patogénica e de preferência por hospedeiro. Neste trabalho vamos tratá-los todos por "*Armillaria*" porque o seu comportamento básico é similar.

O *Armillaria* é vulgarmente visto nos bosques Britânicos, onde produz um grande número de corpos frutíferos coloridos sobre ou ao redor das bases das árvores mortas (Figura C). Estes corpos frutíferos deram origem ao nome *A. mellea* – "fungos do mel". O *Armillaria* também é conhecido por fungos "atacadores de bota" porque muitas espécies podem espalhar-se pelo terreno, ou sob a casca, produzindo rizomorfos que parecem atacadores de botas (Figura D). Estes rizomorfos são agregados de milhares de hifas, com uma pele exterior negra, e que desempenham um importante papel na infecção, discutido mais adiante.

O *Armillaria* pode estabelecer-se em novos lugares, quando os basidiosporos transportados pelo ar aterram em superfícies expostas de cotos de árvores, de uma forma semelhante ao *Heterobasidion annosum*. Então, ele vai colorir os tecidos do coto que lhe servem de base de alimentação, para se espalhar para as raízes de outras árvores. Em certas espécies de *Armillaria*, este espalhamento de árvore em árvore é feito pelo crescimento de micélio durante o contacto raiz com raiz. Mas, em muitos casos, ele é conseguido pelos rizomorfos que podem crescer ao correr das superfícies das raízes, sob a casca das árvores mortas, ou que se podem espalhar nalguns metros através do terreno, a partir de uma base de alimentação estabelecida. Assim, uma vez estabelecido num local, o *Armillaria* forma frequentemente uma extensa rede de rizomorfos que podem invadir agressivamente as raízes das árvores ao seu redor ou, no caso das espécies menos patogénicas, podem invadir quando as árvores estão em stress por factores ambientais.

Os rizomorfos são visíveis porque funcionam como estruturas unidas, com um típico meristema que se assemelha a um sistema do tipo radicular – bastante diferente de um crescimento normal de hifas

individuais de fungos. Eles crescem muito mais depressa do que as normais hifas do *Armillaria* – até 19 mm por dia, em condições de laboratório – e eles transportam nutrientes para as extremidades, a partir de uma base de alimentação (um coto colonizado, etc.), que pode estar a metros de distância. A extremidade do rizomorfo, suportada pelos nutrientes provenientes da base de alimentação, tem suficiente “poder inoculador” para penetrar a casca de uma raiz de árvore e destruir progressivamente os subjacentes tecidos dessa raiz – uma característica fundamental na biologia destes fungos. Sabe-se pouco sobre os factores que regulam o crescimento dos rizomorfos, mas o deflagrar dos rizomorfos em cultura é fortemente encorajado por álcoois de baixo peso molecular, tais como o etanol e o propanol.

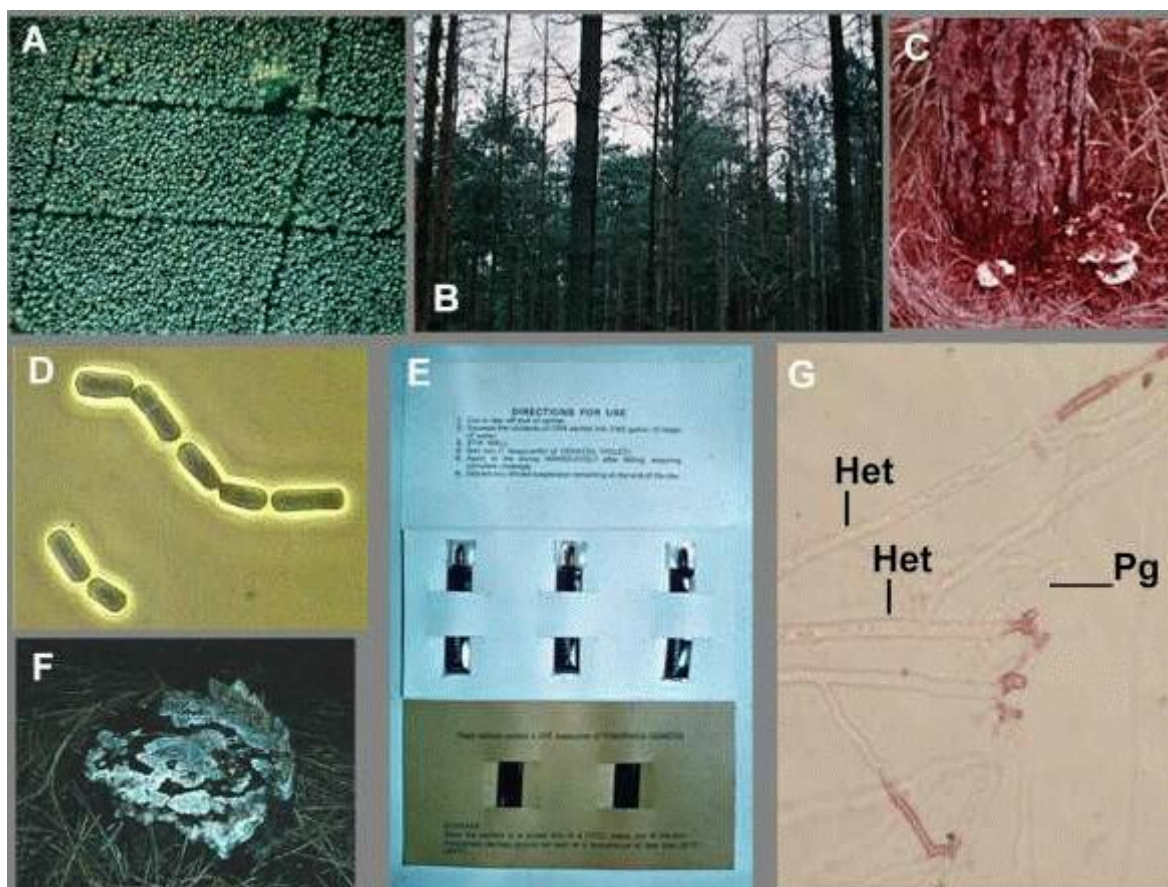
O *Armillaria* é notável a respeito de outros dois factos. Primeiro, as espécies patogénicas têm uma espantosamente larga gama de hospedeiros que ultrapassam largamente as árvores das florestas. Por exemplo, o *Armillaria* provoca sérios prejuízos nas colheitas dos pomares (pêssegos, amêndoas, citrinos, abacate, cacau, café, kwi, etc.) onde quer que eles sejam plantados num local onde foi limpa a floresta ou a mata indígena. O fungo infecta estas colheitas, a partir dos cotos ou dos principais tecidos das raízes que foram deixados depois da desmatação, e só pode ser erradicado pela remoção dos fragmentos maiores dessas raízes, os quais lhes proporcionam a base de alimentação – uma operação dispendiosa. Em segundo lugar, algumas espécies de *Armillaria* podem actuar como fungos microrizais para suportarem o crescimento de orquídeas e de outras plantas não fotosintéticas, semelhante ao mais vulgar papel das espécies *Rhizoctonia* (*Mycorrhizas*). Por exemplo, as espécies de *Armillaria* têm sido identificadas como simbioses fungais das orquídeas *Gastrodia elata*, *G. cunninghami* e *Galeola septentrionalis*, e da *Monotropa uniforma*, da família *Pyrolaceae*. Em certos casos, o fungo produz cordões dentro das células dos tubérculos das orquídeas, e estes cordões são digeridos pela orquídea como fonte de nutrientes. Em certos casos, os rizomorfos do *Armillaria* que infectam a orquídea, também estão agarrados às raízes das árvores. Assim, o fungo actua essencialmente como ponte, fornecendo nutrientes à orquídea a partir da árvore hospedeira – uma forma indirecta de parasitismo.

Bibliografia

Muitos aspectos da biologia, do comportamento infectante e da ecologia do *Armillaria* estão profundamente cobertos nos capítulos do livro “*Armillaria Root Disease*” (CG Shaw & GA Kile, eds) 1991. Agriculture Handbook No. 691. Forest Service, United States Department of Agriculture, Washington D.C.

Heterobasidion - podridão das raízes do pinheiro : um sistema de controlo biológico bem sucedido

O fungo *Heterobasidion annosum* é o patogéneo mais destruidor das árvores coníferas no Hemisfério Norte. Ele progride para a base das árvores, a partir das raízes, provocando uma podridão economicamente importante. Uma vez estabelecido num local, o fungo é quase impossível de erradicar; ele espalha-se progressivamente, por contacto entre raízes saudáveis e raízes infectadas, provocando lacunas de doença (A) nas quais muitas das árvores já morreram (B) e podendo existir corpos frutíferos de *Heterobasidium*, com a forma de cesto, na sua base (C). Estes corpos frutíferos podem libertar basidiosporos transportados pelo ar, que conseguem espalhar a infecção até outros lugares. Isto acontece tipicamente quando as árvores tombam no chão. Os basidiosporos aterram nas superfícies recentemente cortadas dos cotos, e o fungo cresce para baixo, através dos tecidos desses cotos, até às raízes mortas, a partir das quais infecta as raízes das árvores saudáveis adjacentes.



A, B, C, E e F: a partir de transparencias coloridas gentilmente cedidas pelo falecido John Risbeth.

O *H. Annosum* é um patogéneo especializado, pelo que tem uma vantagem selectiva sobre outros fungos na colonização dos tecidos dos cotos expostos de fresco. Mas, uma vez que estes tecidos morreram, eles podem ser colonizados por uma gama de fungos destruidores que conseguem excluir o

patogéneo, por competição. Por esta razão, os florestais geralmente matam os tecidos da superfície dos cotos com químicos ligeiramente tóxicos, tais como compostos de ureia, boro ou sulfamato de amónio.

No entanto, isto pode ser ambientalmente indesejável e, em certos casos, especialmente nos cotos de pinho, pode ser substituído por um sistema de controlo biológico, altamente eficiente, concebido pelo Dr. John Risbeth, da Cambridge Botany School. Ele descobriu que os cotos de pinho cortados de fresco podiam ser colonizados por um outro fungo, *Phlebiopsis gigantea* (anteriormente chamado de *Peniophora gigantea*), que é ligeiramente parasítico, mas não constitui qualquer perigo para as árvores saudáveis. Se o *Phlebiopsis* for aplicado antes, ele pode evitar a invasão pelo *H. Annosum*, protegendo as superfícies dos cotos sem a necessidade da aplicação de químicos fitotóxicos.

Ele desenvolveu um método simples de comercialização do *P. gigantea*, porque este fungo cresce rapidamente em cultura laboratorial, produzindo grandes números de esporos parecidos com tijolos, pela fragmentação das hifas (D). Os esporos recolhidos são suspensos numa solução de sacarose, para atingirem um potencial osmótico e para se evitar que eles germinem durante o armazenamento, sendo depois misturados com um corante e selados em saquetas (E) que podem ser armazenadas, até 6 meses, num frigorífico. Para a aplicação, o conteúdo das saquetas é diluído em água e pulverizado sobre as superfícies dos cotos frescos. O fungo coloniza rapidamente e produz os seus corpos frutíferos ramificados cerca de um ano depois (F).

O *P. gigantea* tem um modo de actuação interessante, como agente de controlo biológico. As hifas deste fungo antagonizam as hifas do *H. annosum* (e de alguns outros fungos) por contacto – um fenómeno chamado de interferência hifal (G). Qualquer hifa de *H. annosum* que entre em contacto com as hifas do *P. gigantea* mostra uma rotura rápida e localizada : o protoplasma torna-se desorganizado e a integridade da sua membrana fica afectada. Isto é mostrado na figura G, onde foi adicionado um corante vermelho neutro numa placa de agar : algumas hifas de *H. annosum* desenvolveram-se até uma hifa do *P. gigantea* e recolheram localmente o corante, apesar de a integridade normal da sua membrana excluir esse corante (ver a seguir).

Ganoderma adpersum e outros fungos de podridão do cerne

Alguns fungos provocam extensas **podridões do cerne** nas árvores erectas, crescendo nos tecidos lenhosos mortos centrais. Eles podem estar especialmente adaptados para tolerarem os compostos potencialmente fungicidas cotidos neste tipo de madeira.

Um exemplo clássico é o *Ganoderma adpersum*, um fungo de podridão branca que provoca a podridão do cerne da faia e de outras árvores de folha caduca (Figuras E e F). Não é um patogéneo, porque cresce nos tecidos não vivos, mas pode enfraquecer a árvore, tornando-a susceptível aos danos provocados pelo vento. O *Ganoderma* estabelece-se por esporos transportados pelo ar que entram nas feridas provocadas pela queda de ramos, etc. Os seus corpos frutíferos característicos "lenhosos" libertam grandes números de basidiosporos a partir de poros extremamente pequenos – é um dos fungos "políporos", com poros a desempenharem o papel de órgãos respiratórios. Os seus corpos frutíferos são perenes, e a sua cercadura branca (Figura F) representa a margem de expansão da actual estação de crescimento.



Figura E. Base de uma faia viva (*Fagus sylvaticus*) exibindo os grandes corpos frutíferos em forma de cesto, da podridão do cerne, *Goderma adpersum*.

Figura F. Pormenor de um corpo frutífero. Estes são perenes e produzem uma zona fresca de crescimento todos os anos. Os basidiosporos acastanhados são libertados pelos basídios que rodeiam os poros do corpo frutífero. Alguns esporos caíram na base da árvore; vêem-se outros no topo do corpo frutífero, devido a atracção electrostática.



Figura G. *Polyporus squamosus* a frutificar a partir do tronco de um ulmeiro.

Figure H, *Piptoporus betulinus* a frutificar sobre um tronco tombado de bétula.

O fungo de podridão branca *Polyporus squamosus*, conhecido como "selas" (Figura G), provoca uma podridão do cerne nos ulmeiros, sicómoros e faias. Pelo contrário, o *Piptoporus betulinus* (Figura H) é um fungo de podridão castanha, normalmente visto em bétulas erectas, mas é o seu corpo frutífero que se vê num tronco caído de bétula, na Figura H. É vulgarmente conhecido como o fungo "amolador de barbeiro", em consequência do seu corpo frutífero borrachoso, finamente texturado, que pode ser usado para afiar navalhas de barba. É uma espécie restritiva de hospedeiro, que se encontra apenas sobre bétulas, e é frequentemente encarado como um parasita, porque ele coloina rapidamente as árvores em stress ou moribundas.



Figuras I, J. Corpos frutíferos de *Daedalea quercina*, frutificando sobre um tronco de carvalho tombado. O corpo frutífero é visto na sua orientação natural, na Figura I. Na Figura J mostra-se a face inferior do mesmo corpo frutífero.

O *Daedalea quercina* é outra espécie de fungo restrita a um hospedeiro, que se encontra quase exclusivamente em carvalhos tombados, no Reino Unido (Figuras I,J). É um fungo da podridão castanha que coloniza o cerne. Os seus corpos frutíferos tem grandes poros, irregulares, labirínticos, que lhes conferem o nome de "labirinto". Em cultura laboratorial, este fungo tolera elevadas concentrações de compostos fenólicos que inibiriam a maioria de outras espécies. É também muito tolerante ao ácido acético, em cultura, consistente com o seu crescimento sobre o cerne do carvalho que pode conter tanto quanto 0,45 % (peso seco) de ácido acético e que tem uma acidez tão baixa como pH 3.



Figura K. Tamarindos velhos (*Tamarix gallica*, o "cedro salgado") numa encosta logo acima da costa marítima de Biarritz, no sul de França. Estas árvores são reconhecidas pela sua tolerância à seca e pela sua capacidade para resistirem à pulverização com sal.

Na Figura K mostra-se um exemplo extremo dos efeitos da podridão do cerne em tamarindos que mostram o seu cerne quase completamente degradado. E, no entanto, as árvores permanecem vivas porque o fungo não consegue afectar o borne vivo. A última imagem (da direita) mostra um corpo frutífero sobre um dos troncos.

Outros fungos da podridão da Madeira

Para além dos patogêneos da podridão das raízes e dos fungos da podridão do cerne, encontra-se uma larga variedade de fungos da podridão da madeira, essencialmente saprotróficos, sobre os troncos mortos, sobre as árvores caídas e sobre os cotos cortados. As Figuras L e M mostram dois dos fungos gelatinosos basidomicóticos cujos corpos frutíferos têm a consistência de uma gelatina. O *Auricularia auricola* (Figura L) é vulgar sobre os ramos das árvores *Sambucus*, que infectam como um parasita fraco. É conhecido como “orelha de judeu”, porque se supõe que Judas se enforcou numa árvore destas. A Figura M mostra uma espécie de *Tremella* (provavelmente *T. Mesenterica*) sobre um ramo caído de carvalho. Este fungo cresce frequentemente em associação com outros fungos da podridão da madeira, *Stereum hirsutum*.



Figura L. Corpos frutíferos da “orelha de judeu”, *Auricularia auricola*, um fungo especialista da podridão da madeira que cresce nos *Sambucus*. Os corpos frutíferos maiores têm cerca de 5 cm de diâmetro.

Figure M. Lóbulos gelatinosos do *Tremella* sobre um tronco tombado de carvalho; o agrupamento tem cerca de 8 cm de diâmetro.

O fungo de podridão branca *Coriolus versicolor* (Figura N) é vulgarmente visto em agrupamentos de finos corpos frutíferos, com aparência de cabedal, sobre troncos e superfícies de cotos das árvores de folha larga. Ele coloniza pelo transporte aéreo dos seus esporos e, ao contrário dos fungos anteriormente referidos, estabelece muitas colónias separadas, a partir de basidiosporos individuais, sobre a mesma superfície de um coto. Quando as hifas destas colónias se encontram, elas podem demonstrar uma reacção de incompatibilidade, porque existem diversos genes “vegetativos” de compatibilidade que são segregados durante a meiose, para produzirem basidiosporos. Assim, a junção de quaisquer duas colónias pode ficar assinalada por linhas de união (Figura O) onde as hifas morrem e são produzidos fenóis polimerizados (por ex. melanina). Os fungos isolados em cultura pura, a partir de cada lado destas linhas, podem pertencer à mesma (ou a diferentes) espécie de fungos de podridão da madeira, e demonstram o mesmo antagonismo sobre placas de agar. A madeira que contém esta zona da linha de união popularizou-se em objectos decorativos (Figura P).



Figura N. *Coriolus versicolor* sobre um tronco de carvalho tombado. Cada corpo frutífero tem cerca de 5 cm de diâmetro.

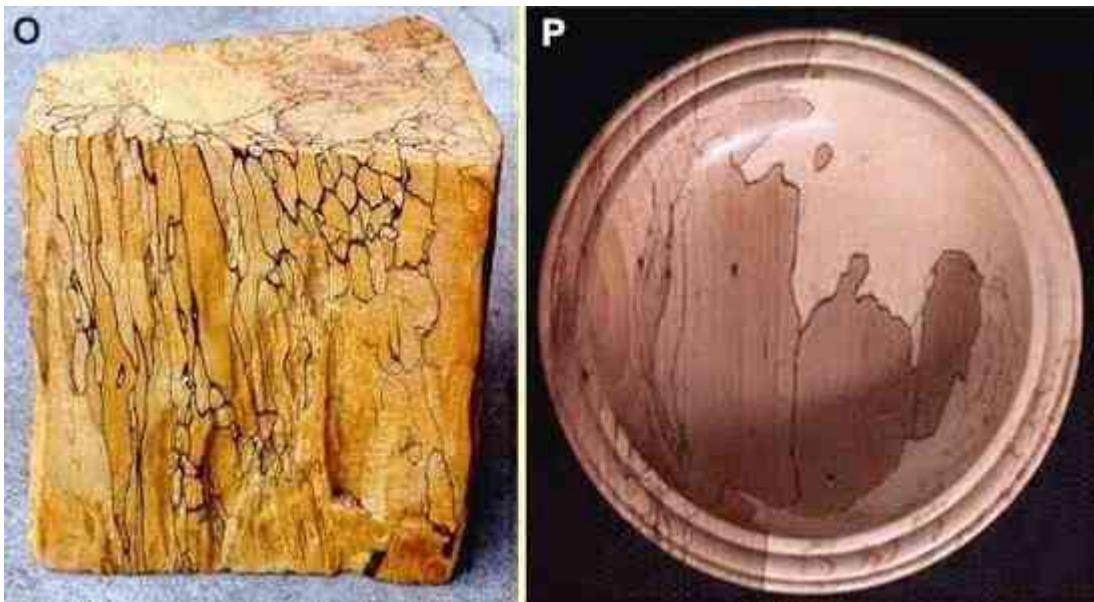


Figura O. Parte de um coto de bétula mostrando linhas de interação entre colónias de diferentes (mutuamente antagónicas) ramificações de fungos de podridão castanha, inclusive *Coriolus versicolor*.

Figura P. Taça decorativa feita de madeira de bétula colonizada por fungos.

O *Coriolus versicolor* tem sido intensamente estudado em laboratório e mostra tolerar muito baixos níveis de azoto. Ele cresce bem, em média, com uma relação de carbono / azoto (expressa em termos das quantidades destes elementos) tão elevada como 1600 : 1, enquanto que as médias laboratoriais comuns são de 32 : 1. Em condições pobres em azoto, este fungo parece dedicar preferencialmente esse azoto à

produção de enzimas e de componentes celulares vitais, e também pode ter um eficiente mecanismo para reciclar o azoto celular. Mas estudos recentes demonstraram que as bactérias fixadoras de azoto também colonizam a madeira e podem providenciar azoto para suportar os fungos da podridão da madeira. Sabe-se que muitos basidiomicóticos podem usar bactérias vivas ou mortas pelo calor como única fonte de azoto, em condições de cultura laboratorial (ver Microrganismos termofílicos).

Além dos basidiomicóticos, algumas podridões brancas vulgares são provocadas por ascomicóticos. Mostram-se a seguir dois desses fungos – *Xylaria hypoxylon* e *X. Polymorpha*.



Figura Q, *Xylaria hypoxylon* ("fungo pingos de vela").

Figura R, *Xylaria polymorpha* ("dedos de morto").

BIBLIOGRAFIA

Livros

RC Cooke & ADM Rayner (1984) *Ecology of Saprotrophic Fungi*. Longman, London

JW Deacon (1997) *Modern Mycology*. Blackwell Scientific, Oxford.

CG Shaw & GA Kile (1991) *Armillaria Root Disease*. Agriculture Handbook No. 691. Forest Service, United States Department of Agriculture. Washington, D.C., 233 pp.
[Fornecer uma descrição legível e compreensível da biologia, patologia e ecologia das espécies de Armillaria]

Websites

Superb website from the Canadian Forest Service.

Tradução por
António de Borja Araújo, eng.º civil I.S.T.
8 de Julho de 2003