

# Recursos Rurais

## Cursos e monografias do IBADER



### Curso de Micoloxía

# Recursos Rurais

Revista oficial do Instituto de Biodiversidade Agraria e Desenvolvimento Rural (IBADER)

O Instituto de Biodiversidade Agraria e Desenvolvimento Rural (IBADER) é un instituto mixto universitario, situado na cidade de Lugo e conformado pola Universidade de Santiago de Compostela, a Consellería de Medio Ambiente, a Consellería de Política Agroalimentaria e Desenvolvimento Rural da Xunta de Galicia e o Instituto Lucense de Desenvolvimento Económico e Social (INLUDES).

Unha das actividades do IBADER é a publicación e difusión de información científica e técnica sobre o medio rural desde unha perspectiva pluridisciplinar. Con este obxectivo publícase a revista **Recursos Rurais** orientada a fortalecer as sinerxías entre colectivos vinculados á I+D+I no ámbito da conservación e xestión da Biodiversidade e do Medio Ambiente dos espacios rurais, os Sistemas de Producción Agrícola, Gandeira, Forestal e a Planificación do Territorio, tendentes a propiciar o Desenvolvemento Sostible dos recursos naturais.

**Recursos Rurais** estructúrase en tres series. A serie **Científico-Técnica** publica artigos, revisións, notas de investigación e reseñas bibliográficas. Os artigos, revisións e notas deben ser orixinais, sendo avaliados previamente polo Comité Editorial e o Comité Científico Asesor. A serie **Cursos** publica reunións, seminarios e xornadas técnicas e de divulgación. A serie **Monografías** destíñase a promocionar a difusión de Teses Doutorais, revisións o á reedición de obras fundamentais.

## Dirección

IBADER  
Instituto de Biodiversidade Agraria e Desenvolvimento Rural  
Universidade de Santiago de Compostela  
Campus Universitario s/n  
E 27002 Lugo, Galicia (España)

Tfno 982 285888  
982 285900 Ext. 22490  
Fax 982 285916

[ibader@lugo.usc.es](mailto:ibader@lugo.usc.es)  
[www.usc.ibader.es](http://www.usc.ibader.es)

**Recursos Rurais** non se responsabiliza da opinión nin dos contidos dos artigos. Sen a autorización escrita dos titulares do copyright, queda prohibida a reproducción total ou parcial por calquera medio gráfico ou electrónico do contido de **Recursos Rurais**.

## Edita

IBADER  
Universidade de Santiago de Compostela

**DL** C-2188-2004  
**ISSN** 1698-5427

**Imprime**  
LITONOR

**Deseño cuberta**  
Luis Gómez-Orellana Rodríguez

**Maquetación**  
Luis Gómez-Orellana Rodríguez

Este número foi publicado gracias á subvención recibida pola Consellería de Innovación, Industria e Comercio da Xunta de Galicia (IN819A 2004/42-0).



# Recursos Rurais

Cursos e Monografías do Instituto de Biodiversidade Agraria e Desenvolvimento Rural (IBADER)

## Comité Editorial

### Dirección

Pablo Ramil Rego  
Inst. Biodiversidade Agraria e Desenvolvimento Rural  
Departamento de Botánica  
Universidade de Santiago de Compostela

### Secretaría

Mª Elvira López Mosquera  
Inst. Biodiversidade Agraria e Desenvolvimento Rural  
Departamento de Producción Vexetal  
Universidade de Santiago de Compostela

### Membros

Carlos Alvarez López  
Inst. Biodiversidade Agraria e Desenvolvimento Rural  
Departamento de Enxeñería Agroforestal  
Universidade de Santiago de Compostela

Rafael Crecente Maseda  
Departamento de Enxeñería Agroforestal  
Universidade de Santiago de Compostela

Elvira Díaz Vizcaíno  
Inst. Biodiversidade Agraria e Desenvolvimento Rural  
Departamento de Botánica  
Universidade de Santiago de Compostela

María Luisa Fernández Marcos  
Inst. Biodiversidade Agraria e Desenvolvimento Rural  
Departamento de Edafoloxía  
Universidade de Santiago de Compostela

Agustín Merino García  
Inst. Biodiversidade Agraria e Desenvolvimento Rural  
Departamento de Edafoloxía  
Universidade de Santiago de Compostela

Antonio Rigueiro Rodríguez  
Inst. Biodiversidade Agraria e Desenvolvimento Rural  
Departamento de Producción Vexetal  
Universidade de Santiago de Compostela

Luciano Sánchez García  
Inst. Biodiversidade Agraria e Desenvolvimento Rural  
Departamento de Producción Animal  
Universidade de Santiago de Compostela

### Dirección para envíos postais:

IBADER  
Instituto de Biodiversidade  
Agraria e Desenvolvimento Rural  
Universidade de Santiago de  
Compostela  
Campus Universitario s/n.  
E 27002 Lugo, Galicia (Spain)



IBADER  
Instituto de Biodiversidade  
Agraria e Desenvolvimento Rural

## **Comité Científico Asesor**

---

**Dr. Juan Altarriba Farrán**  
Dpto. Producción Animal  
Universidad de Zaragoza

**Dr. José Manuel Barreiro Fernández**  
Dpto. de Organización de Empresas  
Universidade de Santiago de Compostela

**Dr. Christian Buson**  
Institut de l'Environnement  
Liffrère, Francia.

**Dr. Emilio Chuvieco Salinero**  
Dpto. de Geografía  
Universidad de Alcalá de Henares

**Dr. Estanislao De Luis Calabuig**  
Dpto. de Ecología  
Universidad de León

**Dr. Francisco Díaz-Fierros Viqueira**  
Dpto. de Edafología  
Universidade de Santiago de Compostela

**Dr. Javier Esparcia Pérez**  
Dpto. de Geografía  
Universidad Politécnica de Valencia

**Dra. Dalila Espírito Santo**  
Instituto Superior de Agronomía  
Universidad Técnica de Lisboa

**Dra. María Teresa Felipó Oriol**  
Dpto. de Edafología  
Universidad Politécnica de Cataluña

**Dr. Eduardo Galante**  
Centro Iberoamericano de la Biodiversidad  
Universidad de Alicante

**Dr. Domingo Gómez Orea**  
Dpto. de Proyectos y Planificación Rural  
Universidad Politécnica de Madrid

**Dr. Helena Granja**  
Dpto. de Geología  
Universidade do Minho

**Dr. Jesús Izco Sevillano**  
Dpto. de Botánica  
Universidade de Santiago de Compostela

**Dr. Knut Kryzywinski**  
Botanisk Institut  
Universidad de Bergen, Noruega

**Dr. Jaume Lloveras Vilamanyá**  
Producción Vegetal  
Universidad de Lleida

**Dr. Edelmiro López Iglesias**  
Dpto. de Economía Aplicada  
Universidade de Santiago de Compostela

**Dr. Felipe Macías Vázquez**  
Dpto. de Edafología  
Universidade de Santiago de Compostela

**Dr. Manuel Madeira**  
Instituto Superior de Agronomía  
Universidad Técnica de Lisboa

**Dr. Francisco Maseda Eimil**  
Dpto. de Enxeñería Agroforestal  
Universidade de Santiago de Compostela

**Dr. Guillermo Meaza Rodríguez**  
Dpto. de Geografía  
Universidad del País Vasco

**Dr. Diego Rivera Núñez**  
Dpto. de Botánica  
Universidad de Murcia

**Dr. Antonio Rodero Franganillo**  
Dpto. de Producción Animal.  
Universidad de Córdoba

**Dr. Isidro Sierra Alfranca**  
Dpto. de Producción Animal  
Universidad de Zaragoza

**Dr. Louis Trabaud.**  
Dpto. de Ecología.  
Universidad de Montpellier

**Dr. Eduardo Vigil Maeso**  
Dpto. de Producción Animal  
Universidad de Zaragoza

**Dr. Francisco Fraga López**  
Dpto. de Física Aplicada  
Universidade de Santiago de Compostela

# **Recursos Rurais**

Cursos e Monografías do Instituto de Biodiversidade Agraria e Desenvolvimento Rural (IBADER)

**nº 3 novembro 2006 ISSN 1698-5427**

## **Curso de micoloxía**

**Coordinación: Antonio Rigueiro Rodríguez - Juan Luis Fernández Lorenzo**

**Secretaría: Vanesa Pérez Becerra**

**Curso realizado pola Escola Politécnica Superior, coa colaboración do INCLUDES**

## Limiār

Adóitase considerar a Galicia un país micófobo, e os seus habitantes aplican con frecuencia nomes despectivos ós cogomelos (pan de cobra, pan de sapo, pan de lobo), pero non é menos certo que algunhas especies, como a zarrota (*Macrolepiota procera*), se consumen nalgúnsas comarcas galegas desde tempos moi antigos, e o mesmo poderíamos dicir das setas da coresma (*Morchella spp.*) e doutras.

É no outono cando se dan nas nosas latitudes as circunstancias climáticas, temperatura e humidade fundamentalmente, apropiadas para que fructifiquen a maioría dos fungos superiores ou macromicetos. En consecuencia, nesa estación os nosos campos e os nosos bosques éñchense destes "frutitos" que algún autor francés denominou "flores do outono", en poética alusión ó vistoso colorido de algúns carpóforos. Pero hai especies de fructificación primaveral, como as setas da coresma (*Morchella*) e as ourellas ou ourellanzos (*Helvella*), e outras que fructifican durante case todo o ano, como a cantarela (*Cantharellus cibarius*).

O clima e os ecosistemas naturais e artificiais presentes en Galicia son propicios para o desenvolvemento dos fungos, polo que podemos considerar a nosa terra como un paraíso dos cogomelos. Na actualidade recóllese cogomelos silvestres na maior parte das comarcas de Galicia -para o seu consumo directo polos recolectores, comercialización no ámbito rexional ou procesado e exportación ou transvase a outras comunidades autónomas-, téndose convertido este aproveitamento nunha fonte importante de ingresos para moitas comarcas galegas desfavorecidas desde un punto de vista socioeconómico, xa que, aínda que non existe información totalmente fiable e a produción varía considerablemente duns anos a outros, estimase que en Galicia se comercializan anualmente cogomelos silvestres por un valor superior a 25 millóns de €, realizando a valoración económica en función do prezo que se paga ó recolector.

Nos prados, xardíns e leiras de cultivo son frecuentes fungos superiores saprófitos que producen cogomelos con valor gastronómico e outros que ofrecen carpóforos tóxicos. O mesmo sucede nos bosques naturais e nas masas arboradas artificiais, ecosistemas nos que abundan os fungos macromicetos ectomicorrílicos, aínda que tamén podemos encontrar nestes hábitats algúns saprófitos e parásitos.

Os fungos e os cogomelos constitúen un mundo apaixonante ó que hai que achegarse con prudencia, xa que xunto a especies comestibles de delicado aroma e agradable sabor conviven estirpes tóxicas, algunhas incluso letais. E a única regra válida para evitar intoxicacións é o coñecemento das especies más importantes, comestibles e tóxicas, ó que contribúen os cursos de divulgación.

A divulgación sobre cogomelos comestibles e venenosos en Galicia foi importante e fructífera, e nela tivo un papel destacado, desde o ano 1961, o Centro Forestal de Lourizán (Pontevedra), co apoio dos Servicios de Extensión Agraria e de outras institucións. Nos primeiros anos foron Antonio Odriozola, bibliotecario da Misión Biolóxica de Galicia (Consejo Superior de Investigaciones Científicas) e Carlos Valencia, subdirector da Escola de Capataces Forestais do Centro Forestal de Lourizán, os que recorren Galicia divulgando o máxico e misterioso mundo dos cogomelos. A partir de 1975 únironse a eles outros micólogos: Juan M. Perala, Mariano García Rollán, Francisco Javier Fernández de Ana Magán, Luis Freire García, María Luisa Castro Cereda, Antonio Rigueiro Rodríguez, Antonio Rodríguez Fernández, Ricardo Rodríguez, Jaime Blanco Dios, Ignacio García González, Julián Alonso García, Luz Marina Fernández Toirán, Francisco Xavier Martins... Tamén por iniciativa do Centro Forestal de Lourizán deuse un paso importante nas tarefas divulgativas coa celebración anual das Semanas Micolóxicas Galegas, desde 1979, dirixidas ós afeccionados que xa tiñan unha cultura micolóxica, pois asistían a numerosos cursíños, e demandaban relatorios de superior nivel ó das sesións divulgativas, e das Feiras dos Cogomelos, desde 1983, ideadas para fomentar o uso culinario e o consumo dos cogomelos. Desde hai varios lustros as agrupacións micolóxicas espalladas por toda a xeografía galega foron acollendo en gran medida a tarefa da divulgación micolóxica. E importantes son tamén desde este punto de vista os Cursos de Micoloxía da Escola Politécnica Superior (EPS) de Lugo, cuxa decimoterceira edición se desenvolveu no outono de 2005, ós que asisten cada ano centos de estudiantes do campus universitario lucense, xunto con outros afeccionados da capital e da provincia.

O curso de micoloxía da EPS, que se ven realizando cada outono dende hai 14 anos, grazas en boa parte ó apoio financeiro prestado polo INLUDES (Deputación de Lugo), constitúe xa unha actividade clásica no campus universitario lucense, que pretende achegar ós estudiantes universitarios e ós afeccionados lucenses en xeral ó fascinante mundo da micoloxía.

O curso, cun enfoque teórico-práctico, trata tanto aspectos introductorios e xerais como temáticas de grande utilidade práctica para desenvolverse con seguridade no eido do recoñecemento dos cogomelos comestibles e venenosos de maior interese, pois adentrarse no reino dos fungos, especialmente nos ámbitos culinario e gastronómico, conleva riscos se non se posúen uns coñecementos mínimos.

Na decimoterceira edición do curso, cuxos relatorios inclúe o presente número extraordinario da revista Recursos Rurais, abórdanse temas de introdución á micoloxía, ecoloxía dos cogomelos, cogomelos comestibles, o mundo das boletáceas, os cogomelos tóxicos e medicinais, os cogomelos parásitos que causan doenzas ás especies forestais, o cultivo dos cogomelos, etc., e agradecemos ó Instituto Universitario de Investigación sobre Biodiversidade Agraria e Desenvolvemento Rural (IBADER) que nos brindase a posibilidade de publicar os relatorios do curso na súa revista, co cal non só quedará o eco no ar das verbas dos relatores senón tamén están impresas no papel a disposición dos moitos afeccionados lucenses.

Lugo, 12 de novembro de 2006

**Antonio Rigueiro Rodríguez**

## Relatorio

Antonio Rigueiro Rodríguez

# Cogomelos comestibles en Galicia

Recibido: 3 Abril 2006 / Aceptado: 3 Novembro 2006  
© IBADER- Universidade de Santiago de Compostela 2006

**Resumo** Neste traballo facemos referencia ós principais cogomelos comestibles de Galicia, que se sitúan sistematicamente nos grupos Ascomycetes e Basidiomycetes, centrándonos na descripción dos carpóforos, época de fructificación, hábitat, posibles confusións con especies similares e importancia económica.

**Palabras clave** Setas comestibles · Galicia.

**Summary** This work describes the main mushrooms of Galicia used for food, which are included in the Ascomycetes and Basidiomycetes groups. Main differences with other similar mushroom species, carpophores description, fructification date, as well as habitat and economic importance of these groups are described.

**Key words** Edible mushrooms · Galicia.

## Introducción

O clima e os ecosistemas naturais e artificiais presentes en Galicia son propicios para o desenvolvemento dos fungos, polo que podemos considerar a nosa terra como un paraíso dos cogomelos. Na actualidade recóllese setas silvestres na maioría das comarcas de Galicia -para o seu consumo directo polo recolector, comercialización no ámbito rexional ou procesado e exportación ou traspase a outras comunidades autónomas-, converténdose este aproveitamento nunha fonte importante de ingresos para

moitas comarcas galegas desfavorecidas desde un punto de vista socioeconómico, xa que, áinda que non existe información totalmente fiable e a producción varía considerablemente duns anos a outros, estímase que en Galicia se comercializan anualmente setas silvestres por un valor superior a 25 millóns de €, realizando a valoración económica en función do prezo que se paga ao recolector. Os cogomelos constitúen un mundo apaixonante ao que hai que achegarse con prudencia, xa que, xunto a especies comestibles de delicado aroma e agradable sabor, conviven estirpes tóxicas, algunas ata mortais. E a única regra válida para evitar intoxicacións é o coñecemento das especies máis importantes, comestibles e tóxicas. Nos prados, xardíns e leiras de cultivo son frecuentes fungos superiores saprófitos que producen cogomelos con valor gastronómico e outras que ofrecen setas tóxicas. O mesmo sucede nos bosques e masas arboladas, ecosistemas nos que abundan os fungos macromicetos ectomicorrílicos, áinda que tamén podemos atopar nestes hábitats algúns saprófitos e parásitos.

## Especies más importantes

Os fungos de carpóforo comestible de maior interese encádranse nas divisións Ascomycota e Basidiomycota.

### División Ascomycota

Inclúe fungos con células dicarióticas no ciclo biolóxico, estructuras plectenquimatosas asociadas á producción de esporas e conídios e, ás veces, complexos sistemas de dispersión.

A principal característica é a presenza de ascos, estruturas en forma de saco, xeralmente alargadas e que conteñen as esporas (ascosporas). Normalmente fórmanse 8 ascosporas por asco, pero o número pode ser variable, ata dentro da mesma especie. Estas esporas fórmanse logo da cariogamia e meiose. Áinda que algunhas especies non o teñen é normal a presenza dun micelio tabicado con poros simples.

Antonio Rigueiro Rodríguez  
Departamento de Producción Vexetal, Universidade de Santiago.  
Escola Politécnica Superior de Lugo. Campus Universitario.  
E- 27002 Lugo  
Tfno: 982252231  
e-mail: anriro@lugo.usc.es

Nos ascomicetos diferéncianse dúas fases reproductivas: a sexual, que conleva a formación de ascos e ascosporas, e a asexual, mediante xemación, fragmentación ou formación de clamidosporas ou de conídios, que permite a reproducción do fungo en repetidas ocasións dentro dunha mesma estación de crecemento.

Os ascomicetos están representados por un grupo amplio de especies que ocupan gran diversidade de hábitats e presentan diferentes tipos de vida, incluíndo especies saprófitas, micorrícicas e parásitas, ata especies parásitas do home. En moitos fungos parásitos deste grupo a formación de ascosporas ten lugar trala morte do hospedante, mentres que os conídios prodúcense en repetidas ocasións durante o seu ciclo vital.

Os ascomicetos divídense en cinco clases: Hemiascomycetes, Plectomycetes, Laboulbeniomycetes, Loculoascomycetes e Hymenoascomycetes, situándose na última os macromicetos con ascocarpos comestibles, concretamente no orde Pezizales, un grupo amplio, que inclúe moitas especies con ascocarpos en forma de apotecio e con ascos operculados. Case todos os ascomicetos con ascocarpos de gran tamaño inclúense neste grupo.

A maioría das especies do orde Pezizales son saprófitas, pero os tuberáceos, que anteriormente se agrupaban nun orde propio (Tuberales), son micorrícicos e inclúen varias especies de ambientes forestais, sendo importantes algunas especies comestibles, como as coñecidas e apreciadas trufas, polo seu valor comercial. As especies dos xéneros *Aleuria* (ascocarpo laminar), *Peziza* (ascocarpo cupuliforme), *Otidea* (ascocarpo en forma de orella), *Sarcosphaera* (ascocarpo semellante a unha copa coa marxe desgarrada en lóbulos agudos) son frecuentes sobre diversos sustratos ao longo do ano e presentan apotecios vivamente coloreados, de varios centímetros. A más coñecida é *Aleuria aurantia*, de cor laranxa, moi frecuente no outono-inverno sobre camiños areosos; é comestible pero de escaso valor gastronómico. Outro xénero importante é *Morchella*, cuxas especies son coñecidas popularmente como colmenillas, morillas, cagarrias e setas da cuaresma, producen ascocarpos durante a primavera que presentan unha cabeza de varios centímetros, formada por unha superficie con aspecto parecido ao panal dunha colmea sobre un pé algo más curto. En *M. conica* as costelas do carpóforo son paralelas, *M. elata* presenta escasa diferenciación entre o himenio e o pé, en *M. esculenta* o himenio é máis redondeado. Todas elas son comestibles e con gran valor comercial. Son frecuentes, aínda que non abundantes, nalgúnsas comarcas de Galicia, vivindo sobre entulleiras, restos celulósicos, bagazo, etc.

Outro xénero de aspecto semellante é *Helvella*, que presenta un ascocarpo irregular, con láminas lobuladas, sobre un pé estriado. Hai varias especies frecuentes en Galicia, onde reciben o nome de ourelas, crecendo sobre todo en bordes de camiños, tanto na primavera como no outono. *H. crispa* é de cor clara (esbrancuxada ou parda clara) e fructifica sobre todo durante o outono; *H. lacunosa*, de cor negruzca, tamén é frecuente. As setas de cuaresma

e as ourelas son comestibles pero deben cociñarse antes de consumilas, pois conteñen sustancias hemolíticas termolábeis que se destrúen co calor.

*Gyromitra esculenta* é outra especie coñecida, con ascocarpo pardo en forma de cerebro sobre un pé longo e grosso. Aparece ocasionalmente en piñeira e bosques de ribeira durante a primavera, e, malia ser consumida en diversos países europeos, previamente desecada e cociñada, considérase perigosa, xa que produce graves intoxicacións e ata pode chegar a causar a morte. Esta especie pasou polo tanto nos últimos tempos, igual que sucedeu con outras, da lista das comestibles ao catálogo vermello das perigosas.

Especial importancia teñen, dentro deste grupo, os tuberáceos, que malia a súa escasa presenza en Galicia son extremadamente interesantes. Trátase de fungos hipóxeos, micorrícicos de diversas especies forestais. As especies do xénero *Tuber* coñécense popularmente como trufas, son fungos moi buscados polo seu valor culinario e importancia económica, xa que ao ser extremadamente aromáticos son empregados como especias. Destaca *Tuber melanosporum*, a trufa negra, que se desenvolve en terreos calizos nos que crecen aciñeiras, avelairas, faías, etc., fructificando na primavera. En Galicia non foi atopada pero si se citou a presenza de *Tuber asa*, de escaso valor comercial.

Outro xénero similar, aínda que de moito menor interese, é *Terfezia*, representado en Galicia polas especies *T. berberidora* e *T. oligosperma*. Os ascocarpos tamén son hipóxeos e comestibles, pero de calidade moi inferior á das trufas boas. Coñécense popularmente co nome de criadillas da terra.

#### División Basidiomycota

Neste grupo intégranse máis de 22.000 especies de fungos macroscópicos e microscópicos, con hifas septadas, é dicir tabicadas, e micelio dicariótico, con células binucleadas. A reproducción sexual realiza-se mediante esporas orixinadas trala meiosis, que reciben o nome de basidiosporas e fórmanse nuns corpos especiais, xeralmente con forma de maza, denominados basidios. O ciclo vital é haplodicariótico. As basidiosporas son de signos ou sexos distintos e xermolan dando lugar a hifas que forman o micelio primario, haploide e monocariótico, que pode ser dun ou outro signo ou sexo. A reproducción sexual é, en xeral, sinxela e consiste na fusión de hifas compatibles, de distinto sexo ou signo, dos micelios primarios, fusionándose as células (citogamia) pero non os núcleos (sen cariogamia), dando lugar ao micelio secundario, dicariótico, que pode durar varios anos e que fructifica formando carpóforos que, neste grupo, reciben o nome de basidiomas ou basidiocarpos. Nas células finais das hifas dicarióticas do basidiocarpo, que adoitan ordenarse formando o himenio, prodúcense as células nais dos basidios, únicas células diploides do ciclo, nas que se formarán os basidios e, por meiosis, as basidiosporas haploides. Tamén neste grupo hai formas de multiplicación asexual.

Esta división está ben representada en Galicia por fungos saprófitos ou saprótrofos, parásitos e micorrícicos. Entre os

parásitos algúns son patóxenos importantes de plantas agrícolas, ornamentais e forestais. Os micorrícicos desempeñan un importante papel no desenvolvemento da maioría das plantas fanerógamas, a través da súa relación de simbiose coas mesmas. Nas tres formas biolóxicas, pero especialmente entre os saprófitos e micorrícicos, atópanse fungos superiores cuxos basidiomas son cogomelos velenosos ou comestibles.

Na clase Teliomycetes encádranse fungos primitivos, parásitos, sen basidiocarpo. Os que presentan un basidioma xelatinoso e, xeralmente, heterobasidios, é dicir basidios septados, agrúpanse na clase Fragmobasidiomycetes. O grupo máis amplio constitúe a clase Holobasidiomycetes, con basidiocarpo non xelatinoso e holobasidios, basidios non tabicados.

A clase Holobasidiomycetes inclúe fungos con basidiomas non xelatinosos e de formas diversas. Cada basidio adoita levar catro basidiosporas unidas a el por uns pequenos pedicelos ou evaxinacións, que reciben o nome de esterigmas. Predominan os saprótrofos, pero tamén hai especies ectomicorrícicas e algunas parásitas, xeralmente de árbores.

O carpóforo, basidiocarpo ou basidioma é a estrutura máis aparente, está formado por hifas dicarióticas e protexe ao himenio. Pode ser ximnocárpico, cando o himenio non posúe ningunha protección especial, hemianxiocárpico, cando na etapa xuvenil de desenvolvemento do basidioma o himenio está protexido por un velo universal, membrana que encerra totalmente o carpóforo, ou un velo himenial, membrana que une o borde do chapeu co pé e que ás veces preséntase en forma de cortina -velo himenial formado por unha fina rede de fíos con aspecto de telaraña-, e anxiocárpico, se os basidios fórmanse e maduran no interior do carpóforo.

Os cogomelos típicos son basidiomas cun estípite ou pé e un píleo ou chapeu. Pero existen tamén basidiocarpos con forma de costra, ménsula, porra, coral, etc. O himenio sitúase normalmente na parte inferior do chapeu e pode ser liso ou estar formado por tubos, láminas, preguas e papilas ou aguillóns. O píleo está recubierto por unha fina pel, denominada pellis ou cutícula, que pode ter cor e ornamentacións variadas, procedentes do velo universal ás veces, e é importante en taxonomía. O estípite pode ser centrado ou non e separarse máis ou menos fácilmente do píleo; nos basidiomas que posúen velo universal, ao crecer o carpóforo e romperse o velo quedan restos do mesmo na base do pé, formando a volva, que pode ser membranosa e ben diferenciada (cando está formada por fibras), adherente-fariñácea e non tan evidente (se está constituída por células esféricas ou poliédricas) ou reducida a escamas; o velo himenial termina desprendéndose do borde do píleo e queda sobre o estípite formando o anel ou armila, que pode ser fixo ou móbil, persistente ou fugaz e máis ou menos membranoso; tamén se desprende do borde do píleo a cortina, da que nos basidiomas adultos soamente quedan vestixios a xeito de fibras adheridas ao pé. A carne ou trama do carpóforo pode ofrecer consistencia, textura e estructura variables, áinda que predominan os tipos fibroso, cando está formada por células alargadas e filamentosas

chamadas fibras, e granular, cando predominan os esferocistos, células redondeadas e poliédricas, no primeiro caso a carne pártese con dificultade e con fractura irregular, mentres que no segundo rómpese fácilmente e cunha fractura limpia e regular; algunas especies (orde Russulales) posúen tubos secretores (hifas laticíferas), polos que circula un látex cando son funcionais, o cal flúe polas feridas do basidiocarpo. No himenio dispóñense as esporas, orgánulos microscópicos de forma variable (esféricas, poliédricas, cilíndricas, elipsoideas, fusiformes, etc.), ás veces con ornamentacións superficiais (espiñas, spullas ou crestas e vales) e de cores diversas.

Os Holobasidiomycetes comprenden dous grandes grupos que, para algúns autores, teñen categoría sistemática de clases: Hymenomycetes, con corpo fructífero himenial, e Gasteromycetes, con corpo fructífero gastroide.

#### *Hymenomycetes*

##### *Orde Agaricales*

Os basidiomas adoitan levar un píleo e un estípite e a carne, que pode ser fibrosa, compacta ou granular, é xeralmente branda e putrescible. Son carpóforos de curta duración e frecuentemente atacados por larvas de insectos. Desenvolvemento ximnocárpico ou hemianxiocárpico, neste último caso cun velo himenial membranoso, que dará lugar a un anel, ou en forma de cortina, e/ou cun velo universal, que deixará ornamentacións sobre a cutícula e unha volva na base do estípite. Himenóforo formado por láminas radiais delgadas e planas, ás veces con lamélulas más curtas intercaladas. Segundo a súa disposición en relación co estípite as láminas poden ser: distantes, cando non chegan ata o pé, libres, cando chegan ao estípite pero sen soldarse a el, adherentes ou adnatas, cando se soldan ao pé nunha pequena lonxitude do mesmo, decurrentes, cando a zona de unión co estípite é longa e as láminas descendan polo pé soldadas ao mesmo, e escotadas, se un pouco antes de alcanzar o estípite presentan unha escotadura ou entalladura, de forma que ao observar o himenio apréciase un suco ao redor do pé. A cor das esporas ten importancia para a identificación dalgúns especies, obsérvase de xeito sinxelo recollendo exemplares próximos á madurez e deixándoos sobre un papel co himenio cara abajo, ao cabo dunhas horas desprendéronse as esporas e poderemos apreciar a tonalidad do esporograma, conxunto de numerosas esporas, sendo as cores más frecuentes a branca, crema, rosada, ocre, violácea, parda escura e negra. Esta orde agrupa xéneros que inclúen especies comestibles, das que destacaremos as más importantes.

##### *Xénero Agaricus*

O xénero Agaricus, champiñóns, inclúe especies saprótrofas típicas de prados e bosques, con frecuencia formando coros de bruxas, é dicir co micelio formando aneis e cos carpóforos dispostos en coroas circulares. Basidiomas con velo himenial que dá lugar a un anel fixo que pode ser simple ou múltiple. Láminas libres e abundantes, que cambian de cor coa idade, inicialmente son branco-rosadas e pardo-escuras ao final. Esporas de cor parda violácea. Estípite que se separa doadamente do píleo. Carne fibrosa que, nalgunhas especies, cambia de

cor en contacto co aire. *A. campestris*, champiñón silvestre, presenta chapeu (4-10 cm) branco, escamoso ás veces, anel simple e carne branca que se torna rosácea en contacto co aire; especie comestible de calidade que aparece a finais de verán e no outono en prados e céspedes de xardíns de Galicia e do resto da península Ibérica. *A. arvensis*, bolla de neve, ofrece basidiomas de maior tamaño con cheiro anisado, píleo (10-15 cm) branco que amarelea ao rozamento e anel dobre; o seu carpóforo considérase comestible de boa calidade e é frecuente formando coros de bruxas nos prados; pode confundirse con *A. xanthodermus*, de basidioma tóxico e similar ámbito ecolóxico, que presenta anel simple e grosso, carne que amarelea intensamente ao rozamento e na base do pé cando se corta lonxitudinalmente, e un característico e desagradable aroma fenólico. *A. bisporus*, o champiñón cultivado ou champiñón de París, ten gran importancia económica, cultívase en covas, túneis ou naves, sobre substratos a base de esterco de cabalo ou galiña e palla. *A. macrosporus*, con basidiocarpos grandes (10-30 cm) e carne sonrosada en contacto co aire, típica de prados, *A. sylvaticus*, de menor tamaño e carne branca que enroxece ao corte, de bosques de coníferas, e *A. sylvicola*, de basidioma similar á bolla de neve pero máis pequeno, con anel simple e habitante de bosques de coníferas e frondosas, tamén son especies comestibles galegas. Os champiñóns silvestres poden acumular cantidades importantes de metais pesados cando crecen en chans que os posúen de forma natural ou en zonas próximas a vías de comunicación moi transitadas ou a industrias contaminantes, desaconsellándose nestes casos o seu consumo. Tampouco deben consumirse exemplares extramaduros, co himenio de cor moi escura, xa que neste caso tamén poden resultar tóxicos.

#### Xénero Agrocybe

Os *Agrocybe* son fungos saprófitos con estípite cartilaxinoso, velo himenial que dá lugar a un anel e láminas de cor esbrancuxada ou crema, que se vai escurecendo coa idade, virando cara á tonalidade parduzca das esporas. *A. cylindrica* (*Pholiota aegerita*), seta de chopo, forma basidiocarpos agrupados que crecen, na primavera e no outono, sobre pudriconas dos talos e pólas de ábores de ribeira (salgueiros, lamigueiros e chopos, fundamentalmente). Píleo (5-15 cm) con cutícula de cor variable, de esbrancuxada a parduzca; laminillas adnatas, de tonalidade branca ou crema ao principio, para pasar posteriormente á cor marrón escura das esporas; estípite esvelto e fibroso, cun anel súpero, persistente e membranoso. A carne ten cheiro afrutado e sabor agradable, polo que é un cogumelo comestible apreciado. *A. praecox*, especie vernal que crece no chan sobre restos leñosos en descomposición, e *A. semiorbicularis*, típica de prados e céspedes de xardíns, son especies frecuentes pero de menor tamaño que a seta de chopo.

#### Xénero Amanita

O xénero *Amanita* é moi importante para os buscadores de cogomelos con finalidade gastronómica, xa que dentro do mesmo atópanse especies comestibles de extraordinaria calidade e tamén algunas tóxicas moi perigosas, cuxa

inxesta pode ter desenlace fatal. Son fungos ectomicorrícicos con carpóforos fibrosos hemianxiocárpicos, protexidos totalmente por un velo universal nos primeiros estadíos do seu desenvolvemento, esta protección rómpese ao desenvolverse o basidiocarpo no seu interior, deixando ornamentacións de tipo diverso sobre a cutícula do píleo e unha volva na base do estípite. Un velo himenial protexe o himenio inicialmente, soltándose logo do borde do chapeu para orixinar o anel ou armila, que adoita ser fixo e a modo de faldía. Láminas libres e esporas brancas.

*A. caesarea*, oronxa ou amanita dos césares, presenta un píleo (10-20 cm) con cutícula de borde estriado e de cor laranxa, sobre a que destacan con frecuencia restos membranosos do velo universal de cor branca. Laminiñas e lamélulas amarelas, como o estípite e o anel. Volva membranosa, saciforme (en forma de saco) e envolvente (ascendendo polo estípite), de cor branca. Especie termófila e acidófila frecuente na España mediterránea; en Galicia non é abundante, aínda que se citou a súa presenza en localidades das catro provincias galegas, sendo máis frecuente nas comarcas de clima mediterráneo ou de transición ao mesmo (sur de Lugo e poñente de Ourense). Adoita aparecer a finais de verán ou principios de outono en bosques de frondosas perennifolias (aciñeiras, sobreiros) ou caducifolias (castiñeiros, rebolos, caxigos, carballos). Comestible de calidade, considerada das mellores e apreciada xa polos emperadores romanos. A amanita dos césares pode confundirse con *A. muscaria*, falsa oronxa, amanita matamoscas ou rebentabois, unha das setas más fermosas, especie acidófila e frecuente en Galicia, especialmente no outono, en bosques de coníferas e frondosas (piñeirais, bidueirais e soutos de castiñeiros principalmente). Existen con todo diferenzas notables entre ambas especies xa que *A. muscaria* ten, xeralmente, a cutícula de cor vermella escarlata, con ornamentacións derivadas do velo universal a xeito de verrugas brancas; as láminas o estípite e a armila son tamén de cor branca, igual que a volva, que non é membranosa nin saciforme, senón fariñácea e adherida á base bulbosa do pé, sobre o que forma uns rebordes concéntricos. A amanita matamoscas é un cogumelo tóxico que ocasiona trastornos gastrointestinais e perturbacións de orde psíquica, motivo este último polo que algunas etnias consuména con fins alucinóxenos.

A amanita viñosa, *A. rubescens*, é moi abundante en Galicia en todo tipo de bosques. A súa cutícula non é estriada no bordo, ten cor parda clara con reflexos avermellados e aparece ornamentada por placas ou espullas de tonalidade grisácea; as láminas e o pé son brancos pero con tendencia a mancharse de vermello; o anel é apical, esbrancuxado e estriado; volva reducida a escamas na base bulbosa do estípite; carne que enroxece en contacto co aire, comestible unha vez cocinada, xa que contén hemolisinas termolábeis, que se destrúen pola acción do calor. Pode confundirse coa tóxica amanita pantera (*Amanita pantherina*), que ten chapeu de cor parda, con borde estriado, recuberto de verrugas brancas, láminas e pé de cor branca, e volva, tamén branca, adherente e fariñácea, con rebordes helicoidais ascendendo polo estípite.

### Xénero *Amanitopsis*

O xénero *Amanitopsis* é moi próximo ao anterior, do que se diferencia pola ausencia de armila. *A. vaginata* é unha especie polimorfa, con moitas variedades que se diferencian sobre todo pola cor do píleo e que para algúns autores son especies distintas. O chapeu (3-10 cm) é mameilonado ou campanulado, co borde profundamente estriado e con restos do velo universal sobre a cutícula, membranosos e brancos. Estípite esvelto, oco, ensanchándose gradualmente cara á base. Volva membranosa, branca e moi envolvente. É frecuente en Galicia, no verán e no outono, en bosques diversos. Comestible unha vez sometida á acción do calor, pero algunas das súas formas poden confundirse coa perigosa *Amanita phalloides*.

### Xénero *Armillaria*

As *Armillaria* caracterízanse por presentar un himenio formado por láminas adnatas, esporas brancas e estípite anelado e fibroso. *A. mellea* (*Armillariella mellea*) é moi frecuente en Galicia, parasitando árbores de diversos tipos aos que chega a causar a morte, vivindo logo de forma saprofítica sobre a madeira sen vida. Multiplícase vexetativamente a través de cordóns de hifas que se chaman rizomorfos e son luminescentes. A infección realiza-se xeralmente por vía radical e a planta hospedante amosa baixo a casca masas miciliares brancas características. O basidiocarro presenta un píleo (5-12 cm) con cutícula de cor mel, coa beira algo estriada, que leva escamas erguidas de cor parduzca. Láminas adherentes ou subdecurrentes, de tonalidade crema inicialmente, pero algo ferruxinas ao envellecer. Estípite curvado, parduzco, con fibras na superficie e con anel na parte superior. Fructifica desde o verán ata o inverno, formando colonias moi numerosas ao redor das árbores parasitadas ou ata na parte basal do tronco das mesmas, con grupos de exemplares soldados na parte basal do estípite. O chapeu, que se seca doadamente, é comestible se é novo, unha vez cociñado e desbotando a auga de cocción, na que se dilúen os principios amargos que adoita conter a carne desta seta; o pé é moi duro e fibroso polo que carece de valor gastronómico. Semellante é *A. bulbosa* (*Armillariella bulbosa*), parásita de frondosas preferentemente, con estípites individualizados, amarelados, bulbosos na base e cun anel membranoso cortiniforme.

### Xénero *Clitocybe*

No xénero *Clitocybe* inclúense especies saprótrofas de carpóforo ximnocarpo, sen armila nin volva xa que logo, con himenio formado por laminñas xeralmente deurrentes, aínda que poden ser adnatas, con esporas de cor branca, crema ou lixeiramente rosada; estípite fibroso que non se separa fácilmente do píleo. *C. odora* ofrece un característico aroma anisado e presenta cutícula verde azulada, láminas verde grisáceas e esporas brancas, con tonalidade rosácea ás veces; é unha especie cosmopolita, frecuente no mantillo de bosques de coníferas e de frondosas; comestible pero excesivamente aromática, pode utilizarse como condimento anisado. *C. geotropa* ten píleo de gran tamaño (10-20 cm), infundibuliforme e xeralmente mameilonado, a cutícula é de cor crema, con reflexos amarelos e alaranxados e manchas

máis escuras cara aos bordes, que son revolutos; as laminñas que forman o himenio son deurrentes, de cor crema e coas esporas brancas; estípite algo más claro que o chapeu e coa base algodonosa; carne branca de cheiro ciánico, considérase bo comestible; fructifica no outono formando coros de bruxas en prados e claros dos bosques. *C. gibba* (*C. infundibuliformis*) é unha especie cosmopolita que fructifica abundantemente no verán e outono no mantillo dos bosques galegos de frondosas e coníferas; ten chapeu pequeno (4-8 cm) en forma de embudo, pouco carnoso e con cutícula de cor marrón clara; láminas desiguais, esbrancuxadas, con esporas brancas; estípite curvado e con restos miciliares na base, más claro que a cutícula, esvelto e fibroso; carne branca, comestible sen especial interese. A pardilla, *C. nebularis* (*Lepista nebularis*), é un cogumelo abundante no outono en prados e nos bosques galegos de coníferas e frondosas caducifolias, hábitats nos que forma grandes coros de bruxas; o píleo é grande (10-20 cm), de cor gris más ou menos escura, de borde revoluto ao principio, plano ou algo convexo máis tarde, despois algo deprimido na parte central; laminñas adnatas ou subdeurrentes, amareladas, de cor crema ou esbrancuxadas, con esporas branco amareladas; estípite robusto, de tonalidade más pálida que a cutícula do píleo, ensanchándose gradualmente cara a base, que é algodonosa; carne branca e comestible, moi apreciada no País Vasco e Cataluña, aínda que se recomenda aproveitar soamente os exemplares novos e desbotar a auga de cocción.

### Xénero *Clitopilus*

No xénero *Clitopilus* encádranse fungos que forman micorizas ectótrofas e en cujos basidiocarpos están ausentes a volva e a armila; posúen láminas deurrentes e esporas de cor rosada. A muiñeira, *C. prunulus*, recibe ese nome vulgar en alusión ao marcado cheiro a fariña do seu carpóforo, comestible estimado, que aparece no verán e no outono en bosques de coníferas e frondosas. O píleo (3-12 cm) ten contorno irregular e é de cor branca ou grisácea; as laminñas son desiguais e moi deurrentes, con cor que vira da branca ou crema inicial a rosada, xa que levan esporas desta última cor; estípite curto, de cor branca, non centrado, fibroso e con restos algodonosos de micelio na base. É posible confundila cos clitocibes tóxicos brancos, pero estes adoitan ser de menor tamaño e más frecuentes en prados ou céspedes de xardíns, ademais de ter as láminas e as esporas de cor branca.

### Xénero *Coprinus*

O xénero *Coprinus* tamén inclúe fungos saprótrofos, con basidiocarro de píleo campanulado e delicioso, é dicir que se desfai nunha especie de tinta negruzca unha vez que cumpríu a súa misión de formar e dispersar as esporas. Láminas libres de cor branca. Esporas negras. Estípite esvelto e fráxil, cun anel, que con frecuencia é fugaz, e sen volva.

En *C. comatus*, matacandil ou barbudo, o píleo é de forma cilíndrica, de 5 a 25 cm de lonxitude, tornándose logo campanulado, cando comeza o proceso de autolisis ou delicioscencia, é de cor branca, excepto o ápice parduzco, e está recubierto de escamas tamén brancas ou algo

manchadas de marrón; láminas libres, brancas ao principio, despois rosadas, violáceas e negras ao final; estípite branco, oco, cun anel móbil de cor branca, brando e fráxil, que adoita desaparecer deixando restos na base do pé; carne tenra e delicada; é unha seta comestible e apreciada, de ámbito ruderal e nitrófila, que abunda no verán e principios de outono en entulleiras, bordes de camiños e estradas, setos e céspedes de xardíns. *C. atramentarius* é de menor tamaño, píleo campanulado de 4-8 cm de lonxitude, acanalado ou estriado, con cutícula grisácea, acastañada no ápice, que adoita ser algo escamosa; láminas libres, brancas ao principio, finalmente negras e delicuentes; estípite branco, algo escamoso na base, con anel fixo basal e fugaz; tamén é nitrófila e frecuente no verán e outono en hábitats similares aos do matacandil; é comestible pero pode ocasionar efectos anaflácticos se se inxiren ao mesmo tempo bebidas alcohólicas, producindo síntomas como rubefacción, taquicardia, dificultades respiratorias, mareos e trastornos gastrointestinais.

#### Xénero *Laccaria*

O xénero *Laccaria* inclúe especies ectomicorrícicas con basidiocarpo de píleo pouco carnoso; himenio formado por láminas adnatas, grosas e separadas unhas doutras, con esporas brancas; o estípite é esvelto e fibroso, con masa micelial na súa base frecuentemente, sen anel nin volva. *L. laccata* é unha das especies de fungos superiores más abundantes en Galicia, fructifica durante case todo o ano en diversos tipos de bosques, sendo unha das pioneiras na micorrización de repoboacións novas e na colonización de terreos incendiados; píleo pequeno (2-6 cm) con pellis de cor canela ou parda avermellada; láminas himeniais rosadas ou de tonalidade canela, con pequenos grumos fariñentos brancos; estípite moi fibroso, da cor do chapeu, coa base algodonosa e branca; comestible mediocre. Tamén é frecuente e abundante *L. amethystina*, de parecido porte e tamaño, pero con cutícula, láminas e estípite de cor lila ou violácea.

#### Xénero *Lepista*

As *Lepista* son fungos saprófitos de basidiocarpo ximnócarpo, sen volva nin anel, con esporas de cor rosácea de superficie suavemente verrucosa. O pé azul, *Lepista nuda* (*Rhodopaxillus nudus*) é abundante en Galicia, sobre todo no outono, en bosques de coníferas e frondosas; o píleo (5-15 cm) ten cutícula de cor violácea que vai virando a marrón coa idade; o himenio está formado por láminas de tonalidade lila ou azulada, sinuosas, libres, algo escotadas, subdecurrentes ás veces; o estípite é fibroso e de cor lila clara, con frecuencia algodonoso na base, debido á presenza de masa micelial; carne azulada ou lila, algo grisácea en contacto co aire, de aroma anisado, comestible de calidade. *L. inversa* (*Clitocybe inversa*) é frecuente en Galicia en bosques de coníferas e frondosas; o chapeu (5-10 cm) é infundibuliforme, con pellis brillante, de cor que vai de laranxa a parda avermellada; láminas decurrentes de cor crema; estípite fibroso; carne escasa, de cor esbrancuxada ou crema e de cheiro agradable, comestible.

#### Xénero *Macrolepiota*

No xénero *Macrolepiota* entran especies con basidiocarpos

de tamaño grande nos que se separa fácilmente o píleo do estípite; o chapeu é escamoso e as láminas do himenio libres e de cores claras; esporas de tonalidade branca ou crema, con reflexos grisáceos ou rosados ás veces; pé fibroso sen volva, aínda que pode ser bulboso na base, e con armila. *M. procera* é unha seta que se consume en Galicia desde tempos antigos polo que ten diversos nomes vulgares nas distintas comarcas e segundo as diferentes fases de desenvolvemento do carpóforo, como cerrote, zarrota, choupí, patamela, fraude ou monxo; o píleo é grande (10-35cm), mamelonado, con cutícula fibrosa de cor crema e con escamas grandes de cor parda; láminas de cor branca, igual que as esporas; estípite grande, moi fibroso, bulboso na base e cun anel membranoso móbil, ten na súa superficie ornamentacións irregulares de cor marrón que lle confiren un aspecto de pel de tigre; é unha especie comestible e apreciada que abunda a finais de verán e comezos do outono en hortas, viñas e prados. Semellante, tamén comestible e de similar hábitat é *M. rhacodes*, de menor tamaño xeralmente, con cutícula máis escamosa, estípite esbrancuxado e carne que se torna vermella en contacto co aire. *M. venenata* é parecida a *M. rhacodes* pero adoita fructificar en grupos cos pés soldados pola base e ten as escamas do píleo en disposición radiada; é ligeramente tóxica, ocasionando trastornos de tipo gastrointestinal.

#### Xénero *Marasmius*

O xénero *Marasmius* inclúe fungos con basidiocarpos ximnócarpos de pequeno tamaño, algúns realmente minúsculos que pasan desapercibidos, adoitan ser saprótrofos, con algún caso de parasitismo; o píleo é pouco carnoso e o himenio está formado por láminas libres que levan esporas brancas. A sendeiriña, *M. oreades*, ten píleo pequeno (2-8 cm), mamelonado, de cor marrón clara, máis escura no centro; láminas libres, espaciadas, desiguais e de cor crema; estípite esvelto, máis claro que o chapeu, moi fibroso e tenaz; carne branca, de sabor dulzaino e aroma a améndoas amargas, comestible de calidade que se deseja doadamente; é unha especie cosmopolita, moi frecuente en Galicia formando coros de bruxas en prados e céspedes de xardíns, parasitando as especies da familia Poaceae (gramíneas) que adoitan dominar neses tapices herbáceos. Parécese a *M. collinus*, sospitoso, de cheiro aliáceo, estípite máis fráxil e láminas máis apertadas.

#### Xénero *Pleurotus*

O xénero *Pleurotus* inclúe especies de fungos saprótrofos cun carpóforo carnoso, himenio de láminas decurrentes con esporas esbrancuxadas e estípite fibroso, con frecuencia non centrado, sen volva nin armila.

*P. ostreatus* recibe ás veces o nome vulgar de seta de chopo porque crece de forma natural sobre o tronco desas e outras especies e porque inicialmente cultivouse sobre madeira desa salicácea. Actualmente o cultivo industrial faise utilizando palla de cereais como substrato, sendo unha das especies máis cultivadas en España e tamén en Galicia. Ten un píleo grande (5-15 cm) con cutícula de cor variable (gris máis ou menos escura, parda, violácea, verdosa); láminas decurrentes, bifurcadas ás veces, de cor branca e con esporas esbrancuxadas; estípite curto, non centrado, fibroso, velludo na base e de cor branca; carne branca de

sabor agradable, comestible. *P. eryngii*, seta de cardo, parasita o sistema radical do cardo corredor, *Eryngium campestre*, ou vive de forma saprófita sobre a cepa morta do cardo; e o seu basidioma é unha seta comestible moi apreciada nas rexións españolas nas que aparece, fundamentalmente na España mediterránea, xa que é onde abunda o cardo corredor.

#### Xénero *Tricholoma*

*Tricholoma* é un importante xénero no que se encadran fungos que forman micorizas ectótrofas e que posúen un basidioma moi fibroso. As láminas do himenio son adnatas, case sempre escotadas, e levan esporas brancas. O estípite adoita ser curvado na base, sen volva e raramente con anel.

*T. colossum* ten carpóforo con píleo carnoso moi grande (10-25 cm) con cutícula de cor parda avermellada con zonas ocres; as láminas son esbrancuxadas, con tonalidade cárnea ou rosácea ás veces; o estípite é robusto, fibroso, con anel fugaz, de cor esbrancuxada na parte superior e similar ao da cutícula na base; a carne é abundante, fibrosa e toma unha cor rosada en contacto co aire, aínda que non é tóxica carece de interese culinario; é frecuente en Galicia durante o outono, especialmente en piñeirais de piñeiro bravo ou do país (*Pinus pinaster*) nas áreas costeiras. A palomiña, *T. columbetta*, presenta un basidioma con chapeu (5-12 cm) de borde agretado e pellis de cor branca nívea, ás veces con manchas pardo rosáceas ou pardo violáceas; láminas brancas; estípite non anelado, moi fibroso, tortuoso, de cor branca con manchas azuladas, verdosas ou rosáceas na base atenuada; a carne é branca e de sabor dulzaino, comestible de calidade; é frecuente en bosques de coníferas e frondosas, sobre terreos acedos, no verán e outono; é parecida ao sospeitoso *T. album*, de píleo non tan branco, cheiro a fariña rancia e sabor amargo e picante. *T. flavovirens* (*T. equestre*), tortullo ou seta de cabaleiros, ten basidiocarpos estipitados e gregarios, con píleo (5-12 cm) de cutícula viscosa, de cor amarela xofre primeiro e ocrácea más tarde, ás veces con fibras e escamas parduzcas; himenio con láminas desiguais, apretadas, de cor amarela intensa; estípite sen anel, curto e fibroso, tamén amarelado, pero más claro que o chapeu; carne branca, consistente, amarela baixo a cutícula, de sabor dulzaino; é frecuente no outono en piñeiraes de piñeiro do país, sobre terreo acedo e areoso. *T. auratum* é moi parecido, ten cutícula moi viscosa con predominio da tonalidade parda, láminas más claras e estípite branco na parte superior, algúns autores consideran unha variedade de *T. flavovirens*. Tamén é similar *T. fucatum*, pero as súas láminas son brancas. Estas tres especies, que se consideron comestibles ata hai moi pouco tempo, parecen ter ocasionado problemas graves en Francia, polo que pasaron ó grupo das tóxicas ou cando menos sospeitosas.

Moi abundante nos piñeirais galegos de piñeiro bravo, no outono, é *T. portentosum*, de píleo (5-15 cm) mameilonado e agretado no borde, con pellis de cor grisácea e con numerosas fibras radiais de tonalidade negruzca; himenio de láminas desiguais, algo ventrudas, branco grisáceas con reflexos amarelados; estípite esbrancuxado ou amarelado, esvelto, moi fibroso, curvado na base, non anelado; carne branca, con cheiro e sabor fariñáceos, comestible de

calidade; é frecuente en bosques acidófilos de coníferas; en Galicia abunda durante o outono, en piñeirais de piñeiro do país que se desenvolven sobre substrato areoso. Pódese confundir con *T. sejunctum*, de carne amarga e tóxica e que presenta cutícula amarelada coa superficie tamén fibrilosa. *T. saponaceum* é frecuente en bosques galegos de coníferas e frondosas, ten basidiomas de cheiro xabronoso desagradable, que conteñen hemolisinas termolábiles, e o píleo presenta cutícula de cor variable (grisácea, parduzca, verdosa, amarelada, cobriza). *T. terreum*, é abundante na primavera, outono e inverno en bosques de coníferas; o píleo é pequeno (3-8 cm) con cutícula de cor gris escura, recuberta de escamas negruzcas; himenio de láminas branco grisáceas; estípite curto, fibroso, cilíndrico, esbrancuxado, sen armila; carne pouco abundante, branco-grisácea, comestible.

#### Orde Russulales

Este orde caracterízase fundamentalmente por posuér tubos lactíferos (tubos polos que circula un látex que gotea cando se rompe o carpóforo). A carne dos basidiomas é de estrutura granular e consistencia quebradiza, debido a estar formada por esferocistos (células esféricas). As esporas teñen ornamentación amiloide. Os carpóforos teñen himenio laminar, sen volva nin armila.

#### Xénero *Lactarius*

A produción de látex de cores moi variadas, desde a branca nívea ata tonalidades avermelladas e sanguíneas, pasando pola branca avermellada, violeta, amarelada e grisácea, é o resultado da presenza de tubos lactíferos funcionais, que caracteriza o xénero *Lactarius*, cuxo himenóforo está formado por láminas robustas e crebadizas, suavemente recurrentes baixando polo estipe.

O xénero *Lactarius* está ben representado en Galicia por un grupo grande de especies de natureza micorrícica.

*L. deliciosus*, níscolo ou fungo da muña, é a especie más amplamente coñecida e utilizada con fins gastronómicos, sendo obxecto de interese para os afeccionados e para as industrias transformadoras. O nome que Linneo deu a esta especie foi posiblemente por confusión con outra de mellor calidade (*L. sanguifluus*), xa que en moitas ocasións o níscolo pode ter un intenso sabor resinoide, non sendo xa que logo tan delicioso. Presenta carpóforos (10 a 18 cm) de cutícula de cor laranxa, con zonacións concéntricas más escuras, e con forma de funil cando chegan á madurez; a súa carne é branca na súa parte interior, cunha gran tendencia a tomar cores cárdenas exteriormente polo rozamento ou o golpe; ao romper a carne prodúcese a extravasación de látex de cor laranxa. Atópase no outono en bosques de coníferas, principalmente de piñeiro, alcanzándose boas producións cando os piñeirais están ben tratados selvícolamente, cunha densidade baixa de plantas, para que as colonias deste fungo poidan fructificar adecuadamente, ante a demanda de luz que caracteriza a esta especie. Os seus carpóforos son doadamente atacados por insectos, que se crían no interior dos mesmos na súa fase larvaria.

Moi próximos son *L. sanguifluus* e *L. semisanguifluus*, o primeiro con látex de cor vermella escura, e o segundo con

látex de cor laranxa que se escurece en contacto co aire. Son menos abundantes e en Galicia atópanse sobre todo en piñeirais das zonas costeiras. Presentan unha mellor calidade organoléptica que *L. deliciosus*, o que fai que sexan más demandadas.

Unha norma práctica para a diferenciación das especies comestibles das restantes baséase na cor do látex: as que o teñen avermellado son todas comestibles, mentres que aquelas que presentan látex de cor rosada, amarela ou branca poden ser indixetas, de escasa calidade ou de sabor desagradable.

#### Xénero *Russula*

Os lactíferos non son funcionais e a cutícula adoita ser de cores máis vistosas que no xénero anterior. Os himenóforos raramente presentan láminas recurrentes, sendo polo xeral adnatas; a carne dos carpóforos presenta a mesma estructura que en *Lactarius*, é crebadiza e rompe limpamente ao corte. As láminas tamén son crebadizas, e o estipe está centrado no chapeu, sendo a súa lonxitude aproximadamente igual ao diámetro do píleo, polo que son setas ben proporcionadas.

É un xénero moi diversificado, cun número moi elevado de especies e, en moitos casos, difíciles de identificar polos seus caracteres morfolóxicos, polo que hai que recorrer a reaccións químicas. Nesta gran diversidade de especies presentase unha gran variación nas cores das cutículas dos píeos, debido aos pigmentos vivos que conteñen, que van desde tonalidades negruzcas ata as brancas, pasando polas vermelhas e moradas, ademais de diferentes combinacións. A maioría son simbiontes con coníferas e frondosas, pero moitas delas viven en prados ou zonas abertas, non coñecéndose con certeza a súa forma de vida.

Desde o punto de vista gastronómico este xénero presenta varias especies de moi boa calidade, pero, dadas as dificultades de identificación que presenta, o seu aproveitamento en Galicia redúcese a dúas principais: *R. cyanoxantha* e *R. virescens*, que reciben o nome vulgar de netorras.

*R. cyanoxantha* forma carpóforos de tamaño medio (8-12 cm) cun píleo lixeiramente ondulado na súa superficie e cunha cutícula de cores mesturadas, que van desde a morada á grisácea. Himenóforo con láminas grandes, moi crebadizas e de cor branca. Estipe cilíndrico. Fructifica desde finais do mes de agosto, aínda que é pouco abundante, asociada con frondosas caducifolias; máis tarde atópase tamén baixo coníferas e frondosas perennes. A súa calidade gastronómica é boa. *R. virescens* é unha especie con carpóforos moi vistosos, de maior tamaño que os da especie anterior (10-15 cm), cun píleo que tamén se ondula lixeiramente e que está recuberto por unha cutícula con cores verdosas, formando manchas sobre un fondo crema, que a mimetizan entre a vexetación circundante. O estipe é de cor branca, igual que o himenóforo. As súas colonias aparecen a principios do mes de agosto, e sempre son de poucos exemplares pero constantes na súa presenza anual en bosques de frondosas. A súa calidade gastronómica é moi boa, polo que se considera un dos cogomelos máis sabrosos.

Unha regra práctica para poder consumir estas especies, sen perigo de utilizar as de sabor desagradable ou as que poden causar problemas digestivos lixeiros, é a de probar unha pequena cantidade en cru, masticándoa lixeiramente e expulsando os seus restos, para poder detectar se é doce, picante ou amarga; de ser doce podémola consumir sen problemas e de ser amarga ou picante rexeitarémola. Esta sinxela proba non entraña risco nin causa ningún tipo de molestia.

#### Orde Cantharellales

Este orde é o elo de enlace entre o grupo dos Aphyllophorales, ao que pertence, e os Agaricales. A súa posición filoxenética vérn dada pola forma do seu himenio, en preguas ou veas que se asocian cun antecedente primitivo das láminas que logo desenvolvérónse nos Agaricales.

A maior ou menor presenza e relevancia deste tipo de preguas lévanos a diferenciar dous xéneros importantes: *Cantharellus* e *Craterellus*.

#### Xénero *Cantharellus*

Son fungos micorrícicos cuxo basidioma carece de velo himenial e velo universal e que presentan un himenio característico, con abundantes preguas recurrentes que forman un relevo prominente. As súas esporas son brancas.

A especie mais coñecida deste xénero é o *C. cibarius*, a cantarela, moi abundante nos ecosistemas forestais galegos, como micorriza tanto con frondosas como con coníferas, e de carpóforo moi apreciado nos mercados europeos polo seu delicado aroma e sabor. Os basidiomas presentan diferenzas de tamaño, cor e aroma segundo o ecosistema no que crecen. Os carpóforos teñen forma de funil, de 5-10 cm de diámetro no seu estado adulto, de cor amarela más ou menos intensa ou laranxa. Tanto a cor como o aroma afrutado que desprenden, xunto coa forma do himenio, de preguas recurrentes e ramificados, permiten unha doada identificación da cantarela. Tamén son frecuentes en Galicia outras especies de menor tamaño, con pellis parda amarelada e estípite oco: *C. tubaeformis*, de himenio formado por veas de cor grisácea, e *C. lutescens*, con himenio case liso de cor rosácea amarelada. Crecen en bosques de frondosas e de coníferas e empezan a ser comercializados pola súa boa calidade.

O xénero *Craterellus* presenta píeos grandes e profundamente embudados, polo que se lle coñece como corno da abundancia ou trompeta dos mortos. En *C. cornucopioides* a cutícula é de cor gris escura e o himenóforo, que apenas presenta preguas, é de tonalidade grisácea borallenta. A calidade gastronómica desta especie é boa pero en Galicia é escasa.

#### Orde Thelephorales

O orde Thelephorales inclúese no grupo dos Aphyllophorales, e contén fungos que presentan un micelio que comeza a organizarse.

#### Xénero *Hydnus*

O himenóforo está formado por elementos diferenciados, en

forma de espiñas ou aguillóns, que baixan de forma decurrente polo píleo, e preséntase en carpóforos de carne granulosa e crebadiza, de cor branca no seu interior e con pellis amarela ou avermellada. Non teñen volva nin anel. *H. repandum*, lingua de vaca, é a especie máis abundante en Galicia, onde crece formando micorizas en piñeirais e bosques de frondosas; é moi resistente ao frío, fructificando no outono tardío e ata no inverno; o basidioma (5 -12 cm) ten píleo convexo que chega a facerse plano de adulto, con cutícula pardo amarelada; o himenio é de cor crema ou esbrancuxado e as púas ou papilas que o constitúen despréndense con facilidade; forma colonias de varios individuos e a súa carne, difícilmente alterable, é comestible se se consumen exemplares novos, xa que os extramaduros poden ser lixeiramente amargos. É unha das especies comercializables en Galicia. *H. rufescens* é similar na forma pero de menor tamaño e con cutícula de cor más avermellada; esta especie asóciase a frondosas, coas que forma micorizas.

#### Orde Poriales

Este orde caracterízase por presentar carpóforos con himenóforo en forma de tubos, ben sexan regularmente cilíndricos ou irregularmente alargados, alveolados ou obliterados; nalgúnhas especies este himenóforo é laminado, con basídios alineados no interior de poros ou tubos, que poden ser circulares ou angulares, e áinda alargados. Comprende especies saprófitas e parásitas, algunas patóxenas de especies arbóreas, que poden causar importantes problemas en relación coa producción e conservación das mesmas, e ata ataques á madeira en obra. Os seus carpóforos son con frecuencia suaves e elásticos en estado novo, volvéndose coa idade corchosos, correosos ou leñosos, sendo imputrescibles nalgúnhas casos, permanecendo vivos durante varios anos e podendo alcanzar un século de permanencia sobre a árbore viva. Entre os xéneros máis coñecidos deste orde están, entre os de himenóforo tubuloso, *Fomes*, *Polyporus*, *Heterobasidion*, *Daedalea* e *Lenzites*, os tres primeiros con poros redondos e os outros dous con poros alargados, e, entre os de himenóforo laminar, *Clavaria* e *Sparassis*, incluíndo este último algunha especie comestible.

#### Xénero Sparassis

*Sparassis crispa* forma grandes carpóforos que recordan ás coliflores pola súa cor, crema esbrancuxada, e as súas formas compactas semiesféricas. Partindo dun tronco común orixínanse láminas ou ramas foliáceas, crispadas e más ou menos soldadas, que lle dan consistencia ao conxunto. Son fungos saprófitos que viven sobre a madeira de árbores mortas, principalmente de coníferas. É comestible. *S. laminosa* é frecuente sobre madeira morta de carballos e as láminas que forman o carpóforo son menos crispadas.

#### Orde Boletales

Inclúe fungos saprótrofos, micorrícicos e algún parásito. Predominan os basidiomas ximnocarpas, áinda que nalgúnhas especies son hemianxiocarpas. O himenio adoita estar formado por tubos, pero hai estípites con láminas, ás veces con tabiques transversais nunha clara transición cara

ao himenio tubular. Predominan as esporas fusiformes. Con frecuencia presentan pigmentos do tipo dos derivados do ácido pulvínico, que provocan unha coloración azul da carne en presenza de oxíxeno, humidade e oxidadas.

#### Xénero Gomphidius

O xénero *Gomphidius* ten caracteres microscópicos e químicos deste orde áinda que o himenio é típicamente laminar; o píleo é carnoso e con frecuencia viscoso; láminas decurrentes con esporas fusiformes de cor negruzca; estípite fibroso con velo himenial en forma de cortina. *G. viscidus* (*Chroogomphus rutilus*) presenta un píleo (5-10 cm) mamelonado, con cutícula viscosa en tempo húmedo, de cor marrón avermellada; láminas de tonalidade amarelada olivácea primeiro, pardo grisácea ou marrón-púrpura á madurez; estípite fibroso, de pellis parda amarelada ou parda avermellada, con restos do velo himenial en forma de fibras; carne amarelada, comestible mediocre; frecuente no outono en piñeirais. Parécese a *G. roseus*, con carpóforo de menor tamaño (3-5 cm), pellis de cor rosada e de mellor calidade gastronómica.

#### Xénero Hygrophoropsis

Os fungos que se inclúen no xénero *Hygrophoropsis* son saprótrofos e presentan carpóforo ximnocarpo e himenio de láminas decurrentes, ramificadas e con tabiques transversais, con esporas esbrancuxadas. *H. aurantiaca* (*Clitocybe aurantiaca*), falsa cantarela, ten píleo (4-8 cm) con cutícula de cor laranxa, amarelada ás veces, himenio formado por láminas bifurcadas, anastomosadas e decurrentes, do mesma cor que a pellis, e esporas de tonalidade branca ou crema; o estípite é fibroso e da mesma cor que o píleo, algo máis escuro cara á base; é unha especie acidófila, moi frecuente no verán e outono en piñeirais, fructificando sobre o mantillo que forman as acículas e ata en restos de madeira. Comestible con certo efecto laxante. Pode confundirse coa cantarela, *Cantharellus cibarius*, de parecido porte e cor, pero de calidade culinaria moi superior, ectomicorriza con basidiocarpo de aroma afrutado e himenio formado por pregues ou veas decurrentes e ramificados.

#### Xénero Boletus

O xénero *Boletus* imos consideralo nun sentido amplio, inclúe numerosas especies e algúns autores o subdividen en varios xéneros independentes, dos que os más importantes son *Tylopilus*, *Gyroporus*, *Suillus*, *Xerocomus*, *Leccinum* e o propio *Boletus* en sentido estricto ou restrinxido. Xeralmente son fungos micorrícicos, abundan en Galicia e algunas especies teñen basidiocarpos comestibles de boa calidade, alcalzando notable importancia económica na nosa Comunidade Autónoma. Os carpóforos son fugaces, con píleo carnoso que non engloba elementos estranos e con estípite xeralmente centrado. Himenio formado por tubos soldados, cilíndricos ou prismáticos, no interior dos cales dispónense os basídios que levan as esporas, que adoitan ser fusiformes e de cor verdosa ou amarelada-verdosa, áinda que hai excepcións. Nunca presentan velo universal, carecendo polo tanto de volva, pero algunas especies posúen un velo himenial que dá lugar a un anel. Estípite fibroso ou carnoso, con

frecuencia ornamentado exteriormente (reticulado, punteado, escamoso, etc.). Algunhas especies posúen carne amarelada que, en contacto co aire, toma unha cor azulada, cambio de cor que se debe a un proceso de oxidación dunha sustancia -boletol- en presenza de humidade e de certas enzimas catalizadoras, e que non é en absoluto indicador de toxicidade.

*B. edulis*, andoa ou bolouro, ten basidiocarpo con píleo grande (5-20 cm) e carnoso, con cutícula de cor marrón, glutinosa en tempo húmedo. Himenio libre, que se separa fácilmente do chapeu, con poros primeiro brancos e más tarde amarelado-verdosos. Carne de cor branca, inmutable, algo avermellada ou viñosa baixo a cutícula. Estípite grosso e pouco fibroso, sen armila, cun retículo esbrancuxado na parte superior. Abunda en Galicia, tanto en bosques de frondosas como en piñeirais, e é comestible de gran calidade. *B. pinicola* (*B. pinophilus*) presenta carpóforos moi parecidos, con píleo de maior tamaño, de cutícula aterciopelada e cor granate, carne consistente, que tamén toma unha cor viñosa baixo a cutícula, e estípite con retículo acastañado; abunda en piñeirais, especialmente de *Pinus pinaster*, aínda que tamén pode verse en bosques de frondosas; comestible de gran calidade. Ao mesmo grupo pertence *B. reticulatus* (*B. aestivalis*), que aparece en Galicia en bosques de frondosas, no verán e comezos do outono, e que tamén é estimado como comestible; a cutícula adoita ser de cor marrón clara e cuarteada en tempo seco, a carne é branca, ata baixo a cutícula, e unha malla branca ornamenta todo o estípite. A cuarta especie do grupo edules é *B. aereus*, termófila e típica de bosques de frondosas, que non abunda en Galicia; o píleo é grande, con cutícula aterciopelada de cor marrón escura, carne consistente de cor branca, ata baixo a cutícula, e retículo parduzco sobre o estípite; apreciada como comestible. *B. felleus* (*Tylopilus felleus*) é unha especie con carpóforo de sabor moi amargo que pode confundirse coas estirpes que acabamos de describir; presenta píleo con cutícula marrón, viscosa en tempo húmedo, himenio e esporas de cor rosada, carne branca inmutable e estípite sen armila, ornamentado por un retículo de cor negra; aparece en Galicia, no verán e outono, en bosques de frondosas e coníferas. *B. fragrans*, sen retículo sobre a superficie do pé, e *B. appendiculatus*, con estípite reticulado, aparecen en Galicia, teñen carpóforos comestibles e apártanse do grupo edules, entre outras razóns, por posuér carne que azulea en contacto co aire.

*B. erythropus* é moi frecuente e abundante en Galicia, en todo tipo de bosques e masas arboladas; os seus carpóforos aparecen no outono e son comestibles de boa calidade. Píleo (10-20 cm) con cutícula tomentoso-aterciopelada de cor marrón escura. Poros do himenio de cor vermella. Estípite non anelado e ornamentado con numerosos puntos vermellos. Carne amarela que se torna azul rápidamente en contacto co aire.

*Boletus cyanescens* (*Gyroporus cyanescens*) amosa un píleo con cutícula tomentosa de cor crema ou branca-amarelada. Himenio de cor esbrancuxada ou crema, que azulea intensa e rápidamente ao rozamento. Esporas elipsoidais de cor branca-amarelada. Estípite non anelado, de tonalidade clara, fráxil, esponxoso e cavernoso, que se

separa doadamente do chapeu. Carne esbrancuxada que se torna azul en contacto co aire. Frecuente en Galicia, no verán e outono, en bosques de coníferas e frondosas. Comestible de calidade. Semellante é *B. castaneus* (*Gyroporus castaneus*), que prefire bosques de frondosas e presenta cutícula de cor marrón e carne branca inmutable; é comestible, aínda que unha estirpe moi próxima (*B. ammophilus*), que crece en piñeirais das Rías Baixas, provoca lixeiros trastornos gastrointestinais.

*Boletus luteus* (*Suillus luteus*) é frecuente nos piñeirais galegos, fructificando no verán e outono. O píleo (5-12 cm) ten cutícula de cor marrón escura, moi viscosa e fácilmente separable. Himenio de poros amarelos. Estípite de cor clara, con anel e con granulacións parduzcas, sobre todo porriba da armila. Carne amarela que non cambia de tonalidade en contacto co aire. Comestible.

*Boletus granulatus* (*Suillus granulatus*) aparece en piñeirais da zona costeira galega. O seu basidiocarpo, comestible de escasa calidade, presenta un píleo (5-10 cm) con pellis moi viscosa de cor marrón. Himenio amarelo que rezuma pingas esbrancuxadas. Estípite non anelado, esvelto, fibroso, con ornamentación en forma de granulacións parduzcas. Mestúrase con *B. bellini* (*Suillus bellini*), de cutícula más clara e pé más curto, tamén comestible. Ao mesmo grupo pertence *B. bovinus* (*Suillus bovinus*), moi abundante en Galicia en piñeirais e matogueiras e con carpóforo comestible de calidade mediocre; o seu micelio é de cor rosada, coloración que se aprecia na base do estípite; o basidiocarpo leva un chapeu (5-10 cm) con cutícula moi viscosa de cor parda e himenio decurrente, de cor amarelado ou caqui, con poros poligonais; pé fibroso, sen anel, esvelto, de cor marrón; carne algo amarelada, que toma unha tonalidade azulada ou violácea ao corte.

*Boletus badius* (*Xerocomus badius*) é unha especie cosmopolita, frecuente en Galicia en bosques de coníferas e frondosas. O seu carpóforo é comestible e presenta un píleo (5-15 cm) con pellis de cor marrón escura, aterciopelada, viscosa en tempo húmedo. Himenio primeiro branco e amarelado ou verdoso-amarelado á madurez. Estípite non anelado, de cor coiro, moi fibroso. Carne branco-amarelada que azulea lixeira e lentamente en contacto co aire. Ao mesmo grupo pertence *B. chrysenteron* (*Xerocomus chrysenteron*), tamén cosmopolita e abundante en Galicia en todo tipo de bosques; o seu basidiocarpo, comestible de calidade mediocre, ten un píleo (5-10 cm) con pellis parda, cuarteada e aterciopelada e himenio amarelo; o estípite é avermellado, fibroso e carece de anel; carne amarelada, avermellada baixo a cutícula, que azulea en contacto co aire.

*Boletus scaber* (*Leccinum scaber*, *Krombholziella scabra*) é frecuente en Galicia en bosques de bideiro e matogueiras, ten basidiocarpo comestible de calidade mediocre, con chapeu (5-15 cm) de pellis viscosa marrón clara, más escura cara ao centro. Himenio separado do pé, con poros esbrancuxados que se van escurecendo co tempo; esporas amareladas. Estípite non anelado, de cor clara, ornamentado con alineacións verticais de escamas ou espullas negras.

## Orde Fistulinales

Este orde inclúe fungos que se desenvolan sobre a madeira de árbores vivas, comportándose, xa que logo, como parásitos. O himenio do seu basidiocarpo está formado por tubos de pequeno diámetro, separados e independentes uns doutros.

### Xénero *Fistulina*

*Fistulina hepatica*, fígado de boi fructifica no verán e outono no tronco de árbores planifolias (castiñeiro, carballos, sobreiros, etc.), nuns carpóforos de 10-20 cm, con forma de lóbulo hepático, moi característicos e inconfundibles. A cutícula é de cor vermella e moi glutinosa. Himenio de cor branca-crema ou algo rosada, con esporas globosas, grisáceas ou crema-rosadas. Carne branda, mol, con zume, de cor avermellada, comestible.

## Gasteromycetes

Os Gasteromycetes son un grupo de fungos que teñen o himenóforo encerrado nun peridio que se abre para liberar as esporas (corpo de fructificación gastroide). Este peridio está composto por dous tegumentos diferentes: un exoperidio, que se pode fragmentar en estrela ou desaparecer, e un endoperidio, que envolve a gleba, masa na que están as esporas, as cales saen ao exterior por un poro ou ostiolo; a gleba desempeña aquí o mesmo papel que os tubos nos Poriales ou as láminas nos Agaricales. Unha parte destes fungos son estritamente subterráneos, ou veñen á superficie do chan accidentalmente, mentres que outros emerxen tardíamente do interior do chan pola elongación brusca do estipe.

### Orde Lycoperdales

A gleba presenta cavidades microscópicas tapizadas polos basídios e chega a ser pulverulenta; peridio dobre.

### Xénero *Calvatia*

O carpóforo carece de ostiolo polo que o peridio rómpese irregularmente á madurez. *C. gigantea* é frecuente en prados e presenta un carpóforo de gran tamaño, redondeado e con peridio esbrancuxado, liso e fráxil. É comestible de xoven.

### Xénero *Lycoperdon*

O ostiolo está ben definido e os basidiomas adoitan levar un pé estéril. As especies deste xénero son moi numerosas e difíciles de clasificar. *L. perlatum* é unha das más abundantes en Galicia, en prados e bordes de camiños, ten carpóforo en forma de pera, de cor branca, con exoperidio ornamentado por espiñas rodeadas por verrugas máis

pequenas; fructifica no outono en chans de bosques. En *L. echinatum* e *L. pyriforme* os corpos de fructificación son de cor máis escura, espiñosos no primeiro e grumosos ou lisos no segundo. Son comestibles de xóvenes.

---

## Bibliografía

- Alexopoulos, C. J. & Mims, C. W. (1996). Introductory Mycology. John Wiley & Sons, INC, New York.
- Calonge, F. D. (1979). Setas (Hongos). Guía Ilustrada. Mundi-Prensa, Madrid.
- o, M. L. & Freire, L. (1982). Guía das setas ou cogomelos comestibles de Galicia. Edicións Xerais de Galicia, Vigo.
- Castro, M. L. & Freire, L. (1990). Setas ou cogomelos de Galicia. Edicións Xerais, Vigo.
- Cabo Rey, L., Castro Cerceda, M. L., Fernández de Ana Magán, F. J., García González, I. & Rigueiro Rodríguez, A. (2002). "Fungos", en: Enciclopedia Proxecto Galicia (Natureza-Botánica), tomo XLI: 234-383. Editorial Hércules de Edicións. A Coruña.
- Cetto, B. (1970,1976,1979,1983). I funghi dal vero. Vols. 1-4. Arti Grafiche Saturnia, Trento.
- Freire, L., Castro, M. & Pérez Froiz, M. (1994). Guía de las setas más comunes de Galicia. Casa das Ciencias, A Coruña.
- García Rollán, M. (1993). Manual para Buscar Setas. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario, Madrid.
- Gómez, C. & Franco, A. (1992). Fungos e cogomelos de Galicia: guía didáctica. Bahía Edicións, A Coruña.
- Hawksworth, D.L., Kirk, P.M., Sutton, B.C. & Pegler, D.N. (1995). Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi. Communications Mycological Institute, Kew.
- Kuhner, R. & Romagnesi, H. (1953). Flore Analytique des Champignons Supérieures (Agarics, Bolets, Chantarelles). Masson et Cie, París.
- Marchand, A. (1971, 1973, 1975, 1976, 1977, 1980, 1982, 1983). Champignons du Nord et du Midi. Vols. 1-8. Société Mycologique des Pyrénées Méditerranéennes, Perpignan.
- Moreno, G., G Guía INCAFO de los Hongos de la Península Ibérica.

## Relatorio

Juan Luis Fernández Lorenzo

# Introdución á macromicoloxía

Recibido: 10 Abril 2006 / Aceptado: 8 Novembro 2006  
© IBADER- Universidade de Santiago de Compostela 2006

**Resumo** Neste artigo resúmense os contidos da charla introductoria correspondente ao curso de micoloxía que se organiza anualmente na Escola Politécnica Superior (USC). Nel describense as características xerais do reino Fungi e, dentro deste, dos Fungos Superiores, as súas formas de vida e reproducción. Finalmente, expóñense os principais caracteres diagnósticos que axudan á identificación dos cogomelos.

**Palabras clave** Fungos Superiores · cogomelos · caracteres diagnósticos

**Abstract** This work synthesizes the contents of the introductory conference of the Mycology Course which takes place yearly at Escola Politécnica Superior (USC). The main characteristics of the Fungi kingdom and, included in it, of Superior Fungi are described, as well as their way of life and reproduction. Finally, information about the main diagnostic features which help to identify mushrooms is given.

**Keywords** Superior Fungi · mushrooms · diagnostic features

## O reino Fungi. Os fungos superiores

Os organismos que forman parte do reino Fungi, que coñecemos como fungos, presentan características particulares que os diferencian dos reinos animal e vexetal:

- Son organismos sen clorofila
- A súa membrana celular está composta por celulosa e/ou quitina

-Reprodúcense por esporas

-Almacenan as súas reservas en forma de glucóxeno

En xeral, os fungos están formados por filamentos ramificados, denominados hifas, constituídas por unha ou máis células. O conxunto das hifas dá lugar ao micelio.

Moitos fungos son microscópicos, pero outros desenvolven aparatos reprodutores de gran tamaño, denominados carpóforos, que se coñecen comunmente como setas ou cogomelos. Os fungos productores de setas representan o grupo dos fungos superiores, que se dividen á súa vez nas clases Ascomicetes e Basidiomicetes, presentando como característica común as súas hifas tabicadas.

## Formas de vida

Os fungos son seres heterótrofos, é dicir, precisan alimentarse de materia orgánica. O seu modo de vida é diferente en función da forma en que obteñen esta materia orgánica, así podemos distinguir:

Fungos saprófitos, os máis comúns, que viven sobre materia orgánica en descomposición. Un exemplo son as lepiotas e champiñóns.

Fungos parásitos, que causan enfermidades en plantas e animais.

Fungos simbióticos, que son os que forman as micorrizas, asociándose ás raíces das plantas, obtendo planta e fungo un beneficio mutuo. Un exemplo o constitúen as especies do xénero *Amanita* ou *Lactarius*.

## Setas de Ascomicetes e Basidiomicetes (fungos superiores)

Como se dixo, os fungos superiores divídense en Ascomicetes e Basidiomicetes. Os ascomicetes caracterízanse por presentaren un esporanxio (órgano produtor de esporas) en forma de saco, chamado asca

(Figura 1), que contén ascosporas (xeralmente oito) no seu interior. As ascas, xunto cunhas células alongadas estériles (paráfisis) constitúen o himenio. As setas dos Ascomicetes denominanse ascocarpos, e poden ser de tres tipos, en función da maior ou menor protección do himenio: os cleistotecios, ascocarpos completamente pechados, os peritecios, que están abertos apicalmente por un ostíolo, e os apotecios, que son o tipo de fructificación más coñecido, nos que as ascas maduran en contacto co exterior sobre unha estrutura en forma de prato ou cunca (*Peziza*, *Helvella*) ou máis complexa (como en *Morchella* ou *Gyromitra*).

Pola súa banda, os Basidiomicetes presentan un esporanxio en forma de maza, ou basidio (Figura 1), que alberga normalmente catro basidiosporas, esóxenas, unidas ao basidio polo esterigma. Outras células estériles, como os basidiolos e cistídios, acompañan aos basidios para formar o himenio. Dentro dos Basidiomicetes atopase a maioría das especies de cogomelos comestibles e velenosos. Como exemplos de Basidiomicetes podemos citar *Cantharellus* (orde Aphylophorales), *Boletus* (Boletales), *Lepiota* (Agaricales), *Russula* (Russulales), *Lycoperdon* e *Phallus* (Gasterales).

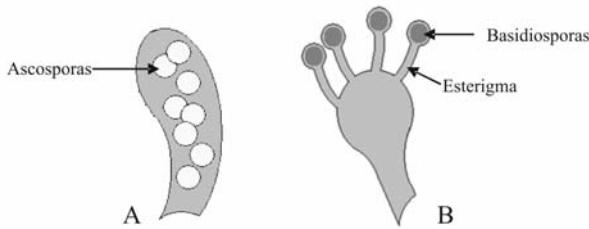


Figura 1. Asca (A) e basidio (B).

## A reproducción dos fungos superiores

Nos fungos é posible tanto a reproducción asexual (normalmente mediante esporas chamadas conidios) como a sexual. Nos ascomicetes o grado de importancia de unha ou outra varía segundo o grupo de que se trate, mentres que nos basidiomicetes a reproducción sexual é a más importante. É mediante o proceso de reproducción sexual que ten lugar a formación dos ascocarpos ou dos basidiocarpos, é dicir, das setas. Esta é más ou menos complexa e difire entre as dúas clases de fungos. Para ilustrala, na figura 2 esquematízase o ciclo de multiplicación sexual nos Basidiomicetes: dous micelios haploides uninucleados (primarios) de sexo contrario únense para formar un micelio binucleado (secundario), que se divide simultaneamente. Eventualmente fórmase un micelio terciario, que conformará o carpóforo. No himenio deste carpóforo prodúcese unha cariogamia ( fusión de dous núcleos) seguida dunha meiose, que dará lugar a catro basidiosporas, que se situarán no extremo do basidio.

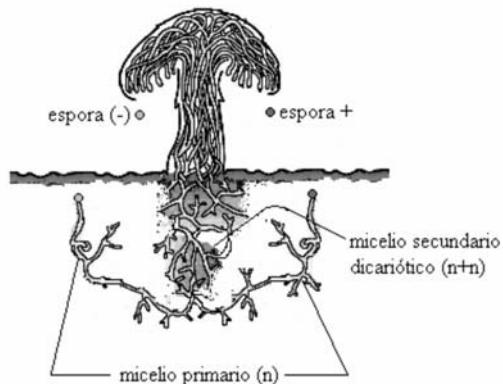


Figura 2. Reproducción sexual nun Basidiomicete.

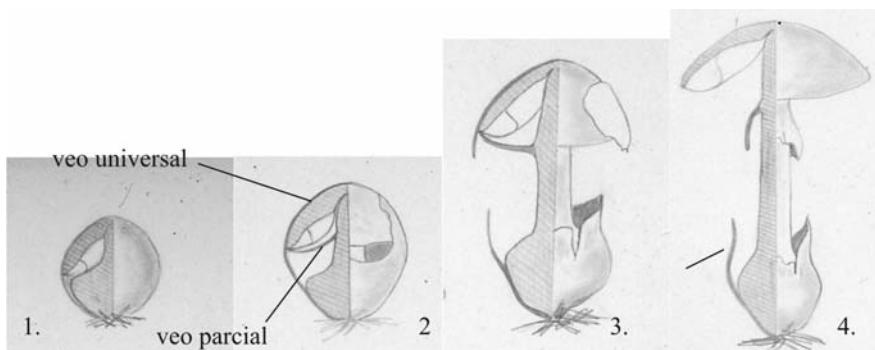
## Como ‘nace’ unha seta

Nos Basidiomicetes é frecuente o desenvolvemento hemianxiocárpico do corpo fructífero; a partir dun micelio subterráneo, fórmase unha estrutura semellante a un ovo, a cal, cando rompe, deixa sair o sombreiro, ou píleo, e a parte superior do pedicelo (tamén chamado pé ou estípite). O sombreiro pode estar cuberto por escamas, que son restos do veo xeral ou universal. Na parte inferior do sombreiro está o himenóforo, que contén o himenio, onde están os basidios que conteñen as basidiosporas. O sombreiro está sostido polo pedicelo. Este pode levar nalgúns casos un anel (que é un resto do veo parcial) ou unha cortina (resto do veo xeral). Na base do pé pode existir unha especie de saquiño ou restos verrucosos, procedentes do veo xeral, que constitúen a volva.

## Caracteres macroscópicos das setas

Entre os caracteres que nos permiten identificar as setas atopápanse aqueles que se poden observar a simple vista, ou caracteres macroscópicos, que constitúen no seu conxunto elementos moi valiosos para a identificación.

A nivel macroscópico, a cutícula, a membrana que recobre o sombreiro, é importante pola súa cor e o seu aspecto. Ás veces pode ser viscosa (mucilaxinosa, sobre todo en tempo húmedo), como en *Higrocybe* ou *Suillus*, ou higrófana (translúcida en tempo húmedo), como en *Galerina* ou *Psathyrella*. Tamén pode levar sobre ela restos do veo xeral, por exemplo en forma de pequenas verrugas brancas, como en *Amanita muscaria*, ser veluda, escamosa, zonada... O sombreiro ou píleo pode presentar formas e bordes moi variados, como a típica forma de paraugas, de embude ou de colmea (Figura 4). No himenóforo é importante observar a cor e o aspecto. Pode ser liso, como en *Peziza*, estar formado por aguillóns, como en *Hydnellum*, presentar pregues (*Cantharellus*), láminas (Agaricales e Russulales), dispostas de diversas maneiras, ou tubos (Boletales) (Figura 5). O pé é outro elemento no que debemos poñer a máxima atención. Este pode ser oco (*Morchella*) ou macizo, fibriloso (Agaricales) ou granulosos (Russulales), de formas e superficie moi diversas (Figura 6). A relación entre o pé e o



**Figura 3.** Desenvolvemento hemianxicárpico dun basidiocarpo.

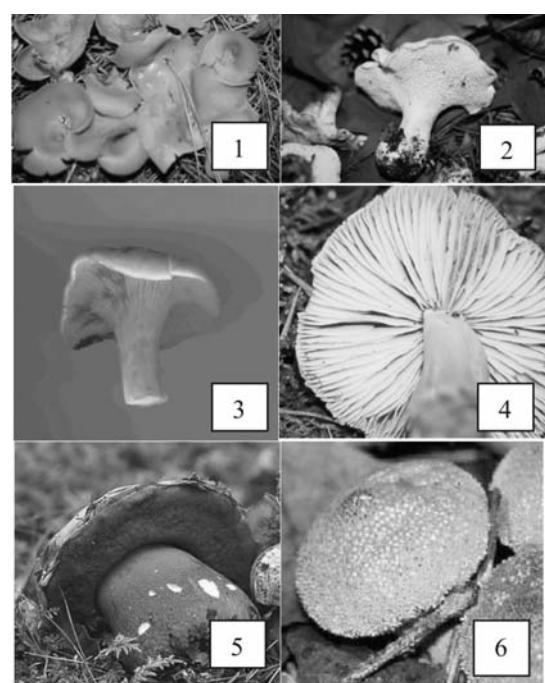


**Figura 4.** Diversos tipos de sombreiro.

sobreiro pode ser homoxénea (a máis frecuente), é dicir, que a estrutura do micelio constitúe un continuo entre ambos, ou heteroxénea (*Amanita*, *Agaricus*, *Lepiota*), o que se detecta sinxelamente pola facilidade para separar os dous elementos.

Nalgúnhas especies pódese observar no pé a presencia dun anel, que pode ser persistente ou fugaz e presentar distinta morfoloxía: pode ser dobre, como en *Lepiota*, en roda de carro, como en *Agaricus*, en forma de embude (*Anelaria*), en saíña (*Amanita*)... Algúns xéneros, como *Cortinarius*, *Hebeloma* ou *Inocybe*, presentan no borde ou na parte inferior do sobreiro restos membranosos procedentes do veo universal, que constitúen a cortina. Nos exemplares adultos persisten únicamente restos filamentosos unidos á parte alta do pé. Finalmente, a presencia dunha volva na base do pé e a súa morfoloxía representan igualmente un aspecto de gran relevancia na identificación. Esta estrutura, que aparece nos xéneros *Amanita* e *Volvaria*, debe ser observada de forma atenta e minuciosa, e non se debe confundir co engrosamento da base do pé (bulbo). A volva pode ser fariñenta ou escamosa (*Amanita muscaria*), membranosa, libre ou adherida ao pé, de forma cónica (*A. cesarea*), esférica (*A. phalloides*)... (Figura 7).

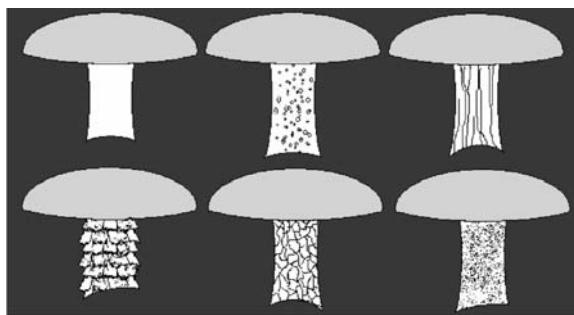
A viscosidade (pouco manifesta ou ausente en tempo seco), propia dos xéneros *Higrocybe*, *Cortinarius* ou *Suillus*, entre outros, e a higroscopicidade (propiedade de absorber e exhalar humidade, poidendo cambiar a cor e a consistencia (*Galerina*, *Psathyrella*, *Collybia*). Viscosidade e higroscopicidade son propiedades da cutícula.



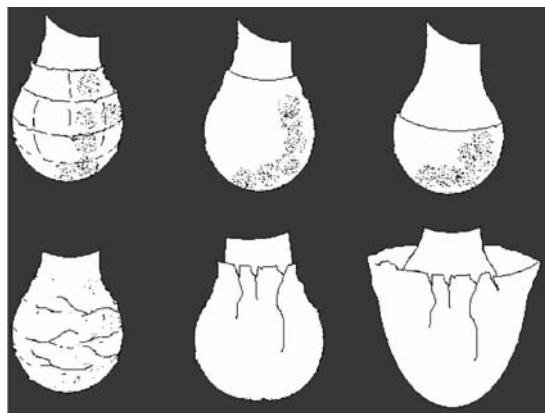
**Figura 5.** Tipos de Himenio: 1) Liso (*Peziza*); 2) Aguillóns (*Hydnellum*); 3) Pregues (*Cantharellus*); 4) Láminas (Agaricales e Russulales); 5) Tubos (Boletales); 6) Masa pulverulenta (*Lycoperdon*).

## Caracteres organolépticos

Son aqueles que se avalían a través dos sentidos. A continuación describense os más importantes: a consistencia, que é unha propiedade da carne do carpóforo (constituída polo micelio terciario). Podemos atopar setas de consistencia xelatinosa (Heterobasidiomicetes), fibrosa (*Agaricus*, *Boletus*), granulosa (*Russula*, *Lactarius*) ou coriácea (*Fistulina hepatica*).



**Figura 6.** Superficie do pé. Liso, granuloso, fibriloso, escamoso, reticulado, peludo.



**Figura 7.** Tipos de volva: fariñenta escamosa, adherida ao pé, adherida ao bulbo, fugaz, membranosa libre esférica e membranosa libre cónica.

A cor, sendo un carácter importante, resulta moi variable, sendo ás veces pouco fiable. Se nos fixamos na cor da carne, esta pode ser a mesma que a do exterior (*Cantharellus cybarius*), ou cambiar en contacto co aire (algúns *Boletus*, *Russula*), o que é un factor a ter en conta.

Nas setas que conteñen látex (*Lactarius*), a súa cor, que pode mudar co tempo, constitúe un carácter identificativo moi importante. Por exemplo, *Lactarius ruginosus* presenta un látex branco que muda a rosado, *L. piperatus* y *L. torminosus* teñen un látex branco invariable e *Lactarius deliciosus* caracterízase por un látex de cor vermella invariable. O olor é un carácter que debe determinarse xusto cando se recolle a seta. Existen multitud de especies que presentan un cheiro característico que axuda á súa identificación, por exemplo *Clitopilus prunulus* e *Entoloma sinuatum* cheiran a fariña, *Macrocytista cucumis*, a pepino, *Agaricus arvensis* a anís, *Mycena alcalina* a cloro, *Tricholoma sulfureum* a gas, *Phallus impudicus* ten un cheiro putrefacto.

O bo sabor é un carácter que non está relacionado coa comestibilidade, se exceptuamos o xénero *Russula*. Como exemplos, *Entoloma sinuatum* ten carne doce e é tóxico, mentres que *Lactarius deliciosus* é algo amargo en crudo. Probar un anaco de seta sen tragalo para percibir o seu sabor non representa ningún perigo, agás o posible efecto

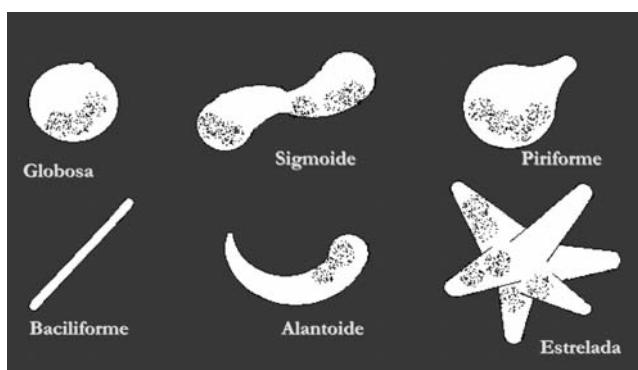
molesto provocado por unha seta picante ou de sabor desagradable. Podemos distinguir unha gran variedade de sabores, por exemplo, *Lactarius piperatus* é picante, *Clavaria truncata* ten sabor doce e *Russula lepida* sabe a menta.

### Caracteres microscópicos

Os caracteres microscópicos só poden ser observados coa axuda de aparatos ópticos axeitados. Constitúen os caracteres menos variables e polo tanto os más fiables á hora da identificación. Un primeiro carácter a observar é a natureza das hifas, que son as unidades estruturais do micelio dos fungos. As hifas septadas (tabicadas) son propias dos fungos superiores, e son hifas xerativas, sempre presentes, de paredes delgadas e ramificadas. Pódense atopar igualmente hifas aseptadas, de paredes grosas, que poden ser esqueléticas, non ramificadas, ou envolventes, ramificadas e de extremos acuminados. Hai hifas que se independizan no septo, transformándose en células isodiamétricas, libres e inchadas (esferocistos), como en *Amanita* e *Coprinus*. Os tres tipos de hifas descritos conforman tres distintos sistemas estruturais: monomítico, composto somentes por hifas xerativas, dimítico, de hifas xerativas e hifas ou ben esqueléticas ou ben envolventes, e trimítico, cos tres tipos de hifas.

A estrutura microscópica da cutícula ou pellis constitúe outro elemento importante de estudo. Nos basidiocarpos está composta por unha ou varias capas. Pode non diferenciarse da trama (porción interna do basidiocarpo), dispoñéndose as súas células paralelas ás hifas desta última, ou diferenciarse nunha dermis, con células perpendiculares ás hifas da trama, ou nun cutis, con células diferentes á trama, pero paralelas ás hifas desta. A trama, tamén chamada contexto, é a porción interna, baixo a cutícula, que constitúe a estrutura do himenóforo ou do pé. Pode ser regular ou paralela (con hifas paralelas entre si), subregular, entrelazada ou irregular, bilateral ou diverxente, inversa ou converxente.

No himenio, a nivel microscópico, distinguimos, nos basidiomicetes, ademáis dos basidios, cistídios (queilo- e pleurocistídios, segundo estean na arista ou nas caras do himenóforo), de varias formas e alto valor diagnóstico, e basidiolos, que son basidios inmaduros ou abortados.



**Figura 8.** Formas esporais.

Finalmente, as esporas, que son as unidades sexuais de propagación, considéranse os elementos más importantes de diagnóstico, pois son moi estables en cor, forma, dimensión, ornamentación e estrutura. Débese ter en conta que a cor da esporada non ten porque ser a mesma ca das esporas ailladas, do mesmo xeito que a cor das láminas non sempre é a mesma ca das esporas (por exemplo, *L. deliciosus* ten unha esporada branca). A forma é moi constante en cada especie, presentando unha grande variedade (Figura 8). O tamaño ven definido normalmente por lonxitude e anchura. A ornamentación é a configuración da parede externa, e para observala precisase o uso de instrumentos ópticos de alta precisión. Finalmente, en canto á reacción de tinción frente ao reactivo de Melzer, distínguese esporas amiloïdes (reacción azulada) e dextrinoides (reacción pardo-vermella).

## Xéneros máis importantes

A continuación amósase un cadro moi simplificado dos principais xéneros en Ascomicetes e Basidiomicetes. No segundo caso agrúpanse nas diferentes subclases e ordes.

### ASCOMICETES

*Peziza, Helvella, Morchella, Gyromitra*

### BASIDIOMICETES

**Heterobasidiomicetes** (basidios tabicados. Fungos lignícolas e xelatinosos)

*Tremella*

**Homobasidiomicetes** (basidios non tabicados)

*Basidios internos*

**Gasterales** (himenio protexido no interior dun peridium)

*Phallus, Lycoperdon, Rhizopogon*

*Basidios externos*

**Aphylophorales** (himenios lisos, en forma de aguillóns, pregues, poros)

*Fomes, Phellinus, Hydnum, Fistulina, Cantharellus, Clavaria, Clavariadelphus*

**Boletales** (himenios en forma de tubos, á veces láminas decurrentes)

*Paxillus, Leccinum, Suillus, Xerocomus, Boletus*

**Agaricales** (himenios en forma de láminas, carne fibrosa)

*Coprinus, Psathyrella, Entoloma, Inocybe, Cortinarius, Agaricus, Pleurotus, Amanita, Lepiota, Mycena, Collybia, Lepista, Laccaria, Marasmius*

**Russulales** (himenios en forma de láminas, carne granulosa)

*Lactarius* (con látex), *Russula* (sen látex)

## Bibliografía

Andrés, J, Llamas, B, Terrón, A, Sánchez, JA, García, O, Arrojo, E & Pérez, T (1990). Guía de hongos de la Península Ibérica (noroeste peninsular, León). Celarayn Editorial. León.

Grünert, H & Grünert, R (1984). Pilzen. Mosaic Verlag. Munich

Llimona, X (1997). Capítulo 9. Los hongos. En: J. Izco y cols. (Eds). Botánica. McGraw Hill-Interamericana. Madrid.

Smith, GM (1979). Botânica criptogâmica. I Volume-Algas e fungos. Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa.

## Relatorio

Julián Alonso Díaz

# Bioacumulación de metales pesados y otros contaminantes en macromicetos

Recibido: 12 Abril 2006 / Aceptado: 10 Noviembre 2006  
© IBADER- Universidad de Santiago de Compostela 2006

**Resumen** En este artículo se revisa el fenómeno de la bioacumulación de metales pesados y otros contaminantes por los macromicetos. Esta aptitud captadora depende de una serie de factores medio ambientales y del hongo (composición bioquímica, actividad descomponedora, grado de desarrollo y distribución del micelio, etc.) que se comentan.

También se resume un trabajo sobre la presencia de metales pesados (Cd, Hg, Pb, Zn y Cu) realizado en la provincia de Lugo sobre muestras de 28 especies comestibles de macromicetos. Se ha estudiado la incidencia de diversos factores en la acumulación de estos metales: especie, ecología y parte anatómica del carpóforo, y se comentan las posibles repercusiones toxicológicas asociadas al consumo de estos hongos. Se concluye que las especies saprófitas terrícolas muestran las máximas concentraciones de metales, siendo las más bajas las de las especies lignícolas y cultivadas. La especie con mayor aptitud captadora es *Agaricus macrosporus*, especialmente para el cadmio. El himenóforo resultó la porción anatómica con mayores niveles metálicos. En general, no parecen existir riesgos alimentarios por la presencia de estos metales en los hongos, siempre que su ingestión sea moderada. Es conveniente retirar la porción del himenóforo para consumo y evitar la recogida de setas en zonas contaminadas (cascos urbanos, cercanía a carreteras, industrias, etc.). El consumo de la especie *Agaricus macrosporus* y de otras especies del género *Agaricus* sección Arvenses debería reducirse o evitarse completamente por sus elevados contenidos en cadmio.

**Palabras clave** hongos · metales · captación · contaminantes · toxicidad

**Summary** In this article the macrofungi's phenomenon of heavy metals and another pollutant's bioaccumulation is checked. This ability depends on some environmental factors and also in fungus' (the biochemical composition, the decomposing activity, the state of the mycelium's development and distribution, etc.) which are checked, too.

It's also resumed a project about the presence of heavy metals (Cd, Hg, Pb, Zn and Cu) done in Lugo by studying samples of twenty-eight different species of eatable macrofungi. The incidence of various factors in the accumulation of these metals has been studied: the specie, the ecology and morphological portion of the fruit-body...and the possible toxicological repercussions related to the ingestion of these mushrooms are commented. The study concludes that wild saprophytic species show the highest concentration level and the cultivated ones show the lowest. The specie which absorbs better heavy metals, specially the Cadmium, is the *Agaricus macrosporus*. The hymenium is the mushrooms' part which contents the highest levels of these metals. In general, it seems that ingestion risks don't exist as long as this ingestion was moderate. Is convenient to cut out the hymenium before eating and not to collect mushrooms in polluted areas like cities, road banks, factories, etc. The *Agaricus macrosporus* ingestion or of the *Agaricus* genus, Arvenses section should be reduced, even completely avoided just because its very high concentration of cadmium.

**Key words** mushrooms · metals, intake · pollutants · toxicity

## Introducción

En los ecosistemas terrestres, el micelio de los macromicetos puede captar y bioacumular los metales pesados y otros contaminantes presentes en sus substratos de crecimiento, apareciendo posteriormente en los carpóforos o setas, en concentraciones a veces muy superiores a las del medio. Dado el carácter acumulativo de los metales pesados, las altas concentraciones de estos elementos en macromicetos comestibles puede suponer un

Julián Alonso Díaz  
Doctor en Veterinaria y Presidente de la "Sociedade Micolólica Lucus" de Lugo  
e-mail: jalondi@mundo-r.com

problema toxicológico a medio o largo plazo cuando estos hongos son consumidos reiteradamente, especialmente en relación con aquellos metales que resultan más tóxicos como el cadmio, plomo y mercurio.

Factores que influyen en la presencia de metales pesados en los hongos

Éstos son muy diversos y podemos resumirlos en la siguiente Figura:

FACTORES
1.- Factores medioambientales
- Factores del suelo o substrato de crecimiento.
- Contaminación por deposición atmosférica.
2.- Factores dependientes de los hongos
- Estructura del micelio.
- Especie y ecología:
• Distribución del micelio en el substrato.
• Nutrición y actividad descomponedora.
• Composición química.
- Factores individuales
• Desarrollo del micelio y carpóforo.
• Parte anatómica del carpóforo.

Figura 1. Factores que influyen en la captación de metales pesados por los hongos.

### Factores medioambientales

Incluyen aspectos como la contaminación por deposición atmosférica y factores del suelo o substrato de crecimiento como: las concentraciones, formas químicas e interacciones entre los metales, el pH, la materia orgánica, la capacidad de adsorción del suelo, su textura, etc.

### Factores dependientes de los hongos

Son los que les confieren una mayor capacidad de captación respecto a otros organismos

**Estructura de los hongos:** El entramado que forman las hifas que constituyen el micelio de un hongo en el suelo es muy superior al de la raíz de las plantas. Esto supone un extraordinario contacto con el suelo gracias a que, como se puede observar en la Figura 2, las hifas (2) que constituyen el micelio, poseen un diámetro muy fino de 2 a 4 mm (1 a 2 mm en muchas hifas absorbentes), lo que les permite penetrar en los microporos del suelo, donde los pelos absorbentes (1) de las raíces de las plantas, de no menos de 10 - 20 mm, no pueden acceder (Mousain, 1982; Allen, 1991).

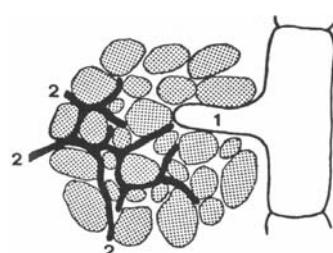


Figura 2. Hifas en la estructura del suelo.

### Especie y características ecológicas en función a aspectos como:

**Nutrición y actividad descomponedora**, ya que la nutrición de los hongos se basa en la descomposición de la materia orgánica mediante la liberación de enzimas degradativas. La mayor parte de estas enzimas forman parte del grupo de las fenoloxidases, que los hongos utilizan para la descomposición de la celulosa, lignina, ácido húmico, ácido fulvico, etc., presentes en la materia orgánica que les sirve de alimento. Estas sustancias son básicamente polifenoles con una gran capacidad de fijación de metales pesados por quelación o intercambio catiónico (Hriland, 1995). Por tanto, la descomposición de estas sustancias favorece la liberación de los metales pesados que se encontraban en formas poco disponibles, facilitando su solubilización y captación. La producción de estos enzimas varía en función del tipo ecológico de hongo siendo, en general, los macromicetos saprófitos los que presentan una mayor capacidad descomponedora respecto de las especies micorrizas.

**Distribución del micelio en el substrato:** A diferencia de la raíz de las plantas, el micelio de los hongos en el suelo se desarrolla fundamentalmente en sentido horizontal, ocupando normalmente la parte más superficial (5-10 cm), salvo en algunos hongos micorrízicos en los que parte de su micelio puede extenderse a mayor profundidad, siempre en el recorrido de alguna raíz (Allen, 1991). La distribución particular que ocupa el micelio en el suelo depende en gran medida del tipo ecológico, como puede observarse en la Figura 3 para un suelo forestal (adaptada de Yoshida & Muramatsu, 1994a), aunque también varía entre las distintas especies. Los hongos saprófitos lignícolas se desarrollan sobre la madera muerta, sin apenas contacto con el suelo. En la capa 1, formada por los horizontes más orgánicos (restos vegetales y humus, con más del 30 % de materia orgánica) se encuentra el micelio de la mayor parte de los hongos saprófitos y de algunos micorrízicos facultativos (Berthelsen et al., 1995). En la capa 2 (suelo de 0 a 5 cm) se desarrolla, sobre todo, el micelio de los hongos micorrízicos facultativos y en la 3 (suelo, más de 5 cm) el de los micorrízicos obligados (Guillete et al., 1990, Yoshida & Muramatsu, 1994a, 1994b).

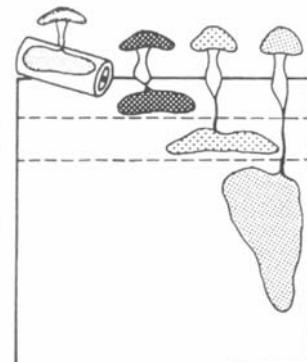


Figura 3. Distribución esquemática del micelio en el suelo.

La mayor presencia de metales como el cadmio, cobre, plomo y zinc, se encuentra en el horizonte H rico en humus (Berthelsen & Steinnes, 1995), lugar en donde se desarrolla mayoritariamente el micelio de los hongos saprófitos, que suelen presentar los mayores niveles de estos metales.

Sin embargo, la mayor acumulación de elementos radioactivos como el radiocesio <sup>137</sup>Cs en el suelo, se produce

en la capa 2 (0-5 cm del suelo), mientras que la capa 1 y 3 presentan niveles mucho más bajos de este elemento (Yoshida & Muramatsu, 1994a, 1994b). En consonancia con esta distribución, se ha observado que las mayores concentraciones de este elemento en hongos corresponden a especies micorrízicas facultativas (micelio en capa 2), mientras que las saprófitas (micelio en capa 1) y micorrízicas obligadas (micelio en capa 3) presentan generalmente concentraciones claramente inferiores (Guillete et al., 1990; Yoshida & Muramatsu, 1994a, 1994b; Baeza et al., 2004). Por todo ello, parece que la distribución del micelio en el suelo es un factor fundamental en la acumulación de los diferentes elementos contaminantes del suelo.

**Composición bioquímica:** La composición química de los hongos es un aspecto fundamental en la captación de metales pesados por estos organismos, poniéndose de manifiesto a 2 niveles:

1 - por la fijación de metales a la pared celular fúngica, por captación directa por grupos químicos funcionales (fosfato, carboxil, amino y especies diéster de éstos) de los componentes de la pared (sobre todo polisacáridos como la quitina), y por interacciones inorgánicas físicas y químicas de adsorción (Gadd, 1993).

2 - por el transporte y acumulación de metales al interior de la célula fúngica y su posterior traslocación a los carpóforos. Los mecanismos de transporte de metales en hongos son todavía poco conocidos y aparte de los transportes habituales asociados a proteínas transportadoras y sistemas de canalización, se consideran también otros procedimientos especiales como la fijación mediante gránulos de polifosfatos (Turnau et al., 1996) o la captación asociada a la presencia de distintas macromoléculas como metalotioneínas y polipéptidos ricos en azufre, encontrados en distintas especies de macromicetos (Münger & Lerch, 1985; Schmitt & Meisch, 1985), u otras proteínas y macromoléculas sin grupos tiol. Así, *Amanita muscaria* contiene elevadas concentraciones de vanadio fijado en un compuesto denominado Amavadin (Kneifel & Bayer, 1986), y en la especie hiperacumuladora de cadmio *Agaricus macrosporus* se ha aislado una fosfoglucoproteína: cadmio-micofosfatina, directamente implicada en la captación de este elemento (Meisch et al., 1986).

En cuanto a la traslocación de los metales desde el micelio al carpóforo, ésta se ve favorecida por la existencia de poros (dolíporos) en los tabiques de separación de las células fúngicas, lo que garantiza la comunicación orgánica de todas las partes de la estructura micelial.

## Factores individuales

También influyen ciertos factores individuales como:

**-Edad y extensión del micelio:** el grado de expansión en el sustrato del micelio depende de diversos factores pero, en gran medida, se correlaciona con la edad del micelio.

En general, la edad y superficie que ocupa el micelio son difícilmente analizables y, posiblemente, tienen gran

importancia en la captación de metales (Kala... et al., 2004). Es lógico considerar esta importancia si tenemos en cuenta los casos en que se han encontrado concentraciones muy altas de metales en algunos hongos que crecían en suelos no contaminados. Así, por ejemplo, Quinche (1987) encontró en *Agaricus arvensis* concentraciones de 97 mg/kg de cadmio en suelos con 0,2 mg/kg, y Tyler (1980) niveles de 100 a 299 mg/kg de cadmio en *Agaricus macrosporus* en suelos con sólo 0,07 a 0,25 mg/kg de este metal. Para acumular estas cantidades, cuando los niveles de metal en el suelo son muy bajos, es necesario un alto grado de expansión del micelio y un contacto con una gran cantidad de suelo. Además, los mayores niveles de metales encontrados en las especies silvestres respecto a las mismas cultivadas, no sólo pueden explicarse por las diferencias en la composición y contaminación del sustrato, sino también por la edad y extensión del micelio, que son mucho mayores en los ejemplares silvestres que en sus homólogos cultivados (Stijve & Besson, 1976; Kala et al., 2004).

**Grado de desarrollo del carpóforo:** El grado de desarrollo del carpóforo, desde el estado juvenil de primordio hasta su completo crecimiento como ejemplares adultos, también parece afectar a la presencia de metales, y posiblemente tenga relación con los cambios que se observan en la composición proteica durante el desarrollo del carpóforo, con un mayor contenido en ejemplares jóvenes (Chang & Chan, 1973). En la mayor parte de los estudios se han encontrado concentraciones más altas de metales pesados en ejemplares jóvenes (Pop & Nicoara, 1996; Thomet et al., 1999; Kala et al. 2004).

**Parte anatómica del carpóforo:** La morfología del carpóforo de los macromicetos varía en función del grupo taxonómico y de la especie considerada. Las distintas porciones anatómicas tienen importancia, ya que cada una de ellas puede mostrar distinto grado de acumulación de metales (Alonso et al., 1997). Esto puede deberse a la distinta naturaleza y concentración de proteínas que muestran las diversas regiones del carpóforo, con un espectro electroforético más complejo en el sombrero que en el pie en hongos agaricales (Chang & Chan, 1973).

Para la mayor parte de los metales se encontraron mayores concentraciones en el sombrero (himenóforo incluido) que en el pie. Cuando se analizó la región del himenóforo por separado, ésta mostró siempre los niveles metálicos más altos, seguida del resto del sombrero y con valores más bajos en el pie. (Alonso et al. 1997, 2000; Melgar et al., 1998; Thomet et al., 1999).

En resumen, la captación de metales pesados por los hongos y la presencia en los carpóforos que éstos producen, depende de una serie de factores medio ambientales y del propio hongo. Los primeros determinan la movilidad y disponibilidad de los metales y los segundos definen la mayor capacidad acumuladora de los hongos respecto a las plantas y la diferente aptitud captadora mostrada por las distintas especies.

## Metales pesados en macromicetos de la provincia de Lugo (Galicia, España)

Se comenta una parte de un estudio sobre la bioacumulación de metales pesados en macromicetos comestibles de la provincia de Lugo (Galicia), desarrollado en el Departamento de Toxicología de la Facultad de Veterinaria de Lugo (USC). Los metales analizados fueron: cadmio, mercurio, plomo, zinc y cobre, aunque ya se dispone de datos de otros metales.

Para el desarrollo experimental de este estudio se seleccionaron especies frecuentes en las zonas de estudio, comestibles y/o con interés comercial (aunque actualmente la comestibilidad de *Tricholoma equestre* se considera

dudosa). Se eligieron 28 especies, 15 micorrizas y 13 saprófitas (aunque *Agrocybe cylindrica* y *Fistulina hepatica* también se pueden considerar parásitas), de las cuales 9 son terrícolas, 2 lignícolas y 2 cultivadas.

En las zonas seleccionadas se obtuvieron un total de 238 muestras de carpóforos y 56 muestras de suelos. Las muestras de hongos cultivados se obtuvieron en los mercados locales.

El procedimiento analítico, resumidamente, se realizó de la siguiente manera:

Los carpóforos se limpian y se separaron las partes de estudio: el himenóforo, o zona fértil en donde se forman las esporas sexuales y el resto del carpóforo. Las muestras de

Especie	n	Cadmio	Mercurio	Plomo	Cobre	Zinc
<i>Agaricus bisporus</i>	6	0,195	0,399	0,504	67,20	65,12
<i>Agaricus campestris</i>	9	0,657	1,871	2,307	108,7	162,4
<i>Agaricus macrosporus</i>	13	33,22	4,012	1,349	202,9	194,0
<i>Agaricus sylvicola</i>	6	6,444	2,196	1,419	142,4	146,5
<i>Agrocybe cylindrica</i>	6	0,397	0,287	0,624	35,12	61,13
<i>Amanita rubescens</i>	12	0,636	0,461	0,790	54,04	151,9
<i>Boletus aereus</i>	6	0,654	3,738	0,657	71,75	115,6
<i>Boletus aestivalis</i>	6	0,699	1,789	0,929	57,79	142,6
<i>Boletus edulis</i>	10	0,819	2,389	0,706	62,12	84,61
<i>Boletus pinophilus</i>	13	0,797	5,209	0,595	60,62	100,9
<i>Calvatia utriformis</i>	7	0,515	2,437	2,316	235,6	265,8
<i>Cantharellus cibarius</i>	13	0,277	0,334	0,779	55,35	76,93
<i>Clitocybe nebularis</i>	9	0,476	1,334	1,356	78,48	117,9
<i>Coprinus comatus</i>	10	1,225	2,404	3,823	121,3	113,9
<i>Fistulina hepatica</i>	6	0,206	0,242	0,477	34,13	39,46
<i>Hydnium repandum</i>	8	0,332	0,492	0,831	36,13	32,25
<i>Lactarius deliciosus</i>	9	0,282	0,590	0,662	22,77	199,5
<i>Leccinum scabrum</i>	6	1,048	0,449	1,337	44,22	83,81
<i>Lepista nuda</i>	9	0,558	3,718	2,341	118,8	130,9
<i>Macrolepiota procera</i>	12	1,006	1,962	1,416	212,5	88,20
<i>Marasmius oreades</i>	6	0,460	0,875	1,098	110,8	111,6
<i>Russula cyanoxantha</i>	6	0,345	0,956	0,601	67,26	90,07
<i>Tricholoma columbetta</i>	12	0,341	0,495	0,789	70,28	187,6
<i>Tricholoma equestre</i>	6	0,366	0,726	0,708	45,61	144,3
<i>Tricholoma portentosum</i>	10	0,479	0,776	0,533	53,75	107,9
<i>Xerocomus badius</i>	9	0,624	0,345	0,606	52,35	181,3
<i>Xerocomus chrysenteron</i>	6	0,535	0,453	1,070	68,96	124,5

n: número de muestras

Tabla 1. Concentraciones medias (mg/kg de peso seco) en las especies estudiadas.

suelos se recogieron con extractor en los 10 cm superficiales. La determinación de los metales de estudio se llevó a cabo, previa mineralización de las muestras, mediante voltamperometría de redisolución anódica de impulso diferencial con electrodo rotativo de oro para el análisis de mercurio y con electrodo de gota de mercurio para el análisis de los demás metales.

## Resultados

Los resultados generales obtenidos se resumen a continuación en la Figura 4 (R.Carpóforo: Resto del carpóforo; C.Completo: Carpóforo completo)

Puede observarse como las mayores concentraciones de metales se encuentran en himenóforo y como los valores medios son especialmente elevados en mercurio, superiores a los encontrados habitualmente en otros organismos animales o vegetales. A partir de los datos de suelos y carpóforos es posible calcular los factores de bioconcentración o FBC (cociente entre la concentración metálica en carpóforo y la concentración en el suelo de crecimiento), que nos indican el carácter bioacumulador o bioexclusor de estos organismos. En la figura 4 se resumen estos factores observando que los hongos se comportan como activos bioacumuladores de todos los metales exceptuando el plomo, para el que se muestran como bioexclusores, unido a la baja movilidad y disponibilidad de este metal en el suelo.

A partir de los resultados obtenidos y de los análisis estadísticos efectuados, valoramos a continuación los factores que influencian los contenidos de metales pesados en los hongos.

En primer lugar, los niveles de metales en carpóforos en función a la Ecología.

Puede observarse en la Figura 5, como las saprófitas terrestres muestran las máximas concentraciones para todos los metales, con diferencias estadísticamente significativas respecto a los otros grupos. Tras ellas se sitúan las especies micorrízicas, y con niveles mucho más bajos especies lignícolas y cultivadas. Entre las especies

ESTUDIO DE CAMPO - RESULTADOS GLOBALES					
	CONCENTRACIONES MEDIAS (mg/kg peso seco)				
	Cd	Hg	Pb	Cu	Zn
Himenóforo	0,819	2,121	1,171	102,8	165,4
R.Carpóforo	0,454	1,427	1,122	79,60	104,7
C. Completo	0,568	1,625	1,133	86,54	122,2
Suelos	0,079	0,016	25,28	23,12	35,51
FBC MEDIOS EN CARPÓFOROS					
	Cd	Hg	Pb	Cu	Zn
Himenóforo	24,16	177,4	0,067	10,35	7,460
R.Carpóforo	14,56	119,8	0,063	7,884	4,596
C. Completo	16,5	131,3	0,064	9,366	5,172

Figura 4. Estudio de campo, resultados globales.

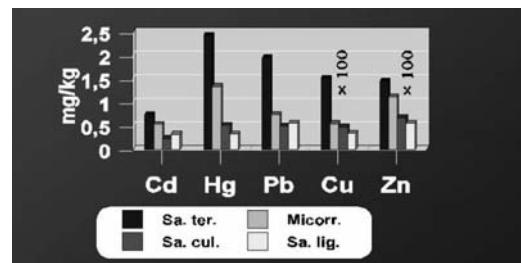


Figura 5. Estudio de campo, niveles de metales según ecología.

terricolas, los mayores valores que muestran las especies saprófitas respecto a las micorrízicas puede deberse a la mayor actividad descomponedora que muestran las primeras (Hriland, 1995), y a la localización de su micelio en los horizontes más superficiales en los que se concentran la mayor cantidad de metales (Yoshida & Muramatsu 1994a, 1994b).

Los menores contenidos encontrados en las especies cultivadas y lignícolas pueden explicarse por el pequeño volumen de substrato sobre el que crecen, y por la baja concentración de metales que normalmente presentan estos substratos (Tyler 1982; Gabriel et al. 1997).

Considerando las Especies individualmente, resumimos en la Tabla 1 los niveles medios de metales encontrados en las especies de estudio. Las más destacables por su aptitud captadora son las siguientes:

Para el cadmio *Agaricus macrosporus*.

Para el mercurio *Boletus pinophilus*.

Para el plomo destacamos 2 especies: *Coprinus comatus*, por presentar las mayores niveles de este metal, aunque también debe tenerse en cuenta que es la especie con mayor presencia en áreas urbanas, con niveles de contaminación más elevados. Fuera de las zonas urbanas, *Lepista nuda* es la especie más destacable.

Para el cobre destaca *Macrolepiota procera*,

Para el zinc, *Calvatia utriformis* y *Lactarius deliciosus*.

De entre todas, la especie más sobresaliente por su aptitud captadora es *Agaricus macrosporus*, ya que para todos los metales se encuentra entre las 3 especies con mayores concentraciones o FBC. Sin embargo es respecto al cadmio en donde destaca especialmente esta especie.

En la Figura 6 puede observarse como *Agaricus macrosporus* muestra una concentración media muy superior a la que presentan las demás. Tan sólo *Agaricus sylvicola*, una especie muy cercana taxonómicamente, muestra concentraciones también destacables. Respecto a los factores de bioconcentración, *Agaricus macrosporus* amplifica, por término medio, 873 veces los niveles de cadmio del suelo, frente a los 16,5 habituales en otras especies, y sólo *Agaricus sylvicola* se acerca con FBC de 350.

Diversos autores han destacado la capacidad acumuladora de las especies de *Agaricus* de la sección arvenses, a la que pertenecen *A. macrosporus* y *A. sylvicola*. La elevada

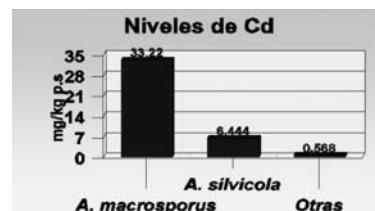


Figura 6. *Agaricus macrosporus*.

acumulación de cadmio en estos hongos se debe a la presencia de ciertas macromoléculas implicadas en la captación de este metal, como la fosfoglucoproteína cadmio-micofosfotina y otras proteínas de bajo peso molecular identificadas en *Agaricus macrosporus* por Meisch & Schmitt (1986). Además estos autores han observado en estos hongos que el crecimiento micelial se ve estimulado por la presencia de cadmio hasta un valor crítico, planteando la posibilidad de que este elemento pudiera ser un factor de crecimiento para estos hongos.

Respecto a la Parte anatómica del carpóforo, se han encontrado para todos los metales, excepto el plomo, mayores concentraciones en himenóforo, con diferencias estadísticamente significativas respecto al resto del carpóforo. En esta parte, a su vez, el sombrero muestra mayores niveles respecto al pie.

En muestras de *Agaricus campestris*, *Agaricus macrosporus* y *Agaricus silvicola*, se estudiaron también los contenidos de metales en anillo y cutícula pileica, encontrándose altas concentraciones en estas partes, similares a las correspondientes al himenóforo. En este sentido, Thomet et al. (1999) comprobaron que los mayores niveles de cadmio en muestras de *Agaricus macrosporus* se localizaban en himenóforo y las partes más altas y distales del sombrero (cutícula y zonas anexas).

Las razones de la distinta aptitud captadora pueden relacionarse con el distinta composición y contenido proteico que se observa en las diversas partes anatómicas del carpóforo (Chang & Chan, 1973).

Respecto a las repercusiones toxicológicas derivadas de la presencia de los metales pesados de estudio en los carpóforos de macromicetos, éstas se han valorado teniendo en cuenta teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

Los límites máximos que establecen las legislaciones sobre el contenido de metales pesados en hongos. A nivel europeo, el Reglamento (CE) nº 466/2001 de la Comisión,

de 8 de marzo por el que se fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios, y sus posteriores modificaciones, recogen los máximos niveles de diversos metales para alimentos, pero sólo marca límites para cadmio y plomo en setas cultivadas. A nivel nacional hay que destacar que no existe en España ninguna legislación o normativa que contemple este tipo de límites, y en otros países la legislación más específica y reciente es la de la República Checa que establece los límites máximos tanto para hongos silvestres como cultivados, y que ha sido tomada como referencia en este trabajo (Kala & Svoboda, 2000).

También se ha considerado la participación de los hongos en la dieta, que en España, según Agudo et al. (1999) se sitúa en aprox. 600 g/persona/año. En general este consumo es muy bajo respecto a otros alimentos, aunque debe tenerse en cuenta que el consumo de hongos está muy polarizado, habiendo personas que nunca las prueban y otras que consumen cantidades importantes.

También se tienen en cuenta las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) respecto a los niveles de ingesta diaria admisible (IDA) y, finalmente, se consideran los datos disponibles sobre la biodisponibilidad de los metales presentes en los hongos.

Con relación al cadmio, los límites que establece la legislación checa son de 2 mg/kg de peso seco para los macromicetos silvestres y 1 mg/kg p.s. para cultivados. Por su parte, el Reglamento 466/2001 marca un límite de 0,2 mg/kg de peso fresco (aprox. 2 mg/kg de peso seco) para setas cultivadas. En la Tabla 2 observamos como los valores medios, tanto en hongos silvestres como cultivados, no superan los límites establecidos.

Sin embargo, la especies *Agaricus sylvicola* y, especialmente, *Agaricus macrosporus* sobrepasan ampliamente estos límites (valor medio de 33,22 mg/kg de peso seco en *A. macrosporus*), y si tenemos en cuenta los recomendaciones de la OMS respecto a la ingesta diaria admisible (IDA) de cadmio (60 mg, para una persona adulta

Parte anatómica			Ecología (niveles medios del carpóforo completo)			
Carpóforo completo	Himenóforo	Resto del carpóforo	Saprófitas terrícolas	Saprófitas cultivadas	Lignícolas	Micorrízicas
0,568	0,819	0,454	0,739	0,234	0,325	0,539

Tabla 2. Niveles medios de cadmio (mg/kg p.s.) en macromicetos (excepto *A. sylvicola* y *A. macrosporus*).

Parte anatómica			Ecología (niveles medios del carpóforo completo)				
Carpóforo completo	Himenóforo	Resto del carpóforo	Saprófitas terrícolas	Saprófitas cultivadas	Lignícolas	Micorrízicas	
1,625	2,121	1,427	0,739	0,234	0,325	1,349*	0,558** 3,632***

Tabla 3. Niveles medios de mercurio (mg/kg p.s.) en carpóforos.

Parte anatómica			Ecología (niveles medios del carpóforo completo)			
Carpóforo completo	Himenóforo	Resto del carpóforo	Saprófitas terrícolas	Saprófitas cultivadas	Lignícolas	Micorrízicas
1,133	1,171	1,122	1,133	1,171	1,122	1,133

Tabla 4. Niveles medios de plomo (mg/kg p.s.) en macromicetos.

Parte anatómica			Ecología (niveles medios del carpóforo completo)			
Carpóforo completo	Himenóforo	Resto del carpóforo	Saprófitas terrícolas	Saprófitas cultivadas	Lignícolas	Micorrízicas
86,54	102,8	79,60	152,1	47,21	34,57	54,95

Tabla 5. Niveles medios de cobre (mg/kg p.s.) en macromicetos.

Parte anatómica			Ecología (niveles medios del carpóforo completo)			
Carpóforo completo	Himenóforo	Resto del carpóforo	Saprófitas terrícolas	Saprófitas cultivadas	Lignícolas	Micorrízicas
122,218	150,46	100,69	145,82	67,74	56,06	118,82

Tabla 6. Niveles medios de zinc en macromicetos (mg/kg p.s.).

de peso medio)(WHO, 1993), podemos calcular que el consumo de 1 kg fresco de este hongo aportaría un nivel de cadmio equivalente a superar el IDA correspondiente a casi 2 meses.

Respecto a los datos referidos sobre la biodisponibilidad de este metal en macromicetos, estudiado por autores como Seeger et al. (1986) o Lind et al. (1995), éstos indican que el cadmio presente en estos hongos es asimilado a un nivel similar o superior al de otros alimentos. Además, las concentraciones referidas por otros autores en esta especie en países como Francia, Suiza o Alemania llega a ser mucho más altas, y así, Tyler (1980) indica concentraciones de hasta 300 mg/kg y Thomet et al. (1999) encontraron niveles por encima de 400 mg/kg en algunas partes de este hongo (especialmente en himenóforo, cutícula pileica y zonas distales del sombrero).

Ya en el año 1979, la antigua Oficina Federal de Sanidad Alemana recomendó no consumir más de 200 g de hongos por semana y aún menos si se trataba de especies del género *Agaricus* (Lorenz, 1981), basándose en los datos existentes en aquellos momentos sobre la presencia de cadmio en hongos, y considerando las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud. Estas sugerencias

(equivalentes a recomendar consumos inferiores a 10 kg de hongos silvestres al año), parecen razonables e incluso demasiado estrictas para los niveles habituales de cadmio en la mayor parte de los hongos, pero deberían ser más restrictivas si se hace referencia a las especies acumuladoras de *Agaricus* (que de acuerdo con este estudio y la bibliografía consultada son *Agaricus* de la sección Arvenses, especialmente: *A. macrosporus*, *A. arvensis*, *A. abruptibulbus*, *A. sylvicola* y *A. augustus*). Por todo ello consideramos que el consumo de este hongo y otras especies de *Agaricus* de la sección arvenses debería reducirse o evitarse completamente.

Respecto al mercurio los límites establecidos por la legislación checa son de 5 mg/kg de peso seco para especies silvestres y 1 mg/kg p.s. para cultivadas. En este estudio, sólo un 4 % de las muestras los sobrepasan, mientras los niveles medios en hongos silvestres y cultivados se sitúan por debajo de estos límites.

Como puede observarse en la Tabla 3 son destacables, entre las especies micorrízicas, los altos niveles que presentan las especies de *Boletus* de la sección *Edules*, destacando especialmente la especie *Boletus pinophilus* (5,209 mg/kg p.s.), siendo esta una especie de gran calidad

comestible y muy importante por su alto valor comercial. De acuerdo con las recomendaciones de la OMS (WHO, 1978) respecto a la ingesta diaria admisible (aproximadamente 43 mg de mercurio por persona de peso medio), podría considerarse como no recomendable un consumo elevado de este hongo, aunque en este estudio se ha comprobado que los procesos culinarios habituales de cocción o fritura reducen hasta un 40 % los niveles de este metal dado su carácter volátil (Alonso et al., 2000; Kala et al. 2004) y además, para el consumo boletáceas se suele retirar la parte del himenóforo, que es donde mayormente se concentra el mercurio, con lo que se reduce de un modo importante la ingestión de este elemento.

Otro aspecto importante a considerar es el alto contenido de selenio que muestran las especies de *Boletus* de la sección *edule*s (Kala & Svoboda, 2000), ya que este elemento inhibe la absorción del mercurio. Por todo ello parece que el consumo de estos macromicetos no debe plantear problemas sanitarios respecto al mercurio, siempre que este consumo sea moderado, y evitando la ingestión excesiva en crudo.

Para el plomo, los límites de la legislación checa son de 10 mg/kg de peso seco, tanto para especies silvestres como para cultivadas. El Reglamento 466/2001 indica un nivel máximo más estricto para setas cultivadas en 0,3 mg/kg de peso fresco (aprox. 3 mg/kg de peso seco).

Tan sólo un 0,8 % de las muestras han superado estos límites, mientras que los niveles medios se sitúan muy por debajo de estos valores. Sólo algunas muestras urbanas de *Coprinus comatus*, alcanzan concentraciones de casi 16 mg/kg p.s. Considerando las recomendaciones de la OMS (WHO, 1993) con relación a la ingesta diaria admisible (aprox. 215 mg de plomo por persona), el consumo de macromicetos no puede considerarse un riesgo sanitario por la presencia de plomo, aunque es recomendable no ingerir ejemplares recogidos en zonas urbanas, o cercanas a carreteras con altos índices de tráfico.

Respecto al cobre los límites checos son de 80 mg/kg p.s., sin diferenciar entre especies silvestres o cultivadas.

Hasta un 40 % de las muestras silvestres sobrepasaron estos límites, así como los valores medios de la mayor parte de las especies saprófitas silvestres terrícolas. Sin embargo, autores checos (Kala & Svoboda, 2000) valoran como excesivos estos límites y consideran que concentraciones de hasta 300 mg en hongos no pueden considerarse un riesgo sanitario.

En este estudio, las especies con mayores concentraciones fueron *Macrolepiota procera* (212,5 mg/kg p.s.) y *Calvatia utriformis* (235,6 mg/kg p.s.). Teniendo en cuenta las recomendaciones de la OMS (WHO, 1982), incluso el consumo reiterado de estos hongos no puede considerarse como un riesgo sanitario, mientras que, por el contrario, tan sólo 100 gramos frescos de estos hongos cubren las necesidades de un día para este elemento, que se sitúan entre 1,5-3 mg para una persona adulta (NRC, 1989).

Finalmente, para el ZINC, la legislación checa no establece limitaciones y, tan sólo la legislación polaca considera un

límite de 100 mg/kg p.s. (Zrodnowski, 1995) sólo para especies cultivadas. Los valores medios no sobrepasan estos valores, mientras que la mayor parte de las especies silvestres se sitúan con concentraciones de entre 100 y 250 mg.

Estos niveles no pueden considerarse como un riesgo toxicológico, ya que, incluso suponiendo un consumo de especies con altos valores de zinc como *Calvatia utriformis* o *Lactarius deliciosus*, los niveles aportados se situarían muy por debajo de los límites máximos establecidos mientras que, por el contrario, se aportarían cantidades interesantes para cubrir las necesidades diarias de este metal.

### Otros contaminantes

Las setas comestibles pueden volverse peligrosas cuando crecen en lugares tratados con pesticidas (sitios tratados con clordano, organofosforados, etc.) y pueden también contener sustancias cancerígenas como las nitrosaminas presentes en macromicetos (especialmente *Agaricus*) que crecen en terrenos ricos en nitratos como consecuencia de la utilización excesiva de purines o abonos muy nitrogenados (Moutschen et al., 1989; García Rollán, 1990).

Algunas especies son también capaces de cargarse de isótopos radiactivos, especialmente radiocesio  $^{137}\text{Cs}$  absorbido del suelo, debido al enriquecimiento de este elemento en países del este y centro de Europa como consecuencia del desastre de Chernobyl. Según diversos estudios (Guillete et al., 1990; Yoshida & Muramatsu, 1994a, 1994b; Baeza et al., 2004) las especies con mayores contaminación son especialmente de ecología micorrízica facultativa (*Lactarius*, *Xerocomus*, *Hydnus*, etc.) debido posiblemente a que la presencia de su micelio (sobre todo en los 5 cm superiores del suelo bajo los horizontes más orgánicos) coincide con la distribución principal del cesio en el suelo (Yoshida & Muramatsu, 1994a, 1994b).

La problemática de la contaminación por elementos radioactivos en los macromicetos y otros alimentos silvestres (bayas, caza, peces carnívoros de agua dulce) preocupa seriamente en la Unión Europea y ha dado lugar a diversa legislación siendo la más destacable:

- *Reglamento (CE) no 1661/1999 de la Comisión de 27 de julio de 1999 por el que se establecen las disposiciones de aplicación del reglamento (CEE) nº 737/90 del Consejo relativo a las condiciones de importación de productos agrícolas originarios de terceros países como consecuencia del accidente ocurrido en la central nuclear de Chernobil*. De obligado cumplimiento por todos los países de la Unión, en este Reglamento se cita expresamente a las setas silvestres (no a las cultivadas) procedentes de diversos países de Europa Oriental entre los alimentos sujetos a control de niveles de radioactividad.

- *Recomendaciones de la Comisión de 20 de febrero de 2003 y de 14 de abril de 2003 sobre la protección y la información del público en relación con la exposición derivada de la contaminación persistente por cesio*

radioactivo de determinados alimentos de origen silvestre, como consecuencia del accidente ocurrido en la central nuclear de Chernobil. No son vinculantes, pero expresan la recomendación de tomar medidas para garantizar que se respetan los límites de cesio radioactivo en relación con la comercialización de, entre otros alimentos, setas silvestres.

Afortunadamente los niveles de elementos radiactivos presentes en las setas silvestres en España parecen ser bastante bajos (Baeza et al., 2004)

## Conclusiones

Resumidamente, podemos considerar que en función de los resultados obtenidos y teniendo en cuenta la participación habitual de los hongos en la alimentación, el consumo de la mayor parte de las especies comestibles no puede considerarse un riesgo para la salud por la presencia de metales, aunque sería recomendable no incrementar excesivamente el consumo de macromicetos silvestres terrestres. Se reduciría la ingestión de estos metales si se eliminara la porción correspondiente al himenóforo, siendo aconsejable moderar el consumo de las especies del género *Boletus*, especialmente en crudo, por sus contenidos en mercurio, y los ejemplares de setas que se desarrollen en zonas urbanas o próximas a carreteras por sus contenidos en plomo.

Los altos contenidos de cadmio en *Agaricus macrosporus* hacen aconsejable reducir al máximo su consumo o evitarlo completamente.

Cobre y zinc no suponen riesgo toxicológico a través del consumo de hongos y, por el contrario, constituye un aporte interesante de estos elementos a la dieta.

Respecto a otros contaminantes, debe evitarse el consumo de macromicetos que crezcan en zonas donde recientemente se haya utilizado algún tipo de pesticida. Tampoco es aconsejable consumir setas que crezcan en terrenos muy abonados con purines u otros abonos altamente nitrogenados, por la posible presencia de niveles elevados de nitrosaminas.

En relación con los elementos radioactivos, no parece existir riesgo asociado a su presencia en los macromicetos que crecen en España.

## Bibliografía

- Agudo, A., Amiano, P., Barcos, A., Barricarte, A., Beguiristain, J.M., Chirlaque, M.D., Dorronsoro, M., González, C.A., Las Heras, C., Martínez, C., Navarro, C., Pera, G., Quirós, J.R., Rodríguez, M., Tormo, M.J. (1999). Dietary intake of vegetables and fruits among adults in five regions of Spain. *Eur. J. Clin. Nutr.* 53, 174-180.
- Allen, M.F. (1991). The ecology of mycorrhizae. Ed. Cambridge University Press. Cambridge.
- Alonso, J., Melgar, M.J., García, M.A. (1997). Hongos silvestres comestibles en la provincia de Lugo: contaminación por plomo y cadmio y sus repercusiones toxicológicas. Servicio de publicaciones Diputación Provincial de Lugo. Lugo.
- Alonso, J., Salgado, M.J., García, M.A., Melgar, M.J. (2000). Accumulation of mercury in edible macrofungi: influence of some factors. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 38, 158-162.
- Baeza, A., Hernández, S., Guillén, F.J., Moreno, G., Manjón, J.L., Pascual, R. (2004). Radio caesium and natural gamma emitters in mushrooms collected in Spain. *The Science of the Total Environment* 318, 59-71.
- Berthelsen, B.O., Olsen, R.A., Steinnes, E. (1995). Ectomycorrhizal heavy metal accumulation as a contributing factor to heavy metal levels in organic surface soils. *Sci. Total Environ.* 170, 141-149.
- Berthelsen, B.O., Steinnes, E. (1995). Accumulation patterns of heavy metals in soil profiles as affected by forest clear-cutting. *Geoderma* 66, 1-14.
- Chang, S.T., Chan, K.Y. (1973). Quantitative and qualitative changes in proteins during morphogenesis of the basidiocarp of *Volvariella volvacea*. *Mycol.* 65, 355-364.
- Falandysz, J., Gucia, M., Frankowska, A., Kawano, M., Skwarzec, B. (2001). Total Mercury in wild mushrooms and underlying soil substrate from the city of Umeå and its surroundings. Sweden. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 67, 763-770.
- Gabriel, J., Baldrian, P., Rychlovský, P., Krenzelok, M. (1997) Heavy metal content in wood-decaying fungi collected in Prague and in the National Park Šumava in the Czech Republic. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 59, 595-602.
- Gadd, G.M. (1993) Interactions of fungi with toxic metals. *New Phytol.* 124, 25-60.
- García Rollán, M. (1990) Setas venenosas. Intoxicaciones y prevención. Ed. Ministerio de sanidad y consumo. Madrid.
- Guillite, O., Fraiture, A., Lambinon, (1990) J. Soil-fungi radio cesium transfers in forest ecosystems. En: Desmet, G. et al. (Eds.) Transfer of radionuclides in natural and semi-natural environments. Ed. Elsevier Applied Science. Barking.
- Høiland, K. (1995) Reaction of some decomposer basidiomycetes to toxic elements. *Nor. J. Bot.* 15(3), 305-318.
- Kala , P., Svoboda, L., Havlíková, B. (2004) Contents of detrimental metals mercury, cadmium and lead in wild growing edible mushrooms: a review. *Energy Education Science and Technology* 13(1), 31-38.
- Kala , P., Svoboda, L. (2000). A review of trace element concentrations in edible mushrooms. *Food Chem.* 69, 273-281.
- Kneifel, H., Bayer, E. (1986). Stereochemistry and total synthesis of amavadin, the naturally occurring vanadium compound of *Amanita muscaria*. *J. Am. Chem. Soc.* 108, 3075-3077.

- Lind, Y., Wicklung Glynn, A., Engman, J., Jorhem, L. (1995). Bioavailability of cadmium from crab hepatopancreas and mushrooms in relation to inorganic cadmium: a 9-week feeding study in mice. *Food Chem. Toxicol.* 33(8), 667-673.
- Lorenz, H. (1981). Cadmium intake form wild mushrooms. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.* 173(1), 7-8.
- Meisch, H.U., Schmitt, J.A. (1986). Characterization studies on cadmium-mycophosphat in the mushroom *Agaricus macrosporus*. *Environ. Health Perspectives* 65, 29-32.
- Melgar, M.J., Alonso, J., Pérez López, M., García, M.A. (1998). Influence of some factors in toxicity and accumulation of cadmium from edible wild macrofungi in NW Spain. *J. Environ. Sci. Health*, B33(4), 439-455.
- Mousain, D. (1982) Quelques aspects physiologiques et écologiques de la symbiose ectomycorhizienne. *C.R Acad. Agric. France*, 1153-1152.
- Moutschen-Dahmen, J., Moutschen-Dahmen, M., Ramaut, J., Gilot-Delhalle, J. (1989). Un danger méconnu de certains champignons que l'on consomme chez nous. *Les Naturaliste Belges* 70, 1-7.
- Münger, K., Lerch, K. (1985). Copper metallothionein from the fungus *Agaricus bisporus*: chemical and spectroscopic properties. *Biochem.* 24, 6751-6756.
- NRC (National Research Council) (1989). Recommended dietary allowances, 10<sup>th</sup> ed. Ed. National Academy Press. Washington.
- Pop, A., Nicoara, A. (1996). Heavy metals in three species of edible mushrooms. *Studia Univ. Babes-bolyai Biologia* 41(1-2), 93-96.
- Quinche, J.P. (1987). Le cadmium, un élément présent en traces dans les sols, les plantes et les champignons. *Revue Suisse Agric.* 19 (2), 71-77.
- Schmitt,, J.A., Meisch, H.U. (1985). Cadmium in mushrooms—distribution, growth effects and binding. *Trace Elements Medicine* 2(4), 163-166.
- Seeger, R., Schiefelbein, R., Seuffert, R., Zant, (1986). W. Absorption of cadmium ingested with mushrooms. En: abstracts of the 27<sup>th</sup>. Spring meeting, Dtsch. Pharmakol. Gesselsch. Naunyn-Schimiedeberg's. *Arch. Pharmacol.* 332 Suppl., 110.
- Stijve, T., Besson, R. (1976). Mercury, cadmium, lead and selenium content in mushroom species belonging to the genus *Agaricus*. *Chemosphere* 2, 151-158.
- Thomet, U., Vogel, E., Krähenbühl. (1999). The uptake of cadmium and zinc by mycelia and their accumulation in mycelia and fruiting bodies of edible mushrooms.
- Turnau, K., Kottke, I., Dexheimer, J (1996). Toxic element filtering in *Rhizophogon roseolus/Pinus sylvestris* mycorrhizas collected from calamine dumps. *Mycol. Res.* 100(1), 16-22.
- Tyler, G. (1982). Metal accumulation by wood decaying fungi. *Chemosphere* 11(11), 1141-1146.
- Tyler, G. (1980). Metals in sporophores of basidiomycetes. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 74(1), 41-49.
- WHO (World Health Organization) (1993). Evaluation of certain food additives and contaminants (Forty-first report of the Joint of FAO/WHO Expert Committee of Food Additives). WHO Technical Report Series, No. 837. Geneva.
- WHO (1978). Evaluation of certain food additives and contaminants. (Twenty-second report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives). WHO Technical Report Series, No. 631. Geneva.
- WHO (1982). Evaluation of certain food additives and contaminants (Twenty-sixth report of the Joint of FAO/WHO Expert Committee of Food Additives). WHO Technical Report Series, No. 683. Geneva.
- Yoshida, S., Muramatsu, Y. (1994a). Accumulation of radiocaesium in basidiomycetes collected from Japanese forests. *Sci. Total Environ.* 157, 197-205.
- Yoshida, S., Muramatsu, Y. (1994b). Radiocaesium concentrations in mushrooms collected in Japan. *J. Environ. Radioactivity* 22, 141-154.
- Zrodnowski, Z. (1995). The influence of washing and peeling of mushrooms *Agaricus bisporus* on the level of heavy metal contaminations. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 4/45 (1), 26-33.

## Relatorio

Rosa Romero Franco

# Intoxicaciones por hongos en animales domésticos

Recibido: 21 Abril 2006 / Aceptado: 3 Noviembre 2006  
© IBADER- Universidad de Santiago de Compostela 2006

**Resumen** En el mundo de los animales domésticos los envenenamientos causados por la ingestión de setas o carpóforos de los hongos superiores están escasamente documentados y se consideran casi anecdóticos. Sin embargo, cuando algunos hongos filamentosos se desarrollan sobre ciertos sustratos producen en su metabolismo secundario determinadas sustancias químicas que, al ser ingeridas por algunos animales, les ocasionan severos problemas de salud. Estos metabolitos se conocen como micotoxinas y causan enfermedades denominadas micotoxicosis. La expresión sintomática de estas afecciones es variable y depende de la especie animal y órgano afectado, tipo de toxina, dosis y combinación con otras micotoxinas. Los cuadros clínicos abarcan una amplia gama de síntomas, desde las cutáneas hasta efectos nefrotóxicos, hepatotóxicos, neurotóxicos y genotóxicos. En la actualidad se conocen más de 500 micotoxinas presentes en todo el mundo que pueden contaminar diversos tipos de sustratos, especialmente cereales. Su naturaleza química es muy variada pero casi todas se caracterizan porque ejercen un efecto potente, aún a dosis muy bajas, y porque son muy resistentes a una amplia gama de tratamientos utilizados en la conservación de sustancias alimentarias (esterilización, fungicidas, etc.). Su importancia radica, además de su ocasional incidencia sobre la salud de los seres humanos, en las pérdidas económicas derivadas de la inutilización de alimentos y de sus efectos negativos sobre los animales domésticos.

**Palabras clave** Hongo · micotoxina · micotoxicosis · animales domésticos

**Summary** Poisoning in domestic animals caused by ingestion of mushrooms is barely reported. Nevertheless, when some filamentous fungi develop on certain substrates and produce secondary metabolites, when consumed, serious health problems in some animals can result. These metabolites are known as mycotoxins and the diseases they cause mycotoxicosis. The symptoms depend on the animal species, affected organ, the toxin, the dose and the combination of other mycotoxins. The set of symptoms can be located throughout the body and are described as nefrotoxic, hepatotoxic, neurotoxic, genotoxic, and dermotoxic effects. Nowadays, more than 500 mycotoxins are known in the world that are capable of various types of substrate contamination, most commonly cereals. Their chemical composition is very diverse but all of them have a powerful effect, even at low dose, and are very resistant to a broad range of treatments that are used in food preservation (sterilization, fungicides, etc.). Although mycotoxins have an occasional impact on human health, the major repercussions are the economic losses resulting from food spoilage and the negative effects on domestic animals.

**Key words** Fungus · micotoxin · micotoxicosis · domestic animals

## Introducción

Las primeras micotoxicosis importantes documentadas se relacionan con los brotes de ergotismo, problema asociado al consumo de alimentos contaminados por los alcaloides producidos por el hongo *Claviceps purpurea* (cornezuelo del centeno, grao de corvo) que se desarrolla sobre diversos cereales, sobre todo centeno. Durante la Edad Media el ergotismo (conocido por sus efectos devastadores como "fuego sagrado") alcanzó proporciones de epidemia, mutilando y matando a miles de personas en Europa (Peraica et al. 2000). Ya en época más reciente, en 1934, murieron en Illinois 5000 caballos al consumir maíz mohoso. En 1939 se determinó que el causante de tal desastre había sido un microorganismo, el hongo *Aspergillus fumigatus*.

Rosa Romero Franco  
Departamento de Producción Vexetal  
Escola Politécnica Superior de Lugo.  
Universidade de Santiago de Compostela.  
Tfno: 982285900 ext 23104. Fax: 982285926  
e-mail: rosarome@lugo.usc.es

El interés general por las micotoxinas se incrementó en 1960 al declararse en Inglaterra una epidemia de origen desconocido, denominada "Turkey X disease", que provocó la muerte de más de 100.000 aves de corral. En 1961 se comprobó que dicha enfermedad era causada por toxinas producidas por el hongo *Aspergillus flavus* al desarrollarse sobre tortas prensadas de cacahuete, poniéndose de manifiesto la importancia de los hongos saprofíticos en el desarrollo de procesos patológicos en animales domésticos y su posible conexión con la patología humana.

Debido a las repercusiones, tanto a nivel social como económico, que tienen las micotoxinas y las micotoxicosis, a lo largo del último tercio del siglo pasado se fomentó activamente la búsqueda de micotoxinas. Hoy se conocen más de 500 micotoxinas, sus preferencias o afinidades por distintos sustratos, su composición y estructura química, así como los hongos que las sintetizan y las condiciones ambientales que favorecen la aparición de los hongos y de las toxinas. Afortunadamente, sólo un pequeño número se producen en cereales, piensos y forrajes en cantidades suficientes como para ocasionar problemas importantes de salud a las personas y a los animales (Smith et al. 1994).

### **Definición de micotoxina y micotoxicosis**

Las micotoxinas son metabolitos secundarios producidos por hongos, cuando se desarrollan sobre determinados sustratos; fundamentalmente cereales y forrajes almacenados, pero también sobre plantas en el campo.

Se trata de moléculas relativamente pequeñas ( $P_m < 700$ ) y suelen ser genotípicamente específicas para un grupo de especies de un mismo género, aunque en algunos casos un mismo compuesto puede ser elaborado por hongos pertenecientes a géneros distintos. En general, cuanto más compleja es la ruta biosintética de una micotoxina, menor es el número de especies fúngicas capaces de elaborarla (Moss, 1991).

Su estructura química suele ser complicada y estable frente a agentes físicos y químicos, de ahí que sean muy difíciles de eliminar una vez que han contaminado un alimento. La mayoría son termorresistentes, manteniendo su toxicidad después de procesos como la peletización.

Los hongos productores de micotoxinas pertenecen fundamentalmente a tres géneros de amplia difusión mundial: *Aspergillus*, *Fusarium* y *Penicillium*. La capacidad toxicogénica es muy variable según las distintas especies. Así, solamente el 15% de las cepas de *Aspergillus flavus* son capaces de producir toxinas, mientras que casi todas las cepas de *Fusarium moniliforme* lo son (Sala et al. 1994). Estos hongos se desarrollan sobre sustratos apropiados y en unas condiciones ambientales, sobre todo de temperatura y humedad, favorables. A veces las condiciones idóneas para el desarrollo del hongo no son coincidentes con las que favorecen la síntesis de las micotoxinas. Hay otros factores que inciden positivamente, tanto en el establecimiento del hongo (heridas provocadas por insectos, pájaros, daños mecánicos de manejo de cosechas) como en la síntesis de las toxinas (factores de

almacenamiento, tratamientos de los cultivos). Desde un punto de vista práctico es conveniente resaltar que la presencia del hongo no siempre conlleva la existencia de las micotoxinas y, lo que es más importante, las micotoxinas pueden permanecer aunque el hongo haya desaparecido.

En ocasiones la aparición de las micotoxicosis es inevitable, ya que depende de factores ambientales que se manifiestan durante el período de crecimiento de los vegetales en el campo, e incluso de factores intrínsecos a las propias plantas pero la mayoría de las intoxicaciones se deben a malas prácticas en la cosecha de forrajes (inmadurez del cultivo, temperatura y humedad ambiental inadecuados, daños físicos) y en el procesado y posterior almacenamiento de los alimentos (temperatura y humedad inadecuados, factores de condensación/ventilación, daños provocados por insectos o roedores, tiempo de almacenamiento y limpieza, etc.).

Las micotoxicosis se producen cuando los animales ingieren alimentos contaminados con micotoxinas, las cuales una vez en el interior de su organismo, originan diferentes cuadros clínicos y patológicos que abarcan desde afecciones cutáneas, nerviosas, hepáticas o nefríticas hasta acciones carcinogénicas, mutagénicas, teratogénicas e inmunosupresoras (Hollinger & Ekpering, 1999). En la mayoría de los casos la muerte se produce por fallo hepático generalizado.

Este tipo de afecciones son de difícil diagnóstico para el veterinario debido a que producen síndromes muy poco específicos (anorexia, disminución de peso, diarreas ...) que suelen confundirse con deficiencias nutricionales, raciones mal balanceadas o infecciones de microorganismos. Además, las micotoxinas, debido a su acción inmunodepresora, favorecen la aparición de otras enfermedades que enmascaran la causa inicial. Por ejemplo, las aflatoxinas y la salmonelosis y/o peste porcina (Loste et al. 2002).

Los datos epidemiológicos, los signos clínicos y las lesiones patológicas conducirán a un diagnóstico presuntivo que es preciso confirmar con pruebas de laboratorio que permitan identificar la toxina. Para ello hay que recurrir a pruebas como la cromatografía en capa fina y de alta resolución (HPLC) o a técnicas con base inmunológica, como pueden ser los test ELISA o las columnas de inmunoafinidad (Perusia y Rodríguez, 2001).

Los hongos causantes de micotoxicosis en animales domésticos, debido a la ingestión de alimentos contaminados, pueden dividirse en dos grandes grupos en función del momento en el que se produce la contaminación o la infección de las plantas: hongos de campo (la infección por el hongo y la producción de las toxinas se produce en el campo, en las plantas forrajeras vivas) y hongos de almacenamiento (los hongos contaminan alimentos cosechados, almacenados e incluso procesados, como heno, piensos, granos o silo, sobre los que se producen las micotoxinas).

## Principales toxinas producidas por hongos de almacenamiento

### Aflatoxinas

Son derivados dicumarínicos estables a altas temperaturas. Son las micotoxinas más estudiadas y las que producen mayores pérdidas económicas. Se conocen hasta 18 tipos distintos siendo la más tóxica la AFB1. Los hongos productores de las aflatoxinas son *Aspergillus flavus* y *A. parasiticus*. Las aflatoxinas se producen cuando estos hongos crecen sobre maíz, cacahuetes, frutas, semillas de algodón, semillas de girasol, coco, aceite de oliva, sorgo, arroz, trigo, cebada, avena, pistachos, almendras, nuez moscada, higos, coco y nuez del Brasil. Son más frecuentes en países cálidos y húmedos, ya que para desarrollarse de forma óptima necesitan temperaturas superiores a los 25 °C y un contenido de humedad en el sustrato superior al 15%. La producción máxima de aflatoxinas se alcanza entre 24 y 35 °C, con un 17,5% de humedad en el sustrato y una humedad relativa ambiental entre el 85 y 87 %.

Aunque la contaminación también puede ocurrir en plantas vivas, lo más frecuente es que suceda en frutos o semillas recogidos e incluso después de transformados. Además del calor, las aflatoxinas resisten la fermentación alcohólica y el ensilado, pero son sensibles al amoniaco.

Su ingesta produce una serie de síntomas conocidos como aflatoxicosis, alterando fundamentalmente el metabolismo de los lípidos y de las proteínas. La intoxicación puede ser aguda o crónica. La primera se manifiesta por anorexia, vómitos, ictericia, dolor abdominal, edema pulmonar y necrosis del hígado. El segundo tipo es la más frecuente, y se produce cuando el animal está expuesto a bajas concentraciones de aflatoxinas durante largos períodos de tiempo. Sus síntomas son poco específicos: los animales casi no engordan, disminuye la producción de leche y son más vulnerables a enfermedades infecciosas. Las aflatoxinas tienen efectos inmediatos y muy graves, pues, además de sus efectos imunodepresores son mutagénicas, teratogénicas y carcinogénicas. El principal órgano diana es el hígado, pero son además nefrotóxicas y neurotóxicas (Abarca et al. 2000).

Afectan a todos los animales domésticos, pero los grupos más susceptibles son las aves de corral, los conejos y los cerdos. Los caballos, bovinos y ovejas son moderadamente susceptibles. Brotes de aflatoxicosis también se han detectado en humanos, sobre todo en países tropicales.

Cuando se detecta la patología, se debe retirar el alimento contaminado inmediatamente. Si el grado de afección es elevado se puede aumentar la cantidad de proteína en la ración y suplementar los animales con vitaminas y minerales (Fernández et al. 1997).

### Ocratoxinas

Son un grupo de toxinas producidas por distintas especies de los géneros *Aspergillus* y *Penicillium* cuando crecen sobre cereales y sus derivados, y sobre los granos de café y el pan, así como en productos de origen animal (Speijers & Van Egmond, 1993).

La más frecuente, y también la más tóxica, es la ocratoxina A (OA). Se produce sobre todo en zonas templadas del hemisferio norte. Se ha comprobado que tienen efectos nefrotóxicos, imunodepresores, carcinogénicos y teratogénicos.

Los efectos de las ocratoxinas se han citado sobre todo en animales monogástricos, en los que produce el síndrome nefrológico. El ganado ovino y los rumiantes en general son más resistentes, pues el líquido ruminal y la flora intestinal hidrolizan la ocratoxina A transformándola en un metabolito no tóxico (ocratoxina alfa) ( Marquardt & Frohlich, 1992, Loste et al. 2002).

En seres humanos también se han documentado intoxicaciones severas (neuropatía de los Balcanes), incluso por inhalación de esporas.

### Zearalenona

La zearalenona es una micotoxina producida por varias especies del género *Fusarium*, al infectar plantas en el campo (trigo y maíz) o bien a cariopsis de cebada y sorgo y piensos almacenados durante largos períodos de tiempo.

Las intoxicaciones producidas por este compuesto son más frecuentes en países húmedos y fríos (tierras altas de Centroamérica y África), ya que la toxina se produce a temperaturas bajas (inferiores a 12 °C) y la humedad del sustrato debe ser superior al 25%.

Esta toxina y sus derivados tienen efectos estrogénicos en varias especies animales, causando infertilidad, edema vulvar, prolapsos vaginal e hipertrofia mamaria en hembras, y feminización de los machos por atrofia testicular y aumento del tamaño de las mamas (Peraica et al. 2000). También afecta a los seres humanos cuando consumen alimentos contaminados (Saénz, 1984).

### Fumonisinas

Son micotoxinas producidas en todo el mundo por *Fusarium moniliforme* y especies afines, cuando crecen sobre el maíz y sus derivados. De las fumonisinas caracterizadas hasta el momento las que tienen importancia toxicológica son las denominadas B1 y B2 (Peraica et al. 2000).

Las toxinas se producen tanto en el campo, durante el crecimiento de la planta, como después de la cosecha, durante el almacenamiento de grano o en alimentos procesados. Se ha comprobado que el "taladro del maíz" (producido por los lepidópteros: *Ostrinia nubilalis* y *Sesamia nonagrioides*) favorece la entrada del hongo e incrementa la

probabilidad de producir fumonisinas. Estas toxinas provocan graves afecciones en los animales siendo el ganado equino como caballos y mulos, el más sensible. También afectan al ganado porcino, ovino y a los conejos, pero el ganado vacuno parece ser resistente (Perusia & Rodríguez, 2001).

Igual que todas las micotoxinas las fumonisinas tienden a producir síndromes crónicos, afectando sobre todo al hígado y al riñón. En équidos producen un síndrome conocido como leucoencefalomalacia (la toxina produce necrosis extensivas en la materia blanca del cerebro) y en porcino son responsables del edema pulmonar (Dutton, 1996). En algunos casos, se han relacionado estas sustancias con la incidencia de cáncer de esófago en el hombre (Norred, 1993).

### Tricotecenos

Con este nombre se conocen más de 40 micotoxinas derivadas de un compuesto terpélico de cuatro ciclos, el escirpeno, muy estable y resistente a altas temperaturas. Son responsables de enfermedades producidas tras la ingesta de alimentos, a base de grano o forraje, enmohecidos y contaminados con los hongos capaces de producir las citadas toxinas. Tienen efectos citotóxicos e inmunodepresores, con consecuencias muy graves, tanto para los animales como para el hombre (Peraica et al 2000).

En cereales, piensos y silos que se utilizan como alimento de animales domésticos se aisló el tricoteceno potencialmente más tóxico, denominado T2, que es sintetizado por *Fusarium tricinctum*, cuyo crecimiento micelial óptimo tiene lugar entre 20 y 24 °C de temperatura, produciéndose la máxima cantidad de toxina en oscuridad total.

El T2 afecta sobre todo a las aves y al ganado bovino y porcino. Causa brotes de enfermedades hemorrágicas y está relacionado con la formación de lesiones en la boca y con la aparición de efectos neurotóxicos en aves de corral. Lesiones orales, disfunción motriz, necrosis en tejidos, hemorragias y crecimiento lento son los síntomas más frecuentes (Perusia & Rodríguez, 2001).

En piensos se han detectado cantidades de T2 superiores a 500 ppb, con consecuencias graves para los animales, sin embargo apenas se producen transferencias a la leche.

Otra toxina de este grupo con cierta importancia es la denominada vomitoxina o deoxinivalenol (DON). Suele producirse en el campo por diversas especies del género *Fusarium*, cuando infectan trigo, cebada, maíz o arroz.

En los animales produce efectos tóxicos intensos que se manifiestan en forma de inflamaciones epidérmicas, desórdenes digestivos, brotes de síndrome emético y de rechazo de los alimentos (de ahí el nombre de "vomitoxina"), hemorragias, afecciones de la médula ósea y neuropatías.

### Micotoxinas causantes del ergotismo

El ergotismo lo producen varios alcaloides sintetizados por esclerocios del hongo ascomicete *Claviceps purpurea*. El hongo infecta a diversas gramíneas, sobre todo centeno, pero también aparece en pastos y en el heno. La severidad de la contaminación es variable ya que depende de condiciones climáticas (Nyval & Oswiler, 1997; Willians, 2001). El tiempo fresco y húmedo aumenta el riesgo de contaminación de las plantas y de la aparición de esclerocios (Brihoum et al. 2003). Las gramíneas infectadas son fáciles de reconocer, pues en sus espigas maduras, además de cariopsis, aparecen unas estructuras miciliares compactas, de color negruzco y de forma arqueada, como pequeños cuernecillos, que no son más que los esclerocios del hongo, conocidos vulgarmente como cornezuelos, graos de corvo, dentóns o cornellos (Figura 1).

Los esclerocios contienen numerosas substancias tóxicas: alcaloides derivados del ácido lisérgico (ergotamina ergocristina), derivados del ácido isolisérgico (ergotaminina) y derivados de la dimetilergolina (clavina), que en el caso de pasar a los alimentos, puede ocasionar graves problemas en la salud de los seres humanos y de los animales (OMS, 1990).

Se encuentra entre las micotoxinas más estudiadas y sus efectos se conocen sobre todo en el ganado vacuno, en el que producen la contracción de la musculatura lisa de las arteriolas, con isquemia (gangrena seca), fundamentalmente en los miembros posteriores (Loste et al. 2002). En las ovejas los síntomas son inespecíficos e incluyen pérdida de apetito y menor crecimiento. También puede ocasionar gangrena en las extremidades anteriores, así como ulceraciones y necrosis en diversas partes del cuerpo, infertilidad y muerte fetal. Se han detectado formas nerviosas de la enfermedad que manifiestan hiperexcitabilidad, temblores y rigidez muscular. En el porcino produce ataxia.



Figura 1. Esclerocios y granos de cebada (tomado de <http://www.zoetecnocampo.com/cornezuelo.htm>).

Al igual que ocurre en los seres humanos, las formas gangrenosas del ergotismo son debidas a los alcaloides ergotamínicos-ergocristínicos, ya que su actividad fundamental es vasoconstrictora. La otra forma de ergotismo, que se manifiesta en forma de convulsiones es originada por alcaloides clavínicos (Peraica et al. 2000).

Actualmente, al menos en los países más desarrollados, el ergotismo es muy raro, debido, sobre todo, a que los procesos habituales de limpieza y molienda del grano eliminan la mayor parte del cornezuelo, quedando en las harinas proporciones muy bajas de alcaloides. Además, los alcaloides ergóticos son relativamente lábiles al calor, destruyéndose durante la preparación de muchos alimentos a base de harinas (Peraica et al. 2000).

### **Micotoxinas relacionadas con el forraje**

Se incluyen en este apartado un grupo de toxinas producidas por hongos que infectan los forrajes, el heno y el ensilado, pero que también pueden colonizar los pastos durante su crecimiento, afectando por tanto al ganado en sistemas extensivos.

En general se conocen menos que las anteriores y existe menos información sobre su incidencia y grado de afectación (Loste et al. 2002).

### **Espirodesmina**

Es una toxina producida en las esporas del hongo saprobio *Pitomyces chartarum*, que infectan los restos muertos de los pastos (sobre todo de *Lolium perenne*). Cuando los animales, sobre todo ovejas y vacas, consumen los pastos contaminados padecen una enfermedad conocida como "eccema facial", y que se manifiesta con fotosensibilidad secundaria a una lesión hepática grave.

Los primeros brotes de la enfermedad se conocieron en ovejas, en Nueva Zelanda, a principios del siglo XX, y en Europa se dieron casos en el País Vasco francés a finales del mismo siglo (Le Bars & Le Bars, 1996). Su incidencia depende de las condiciones ambientales, siendo más probable en otoños lluviosos precedidos de veranos muy secos. El desarrollo del hongo se ve favorecido cuando abunda el material vegetal muerto, la humedad ambiental es superior al 80% y la temperatura se sitúa por encima de 16°C.

Los animales que padecen esta dolencia sufren cirrosis hepática, incluso seis meses después de haber ingerido la micotoxina, manifestándose a través de fotofobia (de ahí que los animales afectados busquen lugares sombreados), diarrea, ulceraciones (sobre todo en zonas no pigmentadas del cuerpo), inflamación y lesiones fundamentalmente en orejas, párpados, hocico y vulva. Si se detecta la enfermedad se moverán los animales hacia lugares de sombra y donde no haya pasto contaminado. Los animales enfermos no suelen recuperar la tasa productiva (Hollinger & Ekperigin, 1999).

### **Eslaframina**

La eslaframina o "factor de salivación" es una toxina producida por el hongo *Rhizoctonia leguminicola* cuando crece en los tallos y hojas del trébol (*Trifolium pratense*). El hongo necesita para su desarrollo humedad ambiental elevada y temperatura entre 25 y 29 °C. Las plantas contaminadas con el hongo presentan manchas negras en las hojas o anillos concéntricos en los tallos, afección que se denomina "mancha negra".

La eslaframina es un indol-alcaloide que en bovinos produce el denominado síndrome salivar, ya que estimula las glándulas exocrinas (páncreas y glándulas salivares) y los síntomas iniciales de los animales afectados son salivación constante y lagrimeo. Además se produce diarrea, tumefacciones en la cara, espasmo en la musculatura lisa del esófago y timpanismo gaseoso leve (Perusia & Rodríguez, 2001). Los síntomas aparecen 5 o 6 horas después de haber ingerido el alimento contaminado y desaparecen a las 24 horas.

### **Lolitrem B**

Es una toxina sintetizada por *Neotyphodium lolii*, un hongo endófitico de *Lolium perenne* y de otras gramíneas (Christensen et al. 2002). Este hongo no daña a las plantas y se transmite a través de sus semillas.

Los animales que consumen pastos infestados presentan inicialmente dificultad para flexionar las piernas y caminan de un modo inusual, sintomatología conocida como "tembladera" o "modorra del raigrás". En casos severos, los animales no pueden caminar y se caen repentinamente, pudiendo sufrir convulsiones e incluso morir.

Dado que no existe tratamiento, en el caso de detectar el problema se deben retirar los animales del pasto infectado. Los hongos causantes de la toxina sólo están presentes en tallos reproductivos, por lo que es conveniente realizar un buen manejo del pasto para evitar posibles afecciones (Cheek, 1998).

### **Toxicidad debida a *Neotyphodium coenophialum***

*Neotyphodium coenophialum* es un hongo endófito de la "festuca alta" y otras gramíneas (Christensen et al. 2002), que produce alcaloides derivados de la ergolina. Los animales que se alimentan de pastos de festuca contaminados con el hongo sufren una enfermedad que se conoce como "pie de festuca", por la cojera y necrosis isquémica que conduce a la gangrena seca de las extremidades (Mantle, 1991). Además de este síndrome clásico, los animales suelen presentar fiebre, pelo erizado y más largo de lo habitual (hipertricosis), pérdida de peso y baja producción de leche (Perusia & Rodríguez, 2001).

Esta enfermedad fue detectada por primera vez en bovinos y ovinos en Nueva Zelanda, en 1949. Posteriormente también se encontró en équidos. En la actualidad, la cantidad de

ergovalina en semillas se usa como parámetro indicador de la contaminación (Perusia & Rodríguez, 2001).

### Intoxicaciones en animales domésticos por consumo de setas

Las intoxicaciones por consumo de setas son relativamente frecuentes y están bien documentadas en humanos. Sin embargo, las intoxicaciones por esta causa en animales domésticos están escasamente documentadas. En la bibliografía se señala que los animales distinguen de forma innata y/o aprendida los alimentos que pueden causarles daño, lo que explicaría que la mayoría de los casos conocidos de animales intoxicados por consumo de setas sean mascotas que viven en cautividad con sus dueños o animales que tienen muy mermado el sentido del olfato.

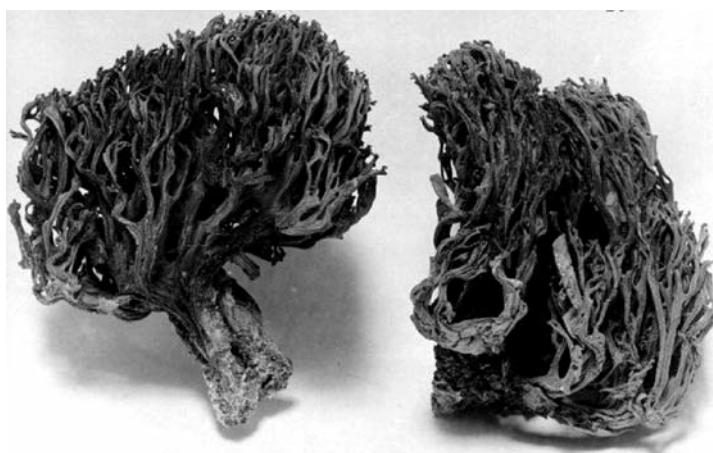
Si exceptuamos el caso de dos gatos cuyo cuadro clínico de irritación intestinal y estado de coma se relaciona con la ingestión de setas (Mullenax & Mullenax, 1962), en el resto de las publicaciones científicas sobre intoxicaciones de mascotas por consumo de setas, 9 en total, los protagonistas son perros. En estos artículos se recogen los cuadros toxicológicos derivados del consumo de setas de 20 cachorros de entre 4 y 12 semanas y 9 canes adultos. La mayoría de los casos están relacionados con la ingesta de *Amanita phalloides* y *A. verna*, con un cuadro clínico muy parecido al descrito en seres humanos: gastroenteritis, daño fulminante en el hígado e hipoglucemia, concluyendo con la muerte del animal a los pocos días (Faulstich, 1980, Tegzes & Puschner, 2002). También hay referencias sobre perros intoxicados con *Amanita muscaria* y *A. pantherina*. En ambos casos los perros (3 en total) eran cachorros de corta edad que presentaron un cuadro de salivación intensa, diarrea, temblor y muerte (Naude & Berry, 1997). La bibliografía recoge, asimismo, intoxicaciones de perros debidas al consumo del agua de cocción de *Gyromitra esculenta* (Herms, 1950) e *Inocybe phaeocromis* (Yam et al. 1993).

Además de las referencias bibliográficas comentadas, se han dado a conocer casos de intoxicación de perros por ingestión de setas en diversos informes anuales de asociaciones micológicas y de centros de toxicología de

América del Norte, algunos de ellos accesibles a través de Internet. Además de las especies citadas anteriormente se relatan otras, como *Paxillus involutus*, *Inocibe fastigiata*, *Panaeolus* spp, *Hypholoma fasciulare*, *Scleroderma cepa*, *Ramaria pallida* o *Lepiota josserandii*. En la mayoría de los casos el consumo de las setas produce salivación excesiva, vómitos, diarrea, gases y dificultad para respirar. Los envenenamientos con *A. phalloides* y *A. verna* siempre terminan en muerte, mientras que con las otras especies la gravedad de la intoxicación viene determinada sobre todo por la edad del animal.

En cuanto a los animales domésticos que viven en semilibertad, casi no se encuentran datos contrastados acerca de este tipo de envenenamiento. En la bibliografía se relaciona la muerte de dos vacas en Estados Unidos con el consumo de *Amanita verna* (Piercy et al. 1944). Esta misma especie causó la muerte a un caballo de 18 años, aunque en este caso el estudio postmortem mostró que el animal tenía alterado el sentido del olfato, lo que muy probablemente sería determinante para que el animal, muy exigente en su dieta, no detectara la toxicidad de la seta ingerida (Frazier et al., 2000). Pese a que los cerdos se consideran omnívoros sólo hemos encontrado un caso referenciado de intoxicación por ingesta de setas, acontecido en China, y relacionado con el hongo *Scleroderma citrinum* (Galey, 1990). En un trabajo escocés se relaciona la muerte de un reno con el consumo de *Russula emetica* (Utsi, 1956).

La única seta conocida hasta el momento que causa regularmente intoxicaciones en ganado que pastorea al aire libre es *Ramaria flavo-brunnescens*. Este hongo basidiomicete, cuyo carpóforo ramificado presenta un aspecto coraloidé (Figura 2), crece en eucaliptales y ha provocado numerosas intoxicaciones espontáneas en ganado ovino y bovino en Brasil, Uruguay y Argentina. Los animales que lo comen presentan deficiencias de queratinización, con daños en las pezuñas, cuernos, cola y pelo (Kommers & Santos, 1995). Afecta también al sistema nervioso con descoordinación motora y midriasis acentuada (Prucoli & Camargo, 1965, 1966), con poliuria e hipertermia. Produce, además, vasoconstricción y trombosis en arterias y degeneración y necrosis epitelial, con un cuadro muy parecido al del ergotismo (gangrena seca). No se conoce el



**Figura 1.** Foto de *Ramaria flavo-brunnescens* (tomada de <http://ppathw3.cads.cornell.edu/>).

principio activo, pero se sospecha que la toxicidad pudiera estar relacionada con microhongos productores de ergotoxinas que parasitan a la seta (Sallis et al. 2000).

Por último, debemos señalar que la confirmación de la intoxicación por ingesta de setas en animales es sumamente complicada, ya que, al contrario de lo que ocurre en los seres humanos, los animales no pueden indicar su dieta alimenticia. Además, la facilidad con la que las setas se degradan en el tracto digestivo hace que sean difícilmente identificables a partir de los vómitos o después de un lavado gástrico, por lo que no es descabellado pensar que una elevada proporción de las intoxicaciones que sufren los animales por esta causa hayan pasado desapercibidas para los especialistas.

## Bibliografía

- Abarca, M<sup>a</sup> L., Bragulat, M<sup>a</sup>. R., Castellá, G., Accensi, F. & Cabañes, F.J. (2000). Hongos productores de micotoxinas. *Revista Iberoamericana de Micología*. 1, 63-68.
- Brihoum, M., Desmecht, D., Bony, S. & Rollin, F. (2003). L'intoxication à l'ergot chez les bovines. *Annales Médecine Vétérinaire*. 147, 97-101.
- Cheek, K. (1998). Natural toxicants in feeds, forages and poisonous plants. 2<sup>nd</sup> ed. Danville, IL, Interstate Publisher, Inc.
- Christensen, M.J. (2002). Growth of Epichoë/Neotyphodium and p-endophytes in leaves of *Lolium* and *Festuca* grasses. *Mycological Research*. 106, 93-106.
- Dutton, M.F. (1996). Fumonisins, mycotoxins of increasing importance: their nature and effects. *Pharmacology Therapeutic*. 70,2: 137-161.
- Falustich, H., Kommerell, B., Wieland, T(eds). (1980). Amanita toxins and poisoning. Verlag Gerhardt Witsztrock. Baden-Baden.
- Fernández, A., Bello, R., Ramos, J.J., Sanz, M.C. & Saez, T. (1997). Aflatoxins and their metabolites in the tissues, faeces, and urine from lambs feeding on an aflatoxin contaminated diet. *Journal Society of Agriculture*. 74, 161-168.
- Frazier, K., Liget, A., Hines, M & Styer, E. (2000). Mushroom toxicity in a horse with meningioangiomatosis. *Veterinary and Human Toxicology*. 42, 3: 166-167.
- Galey, F.F. 1990. A case of *Scleroderma citrinum* poisoning in a miniature Chinese pot-bellied pig. *Veterinary and Human Toxicology*. 32, 329-330.
- Herms, H. 1950. Über Zwei Fälle von Morchelvergiftung beim Hunde. *Berl. Münch Tiéräztl Wschr*. 8, 161.
- Hollinger, K.H. & Ekperigin, H.E. (1999). Mycotoxicosis in foods producing animals. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 15, 1: 133-157.
- Kommers, G.D. & Santos, N.M. 1995. Experimental poisoning of Cattle by the mushroom *Ramaria flavobrunnescens* (Clavicipitaceae): a study of the morphology and pathogenesis of lesions in hooves, tail, horns and tongue. *Veterinary and Human Toxicology*. 37, 297-302
- Loste, A., Sáez, T., Ramos, J.J. & Fernández. 2002. Principales micotoxicosis en el ganado ovino. *Pequeños rumiantes*. 3, 3: 8-13.
- Mantle, P.G (1991). Miscellaneous Toxicogenic fungi. En: Smith, J.E., Henderson R. (Eds). *Mycotoxins and animal foods*. CRC Press, Boca Raton, Florida. 141-152.
- Marquart, R.R. & Frohlich, A. (1992). A review of recent advances in understanding ochratoxicosis. *Journal Animal Science*. 70, 3968-3988.
- Moss, M.O. (1991). The environmental factors controlling mycotoxin formation. En: Smith, J.E., Henderson, R.S. (Eds). *Mycotoxins and animal foods*. Boca Raton, CRC Press Inc. 37-56.
- Mullenax, C.H. & Mullenax, P.B. (1962). Mushroom poisoning in cats –two possible cases. *Modern Veterinary Practice*. 43, 61.
- Naude, T.W. & Berry, W.L. (1997), Suspected poisoning of puppies by the mushroom *Amanita pantherina*. *Tydsrk S Afr. Ver*. 68, 4: 154-158.
- Norred, W.P. (1993). Fumonisins-Mycotoxins produced by *Fusarium moniliforme*. *Journal of Toxicology and Health*. 38, 309-328.
- Peraica, M., Radić, B., Lucić, A. & Pavlović, M. (2000). Efectos tóxicos de las micotoxinas en el ser humano. Boletín de la Organización Mundial de la Salud. Recopilación de artículos 2, 80- 92.
- Perusia, O.R. & Rodríguez, R. (2001). Micotoxicosis. *Revista de Investigación Veterinaria del Perú*. 12, 2:87-116.
- Piercy, P.L., Hargis, G. & Brown, C.A. (1944). Mooshroom poisoning in cattle. *Journal. American Veterinary Medicine Association* 105, 206-208.
- Prucoli, O. & Camargo, W.V.A. (1965/66). Intoxicação experimental em ovinos com *Clavaria* spp. *Bom Ind. Animal, Nova Odessa*, 23, 177-178.
- Sala, N., Sanchís, V. & Vilaro, P. (1994). Fumonisin producing capacity of *Fusarium* strains isolated from cereals in Spain. *Journal Food Protection*. 57, 915-917.
- Saenz de Rodríguez, C. (1984). Environmental hormone contamination in Puerto Rico. *New England Journal. Medicine*. 310: 1741-1742.
- Sallis, E. Raffi, M , Riet-Correa, F & Méndez, 2000. Experimental intoxication by the mushroom *Ramaria flavobrunnescens* in sheep. *Vet. Human Toxicol.* 42(6): 321-324.
- Smith, J.E., Lewis, C.W. & Anderson, G.J. (1994). Mycotoxins in human nutrition and European Commission Directorate- General XII.

- Speijers, G. J. A.& van Egmond, H. P. (1993). Worldwide ochratoxin A levels in food and feeds. En: E. E. Creppy, M. Castegnaro, and G. Dirheimer, (Eds). Human Ochratoxicosis and its Pathologies. John Libbey Eurotext Ltd. 85-100.
- Tegzes, J.H. & Puschner, B. (2002). Amanita mushroom poisoning: efficacy of aggressive treatment of two dogs. Veterinary and Human Toxicology. 44, 2: 96-99.
- Utsi, M.N.P (1955). Sixth annual Report of the Reindeer Council of the UK. 1954-55, 385-386.
- Yam, P., Helfer, S. & Watling, R. (1993). Mushroom poisoning in a dog. *Veterinary Record*. 133, 24.

## Relatorio

Marisa Castro · Francisco Xavier Martins

# Uso medicinal dos cogomelos

Recibido: 27 Abril 2006 / Aceptado: 1 Novembro 2006  
© IBADER- Universidade de Santiago de Compostela 2006

**Resumo** Neste artigo indícanse algunas das propiedades medicinais dos fungos en xeral, ealgúns cogomelos en particular, facendo especial énfase naquelas especies frecuentes no Noroeste da Península Ibérica e, moitas das veces, forman parte da nosa dieta.

**Palabras clave** cogomelos medicinais · sustancias bioactivas · Península Ibérica.

**Summary** We analyse some of the medicinal effects of mushrooms, in general, and some species, in particular, especially those who are more frequent in the Northwest of the Iberian Peninsula, and quite often are part of our daily diet.

**Key words** medicinal mushrooms · bioactive substances · Iberian Peninsula

## Introducción

O principal obxectivo deste traballo é poñer de manifesto algunha das investigacións actuais sobre a importancia dos cogomelos como elementos produtores de sustancias bioactivas que axudan a superar, ou a retardar, enfermidades amplamente estendidas como o cancro, os problemas de hipertensión, aumento de colesterol, diminución da actividade do sistema inmunolóxico, etc.

De feito, o home actual enfrentase a tres problemas serios que dificultan a súa supervivencia e calidade de vida. O primeiro é a fame, a crecente falla de comida nalgúnhas zonas do Globo e a súa irregular distribución incluso nas

áreas tecnoloxicamente desenvolvidas. O segundo problema é o aumento da polución ambiental, provocada pola concentración das industrias contaminantes e a falta de cumprimento das normas de protección ambiental nos países más industrializados. O terceiro está directamente relacionado ós anteriores, é a consecuente degradación da calidade de vida, que non contribúe en nada para a saúde e a felicidade humanas.

En contraposición, as persoas aproxímanse máis a natureza, buscando en parte unha mellor calidade de vida. Neste punto aparecen os cogomelos, manxar e medicamento desde épocas antigas, áinda que ó longo da historia do home, no mundo occidental, os primeiros efectos coñecidos da acción dos cogomelos na saúde foron as intoxicións, como os casos de ergotismo na Idade Media, provocados polo *Claviceps purpurea* e que só nos séculos XIX e XX se descubriu que podía ter unha acción benéfica para o ser humano (Martins 2001, 2002).

Máis tarde descubriuse que os aztecas utilizaban diversas especies de *Psilocybe* e *Stropharia*, nos rituais relixiosos como alucinóxeno para comunicar cos deuses e para curar trastornos psíquicos (Castro et al. 2005).

O coñecemento dos cogomelos medicinais e da súa acción inmunomoduladora é importante nos novos métodos de tratamento e control das enfermidades oncolóxicas.

A partir da investigación actual abre novas perspectivas para o tratamento de moitas outras patoloxías como a diabete, hipertensión e hipercolesterolemia (Galeffi 1998).

Marisa Castro  
Dep. Biología Vegetal e Ciencias do Solo. Universidade de Vigo  
e-mail: lcastro@uvigo.es

Francisco Xavier Martins  
Ass. Micológica A Pantorra, Macedo do Peso, Mogadouro  
(Portugal)  
e-mail: fxaviermartins@mail.telepac.pt

## Da Prehistoria e medicina hipocrática á medicina científica

Na Prehistoria o home alimentábase de caza, raíces e froitos silvestres. Os cogomelos, pola progresiva dificultade ou escaseo de caza ou por ser semellantes a moitos bulbos comenzaron a facer parte da súa alimentación, tamén pola observación que facía dos animais que os comían.

Hai cerca de 10.000 anos co aprendizaxe da agricultura e as súas técnicas, o home foi perdendo o hábito de comer cogomelos, en parte polos problemas que co seu consumo se presentaban, as intoxicacións.

Na Antigüidade Clásica volveron a espertar a atención do home. Na nosa cultura sábese que os gregos foron uns dos primeiros a consumilos e a cultivalos. Nun libro de Ateneo (escritor grego da época de Alexandria, séculos II e III d.C.) mencionanse os cogomelos para realzar a súa natureza tóxica e o modo de os cultivar, enterrando esterco de cabalo debaixo dunha figueira e regando abundantemente.

E é no período áureo da cultura grega cando, na illa de Kos, xurde a primeira Escola Médica de Hipócrates, que se fundamentaba no uso de plantas e técnicas elementais para o tratamento das enfermidades que afixían ás persoas naquela época, probablemente tamén dos cogomelos. O seu lema áinda hoxe é válido: «que o teu alimento sexa o teu medicamento».

Logo os romanos foron grandes consumidores e apreciadores dos cogomelos e os primeiros a rexistrar os seus efectos tóxicos. Aproveitábanos non só como alimento, é o caso da *Amanita caesarea*, coñecido nesa época como «*boletus*», senón tamén como purgantes, o *Laricifomes officinalis*, chamado «*agaricus*», posiblemente por proceder da rexión de Agaria (Cáucaso). É coñecida a célebre morte do Emperador Claudio, envenenado por *Amanita phalloides*.

Na Idade Media, os cogomelos estiveron relacionados cos rituais de bruxería e maxia; pero foi a partir do século XVIII, ca sistematización do mundo natural establecida por Carl von Linné, cando se iniciou o seu estudio máis rigoroso e as súas propiedades.



**Figura 1.** Shii-take, *Lentinella edodes*.

O grande salto deuse no século XX, ca descuberta da penicilina, en 1928 por Alexandre Fleming, a partir dun fungo (*Penicillium notatum*) dos que non produce cogomelos, permitindo a cura de moitas enfermidades ata aí intratables. A partir de entón os fungos, en xeral, e os cogomelos, en particular, comenzaron a ser utilizados en tratamentos médicos: como antihemorráxicos (*Lycoperdon*), como antidiabéticos (*Calocybe gambosa*, *Grifola frondosa* e *Lentinella edodes*), anticanceríxenos (*Ganoderma lucidum*) e,

máis recentemente, como inmunosupresores, ciclosporina (*Cyclosporin sp.*), e por fin, os antibióticos de terceira xeración cefalosporina (*Cephalosporium acremonium*) e espiramicina (*Streptomyces ambofaciens*).

## Os cogomelos medicinais e a funxicultura

Ademais das propiedades como alimento, son ricos en proteínas, glícidos (hidratos de carbono), vitaminas e sales minerais, os cogomelos teñen tamén propiedades medicinais. Estas son desde hai moitos anos recoñecidas na China, Corea e Xapón (Ying et al., 1987). Ca aplicación de novas técnicas de control analítico e de laboratorio foi posible coñecer os mecanismos de acción dalgúnsas especies usadas ancestralmente (hai 3 ou 4.000 anos) nestes países.

Isto conduciu ó recente aumento do interese e consumo dos medicamentos tradicionais e ó recoñecemento da acción biolóxica dos produtos "nutricéuticos", alimentos ós que se lles recoñecen as súas propiedades medicinais ademais das nutritivas. Evidentemente, os fungos non son alleos a este novo interese (Chang & Buswel 1996).

Sábese que o consumo regular dalgúns cogomelos, ou derivados seus, pode mellorar a resposta inmunolóxica, aumentando as defensas e en certos casos a regresión da enfermidade.

Un dos aspectos a realzar no aproveitamento dos cogomelos é que estes, ademais de poderen converter unha gran cantidade de biomasa leñosa (celulósica) en alimento para o home, permiten a obtención de gran cantidade de produtos nutritivos e medicinais, con beneficio para a saúde.

É significativo que o cultivo de cogomelos, efectuado adequadamente, non sería contaminante e non aumentaría a emisión de residuos, xa que todos os produtos son biodegradables.

Ademais deso, a industria do cultivo de cogomelos e produtos medicinais obtidos a partir deles, pode crear empregos, e se tiveramos en conta que o 70% dos produtos agrícolas e forestais son desperdicios non produtivos, a investigación no sentido do seu aproveitamento para a producción de cogomelos abre extraordinarias perspectivas, é o que se da en chamar "non green revolution" (revolución non-verde).

Así, a palla e os residuos vexetais da limpeza dos bosques, poden ser utilizados como substrato para o cultivo de cogomelos, que despois da produción, serve para abono orgánico ou criadeiro de miñocas, entra no concepto de «emisións nulas e produtividade total».

## Acción medicinal, bioquímica e substancias activas

Os cogomelos medicinais producen varios compostos bioloxicamente activos que actúan ó nivel da parede celular. Destes hai a destacar os azucre, grupo de polisacáridos de

elevado peso molecular, como o lentinan, extraído da *Lentinella edodes* e o schizofilan, obtido a partir do *Schizophyllum commune* (Chihara, 1992, 1993).

Estes compostos foron indicados como responsables de retardar o crecemento de tumores, polo estímulo da resposta inmunolóxica, activando os macrófagos, linfocitos T e interleuquinas (Chihara, 1992; Mizuno, 1999; Mizuno et al., 1995; Liu et al., 1996).

É o efecto destrutor dos linfocitos T, citotóxicos que constitúe o mecanismo de defensa inmunolóxica contra tumores, virus, parásitos e outros axentes agresores. Recórdese que a resposta inmunolóxica está relacionada coa activación dos mecanismos da inmunidade humoral e celular e cos linfocitos T producidos no timo.



**Figura 2.** Rhei-shi, *Ganoderma lucidum*.

Outro grupo de compostos medicinais encontrados no rhei-shi (*Ganoderma lucidum*) son os triterpenoides, compostos semellantes ós esteroides, con acción citotóxica, hepatoprotectora, efecto hipocoagulante na agregación plaquetaria e inhibidores da anxitensina-convertasa, encima con acción vasodilatadora, e inhibidores da liberación da histamina (Lindequist 1995).

As lectinas son proteínas ou glicoproteínas, compoñentes bioactivos con enlaces libres para os polisacáridos. Algunhas lectinas demostraron ter acción antitumoral e inmunomoduladora, isto é, actúan como inductores e estimulantes da reacción inmunolóxica (Wang et al. 1996).

Con outros cogomelos, como a orella de Xudas (*Auricularia auricula-judae*) ou a *Tremella fuciformes*, demostrouse que baixaban o nivel de colesterol total e das lipoproteínas de baixa densidade (LDL, «colesterol bo») no sangue (Cheung, 1996). Xa que os cogomelos non afectan á concentración das lipoproteínas de alta densidade (HDL, «colesterol malo»), a redución do nivel de colesterol total pode ser atribuída á baixa do LDL. De aí o seu efecto benéfico en termos xerais.

No Xapón foron identificados tres polisacáridos, hetero-b-glucano, xyloglucano e b-glucano, con acción antitumoral. Considerase que estes polisacáridos son modificadores da



**Figura 3.** *Trametes versicolor* (esq.) e *Schizophyllum commune* (dta.).

resposta biolóxica ou inmunopotenciadores polo seu mecanismo de acción. Foron obtidos a partir de tres fungos diferentes, os carpóforos do shii-take (*Lentinella edodes*), o micelio do *Trametes versicolor* (= *Coriolus versicolor*) e o *Schizophyllum commune*.

### Species medicinais más importantes

Os cogomelos medicinais, ou os produtos deles derivados, son amplamente utilizados nalgúns países, como China, Corea, Xapón, Rusia, Estados Unidos e Canadá. Pola crecente globalización e consumo dos produtos dietéticos e medicinais de compoñente natural, os cogomelos tamén son incluídos no rol de produtos das Medicinas Alternativas.

A maior importancia dos fungos é a produción de antibióticos, inicialmente a penicilina, obtida a partir do *Penicillium notatum*, e posteriormente, a penicilina resistente ás b-lactamasas, obtida a partir do *Penicillium chrysogenum*, nos anos 40 por Florey e Chain.

Ademais da acción antibiótica os fungos tamén poden axudar a combater outros fungos – acción antifúnxica – como é o caso da griseofulvina, illada en 1939 do *Penicillium griseofulvum*, que foi utilizado como o primeiro medicamento antifúnxico.

Actualmente existe un gran interese polos cogomelos e fungos con efectos medicinais, en particular, o shii-take (*Lentinella edodes*), do cal se obtén o lentinan, no que os seus polisacáridos, b-D-glicanos, modifican a resposta inmunolóxica estimulando os macrófagos. O inducir a reacción inflamatoria ten efecto inmunopotenciador, antitumoral, antiagregante plaquetario, ademais de reducir o nivel de colesterol sanguíneo (Mizuno et al. 1995).

Outro cogomelo medicinal é o *Trametes versicolor*, do cal se obtén o krestin, un polisacárido con acción hepatoprotectora e efecto potenciador da resposta inmunitaria, activando os macrófagos, linfocitos T, liberando oxíxeno, nitróxeno reactivo e interleuquinas. Retarda a formación de tumores (Chihara 1992, Mizuno et al. 1995, Liu et al. 1996).

O *Schizophyllum commune*, onde se produce o schizofilan, no que os polisacáridos tamén teñen unha acción antitumoral ou carcinostática, antibacteriana e antiparasítica.

O cogomelo dos choupos ou de ostra (*Pleurotus ostreatus*) que contén lovastatina, ten acción hipocolesterolemiantre, isto é, baixa o colesterol e é un tónico nervioso.



**Figura 4.** Seta de choupo, *Pleurotus ostreatus*.

Dos más interesantes cogomelos medicinais é o rhei-shi (*Ganoderma lucidum*), a partir do cal se obténen triterpenoides, glicoproteinas con acción antitumoral, antiviral, hepatoprotectora, inhibidora da liberación de histamina e por fin hipotensora cardiovascular, por ser inhibidora da encima a anxiotensina-convertasa (Lindequist 1995). Tamén hai que referirse a *Grifola frondosa*, que contén as lectinas, proteínas carbohidratadas, con acción antidiabética, entre outras.

Nestes fungos, ademais das accións xa referidas, como antibacteriana e antiviral, a máis importante é a antitumoral. A investigación da resposta biolóxica está orientada para o estudo das defensas e para o estímulo do retículo endotelial, no bazo, no fígado e no tecido linfoide. Así, estes e outros cogomelos, aínda non sendo os novos salvadores da humanidade, constitúen unha alternativa, con credibilidade e complementaria, para tratamentos médicos da medicina tradicional, ademais do que dicía Hipócrates, sendo alimento poden ser tamén medicamento e por iso deben ser incluídos na nosa dieta diaria.

Traballos recentes coordinados por Wasser (Didukh et al. 2004) confirman efectos idénticos ós anteriores con cogomelos da familia Agaricaceae, como *Agaricus bisporus* e *Agaricus brasiliensis*, entre outros.

## Bibliografía

- Castro, M., Justo, A., Lorenzo, P. & Soliño, A. (2005) Guía micológica dos ecosistemas galegos. Baía Edicións. A Coruña
- Chang, S. (1999). Global Impact of Edible And Medicinal Mushrooms on Human Welfare in the 21st Century: Nongreen Revolution. *Int. J. Medic. Mushr.* 1: 1-7
- Chang, S.T. et Buswell, J.A. (1996) Mushrooms nutriceuticals. *World J. Microb. Biotech.* 12: 473-476
- Cheung, C.K. (1996). The hypocholesterolemic effect of two edible mushrooms: *Auricularia auricula* and *Tremella fuciformis* in hypercholesterolemic rats. *Nutr. Res.* 16: 1721-1725
- Chihara, G. (1992). Immunopharmacology of lentinan, a polysaccharide isolated from *Lentinus edodes*: Its application as a host defense potentiator. *Int. J. Oriental Med.* 17: 57-77
- Chihara, G. (1993). Medical aspects of lentinan isolated from *Lentinus edodes* in Chag, S.T., Buswell, J.A. et Chiu, S.W. (ed.) *Mushroom biology and mushroom products*. Chinese University Press. Hong Kong: 261-266
- Didukh, M., Wasser, S.P. et Nevo, E. (2004). Impact of the family Agaricaceae (Fr.) Cohn on nutrition and medicine. A.R.G. Gantner Verlag Kommandit Gesellschaft. Ruggell (Alemania)
- Galeffi, C. (1998). Funghi e Medicina. *Atti Seminario Micoloxia e Medicina* (Roma) 1: 9-21
- Lindequist, U. (1995). Structure an biological activity of triterpens, polysaccharides and other constituents of *Ganoderma lucidum*, en Kim B.K., Kim IH. and Kim Y.S. (ed.) *Recent advances in Ganoderma lucidum research*. Pharmacetical Society of Korea, Seoul: 61-69
- Liu, F., Fung, M.C., Oooi, V.E.C. & Chang, S.T. (1996). Introduction in mouse gene expression of immunomodulating cytokines by mushroom polysaccharide-protein complexes. *Life Sci.* 58: 1795-1803
- Martins, F. X. (2001). Da micofobia à micogastronomía transmontana. *Rev. Forum Terras de Mogadouro* 1: 34-38
- Martins, F. X. (2002). Perspectivas do uso medicinal dos cogomelos. *Anais Assoc. Micol. Pantorra* 2: 19-26
- Mizuno, T. (1999). The Extraction and Development of Antitumor-Active Polysacharides from Medicinal Mushrooms in Japan. *Int. J. Medic. Mushr.* 1: 9-29
- Mizuno, T., Kinoshita, T., Zhuang, C., Ito, H. et Mayuzumi, Y. (1995). Antitumor-active heteroglycans from Niohshimeji mushrooms, *Tricholoma giganteum*. *Biosci Biotechnol. Biochem.* 59: 568-571
- Wang, H.X., Liu, W.K., Ng T.B., Ooi, V.E.C. & Chang, S.T. (1996). The immunomodulatory and antitumour activities of lectins form the mushroom *Tricholoma mongolicum*. *Immunol. Immunopharmacol.* 321: 205-211
- Ying, J., Mao, X., Ma, Q., Zong, Y & Wen, H. (1987). *Icones of medicinal fungi from China*. Science Press. Beijing (China)

## Relatorio

Marisa Castro · Francisco Xavier Martins

# As intoxicacións por cogomelos, efectos nocivos e tratamiento

Recibido: 27 Abril 2006 / Aceptado: 5 Novembro 2006  
© IBADER- Universidade de Santiago de Compostela 2006

**Resumo** Neste traballo recollense os tipos de intoxicación más frecuentes causadas polo consumo inadecuado de cogomelos, así como as precaucións médicas a ter en conta e os tratamentos que se deben seguir para evitar un fatal desenlace.

**Palabras clave** cogomelos tóxicos · intoxicacións, micetismos · tratamentos

**Summary** The most frequent intoxications caused by inadequate consumption of wild mushrooms are analyzed as well as the medical precautions one must have and the available treatments to be followed after accidental ingestion to avoid fatal end.

**Key words** poisonous mushrooms · intoxications and treatment

## Introdución

As intoxicacións ou envenenamentos son provocadas pola inxestión, accidental ou non, de determinada substancia, causando danos no noso organismo ou incluso a morte. De todos é sabido que o consumo de cogomelos pode provocar intoxicacións ou micetismos, tanto ó ser inxeridos dunha forma accidental como voluntaria (Martins, 2004).

É conveniente diferenciar micetismos de micotoxicoses (Piquerias, 2001). Micotoxicoses son, como o seu nome indica, doenzas causadas por toxinas producidas por fungos, por exemplo o ergotismo ou o fogo de San Antonio,

frecuente na Idade Media e causado polo ascomiceto *Claviceps purpurea* (Caretta, 1998) e micetismos que son intoxicacións provocadas polo consumo de certos cogomelos que xa de por si conteñen sustancias tóxicas.

Hai especies tóxicas, responsables de micetismos, que nalgúns casos poden ser incluso mortais (Benjamín, 1995). É o caso da *Amanita phalloides*, na que unha cantidade moi pequena pode provocar a morte, 50 gr en fresco para un adulto de 60 kg (García Rollán, 1990). Así, para consumir cogomelos é preciso coñecer moi ben as especies venenosas e os tipos de intoxicación que producen, para evitar calquera confusión, «no caso da más mínima dúbida, abstérse de consumilos» (Castro & Freire 1990). Hai moitas especies tóxicas, aínda que a maioría non teñen porque provocar a morte do intoxicado.

As más perigosas pertencen ós xéneros *Amanita* (láminas brancas, anel fixo e volva) e *Lepiota* (escamas negras ou castañas no sombreiro, láminas brancas e anel fixo). É importante chamar a atención en que os caracteres comúns a estes dous xéneros, nos que hai especies moi tóxicas, son as láminas brancas e a presenza dun anel fixo, aínda que tamén hai que recordar que non todas as especies que presentan estas dúas características son tóxicas (Castro, 2004).

Polo tanto, para evitar as intoxicacións é fundamental a correcta identificación das especies a consumir. E debe ser posible facela *de visu*, é dicir, baseada nos caracteres morfolóxicos macroscópicos e organolépticos, así como nos ecolóxicos e en caso da más mínima dúbida non os recoller e, moito menos, os consumir (Castro et al. 2005).

As intoxicacións son causadas polo consumo accidental ou deliberado de cogomelos tóxicos, confundidos con especies comestibles ou por falsas probas de identificación da súa comestibilidade como o uso de dentes de allo, colleres de prata, etc. durante a cocción (Bresinsky & Besl 1990).

É moi variable o perfil sociolóxico das persoas vítimas de intoxicacións por cogomelos: desde nenos que os inxiren inadvertidamente, a persoas de idade, con dificultades na

Marisa Castro  
Dep. Biología Vexetal e Ciencias do Solo. Universidad de Vigo  
e-mail: lcastro@uvigo.es

Francisco Xavier Martins  
Ass. Micológica A Pantorra, Macedo do Peso, Mogadouro  
(Portugal)  
e-mail: fxaviermartins@mail.telepac.pt

visión (por exemplo cataratas) que os confunden, a toxicodependentes, buscando experiencias alucinoxénas, a persoas "curiosas" dos cogomelos que os apañan empiricamente, ata ós afeccionados máis ousados (Piquerias, 2001).

Polas súas características e para mellor tratamento das intoxicacións, estas son agrupadas de acordo co tempo que media desde a inxestión dos cogomelos, independentemente da especie inxerida, e o aparecemento dos síntomas (AMB Fondazione, 1998). Así, establecense 2 tipos:

- as de período longo de incubación: os síntomas xorden entre 4 e 15 horas despois da inxestión, excepcionalmente máis, podendo chegar ata 10 ou 15 días, e
- as de período corto de incubación: entre 30 minutos e 4 horas, habitualmente intoxicacións leves.

### Intoxicacións de Período Longo

Son as más graves, pois poden conducir á morte.

1. Intoxicación hepatotóxica por amanitinas: Estas toxinas encóntranse nos seguintes cogomelos: *Amanita phalloides*, *Amanita verna*, *Amanita virosa*, *Lepiota helveola*, *Lepiota brunneoincarnata* e *Galerina marginata*, entre outras. Dos xéneros *Lepiota* e *Galerina* hai máis especies con estes compostos; sen embargo as citadas son as más comúns.

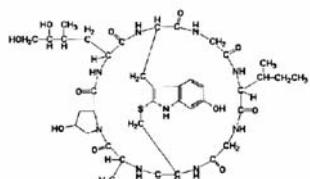


Figura 1. *Amanita phalloides* (esqu.) e molécula de amanitina (dta.)

As substancias responsables son as amanitinas tipo a, b, g e d (octopeptidos bicíclicos), substancias que non se destrúen polo calor ou cocción e provocan problemas hepáticos agudos. Presentan 4 fases ben diferenciadas e o tratamento está en relación con elas:

SÍNTOMAS	TRATAMIENTO
6-12 h. fase coleriforme: diarreas, vómitos, náuseas, ...	Lavado gástrico, sonda nasogástrica, carbón activo. Hemodiálise, soro glicosado hipertónico, aumento de diuresa e rehidratación
24 h. falsas mellorías	penicilina G sódica (1 millón UI/ hora), ácido tióctico ou silimarina par a persoas alérxicas á penicilina. Reposición de metabolitos
> 48 h. fase visceral: agresión forte en fígado e rís coma e morte	vitamina K, transfusión, plasma por veces transplante hepático ou ril

Estes tratamentos deben ser iniciados canto antes e enviar o doente para unha Unidade de Coidados Intensivos dun Hospital ben equipado. Se a persoas sospeitara de intoxicación por *Amanita phalloides*, debe acudir inmediatamente ó médico. Canto más precozmente se inicie o tratamento maiores son as probabilidade de salvación (Ortega et al. 1996).

É fundamental reducir a absorción das toxinas e aumentar a súa excreción. A penicilina e outros compostos a administrar teñen un efecto bloqueante das toxinas libres circulantes, debido ós enlaces que teñen ós radicais libres, non son antídotos (Piquerias, 1996).

2. Intoxicación hepatotóxica e renal por cortinarinás: Provocada por *Cortinarius orellanus*, *Cortinarius semisanguineus*, *Cortinarius sanguineus* e *Cortinarius speciosissimus*, entre outros. Prodúcese cando se consomen varias veces (ou días) seguidas cogomelos que conteñan orelanina e diversas cortinarinás (ciclopéptidos) resistentes á cocción. Dan moita sede, fatiga, poliúria, seguida de anuria e interrupción das funcións renais.

O tratamento é idéntico ó das intoxicacións por amanitinas e esencialmente sintomático, con medidas de soporte para manter os parámetros vitais, seguidos, en casos más graves, de hemodiálise e de transplante renal.

3. Intoxicación hidracínica: É provocada pola inxestión de *Gyromitra esculenta* e *Gyromitra infusa* e é causada polo consumo repetido, por doses acumuladas de xiromitrina (acetilhidrazona) que, no organismo humano, evoluciona para monometilhidracina (MMH). Como esta substancia se evapora ós 87°C, pode causar tamén a intoxicación do cociñeiro.

Os síntomas son dixestivos (náuseas, vómitos, diarrea), hepáticos (aumenta as transaminasas e provoca ictericia) dores musculares, problemas sanguíneos (hipertensión, hemólise), para acabar nun coma e morte.

Ademais do tratamento sintomático, débese aplicar vitamina B<sub>6</sub> por vía intravenosa (100 mg - 1,5 g diarios) e piridoxina, xunto con diazepán (equilibrador neurolóxico).

4. Intoxicacións de orixe mal coñecida: Un caso particular é a intoxicación por *Paxillus involutus*. O seu consumo pode provocar, ademais da hemólise, a dexeneración graxa do fígado, do corazón, dos ris e dos músculos (rabdomiolise), que pode levar á morte súbita da persoas que o consumiu repetidamente. Aínda non se coñece ben a substancia química que provoca esta dexeneración. Sábese que a toxina ten efecto acumulativo, podendo ser fatal dun momento para o outro.

Recentemente foi indicada en Francia un tipo de intoxicación semellante, provocada polo *Tricholoma equestre*, con varios casos, algúns deles mortais. Non está completamente aclarado, en termos de causa efecto, que estas mortes teñan sido efectivamente provocadas por aquel cogomelo ou por outro próximo, *Tricholoma auratum* (segundo algúns autores é sinónimo). Aínda así, o seu consumo non está recomendado.

Polo momento sábese que o *Tricholoma equestre* foi sempre un cogomelo apreciado e de ampla comercialización en moitos países. Pensamos que a súa toxicidade, detectada en Francia, debe estar relacionada con "variacións metabólicas e/ou fisiolóxicas" das especies dunares, con o consumo repetido, con as cantidades consumidas ou incluso con deficiencias encimáticas dos propios consumidores (Bedry et al. 2001).

Recomendamos pois, moita precaución coa apaña e abstención ou moderación co seu consumo, de acordo con a experiencia persoal. En países como a Francia, Polonia, Italia, etc. xa foi prohibida a súa comercialización. A investigación sobre esta materia continúa.



**Figura 2.** Seta dos cabaleiros, *Tricholoma equestre*.

## Intoxicacións de Período Curto

Teñen menor gravidade, pero non por iso deben ser esquecidas.

1. Intoxicación gastroenterítica aguda: É a máis frecuente de todas e pode ser provocada por numerosas especies: *Agaricus* sección *xanthoderma*, *Boletus* gr. *satanas*, *Entoloma lividum*, *Rusula emetica*, *Gyroporus ammophilus*, etc.



**Figura 3.** *Entoloma lividum*.

Os síntomas comezan con vómitos e seguen con fortes diarreas e dores abdominais, nalgúns casos acompañados de calambres e abundante producción de suor. Non ten tratamento específico, só sintomático.

2. Intoxicación cardiovascular: Causada por *Coprinus atramentarius*, *Coprinus micaceus* e *Boletus luridus*, entre outros, cando se consomen acompañados por unha bebida alcohólica. Provocan hipotensión, náuseas e cefaleas, eritema cutáneo na metade superior do corpo, ademais de producir taquicardias e zumbidos, etc.

Esta intoxicación pode durar varios días, repetindo os síntomas cada vez que se tome alcohol, incluso sen consumir os mesmos cogomelos. Non é grave, nin precisa de tratamento especial, pasa có tempo a medida que as toxinas van sendo eliminadas.

3. Intoxicación hemolítica: Son responsables algunas especies que conteñen hemolisinas (encimas hemolíticas que destrúen os glóbulos vermellos do sangue) como: *Amanita rubescens*, *Amanita* sección *vaginata*, *Sarcosphaera crassa*, xéneros *Morchella* e *Helvella*, etc.

É frecuente en persoas con deficiencias encimáticas como é o caso da deshidroxenase-6-fosfatase. Só se verifica a intoxicación se os cogomelos están mal cociñados. As hemolisinas son destruídas a partir de 55°C e só en casos de hipersensibilidade hai que aplicar tratamento (lavado gástrico, laxantes).

4. Intoxicación muscarínica: É provocada pola ingestión de algunas especies dos xéneros *Clitocybe*, de cor branco e propios de prados, e *Inocybe*, con forte cheiro espermático, que conteñen muscarina. Comeza con suoración intensa, vómitos violentos, diarrea, cólicos intestinais, midriase pupilar e trastornos da visión e lacrimeo, que provocan hipotensión arterial e braquicardia.

Os síntomas acostuman a desaparecer lentamente, sen tratamento. Se persistiran, hai que administrar 12 mg de atropina cada media hora ou cada hora, ata que desaparezan.

5. Intoxicación micoatropínica: Causada polo consumo de *Amanita pantherina* e *Amanita muscaria*, que teñen ácido ibotécnico, que se transforma en muscimol. As reaccións poden ser de alteración do estado neurolóxico, provocar vómitos, midriase, taquicardia, eritema cutáneo, embriaguez e alucinacións. No fin producen un sono profundo (ata 15 horas).



**Figura 4.** *Amanita pantherina*.

A intoxicación acostuma pasar sen tratamento específico, aínda que nalgúns casos é necesario facer lavado gástrico, inxerir carbón activo e aplicar laxantes. Nalgúnhas ocasións úsanse 2 mg. de prostigmina aplicada lentamente por vía intravenosa.

6. Intoxicación enteoxénica: Os cogomelos que provocan esta intoxicación foron inicialmente utilizados polos habitantes prehispánicos do México, que lles chamaban “teonanácatl” que quer dicir “carne dos deuses” e eran utilizados só nos ritos relixiosos ou con fins medicinais.

Son producidos polo consumo de algúns *Psilocybe*, *Stropharia* e *Panaeolus* que conteñen psilocibina e psilocina. Os síntomas maniféstanse por cefaleas, alucinacións con alteracións do comportamento (euforia, pánico ou desorientación), da percepción das cores, acompañados, moitas veces, de graves modificacións da noción do espazo e do tempo, despersonalización e delirio terminando nun estado de inconsciencia ou con tendencia ó suicidio.

En xeral non precisan de tratamento, só en casos graves se aconsella manter o doente nun lugar resguardado, con pouca luz e aplicarlle unha benzodiazepina.

7. Intoxicacións mixtas: Poden causar problemas moi graves. Son provocadas polo consumo de cogomelos tóxicos responsables de intoxicacións de período curto e longo, mesturados. Os síntomas aparecen pouco tempo despois de comer, o que fai pensar nunha intoxicación leve, pero ás 24 horas regresan con máis intensidade e poden ter graves consecuencias.

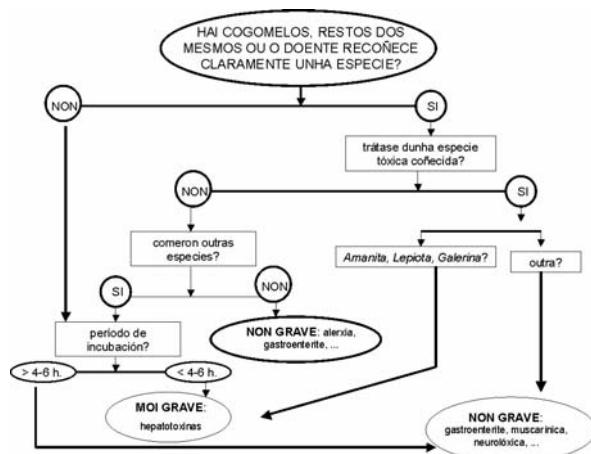
### Precaucións cós doentes intoxicados e tratamento xeral: proposta dun protocolo hospitalario

Na actualidade unha intoxicación por cogomelos non provoca obrigatoriamente a morte; sen embargo para que iso non ocorra e o tratamento sexa eficaz é preciso comunicar ó médico e/ou ó centro hospitalario unha serie de datos (fig. 5), que permitan a identificación dos cogomelos consumidos: a que hora foron inxeridos e como foron cociñados, levar algúns cachos dos cogomelos, restos de comida, do vomitado ou do aspirado gástrico (micólogos especialistas poden conseguir identificar as especies responsables polo envenenamento) e/ou indicar o lugar onde foran apañados para, se posibel, confirmar a identificación con material fresco (Martins 2004).

O tratamento, dunha forma xenérica, comprende medidas de tratamiento sintomático e de soporte, para manutención dos parámetros vitais más estables, e o tratamento das secuelas. O sintomático e as medidas de suporte son moi importantes. A reposición rápida do volume de líquidos perdidos pola deshidratación provocada polas diarreas coloriformes, contribúe para preservar e potenciar a función renal, necesaria de cara a eliminación das toxinas.

Sen embargo, o tratamento das secuelas é necesario nun reducido número de casos. Mais do 90% dos doentes curan totalmente cando os cuidados médicos son prestados adecuadamente; sen embargo nalgúns doentes, en que as lesións das células hepáticas e/ou renais son irreparables faise necesaria a cirurxía de transplante hepático e/ou renal.

Nos anos 50 a mortalidade era arredor do 30% dos casos de intoxicacións por amanitinas. Progresivamente foi



**Figura 5.** Proposta dun protocolo hospitalario a seguir no caso dunha intoxicación.

diminuíndo có uso das medidas de soporte e tratamento, sendo actualmente cada vez menos frecuentes os casos que levan asociada a morte. As últimas estatísticas de mortalidade por cogomelos aproxímanse os 8%.

### Bibliografía

- Amb Fondazione (eds.) (1998). Atti del 1º Convegno Internazionale di Micotoxicologia, Roccella Jonica (1998). *Pagine Micol.* 11: 1-144
- Bedry, R. et al. (2001). Wild mushroom intoxication as a cause of rhabdomyolysis. *N. England J. Med.* 345 (11): 798-802
- Benjamin, D. R. (1995). *Mushrooms, poisons and panaceas*. W. H. Freeman and Company. New York
- Bresinsky, A. & Besl, H. (1990). *A color atlas of poisonous fungi*. Wolfe Publishing Ltd..
- Careta, G. (1998). *Problemas di funghi patogeni per l'uomo e per gli animali*. Atti del Seminario Micología e Medicina. Roma
- Castro, M. & Freire, L. (1990). *Setas ou cogomelos de Galicia. Descripción e receitas para a boa cociña*. Ediciones Xerais de Galicia. Vigo
- Castro, M. (2004). *Cogomelos de Galicia e norte de Portugal*. Ediciones Xerais de Galicia. Vigo
- Castro, M., Justo, A., Lorenzo, P. & Soliño, A. (2005). *Guía micológica dos ecosistemas galegos*. Baía Edicións. A Coruña
- García Rollán, M. (1990). *Setas venenosas. Intoxicaciones y prevención*. Ministerio de Sanidad y Consumo. Madrid
- Martins, F.X. (2004). *Cogomelos in Patrimonio Natural Transmontano*. João Azevedo Editor. Mirandela
- Ortega, A., Piqueras, J. & mate, P. (1996). *Setas. Identificación, toxicidad, gastromicología*. Proyecto Sur de Ediciones. Granada.
- Piqueras, J. (1996). *Intoxicaciones por plantas e hongos*. Editorial Mason. Barcelona.
- Piqueras, J. (2001). Intoxicaciones por setas (micetismos). *Anais Assoc. Micol. Pantorra* 1: 37-44.

## Relatorio

A. Rodríguez Fernández

# O cultivo de cogomelos en Galicia

Recibido: 3 Abril 2006 / Aceptado: 3 Novembro 2006  
© IBADER- Universidade de Santiago de Compostela 2006

**Resumen** Neste traballo pásase revista ó estado actual das principais especies de cogomelos cultivados no mundo, as súas condicións de cultivo, as súas fases e producións. Tamén se fan algunas consideracións sobre o seu cultivo en Galicia.

**Palabras clave** cogomelos · condicións de cultivo · Galicia · producións

**Abstract** This work revises the current conditions of the main species of cultivated mushrooms in the world, their conditions of culture, phases and productions. There are also some considerations on their culture in Galicia.

**Key Words** mushrooms · conditions of culture · Galicia · productions

## Introducción

O cultivo de cogomelos xa non é unha actividade novedosa en Galicia. Dende as primeiras experiencias da década dos 80 ata a actualidade percorreuse un importante camiño no que, como en tódalas andainas, se mesturan éxitos e fracasos constituindo un conxunto de experiencias no que especialmente a iniciativa privada, as aportacións dos técnicos e as investigacións dalgunha das institucións científicas participaron en boa medida.

Na década dos 80 iniciouse en Galicia, e en outras zonas de España, unha actividade agrícola, pouco coñecida ata ese momento, que consistía no cultivo de fungos, cultivo que

tradicionalmente se estaba a realizar maioritariamente na zona de La Rioja case exclusivamente co champiñón.

Dun xeito parelo, se produce un importante logro no cultivo do *Pleurotus ostreatus*, que comeza a cultivarse en palla de cereal picada con moi boas expectativas, xa que desde que este fungo comezara a ser cultivado na Europa do Leste nos anos 60 aproveitando troncos de follosas de madeira branda (sobre de todo chopo) lográronse importantes avances. Esta nova tendencia no sector vese favorecida polo sensible cambio producido nos consumidores que cada día reclaman unha maior gama de produtos e de unha maior calidade.

Con todo este panorama como telón de fondo, algúns agricultores, os que cabría cualificar de "aventureiros" das zonas de Lalín e Silleda, comezan a importación de palla de cereal inoculada con *Pleurotus ostreatus* aproveitando como instalacións para o cultivo vellas granxas de polos ou porcos. Na maioría dos casos a falta de profesionalización e a escasa capitalización foron as responsables de que na práctica tódolos proxectos foran pouco competitivos e careceran de futuro.

## Galicia como zona de cultivo de cogomelos

A climatoloxía de Galicia, cun clima temperado e húmedo constitúe un dos puntos de partida; as temperaturas suaves todo o ano, xunto coa alta humidade ambiental facilita que alomenos en teoría en moitos lugares da nosa terra se podan cultiva-los cogomelos durante todo o ano sen necesidade de facer grandes inversións en climatización dos locais de cultivo.

Por outra banda dende as primeiras experiencias alá polos anos 80 xa se puxo de manifesto a calidade de cogomelos dalgunhas das castes cultivadas na nosa terra, a textura, a carnosidade, as súas características organolépticas ou mesmo o seu aspecto axiña demostraron ser moi superiores a algún dos produtos que se podían ver nos mercados procedentes doutras rexións.

A. Rodríguez Fernández  
Profesor Terceiro Ciclo do Programa de Investigación Agraria e Forestal da Universidade de Santiago de Compostela.  
R/ Calvo Sotelo, 16-1º 15900 (Padrón - A Coruña).  
Tfno.: 981-810715  
e-mail: anrofe@lugo.usc.es

Tamén no referente ó mercado destes produtos en España en xeral e en Galicia en particular, o cambio acontecido foi importante. Os consumidores coñecen e demandan cada día mais novas especies de fungos; tanto os cogomelos que medran ventureiros nos nosos bosques como as novas especies e variedades de fungos cultivados son obxecto de consumo. Non cabe dúbida que do aumento da afección foi responsable o esforzo que en divulgación se fixo nos últimos 35 anos, especialmente institucións como o Centro de Investigacións Forestais de Lourizán contribuíron ó desenvolvemento dun interese pola micoloxía que na actualidade acada altas cotas e se sitúa entre os primeiros de España.



As castas cultivadas en Galicia proporcionan cogomelos de alta calidade comercial.

En Galicia as explotacións que na actualidade están a desenvolver esta actividade tomaron dous camiños diferentes. Unhas apostaron pola diversificación das súas actividades, cultivando unha especie tipo *Pleurotus* que mantén os mercados abertos todo o ano, complementado co cultivo de especies de maior valor comercial tipo shii-take, a comercialización de especies ventureiras (*Boletus*, *Cantharellus*, *Lactarius*,...) e outras actividades agroforestais.

Pola contra outras explotacións se manteñen coa importación masiva, fundamentalmente de zonas de La Rioja e Cuenca, de substratos inoculados con *Pleurotus* que son postos a gromar en distintas zonas de Galicia.

### **As especies cultivadas e o volume de produción**

A “domesticación” das especies foi o logro que permitiu ó home deixar de ser nómade para pasar a ser sedentario e dese xeito asegura-lo seu sustento. Aínda que neste senso o cultivo de cogomelos non constitúe unha das actividades que permitiron este avance e en Europa o seu cultivo é

relativamente tardío, o certo é que en países como Xapón hai referencias, xa no ano 109 da nosa era, dunha especie de cultivo que consistía en acercar as ramas onde medraban certo tipo de fungos comestibles (shii-ta-ke) dun xeito natural ás áreas de asentamento.

Na actualidade este proceso de domesticación implica a moitas especies de fungos, algúns deles con una importancia tal que teñen un peso específico na economía de moitos países. Deste xeito o champiñón (*Agaricus bisporus*) foi o primeiro cultivo de fungos en desenvolverse no mundo occidental xa que comezou no século XVII en Francia, sendo hoxe en día a especie máis cultivada en todo o mundo, e de segurso supera os 2.000.000 de toneladas.

Outra especie que cabe destacar é o shii-take (*Lentinus edodes*), que despois do champiñón é o fungo cultivado maiormente no mundo, da que a súa producción concéntrase sobre de todo na China, Xapón, Corea, Formosa, Indonesia e Nova Guinea, sendo o fungo preferido da poboación oriental. A súa producción supera amplamente o 1.500.000 tm e boa mostra da acollida dos occidentais a este cogomelo é o cásqueo 400% de incremento na súa produción dende o ano 1986 a 1991.



O shii-take producido en Galicia é xa unha realidade nos mercados.

Baixo a denominación de “seta de chopo” agrúpanse un conxunto de especies nas que destacan distintas variedades de *Pleurotus ostreatus* así como *P. cornucopiae*, *P. florida*, etc, que hoxe en día atópase xeneralizado pola nosa xeografía.

Este xénero con preto de 900.000 tm no ano 1991 pasou a ser a terceira especie de cogomelo cultivada no mundo; a súa facilidade de cultivo e a aceptación dos consumidores das distintas variedades fixeron que axiña acadara esta posición.

As especies deste xénero medran dun xeito natural en madeira de diversas especies de árbores, preferentemente en chopos, gromando a finais de outono e principios de inverno. O seu cultivo comezou a principios do século XX nos países do Este Europeo (Hungria, Polonia,...) pero sufriu un especial pulo nas décadas dos 60 e 70 polo gran interese espertado, sendo obxecto de numerosas

ESPECIE	1986		1991		
	x1000 tm	%	x1000 tm	%	%
<i>Agaricus bisporus</i>	1.227	56,2	1.956	31,8	59,4
<i>Pleurotus spp.</i>	169	7,7	876	14,2	418,3
<i>Lentinus edodes</i>	314	14,4	1.564	25,4	396,1
<i>Auricularia spp</i>	119	5,5	485	7,9	307,6
<i>Volvaria volvacea</i>	176	8,2	181	3,0	1,7
<i>Flammulina velutipes</i>	100	4,6	185	4,6	130,0
<i>Tremella fuciformis</i>	40	1,8	130	2,1	225,0
<i>Pholiota nameko</i>	25	1,1	56	0,9	124,0
<i>Hypsizygus marmoreus</i>	--	--	74	1,2	--
<i>Grifola frondosa</i>	--	--	33	0,5	--
Outros	10	0,5	518	8,4	5.080,0
<b>Total</b>	<b>2.182</b>	<b>100,0</b>	<b>6.158</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

Producción mundial de cogomelos comestibles cultivados en 1986 e 1997 en peso fresco x1000 tm (Modificado, Chang 1993).

investigacións. Posteriormente o cultivo evolucionou cara a substratos a base de palla moída e pasteurizadas que proporcionaban uns rendementos mellores. Hoxe en día pódense acada-los 25 kg de cogomelos frescos por cada 100 kg de substrato húmido nun período próximo ás 8 semanas. Numerosas especies e cepas de *Pleurotus* fan posible o cultivo desta especie en calquera época do ano sen grandes obras de acondicionamento.

Próximo á seta de chopo pero dunha maior calidade organoléptica e polo tanto cun maior prezo, sitúase a seta de cardo (*Pleurotus eryngii*), fungo que medra nas raíces mortas de cardo corredor (*Eryngium campestre*) principalmente no outono en moitas rexións de España.

Como xa se indicou, a súa calidade é moi superior á de seta de chopo, sendo o seu cultivo en fase experimental moi prometedor; neste senso as experiencias realizadas no Centro de Investigacións Forestais de Lourizán foron pioneiras no ensaio de substratos agroforestais, tal é o caso do toxo (*Ulex spp.*) no que se obtiveron excelentes resultados de fructificación.

Outras especies están sendo cultivadas con éxito e as súas cantidades de producción empezan a ter importancia, tal é o caso da *Flammulina velutipes* ou da *Tremella fuciformis*. Dun xeito complementario especies como *Armillariella mellea* ou *Agrocybe aegerita* están sendo hoxe en día motivo de amplas investigacións de cara a lograr un cultivo economicamente rendible de cara á diversificación da producción.

## Factores que limitan o crecemento dos fungos

Como tódolos seres vivos, os fungos necesitan unha serie de condicións para poder realiza-las súas funcións biolóxicas, de tal xeito que un cultivo destinado a logra-la fructificación dunha especie fúnxica deberá ter en conta os factores que lle permitan un normal desenvolvemento e completa-lo seu ciclo vital:

**Un substrato axeitado.** Os fungos saprófitos necesitan para o seu desenvolvemento unha fonte de enerxía constituída normalmente por materia orgánica morta ou en descomposición; polo tanto, case que calquera subproducto

vexetal pode empregarse. A palla de cereal ou de millo e outros residuos agrícolas ou forestais más ou menos moídos cumplen esta función ó ser unha fonte de carbono barata e abondosa.

En realidade os fungos precisan elementos necesarios para o seu desenvolvemento en grandes cantidades (macronutrientes) e en pequenas trazas (oligoelementos). Entre os primeiros destacan o carbono e o nitróxeno, tendo a relación C/N unha grande importancia debido a que moitas especies fúnxicas necesitan unha relación concreta, con moi pouca marxe; tal é o caso do *Agaricus bisporus* que medra en substratos cunha relación C/N = 16-17, cun 2% de nitróxeno (sen amoníaco), pola contra algunas especies do xénero *Pleurotus* poden medrar en substratos cunha relación C/N moito más ampla, da orde de 30 ata 300. Outros macroelementos necesarios para o desenvolvemento dos fungos son o fósforo, o potasio, o xofre e o magnesio.

Os oligoelementos, indispensables para o crecemento dos fungos, só están presentes en pequenas cantidades da orde de 1 mg a 0,5 mg por litro. Os principais son: ferro, zinc, manganeso e molibdeno.

Por todo isto, os substratos empregados para o cultivo de fungos saprófitos levan, ademais do subproducto que serve como base ó substrato, aditivos que varían segundo os lugares: fariña de plumas, proteína de soia, ...



O cultivo do shii-ta-ke en substratos sintéticos tamén foi realizado con éxito nos traballos do Centro de Investigacións Forestais de Lourizán. Na foto se poden apreciar as fructificacións gromando dun substrato a base de toxo.

As especies fúnxicas están sendo a cultivar en diferentes substratos:

Para o cultivo do shii-ta-ke estanse a empregar substratos naturais, xa que medra de xeito saprófita en leños de diversas especies de frondosas: *Quercus serrata*, *Q. acutissima*, *Q. crispula*, *Castanopsis cuspidata* e *Castanea crenata*. En Galicia os cultivos en madeira de carballo e castiñeiro están a dar uns bons rendementos e especialmente boas calidades de cogomelos.

Tamén se empregan medios sintéticos coa base de serrín de follosas ou palla de cereal ou millo, suplementados con salvado de cereais ou millo en proporcións dun 10 a un 40 % de peso seco.

As vantaxes dos medios sintéticos veñen determinadas polo aforro de tempo e a eficiencia produtiva, sen embargo a calidade organoléptica dos carpóforos formados nos troncos de madeira é moi superior, característica esta fundamental si se quere producir un producto de calidade.

Para as especies do xénero *Pleurotus*, aínda que dun xeito natural medran en follosas de madeira branda (sobre de todo chopo), na actualidade os cultivos fanse en medios sintéticos empregando como base palla de cereal enriquecida con diversos aditivos.

Para *Flammulina velutipes* (enokitake), a produción basease no emprego de substrato sintético a base de serrín de *Cryptomeria japonica* ou *Chamaecyparis obtusa* esterilizado en botellas de 1000 ml de capacidade.

No caso da *Tremella fuciformis*, cogomelo moi apreciado na China polo seu delicado sabor (orella de prata), pode ser cultivado tanto en troncos de madeira, dun xeito moi semellante ó cultivo do shii-ta-ke, como en medios sintéticos nos que se mestura micelio doutro fungo o *Hypoxyylon archeri*, un ascomycete asociado á pudrición da madeira. Esta técnica aumenta a capacidade da *T. fuciformis* para a dixestión da madeira e polo tanto mellora a súa produción de carpóforos.

**A temperatura.** Este é un dos factores que máis limita o crecemento hifal dos fungos e, aínda que as esixencias destes organismos son diversas –non é o mesmo a fase de crecemento micelial no substrato que as condicións para a formación de carpóforos na fase de fructificación– os fungos obxecto de cultivo sitúanse nun óptimo de medra entre os 25 e 35 °C, cuns límites comprendidos entre os 10 e os 40 °C (fungos mesófilos).

**A luz.** Aínda que os fungos son seres vivos carentes de clorofila, unha gran parte deles necesitan a luz, non tanto nas fases de desenvolvemento micelial durante a cal poden medrar na más absoluta escurideade, coma nas fases relacionadas coa producción e fructificación. Así, namentres que o champiñón pode formar carpóforos na escurideade, *Pleurotus ostreatus* en ausencia de luz os produce indiferenciados e pouco desenvolvidos, polo que son necesarias intensidades da orde de 150-300 lux para unha correcta formación dos cogomelos.

**A humidade.** Outro factor importante no desenvolvemento dos fungos é o da humidade, tanto a humidade relativa do

aire coma a do substrato. A primeira ten que ser alta, próxima ó 95 %, pois chega, nos casos nos que se presenta unha humidade moi baixa, a desecar totalmente o micelio ata niveis irrecuperables. Con relación á humidade do substrato, este deberá manterse nuns límites que permitan o desenvolvemento do micelio do fungo arredor do 65-75 %.

**Aireación.** A esixencia respecto á aireación, en tanto en canto esta é portadora de oxíxeno e anhídrido carbónico, é variable segundo sexa a fase de crecemento vexetativo ou a fase de reproducción.

No curso da medra hifal (fase vexetativa) o micelio resiste ben moderados niveis de CO<sub>2</sub> no aire (*Pleurotus ostreatus* 18% en volume), e chega nalgunhas casas a presentar certas vantaxes, xa que o fungo pode absorber o CO<sub>2</sub> producto da respiración e empregalo para a produción de substancias útiles para o seu crecemento. Pola contra, no curso da formación de carpóforos a aireación ten unha especial importancia, xa que niveis elevados de CO<sub>2</sub> poden inhibila fructificación.

## O control dos factores no cultivo

A preparación dun substrato axeitado e produtivo para unha especie de fungo supón un enorme atractivo para o abondoso número de fungos que están presentes no ambiente, polo que é necesario axustar ó máximo tódolos factores que interveñen na composición e dirixi-la preparación baixo os parámetros exactos se non queremos que o substrato feito para o fungo obxecto de cultivo sexa colonizado por outros fungos non desexables.

É por iso que o persoal que dirixa a preparación do compost deberá ter unha sólida formación na temática, tanto práctica coma teórica, para poder interpretar tódalas posibles variables que poden influír na fase de preparación. Un exceso de humidade no substrato pode provocar unha deficiente aireación e, polo tanto, favorece-la medra doutros fungos presentes no ambiente; do mesmo xeito, un incremento de temperatura ou unha mala fermentación pode rematar de xeito desastroso para o cultivo.

## Esquema xeral e fases no cultivo de fungos saprófitos

En xeral pódese dividir o cultivo de cogomelos en tres fases:

**1. Producción de micelio.-** É un dos pasos fundamentais e máis técnicos de todo o proceso, e da boa marcha desta vai depender o éxito do cultivo. Consiste en facer medra-lo micelio en grans de cereal hidratados e esterilizados a partir de cultivos puros de fungos, polo que todo este proceso deberá facerse en condicións de esterilidade absoluta. Os grans de cereais actúan como reservas enerxéticas que permiten ó fungo manterse ata que atopa as condicións nutritivas e ambientais para poder desenvolverse, é entón cando o micelio comeza a medrar e coloniza-lo substrato.

**2. Producción de substrato incubado.**- Consiste esta fase na preparación do substrato para recibí-lo micelio do fungo.

O proceso comeza coa trituración do substrato ata fraccións inferiores ós 2 cm, co que se consegue unha maior superficie de ataque para os exoenzimas do fungo coa conseguinte aceleración de todo o proceso de colonización.

Outro paso importante consiste en lograr unha boa selectividade do substrato que se está a preparar por medio de sistemas que eliminan os competidores cos que seguro o fungo que tentamos introducir se vai atopar. Os métodos empregados son moi variados e van dende procesos enérxicos de esterilización, onde se acadan temperaturas de 121 °C, ata fermentacións en frío, pasando por toda unha gama intermedia de pasteurizado ou mesmo cocido e lavado dos substratos.

Outras accións que se fan dun xeito parelllo consisten en rectifica-lo seu pH, engadirlle a humidade necesaria e procurarlle o suficiente micelio para que poida ser colonizado axiña.

Unha vez realizadas estas operacións é sometido a un proceso de incubación, durante o cal o substrato é mantido a unha temperatura ó redor dos 22 °C na escuridade. Transcorrido un período que oscila entre os 18 e 35 días na maioría das especies, o substrato aparecerá totalmente invadido polo micelio do fungo, presentando un aspecto más ou menos abrancazado.

**3. Período de fructificación.**- Corresponde este á fase de cultivo propiamente dita, na que se procede a favorece-la fructificación do compost xa incubado. Para iso é necesario subministrar ó substrato todas aquellas condicións precisas para a mesma: aireación, luz, temperatura, humidade ambiental, etc., e transcorrido un período variable segundo as diferentes especies, gromarán os cogomelos.

### Os novos retos no cultivo dos cogomelos

A demanda dos consumidores fai do cultivo dos cogomelos saprófitos unha actividade en constante innovación; a mellora das técnicas de cultivo das especies xa coñecidas, a busca de novos substratos e a "domesticación" de novas especies fúnxicas son algunas das áreas nas que se está a traballar.

Por outra banda, tal e como xa se indicou, o traballo na procura de cepas das especies fúnxicas que se adapten á zona de cultivo, con altas calidades organolépticas e bons rendementos, fará posible aproveita-las oportunidades que está a deparar o crecemento sostido da demanda destes produtos.

O manexo integral é outra das áreas onde se están a sufrir profundos cambios, xa que deberemos considerar convxuntamente os procesos de cultivo, os coidados e control das pragas e enfermidades, así como a colleita e a comercialización do producto.

En resumo se pode asegurar que o cultivo de cogomelos pode constituir unha actividade rendible xa que:

Os cogomelos se poden producir todo o ano na nosa terra.

O substrato onde se cultivan está constituído a base de refugallos agroforestais.

Pódense cultivar dun xeito natural, libres de fertilizantes e fumegantes.

A demanda no mercado destes produtos presenta uns incrementos notables, non só en quilos senón tamén en novas especies.

En fresco presentan un período de comercialización curto/medio, sen embargo se poden conservar en distintos métodos, mellorando a aceptación no mercado nalgúns deles; tal é o caso dos cogomelos secos.

Con relación ós seus aspectos nutritivos son de fácil digestión, cun alto contido de vitaminas e minerais e non conteñen colesterol.

Aínda que o cultivo en Galicia de cogomelos segue a presentar dependencia doutras rexións españolas no referente a algunas especies, presenta fortalezas derivadas fundamentalmente das súas condicións climáticas e da abundancia de refugallos agroforestais para o cultivo idóneo dalgunhas especies xunto coa cada día maior formación dos técnicos galegos para desenvolver novos proxectos.



A transformación e a comercialización dos produtos é un aspecto fundamental no desenvolvemento integral dos cultivos.

---

### Bibliografía

Chang, S.T. (1993). Mushroom biology: the impact on mushroom production and mushroom products. En: S.T. Chang et al. (eds.), *Mushroom biology and mushroom products*. The Chinese Univ. of Hong Kong.

- López García, E.; Fernández de Ana Magán, F.J. & Rodríguez, A (1994). Primeiros resultados do cultivo do *Rhodopaxillus nudum* en resíduos de orixe vexetal. IV Congreso Galaico Luso de Macromicoloxía. A Coruña.
- Fernández de Ana Magán, F.J. & Rodríguez, A (1988). Ensaios con *Pleurotus ostreatus*: incidencia dos sacos de polietileno e a súa cor na productividade. II Congreso de Macromicoloxía Galaico-Lusa. Vilagarcia de Arousa.
- Fernández de Ana Magán & Rodríguez, A. (2000). Os cogomelos nos ecosistemas forestais galegos. Edicións Xerais.
- Ferri, F. (1.985). I Fungí: micologia, isolamento, cultivazione. Ed. Edagricole, Bologna.
- Rodríguez, A & Fernández de Ana Magán, F.J. (1988). O cultivo da seta de cardo (*Pleurotus eryngii*) no Toxo (*Ulex* sp.). II Congreso de Macromicoloxía Galaico-Lusa. Vilagarcia de Arousa.
- Rodríguez, A; Fernández de Ana Magán, F.J. & Vazquez Collazo, S. (1994). O cultivo do *Agrocybe aegerita* sobre residuos agroforestais en Galicia. IV Congreso Galaico Luso de Macromicoloxía. A Coruña.

## Relatorio

Francisco J. Fernández de Ana-Magán

# Tres importantes macromicetes xilófagos patóxenos das especies forestais en Galicia

Recibido: 6 Abril 2006 / Aceptado: 8 Novembro 2006  
© IBADER- Universidade de Santiago de Compostela 2006

**Resumo** Describense tres fungos xilófagos superiores que actúan como importantes agentes patóxenos nas masas forestais galegas; a parte máis nova do traballo está na descripción dos danos causados e na relación causal entre a presenza destes ataques nas diferentes masas de *Pinus pinaster* e as actividades silvícolas desenvoltas polo home no manexo das mesmas ó longo da súa quenda.

**Palabras Clave** Fungos patóxenos · *Armillaria ostoyae* · *Heterobasidion annosum* · *Phellinus pini*

**Summary** Three different xilófagos superior fungi that grow as important pathogen agents in Galician forest stands are described; the more noticeable part of this paper is in the description of causal relation between damages caused in different *Pinus pinaster* stands and the silvicultural activities developed by man in the stand period rotation.

**Key Words** Pathogen fungi · *Armillaria ostoyae* · *Heterobasidion annosum* · *Phellinus pini*

## Limiáriar

O papel que os fungos xilófagos desenvolven na natureza pode ser diverso dependendo das súas capacidades de ataque e destrucción da madeira; cando estas capacidades lle permiten parasitar ás árbores vivas, podemos dicir que estamos diante dun axente patóxeno e este pode ser primario ou secundario dependendo da súa virulencia.

No Centro de Investigacións Forestais de Lourizán (CIFAL) vimos traballando dende hai dez anos en tres destes axentes fúnxicos patóxenos pola importancia dos danos

económicos que causan no sector forestal galego; os tres fungos son Basidiomicetos que producen carpóforos de tamaño grande con maior ou menor persistencia.

O primeiro deles, *Armillaria ostoyae*, causa os seus efectos destructores nas novas plantacións de coníferas, producindo danos importantes no xénero *Pinus*.

No caso do *Heterobasidion annosum* presenta os seus ataques en planta adulta de piñeiro bravo (*Pinus pinaster*) detectando aquelas razas ou orixes deste piñeiro que non son os axeitados para a estación forestal onde medran.

O terceiro caso, *Phellinus pini*, trátase dun vello coñecido dos madeireiros galegos o que denominan "a cuncha", sendo un bo indicador do estado sanitario da madeira do piñeiro no que se presentan estos carpóforos.

## *Armillaria ostoyae* (Romagn.) Henrink

As forestacións feitas con piñeiro ó abeiro do programa de reforestación de terras agrarias, pódese considerar en boa medida un fracaso polos resultados obtidos nos primeiros cinco anos de vida da planta; unha maior parte deste fracaso pódese culpar aos danos producidos polo ataque de *Armillaria ostoyae* (Romang.)Henrink É este patóxeno unha das vintecinco especies de *Armillaria* que se espallan polo mundo e das que seis delas (*A. ostoyae*, *A. borealis*, *A. lutea*, *A. cepistipes*, *A. ectypa*, *A. tabescens*) a máis da *A. mellea*, son abondosas en Europa onde presentan a distribución da figura 1 segundo Guillaumin.

Esta especie caracterízase pola producción de cogomelos agrupados dende un mesmo punto, moi vistosos pola súa cor e pola abundancia dos mesmos. Os cogomelos, de sombreiro convexo nos primeiros tempos, presentan unha cutícula de cor acastañada con abondosas escamas piramidais de cor máis escura. No himenio as láminas son de cor de mel. O estipe ou pé presenta flóculos abondosos e persistentes, anel membranoso con escamas marxinias castaño escuro, na parte inferior un ensanchamento que lle da forma lixeiramente bulbosa. Outra das características

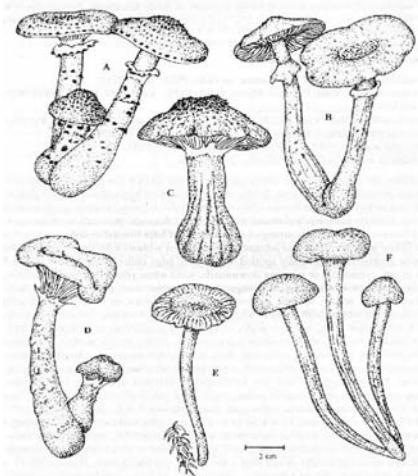


Figura 1

deste xénero é o de presentar rizomorfos moi potentes que xogan un papel moi importante no espallamento deste axente patóxeno (Foto 1).

Este fungo aproveita a materia morta leñosa para iniciar as súas colonias que viven nos primeiros momentos como saprófitos descomponendo a materia orgánica. Dende esas colonias lanzan seus rizomorfos que medran a razón de 1,5-2 m por ano e acadan as raíces de piñeiro que poden estar enfebreccidos por diferentes razóns de orixe climático ou de cultivo (Foto 2).

Dentro das primeiras están a seca e alta hidromorfía dos solos, e dentro das segundas podemos subliñar as deformacións radicais da planta procedente de cultivo en viveiro ou mesmo o soterrado de grandes cantidades de materia vexetal de orixe leñoso no momento de preparación do terreo para plantar (Solla, A. at all 1999)

Nos traballos do CIFAL anaizamos o fenómeno da morte de piñeiro de tres a cinco anos de idade causado por este patóxeno, e no setenta por cento dos casos a presenza da *Armillaria* estaba ligada ás deformacións dos sistemas radicais producidos polos contedores en viveiro; nestas deformacións, Figura. 2, as raíces laterais aforcan á raíz principal e impiden o paso da savia elaborada o que causa o enfeblecemento do sistema radical; enfeblecemento que aproveita o fungo para penetrar pola raíz e colonizar o floema do couce da planta pódese observar unha tea de cor branco aterciopelada que é o micelio do fungo (Foto 3).

A planta que presentaba un bo medrio ata ese momento muda de cor e morre en pouco tempo. Polo medrio das colonias deste patóxeno é normal que as plantas afectadas espállense en forma de coroa.

A sintomatoloxía desta doença é ben doada de coñecer xa que as plantas afectadas presentan unha forte clorose foliar que remata nunha cor palla dourada uniforme por toda a planta (Foto 4). As agullas secas mantéñense na planta por un tempo bastante longo e logo caen en poucos días. Baixo a casca do couce da planta pódese observar unha tea de cor branco aterciopelada que é o micelio do fungo (Foto 3).

Os sistemas de loita contra este patóxeno son complexos e os que mellor resultado dan son os preventivos ou culturais, de xeito que a planta vexete ben na estación forestal onde se instala, e non teña atrancos que a fagan sensible a este fungo. Dentro disto está a preparación do lugar e a selección dunha planta cun bo sistema radical.



Figura 2

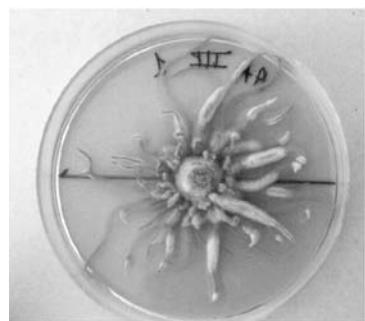


Foto 1



Foto 2



Foto 3



Foto 4

Na loita química dispone dalgúns produtos de alto custo e efectividade reducida como para podelos empregar nos sistemas forestais.

Dentro da loita biolóxica empréganse fungos antagonistas da *Armillaria* como son os do xénero *Trichoderma* (*T. viride*, *T. harzianum*) que son quen de destruír as células dos rizomorfos deste patóxeno polo seu micoparasitismo.

#### ***Heterobasidion annosum* (Fr.)**

Este patóxeno coñecido dende hai longo tempo polos danos causados nas matas de coníferas europeas e americanas, adquire notoriedade en Galicia por atacar o piñeiro bravo (*Pinus pinaster*) en determinadas condicións do establecemento das plantacións desta especie.

*Heterobasidion annosum* é un fungo patóxeno causante dunha podremia branca en raíz e cerne dun gran número de especies arbóreas e algunas arbustivas, que está amplamente espallado por todo o hemisferio norte. O ataque deste patóxeno é moi coñecido e está identificado nunhas 100 especies arbóreas de anxiospermas e noutras 126 ximnospermas (entre elas distintas especies de *Abies*, *Juniperus*, *Larix*, *Picea*, *Pinus*, *Pseudotsuga* e *Tsuga*) nas que causa os maiores danos (Scharp.1997). Os síntomas que produce esta doença na planta afectada non son de diagnóstico doadio, con excepción da podremia branca do cerne cando o mal xa está moi avanzado. Coñécense dúas formas específicas para este patóxeno: o tipo-p e o tipo-s. O tipo-p ataca principalmente aos piñeiros, cedros e caducifolias de madeira dura. O tipo-s ataca *Pseudotsuga* e outras coníferas.

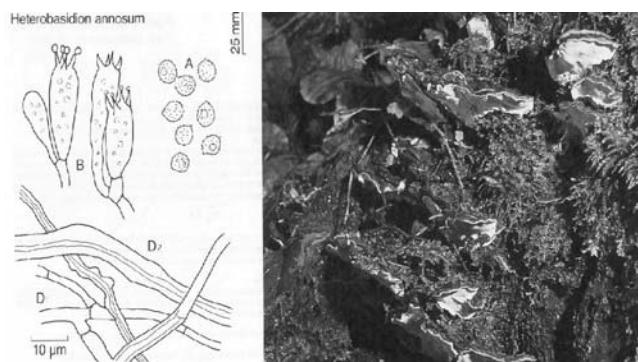


Foto 4

Este fungo forma un carpóforo (cogomelo) de tamaño mediano que fructifica normalmente ao pé das árbores atacadas ou nas raíces da mesma en covas realizados polos roedores que pasan o inverno acochados nas proximidades do pé da planta. Este carpóforo non é frecuente observalo, cando a planta aínda está viva, sobre o tronco da árbore en pé pero si se atopa doadamente no sistema radical cando a árbore afectada é derrubada polo vento arrastrando un grande cepellón, é entonces cando se pode localizar sobre as raíces ou ao pé do tronco mesmo. Este carpóforo cando é xove é de cor branca intensa e ao madurar adquiere forma de cuncha de ostra aplanada coa parte externa do sombreiro de cor castaña escura. (Foto 5)

A entrada do patóxeno na planta iníciase coa xermolación das esporas sobre os tocos acabados de cortar. Unha vez colonizado ese toco, o micelio abrançazado avanza polos sistemas radicais a razón de 40 a 70 cm por ano ata entrar en contacto con outras raíces de planta viva ás que infecta e coloniza. Penetra no cerne da nova planta causando nel a podremia branca xa mencionada e a morte do piñeiro cando o fungo consegue destruír parte do sistema radical e anudar a zona basal do mesmo.

A planta afectada presenta unha podremia radical sendo nas raíces pivotantes onde se detecta con maior intensidade esta destrucción. Na sección transversal da base do couce a madeira presenta unha mancha castaño-avermellada con beiras estreladas (Foto 6) que ocupa principalmente a parte central do cerne (corazón vermello). Esta madeira fica afectada na súa estrutura e perde resistencia. As árbores infectadas espállanse nunha área circular arredor do punto inicial de infección.

Este patóxeno soe atacar máis a poboamentos instalados en terreos cun pH alto, escaseza de materia orgánica e con pouca cobertura de herba, pero no noroeste da Península Ibérica constatouse a súa presenza en terreos onde o pH non supera 4, a materia orgánica é abondosa e con moita herba e mato.

Onde se presenta a enfermidade é habitual a caída dos piñeiros afectados cando a presión de fortes ventos fan ceder as raíces danadas (Foto 7). En 1997 nunha superficie de 1,5 ha puidérонse contar 24 piñeiros derrubados polo vento, nos que se confirmou a presenza deste patóxeno no 87,5% deles. Cando esta mortandade se produce fórmanse espazos ocos no interior das matas e o vento forte penetra neles producindo o efecto de remuío, causando a rachadura de copas doutros piñeiros do arredor que inicialmente non estaban afectados polo fungo, co que se incrementa de forma importante a perda inicial de pés afectados.

Aínda que se sabe da presenza deste fungo dende hai tempo, os seus danos en Galicia aínda son pouco coñecidos. Detectouse por primeira vez en Allariz (Ourense) en 1985 e ao ano seguinte en Portugal, na rexión de Miño. Na actualidade detectouse en varias localidades de Galicia atacando a *Pinus pinaster*, *Pinus radiata* e *Pseudotsuga menziesii*, pero é no piñeiro bravo onde os danos son más importantes pola súa extensión e efecto sobre o desenvolvemento das matas e sobre o valor final da madeira. Nas outras especies coñécense casos concretos



Foto 6



Foto 7

de matas adultas onde o dano se detectou no momento da corte devaluando o valor previamente atribuído a esa madeira aparentemente san.

Observando a totalidade dos poboamentos afectados en Galicia, poderíase sospeitar que a presenza desta doença relaciónnase principalmente coa procedencia do piñeiro, con anomalías nos tratamentos silvícolas practicados ou coa calidade da estación onde están establecidas as matas afectadas.

Os danos atribuídos a esta doença noutros países son moi importantes. En Gran Bretaña este patóxeno chegou a destruír entre un 50 e un 75% dos piñeiro e un 80% das píceas. Nos EE UU as matas de piñeiro afectados teñen perdas de ata 31 m<sup>3</sup>/ha durante os 10 anos posteriores a ser rareados. En Francia a enfermidade ataca aos piñeiro das Landas e nos terreos calcáreos dos Vosgos chegan a infectar ao 92% dos pés das coníferas alí presentes.

A importancia dos ataques e a dificultade de diagnosticar preventivamente a enfermidade pola sintomatoloxía externa da planta, créalle ao silvicultor a incerteza de cortar a matarrasa ou de eliminar tan só as árbores atacadas por este fungo.

Para o tratamento desta doença véñense empregando varios métodos de combate, entre os que temos que subliñar os realizados mediante a aplicación de substancias químicas nos cepos das árbores acabadas de cortar; estes tratamentos incentivan a presenza de outros fungos saprófitos competitivos, ou directamente a aplicación de cultivos de fungos micófagos que destrúen o patóxeno na superficie do tocón infectado.

É importante para o xestor forestal saber da bioloxía deste patóxeno para evitar facer labores intermedias que poidan

facilitar a entrada do mesmo o través dos cañotos cortados e seu posterior espallamento polos sistemas radicais que perduran ó longo de varios anos e nos que vive o fungo.

### ***Phellinus pini* (Thore: Fr.)**

*Phellinus pini* Thore: Fr. (Syn. *Fomes pini* (Thore), *Trametes pini* (Thore) Fr.) é un fungo patóxeno que produce importantes danos na madeira do piñeiro bravo (*Pinus pinaster*) por manterse dos compoñentes da parede celular, degradando a lignina e reducindo a resistencia da madeira. (Tainter & Baker 1996) Atópase este fungo parasitando coníferas en pé a partires dunha certa idade. A primeira cita para Galicia desta especie é de Sobrado en 1911.

ste patóxeno presenta fructificacións de aspecto e consistencia leñosa, perennes, variables en forma, tamaño e textura, dependendo da especie hospedante e da estación forestal onde se atope. Estes carpóforos poden presentar formas de incrustacións planas anuais ou, más comunmente, formas perennes de pezuña ou repisa, más ou menos triangulares, cun tamaño que vai de 2 a 15 cm. de ancho.

O carpóforo de *Phellinus pini* (Fotos 8 e 9) presenta na súa cara superior unha cor pardo-cinzenta ou pardo-negruzca, con regos concéntricos de textura rugosa, aínda que adoita a ser aterciopelada e de cor algo más clara cara as beiras. Seu himenio, formado por poros, (Foto 10) é dunha cor pardo-ferruxinosa. Os poros van desde formas circulares a laberínticas ou daedaloídes, e seu tamaño tamén é moi variable dependendo da forma que presenten.

Pola forma dos seus carpóforos a este patóxeno coñécese en Galicia como "o mal da cuncha" e súa presenza nas árbores vivas é un síntoma da destrucción da madeira para serra ou outros mesteres de valor que tanto propietarios como madereiros coñecen perfectamente.

O fungo penetra na planta por unha pola rachada, unha poda mal feita ou por unha ferida; por estes lugares penetran as basidiosporas e neles saen posteriormente os carpóforos.

A podremia causada por este patóxeno iníciase no punto de entrada do mesmo e avanza cara o cerne onde xa fica confinada a súa actuación. O avance do patóxeno realizase polos aneis anuais adquirindo formas concéntricas.

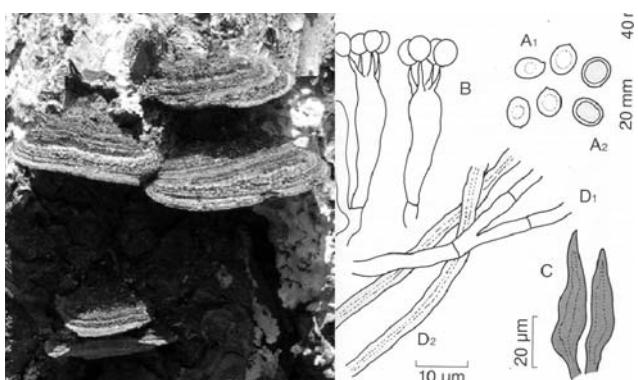


Foto 8



Foto 9



Foto 10



Foto 11

Nas etapas iniciais do ataque, a madeira infectada presenta unha cor rosácea ou roxiza na parte central do duramen (Foto 11). En estados avanzados preséntanse bolsas brancas en forma de fuso, intensamente marcadas, que conteñen febras brancas e en ocasións poden conter resina.

A densidade da madeira atacada varía, facéndose máis lixeira e febrenta; nesta madeira preséntanse unhas liñas negras irregulares que se observan nun corte lonxitudinal ou rompendo a superficie da mesma. Ademais, as características físico-mecánicas vense mermadas, chegando a observarse perdas moi importantes na resistencia á flexión na madeira seriamente afectada polo ataque deste fungo. Por estas razóns prodúcense perdas económicas importantes no aproveitamento das madeiras das plantas afectadas.

O tipo de podremia que causa este axente patóxeno é coñecida como pudrición branca debido ó carácter selectivo que presenta este pola destrucción da lignina, deixando praticamente inalterada a celulosa. A madeira que presenta esta coloración coñécese como madeira salgada.

Os indicadores externos más fiables da podremia, nas árbores en pé, son os carpóforos (Foto 12), pero tamén nos podemos atopar con rebentóns ou engrosamentos ó longo do fuste (Foto 13), ou abundosa resinación, que debe facer sospeitar dun posible ataque.

Dos traballos feitos no CIFAL (Fernández Estévez et al 1999) pódense deducir as seguintes conclusións:

- O ataque de *Phellinus pini* preséntase con maior incidencia en *Pinus pinaster* das clases diamétricas altas, sendo a presenza do ataque segura cando a árbore acada ós 60 cm. de diámetro.

- Nesta especie as dúas primeiras toradas da árbore presentan unha maior incidencia do patóxeno, e dado que estas conteñen do 70 ó 80 % do valor total da madeira, a incidencia desta patoloxía é moi importante.

- O valor económico da madeira obtida en xiros superiores ós 40 anos, vese claramente diminuído, xa que os destinos de chapa e desenrollo, mellor gratificados economicamente (de 64 a 108 €/m<sup>3</sup>) non admiten este tipo de dano; si a podremia está moi avanzada, tamén se desestima o seu uso como madeira de serra (64 €/m<sup>3</sup> aproximadamente) polo que a súa utilidade redúcese a madeira de encofrado ou astela. A partires dos datos obtidos, estimamos que a incidencia deste dano supera o 20% do valor total da madeira de serra.

- Como non se coñecen tratamentos curativos para este tipo de ataque, débense realizar unha serie de actuacións de carácter preventivo, eliminando os pés afectados, rexovenecendo a mata tirando fora os pés dominados e vellos, rebaixando deste xeito os posibles focos de infección.

- Por todas as razóns xa mencionadas, sería axeitado revisar a conveniencia de xiros longos que veñen sendo aplicados tradicionalmente polos propietarios forestais particulares e levar estes xiros a non máis dos 45-50 anos de vida antes de que o patóxeno produza danos importantes na madeira e perda calidade



Foto 12

---

## Bibliografía

- Fernández de Ana-Magán, F J & Blanco Dios, J B. 2003. A *Armillaria*, un grave problema das plantacións de piñeiro en Galicia. Rev O Monte. Santiago de Compostela.
- Fernández de Ana-Magán, F J. 2005. A incidencia de *Heterobasidion annosum* en poboamentos de *Pinus pinaster* no noroeste da Península Ibérica. Rev O Monte. Santiago de Compostela.
- Fernández Estevez, B.; Blanco Dios, J B.& Fernández de Ana-Magán, FJ. 1999. A cuncha do piñeiro (*Phellinus pini* (Fr.) A. Ames ), un patóxeno destructor da madeira de *Pinus pinaster* Aiton.
- Lanier, I ; Joly, P.; Bondoux, P & Bellemere, A. 1976. Mycologie et Pathologie Forestieres II. Pathologie Forestiere. Paris
- Scharp, Robert . 1993 . Diseases of Pacific Coast Conifers . USDA. Washington
- Solla, A. ; Zas, R.; Fernández de Ana-Magán, F J & Rodriguez Fernández ,R. 1999. Incorrect soil managment leads to *Armillaria ostyae* infection in a *Pinus pinaster* orchard. International Symposium os Managing Fprest Soils for Sustenaible Productivity.
- Tainter, F.H & Baker. F.A. 1996. Principles of Forest Pathologie. John Wiley & Sons. New York.

## Relatorio

Francisco J. Fernández de Ana-Magán · A. Castro-Batán

# Inventariación micológica no LIC Sobreirais do río Arnego (Agolada, Pontevedra)

Recibido: 6 Abril 2006 / Aceptado: 8 Novembro 2006  
© IBADER- Universidade de Santiago de Compostela 2006

**Resumo** Os Sobreirais do Arnego é un espazo natural, no que se fixo este traballo de descripción e inventariación micológica. Faise unha descripción e valoración das micorizas que aparecen nas árbores seleccionadas. O inventario micológico aporta a diversidade de cogomelos, salientando a presenza dunha gran variedade de especies, algunas interesantes pola súa asociación a ecosistemas mediterráneos e outras polo seu aporte gastronómico.

**Palabras clave** Cogomelo · micorizas · Galicia.

**Summary** Sobreirais do Arnego, a cork oak woodland is a natural environment area, where this mycological description an inventory was made.

The evaluation and description of mycorrhizas found in selected trees is reported. Mycological inventory give de mushrooms diversity found. The presence of a great variety of species stands out, some of which are very interesting because of their relation whit Mediterranean ecosystems and others for the gastronomic contribution.

Key words: Mycorrhizas · mushrooms · Galicia.

## Limiár

O espazo natural dos Sobreirais do río Arnego está formado por un conxunto de matas de sobreira (*Quercus suber* L.) que se atopan espalladas ó longo deste río, afluente do Ulla e que percorre os concellos de Lalín, Agolada e Vila de Cruces, na provincia de Pontevedra. A localización destes

poboamentos é un bo reflexo do espallamento xeral do *Quercus suber* en Galicia, vencellado principalmente, os vales das concas dos ríos Miño, Sil e Ulla, zonas onde se presentan unhas condicións climáticas más axeitadas para o desenrollo desta especie. Aínda así son bosques que están lonxe dos núcleos principais da súa área de distribución actual na península, feito que converte a estas matas en ecosistemas más fráxiles, adquirindo así unha maior importancia a súa conservación.

Dentro deste espazo natural a maior densidade de sobreiras atópase no concello de Agolada, alí forman matas mesturadas principalmente cos piñeiro (*Pinus pinaster* Ait. e *Pinus radiata* D. Don) e os carballos (*Quercus robur* L. e *Quercus pyrenaica* Willd.) a máis dalgún castiñeiro (*Castanea sativa* Miller) ocupando as partes más secas, mentres que na beira do río aparecen o freixo (*Fraxinus excelsior* L.), ameneiro (*Alnus glutinosa* Gaertn.), sanguíño (*Frangula alnus* Mill.), abelaira (*Corylus avellana* L.), espiño (*Crataegus monogyna* Jacq.), salgueiro (*Salix atrocinerea* Brot.) entre outros. No sotobosque do sobreiral atopamos carpazas, uces, toxos, fentos e silveiras, que sinalan en moitos casos unha degradación destas matas, motivada posiblemente polo lume e o manexo humano; a máis deste mato tamén aparecen elementos como a abrótega (*Asphodelus* sp.) o trovisco (*Daphne gnidium* L.) o érbedo



(*Arbutus unedo* L.) ou a xilbarda (*Rusco aculeatus* L.), más propios dos sobreirais e que suxiren a riqueza florística destes bosques nas súas etapas iniciais.

O solo xoga un importante papel para manter un bo equilibrio nos sobreirais en ecosistemas fráxiles como o que nos ocupa (Vieira Natividade, 1950); neste medio as micorizas están consideradas, elementos esenciais para a súa estabilización, conservación e productividade. Este tipo de asociación facilitalle ó fungo a obtención de hidratos de carbono, que emprega no desenrollo do seu micelio, e nalgúns especies na formación de cogomelos. No caso da planta favorécese a captación de nutrientes minerais, a capacidade de retención de auga, mellórase a estrutura do solo circundante e o fungo establece nas raíces unha protección contra o ataque de axentes patóxenos, aumentando a resistencia da planta ás enfermidades.

Un tipo de micorizas que se presenta abondo nas especies de interese forestal son as ectomicorizas que son asociacións nas cales o micelio do fungo rodea a raíz e penetra nos espacios intercelulares da mesma formando a rede de Harting. No caso da sobreira sábese que forma ectomicorizas con varias especies de fungos, e áinda que resulta complicado facer un estudio sobre a ecoloxía e diversidade das mesmas en condicións naturais o seu coñecemento sería fundamental para establecer unha relación entre o fungo, a planta e o estado de conservación da mesma.

Dentro dos traballos que se están desenvolvendo sobre esta temática en Portugal ou Extremadura, coa finalidade de establecer esta relación, chégase a conclusións tales como que hai unha grande diversidade de fungos que forman ectomicorizas coa sobreira, moitos deles neste momento só están descritos pero non identificados taxonomicamente. Estes traballos parecen indicar que hai unha relación entre o tipo de micorizza, o estado sanitario da planta e a forma de manexo do sobreiral, pero sobre esto áinda non se chegou a unhas conclusións definitivas.

Noso obxectivo nesta parte do estudo sobre a ecoloxía destes sobreirais é a descripción do tipo e a frecuencia da presenza das ectomicorizas que aparecen nas árbores seleccionadas e a súa relación coas condicións sanitarias das mesmas despois do paso do lume.



Dado que os fungos micorrícicos forman carpóforos que poden estar soterrados ou o exterior, tamén se fai un inventario micolóxico nestes sobreirais coa finalidade de caracterizar a diversidade de cogomelos deste ecosistema o que nos informa da diversidade micolóxica a máis de aportar uns dados importantes para a confirmación da presenza micorrícica.

Con este fin, o longo do outono lévase a cabo un inventario micolóxico nun predio escollido dentro deste espazo natural que ocupa unhas 24.4 Has. Para eso faise unha zonificación da finca en distintas partes en función da densidade de cuberta arbórea, que está determinado en boa medida polo estado forestal da sobreira (*Quercus suber* L.) dentro da mesma e condicionada por factores tales como a acción do lume, o estado sanitario ou a introdución doutras especies que compiten con ela.

Con estas consideracións aparecen catro zonas claramente diferenciadas: Unha onde a sobreira é dominante, outra onde aparece mesturada cunha repobocación de piñeiro do país (*Pinus pinaster* Ait.), e outras dúas zonas nas que a sobreira aparece mesturada en maior ou menor medida con outras especies, nunha delas co piñeiro de Monterrey (*Pinus radiata* D. Don) e noutra formando parte dunha carballeira xunto co carballo (*Quercus robur* L.) e o rebolo (*Quercus pyrenaica* Willd.). Dentro de cada unha destas zonas márcanse uns itinerarios que se percorren semanalmente e nos que se recolle un exemplar de cogomelo de cada unha das especies que aparecen. Estes exemplares lévanse ó laboratorio para a súa determinación.

Por outra banda selecciónanse catro sobreiras en dúas zonas distintas deste predio e preto de cada unha das extráense catro mostras de solo, unha en cada orientación, de dimensións 20x20x20 cm<sup>3</sup>. As árbores escóllense en función do seu estado sanitario atendendo a factores como a defoliación, feridas de lume, feridas de descortizamento, cancros, carbón nas ramas e presenza de culebrilla (*Coraebus undatus* Fabricius) de tal xeito que os síntomas que presentan nas distintas zonas son:

**ZONA1:** as sobreiras teñen unha CAP=90cm, atópanse descortizadas por primeira vez as dúas, pero sen presentar feridas por esta causa, o grao de defoliación é baixo (0-25%), foron afectadas lixeiramente polo lume xa que se aprecia a pasada deste na cortiza da base do tronco pero non aparece ningún outro indicio que faga pensar que foron danadas de xeito importante por este factor agás dun pequeno cancro na base do tronco.

**ZONA 2:** unha das sobreiras ten unha CAP=240cm e a outra é de 70cm, as dúas descortizadas, a primeira en varias ocasións e a segunda por primeira vez fai 5 anos. Presentan feridas de descortizamento e de lume (o xilema está visible en varias zonas do tronco). A primeira ten un grao de defoliación elevado (75-100%), parte dela está seca, ten carbón nas polas e fungos de pudrición ó longo do tronco. A segunda ten un grao de defoliación medio (25-50%), zonas mortas na casca e cancro.

Unha vez recollidas as mostras de terra lévanse ó laboratorio, alí hai que extraer de cada unha delas as raíces terminais de sobreira que se atopen; para eso sepárase a

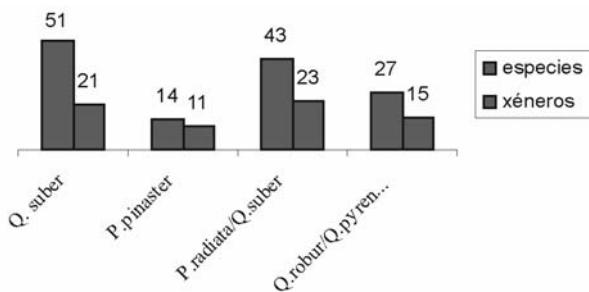
terra con coidado de non desfacer os agrupamentos da mesma que se forman arredor das raíces micorrizadas. Unha vez extraídas as raíces lávanse e compróbase que realmente son de sobreira xa que ó traballar con elas por primeira vez descoñécese cal é a súa morfoloxía. Para eso empreñamos como testemuña a raíz dunha planta xoven procedente do gromo dunha landra que serve como patrón para ir comparando baixo a lupa co resto das raíces.

Analizadas tódalas raíces atopadas en cada mostra diferéncianse cinco tipos de estruturas micorrícicas, das que soamente se identifica unha xa que para identificar o resto necesitase emplegar técnicas mais complexas de análise mediante PCR e, ainda así, moitas veces non é posible chegar a unha identificación completa. Como iso non é o obxectivo deste estudo o que se fai é unha descripción de cada un dos tipos en función da súa morfoloxía externa, a cor e a superficie do manto segundo a metodoloxía (Agerer-R, 1991).

Unha vez diferenciados os tipos de micorrizas tentase establecer a súa frecuencia de aparición en cada mostra; para eso contabilizase o número de raíces nas que aparece cada un destes tipos no total das analizadas.

## Resultados

En total, determináronse 65 especies de cogomelos e no seguinte gráfico representase o nº de especies identificadas dentro de cada zona xunto co nº de xéneros nos que se atopan incluídas.



Tal e como se reflexa no gráfico o maior número de especies aparece nas zonas onde está presente a sobreira. Do total de xéneros os que teñen maior representación, tendo en conta o número de especies determinadas, son os xéneros *Russula*, *Amanita*, *Boletus* e *Xerocomus*.

No total de especies recollidas aparecen algunas interesantes dende o punto de vista da súa asociación a ecosistemas mediterráneos de sobreiras e aciñeiras como poden ser: *Lactarius cistophilus* Bon & Trimbach, *Lactarius rugatus* Kühner & Romang, *Boletus aereus* Bull. ex Fr ou incluso *Boletus aestivus* Paulet:Fr.

Tamén teñen un carácter máis termófilo algunha das amanitas que apareceron como *Amanita citrina*, aínda que neste caso non encontramos *Amanita caesarea* Scop.ex Fr. Quélet, unha das mais ligadas á sobreira, *Russula aurea* With. ex Fr. ou tamén *Russula foetens* Pers. ex Fr., esta última moi común nos bosques mediterráneos.



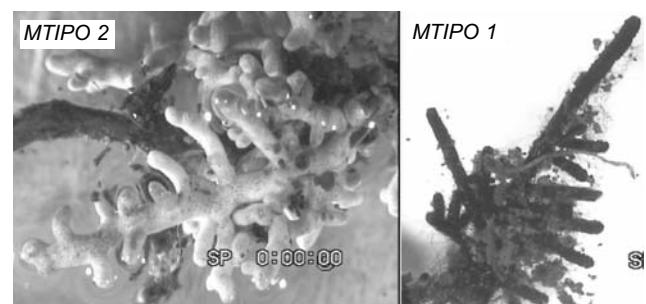
Dentro da grande diversidade de cogomelos determinados é interesante salientar a presenza de varias especies de interese comestible como *Lactarius deliciosus* L.ex Fr. S.F.Gray, *Cantharellus cibarius* Fries, *Macrolepiota procera* Scop. ex Fr., *Boletus erythropus* Fries, *Boletus edulis* Schaeff. ex Fr....etc, de tal xeito que a produción destes fungos pode considerarse unha posibilidade dentro do aproveitamento futuro do sobreiral.

A porcentaxe de raíces micorrizadas atopadas foi dun 92.1% fronte ó 7.9% delas que non o estaban, diferenciándose os seguintes morfotipos:

### Morfotipos de micorrizas:

**MTIPO 1:** micorriza raramente ramificada, de cor negra brillante e con abondosas hifas que sobresaen do manto. Observase que se dispón de modo illado nas puntiñas das raíces sen formar agrupamentos en ningún caso. En xeral atópase moi distribuída pero en pouca cantidade. Esta micorriza é facilmente identificable como *Cenococcum geophilum* Fr, xa que se trata dunha micorriza que aparece frecuentemente e moi característica sobre todo pola súa cor.

**MTIPO 2:** micorriza ramificada pinnada de cor branco e co manto liso do que a penas sobresaen hifas. Pode aparecer de modo illado ou mesturada con terra en pequenos agrupamentos ó longo da raíz. É a única micorriza que aparece nas dúas plantas pequenas.



**MTIPO 3:** micorriza tipo piramidal co manto liso dunha cor branca brillante. Aparece sempre en agrupamentos con terra e en pouca cantidade.

**MTIPO 4:** micorriza tipo monopódica pinnada co manto fibroso dunha cor marrón. Soe aparecer en agrupamentos, e xunto co *Cenoccocum geophilum* Fr, é a que se presenta con maior frecuencia.

**MTIPO 5:** micorriza tipo monopódica piramidal co manto granuloso dunha cor amarela brillante. Aparece en pequenos agrupamentos e moi raramente.

O conxunto dos dados obtidos preséntanse no cadro seguinte:

MICORRIZA	% APARICIÓN	
	zona 1	zona 2
MTIPO 1	21,4	41,7
MTIPO 2	14,3	8,3
MTIPO 3	7,1	12,5
MTIPO 4	57,1	33,3
MTIPO 5	0,0	4,2

## Conclusións

Nas mostras analizadas neste sobreiral os dous tipos de micorrizas que se presentan con maior frecuencia son o morfotipo 1 e o morfotipo 4; a máis de que non hai unha grande cantidade de micorrizas, o feito é, que a cantidade das que apareceron é mais ben pequena.

Dos resultados obtidos polo de agora só se pode asegurar neste sobreiral o cumprimento dunha hipótese establecida para outros sobreirais, (*Tomas-A; Luz-J.P; Machado-H, 2000*), na que subliñan o feito de que as árbores que están en peores condicións sanitarias, presentan en maior frecuencia micorrizas, descritas como "pretas", fronte ás árbores sas, que presentan un tipo de micorrizas que eles definen como "castanhos". A explicación que dan é que as primeiras protexen menos á árbore que as outras. Este pode ser o caso do *Cenoccocum geophilum* Fr (morfotipo 1) que é unha especie considerada "cosmopolita", que está adaptada a vivir en condicións extremas. Deste xeito ainda

que estas plantas se atopen micorrizadas, as micorrizas que presentan non son, posiblemente, as mellores dende o punto de vista da protección da planta.

De tódolos xeitos para comprobar todas estas hipóteses é preciso facer un estudo más profundo do tema, xa que esta relación, entre o estado de conservación da sobreira e as estruturas micorrícicas que presenta, inclúe outros parámetros áinda non analizados como pode ser o efecto do decaemento fisiolóxico da árbore, causado polo descortizamento, sobre a micorrización, e que nesta especie deberían ser tidos en conta.

## Bibliografía

- Agerer-R. 1991. Colour atlas of ectomycorrhizae. Einhorn-Verlag. Munich.
- Azul-A.M; Freitas-H. 1999. Mycorrhizal fungi and their application to forestation programmes with cork oak (*Quercus suber*). Actas I Congreso hongos: Micorrización. Cáceres.
- Azul-A.M; Pinto Correia-T; Fonseca- A; Gonçalves-M-T.; Barrico-M.L.; Freitas-H. 2000. A importancia da biodiversidade do solo para a sustentabilidade do montado de sobreiro. Congreso mundial do sobreiro e da cortiça. Lisboa.
- Bernal Chacón-C.J. 1999. Guía de las plantas del alcornocal. Dpto. Recursos naturales renovables. Instituto C.M.C.Junta de Extremadura. Mérida.
- Bon-M. 1998. Guía de los hongos de Europa. Editorial Omega.
- Moreno-G; Garcia Manjón-J.L; Zugaza-A. 1986. La guía Incafo de los hongos de la Península Ibérica. Tomos I y II. Incafo S.A.
- Tomas-A; Luz-J.P; Machado-H. 2000. A declinio do sobreiro e micorrización. Congreso mundial do sobreiro e da cortiça. Lisboa.
- Vieira Natividade-J. 1950. Subericultura. MAPA. (traducción de edición portuguesa de 1950). Madrid. 1991.

# Recursos Rurais

Revista oficial do Instituto de Biodiversidade Agraria e Desenvolvimento Rural (IBADER)

## Normas para a presentación de orixinais

### Procedemento editorial

A Revista Recursos Rurais aceptará para a súa revisión artigos, revisións e notas vinculados á investigación e desenvolvemento tecnolóxico no ámbito da conservación e xestión da biodiversidade e do medio ambiente, dos sistemas de producción agrícola, gandeira, forestal e referidos á planificación do territorio, tendentes a propiciar o desenvolvemento sostible dos recursos naturais do espazo rural. Os artigos que non se axusten ás normas da revista, serán devoltoos aos seus autores.

### Preparación do manuscrito

#### Comentarios xerais

Os manuscritos non deben exceder de 20 páxinas impresas en tamaño A4, incluindo figuras, táboas, ilustracións e a lista de referencias. Todas as páxinas deberán ir numeradas, ainda que no texto non se incluirán referencias ao número de páxina. Os artigos poden presentarse nos seguintes idiomas: galego, castelán, portugués, francés ou inglés. Os orixinais deben prepararse nun procesador compatible con Microsoft Word®, a dobre espazo nunha cara e con 2,5 cm de marxe. Empregarase unha fonte tipográfica "arial" a tamaño 11 e non se incluirán tabulacións nin sangrías, tanto no texto como na lista de referencias bibliográficas. Os parágrafos non deben ir separados por espazos.

Os nomes de xéneros e especies deben escribirse en cursiva e non abreviados a primeira vez que se mencionen.

Posteriormente o epíteto xenérico poderá abreviarse a unha soa letra. Debe utilizarse o Sistema Internacional (SI) de unidades. Para o uso correcto dos símbolos e observacións más comúns pode consultarse a última edición do CBE (Council of Biology Editors) Style manual.

#### Páxina de Título

A páxina de título incluirá un título conciso e informativo, o nome(s) do autor(es), a afiliación(s) e a dirección(s) do autor(es), así como a dirección de correo electrónico, número de teléfono e de fax do autor co que se manterá a comunicación.

#### Resumo

Cada artigo debe estar precedido por un resumo que presente os principais resultados e as conclusiones más importantes, cunha extensión máxima de 200 palabras. Ademais do idioma orixinal no que se escriba o artigo, presentarase tamén un resumo en inglés.

#### Palabras clave

Deben incluirse ata 5 palabras clave situadas despois de cada resumo distintas das incluídas no título.

#### Organización do texto

A estructura do artigo debe axustarse na medida do posibel á seguinte distribución de apartados: Introducción, Material e métodos, Resultados e discusión, Agradecementos e Bibliografía. Os apartados irán resaltados en negrita e tamaño de letra 12. Se se necesita a inclusión de subapartados estes non estarán numerados e tipografiaranse en tamaño de letra 11.

#### Introducción

A introducción debe indicar o propósito da investigación e prover unha revisión curta da literatura pertinente.

#### Material e métodos

Este apartado debe ser breve, pero proporcionar suficiente información como para poder reproducir o traballo experimental ou entender a metodoloxía empregada no traballo.

#### Resultados e Discusión

Neste apartado expoñanse os resultados obtidos. Os datos deben presentarse tan claros e concisos como sexa posibel,

se é apropiado na forma de táboas ou de figuras, ainda que as táboas moi grandes deben evitarse. Os datos non deben repetirse en táboas e figuras. A discusión debe consistir na interpretación dos resultados e da súa significación en relación ao traballo doutros autores. Pode incluirse unha conclusión curta, no caso de que os resultados e a discusión o propicien.

#### Agradecementos

Deben ser tan breves como sexa posibel. Calquera concesión que requira o agradecemento debe ser mencionada. Os nomes de organizacións financiadoras deben escribirse de forma completa.

#### Bibliografía

A lista de referencias debe incluir únicamente os traballos que se citan no texto e que se publicaron ou que foron aceptados para a súa publicación. As comunicacións persoais deben mencionarse soamente no texto. No texto, as referencias deben citarse polo autor e o ano e enumerar en orde alfabética na lista de referencias bibliográficas.

#### Exemplos de citación no texto:

Descripcións similares danse noutros traballos (Fernández 2005a, b; Rodrigo et al. 1992).

Andrade (1949) indica como....

Segundo Mario & Tineli (1989) os factores principais están.... Moore et al. (1991) suxiren iso....

#### Exemplos de lista de referencias bibliográficas:

##### Artigo de revista:

Mahaney, W.M.M., Wardrop, D.H. & Brooks, P. (2005). Impacts of sedimentation and nitrogen enrichment on wetland plant community development. *Plant Ecology*, 175, 2: 227-243.

##### Capítulo nun libro:

Campbell, J.G. (1981). The use of Landsat MSS data for ecological mapping. En: Campbell J.G. (Ed.) *Matching Remote Sensing Technologies and Their Applications*. Remote Sensing Society. London.

Lowell, E.M. & Nelson, J. (2003). Structure and morphology of Grasses. En: R.F. Barnes et al. (Eds.). *Forages. An introduction to grassland agriculture*. Iowa State University Press. Vol. 1. 25-50

##### Libro completo:

Jensen, W (1996). *Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective*. Prentice-Hall, Inc. Saddle River, New Jersey.

##### Unha serie estándar:

Tutin, T.G. et al. (1964-80). *Flora Europaea*, Vol. 1 (1964); Vol. 2 (1968); Vol. 3 (1972); Vol. 4 (1976); Vol. 5 (1980). Cambridge University Press, Cambridge.

##### Obra institucional:

MAPYA (2000). *Anuario de estadística agraria*. Servicio de Publicaciones del MAPYA (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación), Madrid, España.

##### Documentos legais:

BOE (2004). Real Decreto 1310/2004, de 15 de enero, que modifica la Ley de aprovechamiento de residuos ganaderos. BOE (Boletín Oficial del Estado), nº 8, 15/1/04. Madrid, España.

##### Publicacións electrónicas:

Collins, D.C. (2005). *Scientific style and format*. Disponible en: <http://www.councilscience.org/publications.cfm> [5 xaneiro, 2005]

Os artigos que fosen aceptados para a súa publicación incluiranse na lista de referencias bibliográficas co nome da revista e o epíteto "en prensa" en lugar do ano de publicación.

#### Ilustracións e táboas

Todas as figuras (fotografías, gráficos ou diagramas) e as táboas deben citarse no texto, e cada unha deberá ir numerada consecutivamente. As figuráis e táboas deben incluirse ao final do artigo, cada unha nunha folia separada na que se indicará o número de táboa ou figura, para a súa identificación. Para o envío de figuráis en forma electrónica vêxa máis adiante.

Debuxos lineais. Por favor envíe impresións de boa calidade. As inscricións deben ser claramente leíbeis. O mínimo grosor de liña será de 0,2 mm en relación co tamaño final. Ilustracións en tons medios (escala de grises): Envíe por

favor as impresións ben contrastadas. A ampliación débese indicar por barras de escala. Non se publicarán figuráis en color.

#### Tamaño das figuras

As figuráis deben axustarse á anchura da columna (8.5 centímetros) ou ter 17.5 centímetros de ancho. A lonxitude máxima é 23 centímetros. Deseñe as súas ilustracións pensando no tamaño final, procurando non deixar grandes espazos en branco. Todas as táboas e figuráis deberán ir acompañadas dunha lenda. As lendas deben consistir en explicacións breves, suficientes para a comprensión das ilustracións por si mesmas. Nas mesmas incluirase unha explicación de cada unha das abreviaturas incluídas na figura ou táboa. As lendas débense incluir ao final do texto, tras as referencias bibliográficas e deben estar identificadas (ex: Táboa 1 Características...). Os mapas incluirán sempre o Norte, a latitude e a lonxitude.

#### Preparación do manuscrito para o seu envío

##### Texto

Grave o seu arquivo de texto nun formato compatíbel con Microsoft Word.

##### Táboas e Figuras

Cada táboa e figura gardarase nun arquivo distinto co número da táboa e/ou figura. Os formatos preferidos para os gráficos son: Para os vectores, formato EPS, exportados desde o programa de debuxo empregado (en todo caso, incluirán unha cabeceira da figura en formato TIFF) e para as ilustracións en tons de grises ou fotografías, formato TIFF, sen comprimir cunha resolución mínima de 300 ppp. En caso de enviar os gráficos nos seus arquivos orixinais (Excel, Corel Draw, Adobe Illustrator, etc.) estes acompañaranse das fontes utilizadas. O nome do arquivo da figura (un arquivo diferente por cada figura) incluirá o número da ilustración. En ningún caso se incluirá no arquivo da táboa ou figura a lenda, que debe figurar correctamente identificada ao final do texto. O material gráfico escaneado deberá alterse aos seguintes parámetros: Debuxos de liñas: o escaneado realizarase en liña ou mapa de bits (nunca escala de grises) cunha resolución mínima de 800 ppp e recomendada de entre 1200 e 1600 ppp. Figuras de medios tons e fotografías: escaneáranse en escala de grises cunha resolución mínima de 300 ppp e recomendada entre 600 e 1200 ppp.

#### Recepción do manuscrito

Os autores enviarán un orixinal e dúas copias do artigo completo ao comité editorial, xunto cunha copia dixital, acompañados dunha carta de presentación na que ademais dos datos do autor, figuren a súa dirección de correo electrónico e o seu número de fax, á seguinte dirección:

#### IBADER

Comité Editorial da revista Recursos Rurais  
Universidade de Santiago.  
Campus Universitario s/n  
E-27002 LUGO - Spain

Enviar o texto e cada unha das ilustracións en arquivos diferentes, nalgún dos seguintes soportes: CD-ROM ou DVD para Windows, que irán convenientemente rotulados indicando o seu contido. Os nomes dos arquivos non superarán os 8 caracteres e non incluirán acentos ou caracteres especiais. O arquivo de texto denominárase polo nome do autor.

Cos arquivos inclúa sempre información sobre o sistema operativo, o procesador de texto, así como sobre os programas de debuxo empregados nas figuráis.

Copyright: Unha vez aceptado o artigo para a publicación na revista, o autor(es) debe asinar o copyright correspondente.

Febreiro 2005

**Recursos Rurais**  
**Cursos e Monografías . número 3 . novembro 2006**

**Relatorios do Curso de Micoloxía**

Rigueiro Rodríguez, A.:  
**Cogomelos comestibles en Galicia 1**

Fernández Lorenzo, J.L.:  
**Introducción á macromicoloxía 13**

Alonso Díaz, J.:  
**Bioacumulación de metales pesados y otros contaminantes en macromicetos 19**

Romero Franco, R.:  
**Intoxicaciones por hongos en animais domésticos 29**

Castro, M. · Martins, F.X.:  
**Uso medicinal dos cogomelos 37**

Castro, M. · Martins, F.X.:  
**As intoxicacións por cogomelos, efectos nocivos e tratamiento 41**

Rodríguez Fernández, A.:  
**O cultivo de cogomelos en Galicia 45**

Fernández de Ana-Magán, F.J.:  
**Tres importantes macromicetes xilófagos patóxenos das especies forestais en Galicia 51**

Fernández de Ana-Magán, F.J. · Castro-Batán, A.:  
**Inventariación micológica no LIC Sobreira do río Arnego (Agolada, Pontevedra) 57**

