

# DOMESTICACIÓN de **COGOMELOS**

Pautas, parámetros,  
especies e lexislación



# DOMESTICACIÓN de **COGOMELOS**

Pautas, parámetros, especies e lexislación

**EDITA**

CONSELLERÍA DO MEDIO RURAL.  
AXENCIA GALEGA DA CALIDADE ALIMENTARIA

**COORDINACIÓN**

MYCOGALICIA PLANTAE S.L.

**REALIZACIÓN**

MYCOGALICIA PLANTAE S.L.

María Cabaleiro

Paula Caride

Marisa Castro

Andrés Cordeiro

Hugo Fernández-Ricón

**DESEÑO, MAQUETACIÓN**

CONFORMA FORESTAL S.L.

Wendy C. Rivera Oropeza

**ASESORAMENTO LINGÜÍSTICO**

Antonia Vega Prieto

**ARQUIVO FOTOGRÁFICO**

MYCOGALICIA PLANTAE S.L.

**DEPÓSITO LEGAL**

C 385-2023

Santiago de Compostela, 2023

<b>PRÓLOGO</b>	13
<b>BIOLOXÍA DOS FUNGOS MACROMICETOS</b>	
Introdución	15
Que son os fungos?	17
Taxonomía e clasificación dos fungos	18
Nomes dos fungos	20
Que é imprescindible saber sobre os nomes científicos?	21
Fungos macromicetos	21
Cogomelos	22
Reprodución dos fungos «basidiomicetos»	24
Nutrición dos fungos macromicetos	26
<b>NUTRICIÓN FÚNXICA E DOMESTICACIÓN</b>	29
<b>«DOMESTICACIÓN» DE FUNGOS SAPROTRÓFICOS AO LONGO DA HISTORIA</b>	33
<b>ESPECIES SAPROTRÓFICAS «DOMESTICABLES»</b>	39
Champiñón común ou champiñón de París <i>Agaricus bisporus</i>	40
Champiñón portobello ou champiñón pardo <i>Agaricus brunnescens</i>	42
Coprino barbudo ou maticandil <i>Coprinus comatus</i>	44
Cogomelo dos chopos <i>Cyclocybe aegerita</i>	46
Enoki, enokitake, agullas douradas, ou cogomelo de pé aveludado <i>Flammulina velutipes</i>	48
Shiitake ou cogomelo da vida ou da inmortalidade <i>Lentinula edodes</i>	50
Pé azul ou cogomelo borracho <i>Lepista nuda</i>	52
Cogomelo dos cardos <i>Pleurotus eryngii</i>	54
Cogomelo ostra ou cogomelo da palla <i>Pleurotus ostreatus</i>	56
Cogomelo ostra amarelo <i>Pleurotus citrinopileatus</i> Singer	58



Cogomelo ostra rosado <i>Pleurotus djamor</i>	60
Shimeji sensu lato <i>Hypsizygus tessellatus</i> <i>Hypsizygus ulmarius</i>	62
Estrofaría anelada ou meiga marrón <i>Stropharia rugosoannulata</i>	64
Tricoloma calzado ou tricoloma fragante <i>Tricholoma caligatum</i>	66
Cogomelo do arroz ou volvaria gris <i>Volvariella volvacea</i>	68
Reishi, pipa das raíces ou cogomelo da inmortalidade <i>Ganoderma lucidum</i>	70
Maitake ou galiña dos montes <i>Grifola frondosa</i>	72
Cola de pavo ou coriolo multicolor <i>Trametes versicolor</i>	74
Melena de león ou fungo cabeza de mono <i>Hericium erinaceus</i>	76
Orella de Xudas ou orella da madeira <i>Auricularia auricula-judae</i>	78
Pantorra, xirupato, cogomelo de Coresma ou colmeiña <i>Morchella esculenta</i>	80
Maza das eirugas <i>Ophiocordyceps sinensis</i>	82
<b>PARÁMETROS QUE CÓMPRE CONSIDERAR DURANTE O CULTIVO</b>	
Introdución	85
Temperatura	86
Humidade	87
Aireación	87
Iluminación	88
<b>ASEPSIA NO MATERIAL E LOCAL DE TRABALLO</b>	<b>91</b>





## FASES E MÉTODOS NA «DOMESTICACIÓN» DE COGOMELOS

Introdución	93
Fases da domesticación	94
Métodos de produción	104

## CONTAMINACIÓN POR PATÓXENOS E PRAGAS

Introdución	111
Virus	112
Bacterias, fermentos e balores	112
Dípteros, ácaros e nematodos	116
Outros perigos no exterior	119
E os cultivos feitos por formigas, que?	119

## CONTROL SANITARIO DO CULTIVO DOS COGOMELOS E COMERCIALIZACIÓN

121

## TÁBOA RESUMO DAS NECESIDADES BÁSICAS PARA A DOMESTICACIÓN DOS FUNGOS A NIVEL PRODUTIVO

124

## MICORRIZAS, QUE SON? RETO PARA A DOMESTICACIÓN

Introdución	129
Tipos de micorrizas	130
Beneficios das micorrizas	131
Técnicas de micorrización	132
O «boom» das plantas micorrizadas: dificultades no campo e mala praxe	134

## ESPECIES MICORRÍICAS COMERCIALIZABLES

137

Cesárea, cogomelo dos césaes ou ovo de rei <i>Amanita caesarea</i>	138
Gurumelo <i>Amanita ponderosa</i>	140
Hon Shimeji <i>Lyophyllum shimeji</i>	142
Netorra ou carboeira <i>Russula cyanoxantha</i>	144



Netorra verde ou cogomelo dos cregos <i>Russula virescens</i>	146
Níscaro, niscalo ou fungo da muña <i>Lactarius deliciosus</i>	148
Andoa, viriato ou cogomelo cabaza <i>Boletus edulis</i>	150
Cantarela ou rebozuelo <i>Cantharellus cibarius</i>	152
Lingua de vaca ou lingua de gato <i>Hydnum repandum</i>	154
Bomba de tinguir ou pata de cabalo <i>Pisolithus arhizus</i>	156
Bomba da terra <i>Scleroderma polyrhizum</i>	158
Trufa negra ou trufa de Périgord <i>Tuber melanosporum</i>	160

## MICORRIZAS E SECTOR FORESTAL 163

## NUTRACÉUTICA E GASTRONOMÍA NOS COGOMELOS

Introdución	167
Composición química e nutrición	167
Nutracéutica ou micoterapia?	169
Cociña dos cogomelos	169
Algunhas receitas de cociña para cogomelos cultivados	170
Rebozado de «cogomelo ostra»	171
Crema de «champiñóns portobello»	172
«Shiitake» con arroz	173
Flan de «champiñóns de París»	174

## NORMATIVA MICOALIMENTARIA 175

## BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA RECOMENDADA 177



# PRÓLOGO

Cando un sae ao campo para apañar cogomelos silvestres realmente parece máis un cazador que un apañador: vai nunha época determinada, ten moita importancia o azar para atopalos despois dunha boa camiñada, o seu consumo leva un risco asociado (especies tóxicas, contaminación...), comezan a existir coutos privados (intrusión na propiedade privada) e, en breve, haberá que ter permiso de apaña. Algún destes factores foi o que conduciu o ser humano, desde tempos inmemoriais, a intentar «domesticalos», é dicir, crialos na súa casa ou nas proximidades desta e non correr riscos ao consumilos.

Volvendo á caza e ao mundo animal. De todos é sabido que domesticar animais salvaxes non é doado porque teñen a súa propia personalidade e prefiren estar en liberdade. Algo semellante lles ocorre aos cogomelos silvestres, aínda que as razóns son outras.

No «mundo da macromicología», dos fungos que producen frutificacións visibles, somos terriblemente ignorantes e sabemos pouco do que fan e do que precisan os fungos no interior da terra ou da madeira para conseguir medrar, reproducirse e formar os cogomelos que aos micófagos tanto nos gustan.

A investigación e a biotecnoloxía evolucionaron moito no último medio século. Desde que se comezaron a producir industrialmente os «champiñóns» nos túneles abandonados de París ata as naves automatizadas que se empregan hoxe, os avances foron enormes. Mais é importante que as persoas non esquezan que continúa a ser posible «domesticar» cogomelos no interior da casa, no balcón, na horta... Tamén para elas nace este pequeno libro.

O lector ten na man unha recompilación, tanto bibliográfica coma das experiencias da empresa de base tecnolóxica (EBT) do Laboratorio de Micología da Uvigo, MycoGalicia Plantae, no cultivo de fungos produtores de cogomelos comestibles e de uso micoterapéutico ou nutracéutico, coas indicacións tanto para facelo industrialmente coma na propia casa.

Para comezar, como non hai que empezar a casa polo tellado, presentámosvos un capítulo sobre a bioloxía e os tipos de fungos, sempre cunha linguaxe fácil, sen esquecer o rigor. Cómpre lembrar que, para comprender calquera concepto, debemos coñecelo ben antes e saber darlle un nome a cada cousa. Das cousas que non teñen nome, o ser humano ten tendencia a esquecelas.

O rigor inténtase conservar ao longo de todo o libro. Por iso, antes de entrar no cultivo indícase como se alimentan os fungos e o que precisan para facelo. Se un criador non sabe que e como come o gando, como lle vai proporcionar o alimento adecuado?

Esta primeira parte complementábase cun pouco da historia sobre o cultivo dos fungos produtores de cogomelos, xa que historicamente non foi tan sinxelo como cultivar patacas ou sementar trigo. E como ademais os fungos necesitan ser acariñados para que respondan ao succulento manxar, fálase de «domesticación» de fungos.

Este é o motivo polo que, ademais de explicar as fases que se van desenvolver para levar a cabo un cultivo de cogomelos, se sinalan os problemas causados por microorganismos e pragas que poden impedir que chegue a bo termo a produción.

Faise especial fincapé nos cogomelos saprotróficos, os que se nutren de materia orgánica morta, porque son os de máis fácil domesticación e porque son os máis comúns nas producións industriais; pero iso non é motivo para deixar de explicar o que son e a importancia que teñen os fungos micorrícicos, que tantas especies comestibles dan e que tanto favorecen as plantacións forestais. E tamén dos que tantos datos imprecisos se deron ás persoas, o que levou a moita xente, por ignorancia dos procesos, a investir moitos cartos con escasos resultados económicos.

Por último, non se pode esquecer que se fala de alimentos, é dicir, substancias que poden causar graves danos na saúde pública, de aí que a lexislación autonómica, estatal e europea sexa abundante e rigorosa. Por iso, tamén aparece un capítulo no que se indican, de forma sinxela e abreviada, as leis que son necesarias (e convenientes) ter en consideración durante os procesos de produción industrial e doméstica dos cogomelos.

Nun tema tan amplo e no que a investigación biotecnolóxica avanza de maneira exponencial co tempo, a bibliografía é cada día máis numerosa e complexa. Como existe moita imprecisión e fraude na súa divulgación, especialmente na internet, considerouse necesario incluír un pequeno apartado con bibliografía recomendada e segura en relación ao cultivo, á comestibilidade e ao tratamento final que se lle debe dar aos cogomelos.

Desde MycoGalicia Plantae desexamos que este manual poida serlles de utilidade e que lles axude a producir e desfrutar do seu propio alimento micolóxico con todas as garantías de calidade e salubridade.

**Marisa Castro**

Doutora en Ciencias Biolóxicas, Micología  
Directora Científica de MycoGalicia Plantae

# BIOLOXÍA DOS FUNGOS MACROMICETOS

## Introdución

Botando unha ollada cara ao pasado, no século IV a. C. Aristóteles e o seu discípulo Teofrasto fixeron unha clasificación dos seres vivos e dividíronos en dous reinos: animais e vexetais, incluíndo neste último os fungos coma se de plantas «sen raíces, nin follas» se tratasen. Isto levou a que se creasen moitos mitos e se fixesen falsas deducións sobre a bioloxía e comportamento dos fungos, baseadas no coñecemento que se tiña dos vexetais, ata ben entrado o século XX.

A proposta de reinos dos gregos perdurou inamovible ata mediados do século XX, e viuse reforzada no século XVIII por unha importante figura do mundo da bioloxía, o naturalista sueco, pai da nomenclatura científica binomial, Carl von Linné (1741-1783). Este, para elaborar a súa clasificación dos organismos, creou tres reinos: mineral (seres inanimados), vexetal (seres vivos que non se moven) e animal (seres vivos que senten e se moven). E posto que aparentemente os fungos produtores de cogomelos non se moven, non é difícil adiviñar onde foron englobados dentro desa clasificación.

Posteriormente, co desenvolvemento da investigación microscópica, xenética e bioquímica, con toda a revolución que supuxeron para a investigación biolóxica en xeral, os reinos dos seres vivos sufriron múltiples cambios ao longo do tempo. Mais non é ata 1969 coa división en cinco reinos de Robert Whittaker (1920-1980), ecólogo vexetal estadounidense, e da súa discípula Lynn Margulis (1938-2011), que se popularizou a creación do reino Fungi, que separaba fungos e plantas, e lles outorgaba a aqueles un reino propio.



Esta clasificación non foi inamovible, así que na consensuada por un conxunto de 3000 taxónomos (investigadores especializados en clasificar seres vivos), que analizaron algo máis de 1,6 millóns de seres vivos, creouse outra máis recente en 2015 na que se definen sete reinos (figura 1).

Nesta os organismos procariotas (sen núcleo celular) distribúense nos reinos Archaea (bacterias que realizan a fotosíntese) e Eubacteria (verdadeiras bacterias), e os organismos eucariotas (con núcleo celular), nos cinco reinos restantes: Chromista (vexetais primitivos e pseudofungos), Protozoa (heterótrofos primitivos, incluíndo os fungos plasmodiais), Plantae (brións, fentos e plantas con sementes), Animalia (animais máis evolucionados) e Fungi (fungos verdadeiros).

Así, os fungos máis evolucionados (eumicetos) son considerados como un reino ben definido e diferenciado dos demais seres vivos, mentres que outros fungos máis primitivos presentan dous flaxelos (oomicetos) sitúanse próximos ás algas douradas, e os teñen estrutura mucilaxinosa (mixomicetos), aos protozoos.

Esta tardía separación nun reino independente fixo que, en moitos aspectos, os fungos fosen tratados como plantas ao longo da historia da humanidade. Por iso aínda é habitual empregar o termo «cultivo» e «floración» para os cogomelos, a pesar de que as súas características químicas e reprodutivas son máis semellantes aos animais. Por este motivo, nesta obra quérese introducir, en lugar de «cultivo», o termo «domesticación», e en lugar de «floración», o termo «brote».



Figura 1. Esquema cos sete reinos. Chromista, Animalia, Fungi, Plantae, Protozoa, Archaea e Eubacteria

## Que son os fungos?

Se os fungos non son plantas nin animais, se pertencen a un grupo de organismos diferente, cales son as características que os definen?

Trátanse de organismos eucariotas, que posúen un núcleo celular diferenciado por unha membrana, as súas células posúen unha parede celular semellante á dos vexetais, non obstante, esta parede está constituída de quitina, composición parecida á do exoesqueleto dalgúns insectos.

Son heterótrofos, é dicir, non poden fabricar por si mesmos materia orgánica para alimentarse como o fan os vexetais, non realizan a fotosíntese. Isto implica que precisan obter a materia orgánica dalgún sitio, por exemplo, descompoñendo organismos mortos ou os seus restos (saprotrofos ou saprófitos) ou a partir de organismos vivos (biotrofos). Neste último caso, poden ser capaces de convivir axudándose mutuamente (simbiose micorrízica e líquénica) ou causar problemas de saúde ao organismo hospedador (parasitos ou necrotrofos).

Como substancia de reserva almacenan glicóxeno, do mesmo xeito que os animais, e non amidón como as plantas. No seu proceso de nutrición segregan encimas (catalizadores químicos) ao medio, producindo a lise ou fragmentación da materia orgánica. Posto que non posúen un sistema dixestivo real, como o de moitos animais, absorben as substancias nutritivas a través da membrana celular, o que se coñece como dixestión externa.

Os fungos poden ser tanto unicelulares (fermentos ou lévedos) coma pluricelulares (balores e produtores de cogomelos), e presentan unha reprodución a través de esporas como certos vexetais. Mais neste caso, as esporas funcionan como gametos («esporas gaméticas») que teñen que fusionarse previamente para dar lugar ao fungo produtor de cogomelos.

Malia todas estas características xerais do reino Fungi, existen moitas diferenzas entre uns e outros organismos que o conforman. Os que se usan como comestibles son os que producen un corpo frutífero visible a simple vista (macromicetos ou macrofungos) e, entre estes, a «domesticación» conséguese mellor nos que a nutrición é máis facilmente controlable, como os saprotrofos.

## Taxonomía e clasificación dos fungos

Desde sempre o ser humano intentou clasificar os organismos que coñecía e, sobre todo, os que tiñan algunha utilidade; no entanto, foi ao desenvolverse novas técnicas de estudo cando as clasificacións se foron formulando como están agora.

Son moitas as especies coñecidas, ao redor de 100 000, e moitas máis que faltan por coñecer. Estímase que superan longamente os dous millóns, polo que é fundamental agrupalos (clasificalos) e pór unha certa orde á hora de estudalos. Tamén é importante non esquecer que a medida que a ciencia avance, seguirán cambiando as clasificacións dos organismos, porque non son estáticas, pero son un piar básico na súa bioloxía e no seu estudo. «Ciencia é crear, non crer» dicía o gran micólogo galego, Luís Freire.

Por esta razón, dentro de cada reino, ao igual que no resto dos seres vivos, establecéronse grupos xerarquizados máis pequenos onde, con base nas súas semellanzas, se foron incluíndo organismos. Isto deu lugar á escala taxonómica, que vai desde grupos máis grandes (reino) ata os máis pequenos (especie), da seguinte maneira: reino → filo → clase → orde → familia → xénero → especie.

Nos fungos, ademais da taxonomía científica, hai unha forma simple e intuitiva de agrupalos, inspirada nas clasificacións antigas, en función da morfoloxía e da disposición da superficie fértil (figura 2): micromicetos (frutificacións non visibles a simple vista) e macromicetos (visibles, é dicir, produtores de cogomelos). Estas clasificacións continúan a ser usadas de forma popular por afeccionados e cultivadores.

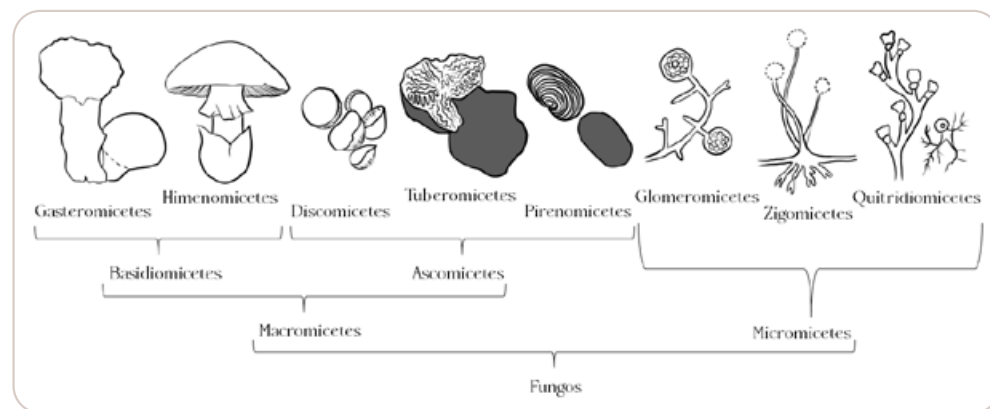


Figura 2. Clasificación morfolóxica artificial dos diferentes tipos de fungos

Dentro dos micromicetos atópanse os «quitridiomicetos», fungos microscópicos con flaxelos, os «zigomicetos», balores, e os «glomeromicetos», fungos que forman micorrizas internas nas raíces das plantas. Estes fungos conforman un grupo interesante para o cultivo de cogomelos, xa que poden producir contaminacións nas producións, por iso é necesario coñecer cales son as diferenzas nutricionais, fisiolóxicas e reprodutivas entre macromicetos e micromicetos, co fin de tratalas correctamente ou evitalas.

No entanto, para o cultivo de fungos con importancia directa na alimentación interesan só aqueles que producen cogomelos, e que están englobados en dous grandes grupos con estruturas produtoras de esporas diferentes: «ascomicetos» (produtores de ascos, sacos con esporas internas) e «basidiomicetos» (con basidios, bolsas con esporas externas).

Seguindo as clasificacións intuitivas dos macromicetos, os **ascomicetos**, á súa vez, subdivídense en tres grupos:

- «discomicetos», se teñen forma de copa.
- «tuberomicetos», se frutifican baixo terra (hipoxeos) e teñen a superficie produtora de esporas dentro da frutificación (himenio interno).
- «pirenomicetos», se frutifican sobre a terra (epixeos) e teñen estruturas reprodutoras no interior dun estroma (tecido fúnxico compacto).

Por outra banda, os **basidiomicetos**, en dous grupos:

- «gasteromicetos», epixeos ou hipoxeos, con himenio interno.
- «himenomicetos», epixeos co himenio exposto cara ao exterior.

É evidente que cando se fala de «domesticación», os grupos de interese maioritariamente corresponden aos himenomicetos, como o cogomelo ostra (*Pleurotus ostreatus*), os champiñóns (*Agaricus spp.*) ou o shiitake (*Lentinula edodes*), pero tamén hai algúns ascomicetos hipoxeos, como as trufas (*Tuber spp.*) ou epixeos, como as pantorras (*Morchella spp.*), que tamén se domestican.

## Nomes dos fungos

Dicía Carl von Linné: «*se non sabemos o nome dunha cousa, esquecémonos dela e deixamos de coñecela*». Por iso o ser humano desde que comezou a falar deulle nome ás cousas que tiñan algunha utilidade para el e, nalgún caso, tamén ás que lle eran prexudiciais. A este tipo de nomes chámaselles populares ou vernáculos e son diferentes segundo o país, a rexión ou, mesmo, a aldea na que se usan, por iso son pouco útiles para comunicarse con xente doutros lugares.

Este problema ocorre en todos os seres vivos, así que para dar solución a esta «Torre de Babel», cando unha persoa consulta unha guía de identificación de cogomelos, de aves, de mamíferos, de plantas, de árbores, etc., tende a atoparse, sempre que a guía teña un mínimo de rigor, tamén nomes en latín (nomes científicos), con carácter universal e que están regulados polo Código de Nomenclatura de Algas, Fungos e Plantas (última versión Shenzhen, 2018).

Pódese pensar que eses nomes, aparentemente estraños, e moitas veces difíciles de memorizar e pronunciar, non son necesarios, pero esta é a única maneira de que en todo o mundo un organismo reciba o mesmo nome e que os investigadores consigan comunicarse entre si e a ciencia poida avanzar. Son nomes que:

**1 Permiten distinguir individuos semellantes co mesmo nome popular**, aínda que se traten de varias especies. Por exemplo, o nome «peido de lobo» fai referencia a especies distintas como *Lycoperdon perlatum*, *Lycoperdon molle*, *Lycoperdon echinatum*, *Lycoperdon pratense* ou *Calvatia gigantea*, entre outros. Non son todos a mesma cousa, nin teñen os mesmos usos.

**2 Evitan enganar e estafas.** Cando se mercan cogomelos poden ir varias especies con diferentes caracteres organolépticos a un mesmo prezo, baixo un só nome popular. Por exemplo, no caso das «cantarelas», poden vir mesturadas: *Cantharellus cibarius*, *Cantharellus subpruinosis*, *Cantharellus ferruginascens*... e, máis remotamente, «falsas cantarelas» (*Hygrophoropsis aurantiaca*). Ou no caso do «cogomelo dos cardos» (*Pleurotus eryngii*), pode vir intercambiado co «cogomelo ostra» (*Pleurotus ostreatus*), de menor calidade co que se confunde. Todas son comestibles, mais con valor gastronómico moi diferente, o que non xustifica que se vendan ao mesmo prezo.

**3 Os nomes latinizados máis complexos son os dedicados a investigadores ou a localidades**, como *Bjerkandera adusta* ou *Buchwaldoboletus hemichrysus*, os restantes son máis sinxelos e poden incluso dar pistas sobre as características do organismo que definen, por exemplo, na «pantorra» (*Morchella esculenta*), o termo *esculenta* fai referencia a que se trata dunha especie apreciada na gastronomía, no «cogomelo anís» (*Clitocybe odora*), refírese a que cheira anisado, na «cola de pavo» (*Trametes versicolor*), a

que ten diversas cores, no «cogomelo pomba» (*Tricholoma columbetta*), refírese a que é branco como algunhas pombas (*Columba livia*)...

## Que é imprescindible saber sobre os nomes científicos?

O nome latino ou científico de calquera ser vivo, desde que Carl von Linné normalizou e popularizou a «nomenclatura binomial», exprésase con dúas palabras. A primeira fai referencia ao xénero ao que pertence o organismo, é dicir, serve para nomear a un grupo de seres evolutivamente próximos e, nos fungos, morfoloxicamente semellantes, mentres que a segunda, o epíteto específico (non especie, nin apelido), é un adxectivo que, xunto coa primeira (o xénero), conforma o nome da especie. Por exemplo, o xénero *Pleurotus* está formado por cogomelos que viven sobre madeira, con esporas brancas e pé curto e, máis ou menos, excéntrico, mais inclúe especies diferentes: *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus djamor*, *Pleurotus pulmonarius*, *Pleurotus eryngii*, *Pleurotus nebrodensis*, etc., cada unha delas coas súas características propias.

Non está permitido referirse a unha especie cun só deses vocábulos, é preciso que cada cogomelo apareza correctamente identificado, tanto nas guías coma nas etiquetas comerciais, co nome científico completo (xénero + epíteto específico).

Ademais, os nomes latinos sempre deben figurar escritos en letra cursiva ou itálica, coa primeira letra do xénero en maiúscula e o resto en minúscula. Ás veces, ao fixarse nos libros, envases de cogomelos, etc., obsérvase que estas normas non sempre se cumpren, polo que, nese caso, se pode pensar que se alguén non coñece as máis elementais normas de nomenclatura, como pode dar confianza para crer que coñece o resto das características morfolóxicas, fisiolóxicas, nutracéuticas, etc. do cogomelo? Como dicía o médico e micólogo galego Luís Cabo Rey, «*se do que eu sei vexo cousas mal, cantas haberá do que eu non sei*». É importante usar adecuadamente a nomenclatura científica, tanto por rigor profesional coma porque pode axudar a detectar erros máis graves que conduzan a riscos innecesarios.

## Fungos macromicetos

Ao escoitar a palabra fungo, a maior parte das persoas tenden a pensar nos cogomelos. Isto non é raro, tendo en conta que a parte dos fungos que se ve máis doadamente son os seus corpos frutíferos, xa sexa no monte ou no mercado, e, como di o saber popular, «*o que non se ve non existe*».

Mais se o que vemos é a frutificación, onde se atopa o fungo?

Ollando con atención no campo, tanto nas pólas caídas das árbores ou na madeira vella coma no chan debaixo das follas, preto de onde se ven cogomelos, pódese apreciar unha especie de tea de araña grosa e branca. Ese conxunto de fíos forman

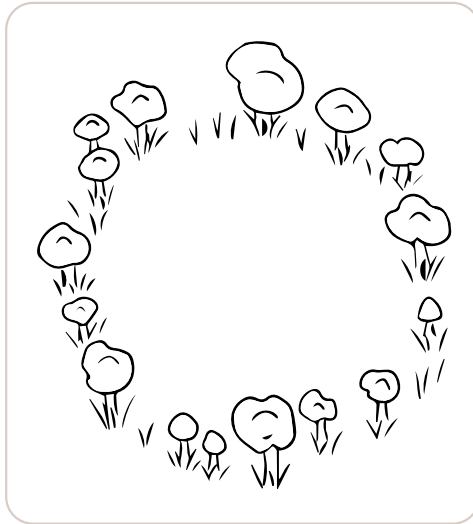


Figura 3. Roda de bruxas

o verdadeiro fungo, o corpo vexetativo do organismo que, se ten as condicións axeitadas, pode vivir miles de anos. Dise que o organismo máis lonxevo que existe hoxe na Terra é unha *Armillaria ostoyae*, que vive nas Blue Mountains, en Oregón, EE. UU.

Un fungo está formado por numerosas células encadeadas que forman filamentos finos, as «hifas», invisibles sen axuda dun microscopio, pero que cando se agrupan unhas con outras forman unha especie de cordóns apreciábeis a simple vista, o «micelio» ou «branco de fungo», indebidamente chamado polos micocultores (produtores de cogomelos) semente do fungo.

O micelio tende a presentar un crecemento radial, semellante ao que podemos ver nos balores, que medran sobre o pan e a froita pasada, ou nos liques, que aparecen nas árbores e nas rochas. Ese crecemento radial é, ademais, o que dá lugar ás formacións coñecidas como «rodas de bruxas» (figura 3), que non son máis que o conxunto de frutificacións que se forman nos ápices dun micelio determinado.

Para traballar na «domesticación» dunha determinada especie de fungo é necesario coñecer moi ben ese micelio, xa que el é o encargado de marcar as condicións necesarias (temperatura, humidade, aireación, tipo de substrato, etc.) para a frutificación. Todos os elementos que se empregan durante ese proceso teñen como fin proporcionar ao micelio as condicións máis favorables, para o seu crecemento e para que logo poida producir cogomelos.

## Cogomelos

O interese principal da «domesticación» dos fungos é, sen dúbida, a obtención deste prezado recurso, habitualmente, con fins gastronómicos, aínda que na actualidade comeza a cobrar importancia a obtención de cogomelos como complementos alimentarios (nutracéutica ou micoterapia) ou para mellorar a calidade das masas forestais. Nestes casos a domesticación vai un pouco máis aló da alimentación.

Os cogomelos, tamén chamados carpóforos ou frutificacións fúnxicas, son estruturas encargadas de producir e protexer as esporas, é dicir, as células reprodutoras dos fungos, as que darán lugar a novos micelios precursores da frutificación.

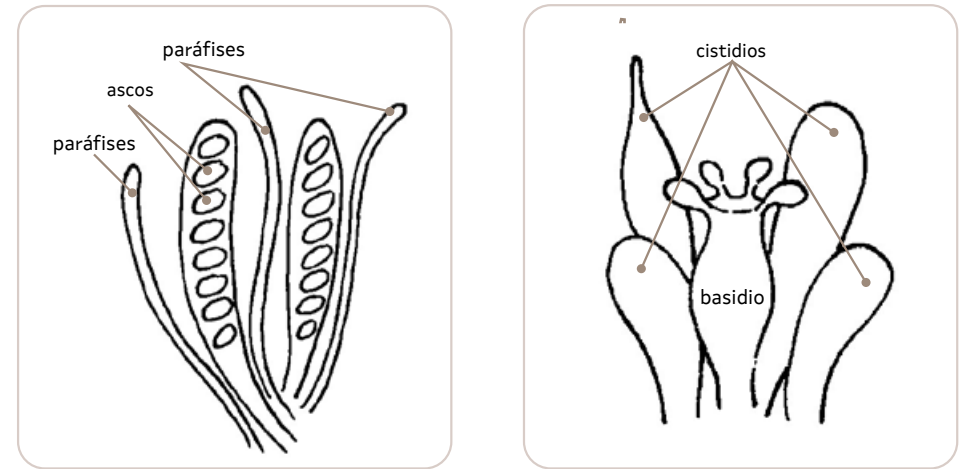


Figura 4. Disposición das células estériles (paráfises e cistidios) e fértils (ascos e basidios) no himenio dos ascomicetos (esquerda) e basidiomicetos (dereita)

No aspecto celular, os cogomelos están formados por hifas semellantes ás do resto do fungo, por iso se poderían definir sinxelamente como un micelio compactado, destinado á formación da parte fértil (himenio) e a producir as estruturas reprodutoras, (ascos e basidios) (figura 4).

Cómpre ter en conta que as frutificacións poden presentar aspectos morfolóxicos moi diversos, provenientes das estratexias de adaptación evolutiva, desenvolvidas ao longo do tempo por cada especie, para dispersar as esporas. Ao saír ao campo e prestar atención, é doado apreciar parte desta enorme diversidade nas formas, cores, texturas e cheiros que presentan os cogomelos. E, ao igual que acontece na natureza, un fenómeno semellante pode atoparse no mundo da «domesticación» de fungos.

A medida que as técnicas de cultivo dos cogomelos foron mellorando, comezaron tamén a seleccionarse cepas que medraban mellor nas condicións establecidas, que producían menos esporas ou que presentaban determinada morfoloxía máis comercial. De feito, en ocasións, os cogomelos da cepa cultivada parécense pouco ou nada aos da cepa silvestre. Por exemplo, no cogomelo dos cardos (*Pleurotus eryngii*) ou no «enoki» (*Flammulina velutipes*), as variedades cultivadas tenden a presentar sombreiros pequenos e pés moi robustos e longos, na primeira, e pés esveltos e brancos, na segunda, cousa que na cepa silvestre non acontece (figura 5).



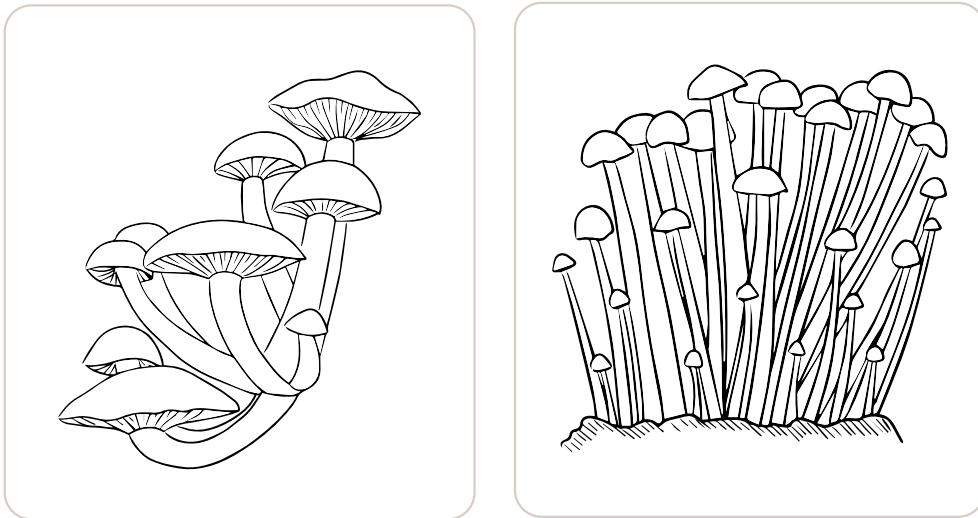


Figura 5. Morfoloxía da frutificación silvestre (esquerda) e cultivada (dereita) de *Frammulina velutipes*

## Reproducción dos fungos «basidiomicetos»

Para introducirse no mundo da «domesticación» dos cogomelos, ademais de coñecer conceptos como hifas, micelio ou esporas, é necesario ter unhas nocións básicas do ciclo de vida dos fungos. Isto axudará a entender as fases que presenta o proceso de produción e por que é necesario realizar determinadas accións.

Na natureza, cando a espora gamética dun basidiomiceto (basidiospora) cae nun substrato axeitado, e se as condicións ambientais son propicias, xermina e forma hifas que, no seu conxunto, darán lugar ao denominado «micelio primario». Este micelio só ten un núcleo por célula, é dicir, presenta a metade do material xenético que tiña o cogomelo no que se orixinou a espora da que xerminou. Aínda así pode vivir no substrato sen ningún tipo de problema, pero nunca producirá cogomelos.

Cando un micelio primario se atopa con outro compatible fúsiónanse e forman o «micelio secundario», onde todas as súas células teñen o material xenético dos dous micelios primarios, é dicir, son células con dous núcleos. Este micelio secundario é o único con capacidade para formar cogomelos, os cales poderán novamente producir esporas nas células terminais do himenio (figura 6).

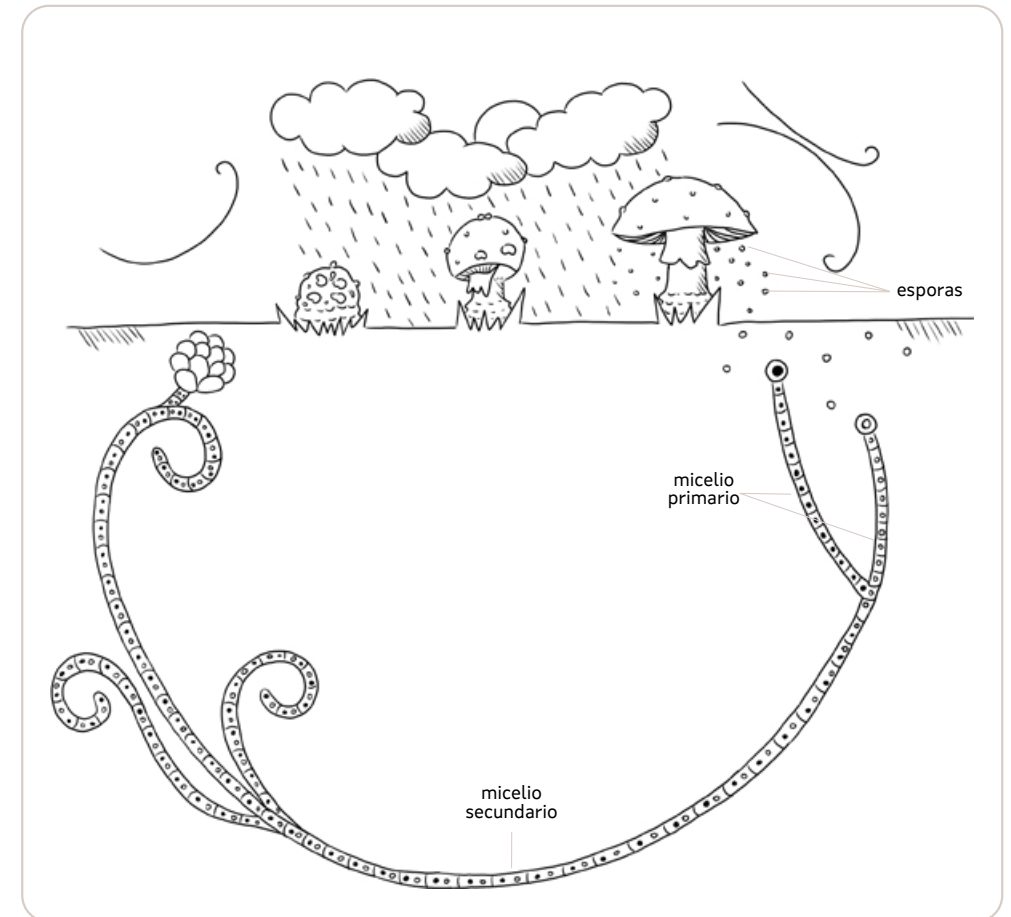


Figura 6. Ciclo reprodutor dun basidiomiceto

No mundo dos fungos non se fala de machos ou femias, senón de + ou -, xa que é posible que existan dous, catro ou máis «sexos», e a compatibilidade entre unhas hifas e outras segue modelos diversos e complexos segundo as especies; por iso, cogomelos que producen billóns de esporas, como o peido de lobo xigante (*Calvatia gigantea*), son pouco comúns, xa que son frecuentes fenómenos de interesterilidade ou incompatibilidade.

Nos ascomicetos a reprodución é un pouco diferente, xa que só unha parte dos micelios primarios se implica no intercambio xenético e as frutificacións están formadas por dous tipos de hifas, unhas cun só núcleo por célula e outras con dous núcleos. É nestas, nas que as células terminais teñen capacidade para combinarse xeneticamente e formar esporas (ascosporas), nun número variable de 4 a 8 por asco (raramente máis), en función de cada especie.

## Nutrición dos fungos macromicetos

Ademais da diferenciación reprodutiva nos ascomicetos e basidiomicetos, os fungos macromicetos presentan, como se indicou antes, diversas maneiras de conseguir o alimento a partir de materia orgánica, morta ou viva (saprotrofico e biotrófico, respectivamente) (figura 7). Isto tamén ten grande importancia na súa «domesticación», e, en boa medida, é o que permite seleccionar as especies máis axeitadas para producir cogomelos en cativeiro.

Os fungos saprotrofos ou saprófitos son os grandes «recicladores» e «reutilizadores» da materia orgánica que hai na natureza, xa que reincorporan ao medio, en forma de sales minerais, todos os refugallo dos demais seres vivos. Sen eles a materia orgánica acumularíase indefinidamente, á vez que os solos deixarían de ser fértiles.

En función do tipo de substratos que degraden as especies saprotrofas, reciben diferentes nomes: lignícolas, cando medran sobre madeira, húmicolas, cando se atopan sobre humus e restos vexetais, carbófilos ou pirófilos, cando frutifican en lugares queimados, coprófilos e fimícolas, cando frutifican sobre excrementos ou esterco, respectivamente, etc.

Os saprotrofos son os máis facilmente domesticables e os que se conseguiron producir desde hai máis tempo, como o champiñón de París (*Agaricus bisporus*), ou dos que se coñecen mellor as condicións para domesticalos, como no cogomelo ostra (*Pleurotus ostreatus*).

Entre as especies biotróficas sitúanse as necrotrofas ou parasitas (figura 7), que infectan un posible hospedador e se dedican a vivir a conta del, causándolle mal e mesmo a morte. Poden selo de árbores, como o políporo xofre (*Laetiporus sulphureus*), de animais, como o fungo que parasita a procesionaria do piñeiro (*Cordyceps militaris*), ou doutros fungos, como *Volvariella surrecta* que parasita corpos frutíferos *Clitocybe nebularis*.



Figura 7. Cogomelo dun fungo necrotrofico (esquerda) e dun fungo saprotrofico húmicola (dereita)

As especies de fungos mutualistas ou simbioses tamén son biotróficas, pero neste caso asócianse a outro ser vivo, normalmente vexetal (alga ou planta), do que obteñen azucres producidos por el mediante a fotosíntese e ao que, á súa vez, lle proporcionan sales minerais e auga, ademais de protección contra patóxenos naturais. Esta relación de intercambio acontece no caso dos líques (fungo + alga) e nas micorrizas (fungos + raíces de plantas) (figura 8).

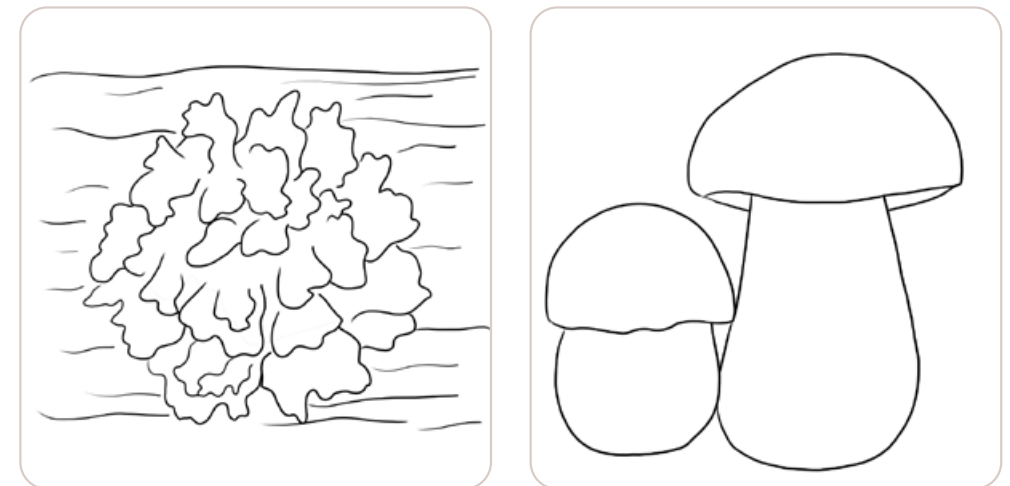


Figura 8. Fungo liquenizado sobre madeira (esquerda) e cogomelo dun fungo micorrízico (dereita)

Moitos dos cogomelos comercializables pertencen a fungos que se atopan neste último grupo, como as andoas (*Boletus edulis*, *B. reticulatus*, *B. pinophilus* e *B. aereus*), os níscaros (*Lactarius deliciosus*, *L. semisanguineus* e *L. sanguineus*), as cantarelas (*Cantharellus cibarius*, *C. subpruinatus* e *C. ferruginascens*), etc., pero de momento non se conseguen producir a nivel industrial. Pódense facer crecer, relativamente ben, algúns micelios e, aparentemente, asocialos aos hospedadores, mais non é tan fácil conseguir que produzan cogomelos. Isto é unha das razóns pola que os cogomelos silvestres seguen a ter un valor económico elevado, influído, por unha banda, pola escaseza do produto e, por outra, pola dificultade engadida da súa recolección e identificación.

Novas investigacións parecen indicar que esta división en tres grupos nutricionais dos fungos macromicetos (saprotróficos, necrotróficos e micorrícicos) non é de todo exacta, xa que hai especies que varían o seu tipo de relación co substrato segundo a oferta de nutrientes. Por exemplo, o cogomelo mel (*Armillaria mellea*) é un parasito lignícola moi agresivo, capaz de obturar os vasos condutores do hospedador e matalo nun tempo relativamente curto, mais cando remata coa vida da árbore na que estaba a vivir, continúa degradando os seus restos como saprotrófico, e cando queda sen alimento definitivamente, pode desprazar o seu micelio polo solo ata atopar outra árbore á cal infectar. Por esta razón é tamén moi difícil de erradicar.

## NUTRICIÓN FÚNIXICA E DOMESTICACIÓN

Un dos pasos máis importantes no proceso de «domesticación» dos fungos foi decatarse de que o champiñón de París (*Agaricus bisporus*) adoitaba desenvolverse sobre esterco, preferentemente de cabalo. Ao coñecer de que se alimentaba, púidose illar do seu hábitat natural e controlalo noutro medio manipulado polo ser humano (artificial).

O champiñón é un fungo saprotrófico, é dicir, aliméntase de restos de materia orgánica en descomposición, caso semellante á maior parte dos fungos «domesticados» que maiormente pertencen a este grupo. Ademais, como xa se indicou, a estabilidade das diferentes formas de nutrición, durante o ciclo biolóxico dunha especie, están actualmente en discusión, e algunhas especies domesticadas que teñen aparentemente un modo de vida parasito, como o reishi (*Ganoderma lucidum*) ou a cola de pavo (*Trametes versicolor*), tamén poden ser cultivadas como saprotróficas.

É importante resaltar que os fungos saprotróficos xogan un papel fundamental no medio natural degradando a materia orgánica e reincorporándoa ao solo como materia inorgánica, producindo nutrientes imprescindibles para a fertilidade dos solos e a nutrición das plantas, ademais de colaborar para evitar que o contorno se converta nunha morea de lixo.

Por iso, é fácil deducir que existen gran variedade de substratos nos que se poden atopar fungos, polo que é fundamental coñecer cal é a bioloxía do fungo que se vai cultivar para comprender as súas posibilidades de «domesticación». Coma xa se indicou antes, o substrato de nutrición dos fungos saprotróficos pode ser madeira, humus, carbón, excrementos, esterco..., pero os procesos de domesticación con máis éxito corresponden aos lignícolas (madeira) e aos fimícolas (esterco).

Os fungos lignícolas, é dicir, os que obteñen a materia orgánica a partir de certos compostos procedentes da madeira, como a lignina ou a celulosa, foron os primeiros en ser manipulados, tanto na antiga Roma (o cogomelo dos chopos, *Cyclocybe aegerita*) coma na China (o shiitake, *Lentinula edodes*). Máis tarde foron os fungos fimícolas, os que obteñen a materia orgánica a partir do esterco, tal e como xa se observou en Francia no século XVIII co champiñón (*Agaricus bisporus*).

Non todos os fungos teñen igual facilidade para degradar os mesmos materiais. Isto provoca que existan fungos con procesos metabólicos diferentes, outros que interveñan en momentos distintos da descomposición das substancias orgánicas, ou algúns que necesitan asociarse a outros organismos para que lles axuden a conseguir a total descomposición. Así, na degradación de restos de madeira vella, os primeiros fungos que a atacan e que degradan a celulosa complementáanse polos que causan podremia marrón, consumidores de hemicelulosas, e, posteriormente, polos que provocan podremia branca, consumidores da lignina.

No caso dos fungos fimícolas é necesaria unha degradación previa do esterco por parte dos microorganismos que existen no medio (microbiota), principalmente bacterias e fungos micromicetos. Polo tanto, a primeira degradación pode estar asociada a un proceso anaerobio (sen osíxeno), mais, ao final deste proceso de compostaxe, son os fungos macromicetos os que xogan un papel fundamental na degradación dos últimos restos de materia orgánica.

No medio estes procesos ocorren de forma natural, pero para a súa «domesticación» é preciso coñecer, como na maioría dos organismos, os requirimentos básicos de carbono e nitróxeno que precisan. De forma xenérica, no laboratorio emprégase o medio de crecemento ágar-pataca-dextrosa (PDA), que contén o amidón e os azucres necesarios para que o metabolismo do fungo se desenvolva correctamente, pero, co fin de axustalo ás especies con requirimentos máis estritos, pódenselle engadir nutrientes adicionais, máis ou menos específicos.

Por outra parte, conseguir que o micelio do fungo medre no laboratorio non quere dicir que xa se estea en disposición de obter o cogomelo, xa que para o correcto desenvolvemento de todo o ciclo biolóxico do fungo poden precisarse, minerais (fósforo, potasio, magnesio, calcio, etc.) e vitaminas (biotina, tiamina, etc.), en cantidades diferentes para cada especie.

Coa experiencia pódense chegar a coñecer os requirimentos nutricionais óptimos que precisa unha especie, o que permitirá desenvolver unha técnica de produción industrial optimizada, ata o punto de que, hoxe en día, se consegue que a maioría dos cogomelos domesticados medren en calquera substrato que posúa lignina ou celulosa; de feito, foi posible obter o champiñón de París (*Agaricus bisporus*) sobre restos de palla de arroz en Taiwán, como aproveitamento da palla, para dar de comer á poboación. E, máis tarde, este método foi usado para producir de forma estable outras especies, como o cogomelo ostra (*Pleurotus ostreatus*) e o shiitake (*Lentinula edodes*).

Na actualidade, empréganse unha gran variedade de residuos vexetais para a produción de cogomelos segundo a zona xeográfica na que se cultiven: palla, restos de algodón, de soia, de bagazo, borra de café, estelas de madeira, troncos, serraduras, etc., xa que todos poden ser complementados con suplementos nutricionais. Algunhas casas comerciais mesmo teñen medios propios preparados, xa arraigados no mercado europeo hai máis de 20 anos para a obtención de certas especies, aínda que popularmente continúan a ser consideradas «exóticas», como o shiitake. Non obstante, o feito de acadar bos resultados con substratos que a comezos do século pasado eran impensables, non quere dicir que sexan os máis recomendables. Así, por exemplo, o emprego de palla de arroz para a produción de champiñón ten un rendemento moito máis baixo que unha produción convencional.

Outra situación que se pode manifestar, como ocorre coa borra de café para a produción de cogomelo ostra, é que, ademais de ter peor rendemento que a palla ou a madeira, hai investigacións que indican a detección nos cogomelos de pequenas cantidades de cafeína (10 µg/g), o que non parece preocupante para o seu consumo.

No entanto, é importante ter en consideración que, ao utilizar residuos procedentes da biomasa vexetal, os máis abundantes do planeta, é interesante poderlles dar un valor engadido producindo un alimento saudable, útil e necesario en moitas rexións do mundo. O maior problema e gran limitador destes procesos son as condicións nas que se prepara o substrato, difíciles de controlar na súa totalidade e que poden afectar a calidade e a salubridade da produción de cogomelos.



# «DOMESTICACIÓN» DE FUNGOS SAPROTRÓFICOS AO LONGO DA HISTORIA

As técnicas de cultivo de cogomelos, como outras técnicas agrícolas, adoitan asociarse ao ser humano. No entanto, ademais das persoas, diferentes organismos do reino animal desenvolven este tipo de técnicas para empregar os fungos como alimento. Un dos casos máis destacables son as formigas que, desde hai 50 millóns de anos, conseguen «criar» fungos para manter as súas colonias.

Así, formigas da tribo Attini, un grupo de insectos orixenarios de bosques neotropicais dispersos entre o centro e o sur de América, dedícanse a cortar e transportar follas e outros materiais ata o seu formigueiro, onde micelios de fungos dos xéneros *Leucoagaricus* e *Leucocoprinus*, entre outros, poden medrar en substratos formados por esas follas, xunto con outros restos vexetais.

Xa fose por un cambio nas condicións ambientais nas que o alimento non abundaba ou pola aparición accidental deses fungos nas cámaras do formigueiro, os insectos adaptáronse a un novo estilo de vida no que comezaron a alimentarse a partir deles e a desenvolver un sistema de produción moi complexo. E, aínda que teñen diferentes formas de «domesticalos» e producilos, segundo o grupo de formigas, o proceso pode xeneralizarse nunha serie de pasos que curiosamente son parecidos aos que, na actualidade, realiza o micocultor.

As novas raíñas cando están preparadas para formar outra colonia levan no interior da súa boca unha especie de saco coa mesma cepa de fungo presente no formigueiro do que parten. Ao atopar un lugar axeitado, preparan unha pequena galería na que depositan o fungo para que comece a medrar sobre as súas propias defecacións. As hifas, que comezan a formarse, recobren os ovos e as primeiras larvas da cámara, polo que serven de alimento para elas ata acadar o estadio adulto.

Despois, as obreiras son as encargadas de crear novas galerías e, por suposto, de coidar e propagar o «xardín de fungos», que serve como alimento a toda a colonia, mentres a raíña se dedica exclusivamente á reprodución. Os labores de coidado destes «xardíns» céntranse na nutrición do organismo que se vai cultivar, e son as obreiras as encargadas de cortar e recoller follas, partes das flores, froitos, sementes, restos leñosos e restos de insectos que despois depositan nas cámaras onde se desenvolve o fungo.

Ao mesmo tempo, parte das obreiras dedícanse a transportar anacos de fungo para axudar a alimentar as larvas, mentres que outros fragmentos son levados a novos lugares do formigueiro, con nutrientes orgánicos, para propagalos por outras galerías. Para favorecer o correcto crecemento, as formigas encárganse de manter o micelio en bo estado de saúde retirando o material vello ou afectado por patóxenos, e, ao empregar o micelio como alimento, frágntano constantemente, polo que non chega a formar cogomelos.

Do mesmo xeito que as formigas descubriron desde antigo as bondades dos fungos, como indican diversos etnógrafos, o ser humano, desde a prehistoria, sabe que os cogomelos son un ben prezado, tanto como alimento, como medicinais ou como isca para facilitar o acendido e a renovación das fogueiras.

Nas culturas clásicas como na grega eran valorados como algo místico. Consumían trufas porque as consideraban un produto do contacto do raio de Zeus coa terra, e usaban outros cogomelos con efectos enteóxenos en diferentes rituais relixiosos (misterios de Eleusis).

Os antigos romanos considerábanos un raro e extraordinario alimento, especialmente os «boletos» (*Amanita caesarea*), que tiñan restrinxido o seu consumo aos patricios, ao tratarse dun alimento escaso e de sabor exquisito («alimento de deuses»), usaban pratos especiais («boletaire»), que só certos escravos podían tocar; mais, por outro lado, especies de menor calidade, como os «porcini» (*Boletus*), eran consumidos por plebeos e soldados por ser un alimento saudable, que «permitía aumentar a vitalidade e a forza dos lexionarios».

Moitas das experiencias sobre o crecemento, a apañá, a toxicidade e a gastronomía dos cogomelos nesa época quedaron recollidas en diferentes textos históricos por Plinio o Vello (*Naturalis Historia*), por Dioscórides (*De Materia Medica*) e por Apicio (*De re coquinaria*), nos que recompilan receitas de produtos naturais con propiedades medicinais e gastronómicas.

Sabían que era posible empregalos como mortíferos velenos, por exemplo, a mestura entre *Amanita caesarea* e *Amanita phalloides*, ambas as dúas moi saborosas, a primeira excelente comestible e a segunda, mortal. No entanto, a algúns fungos recoñecíanlles efectos medicinais, como no «agárico» (*Fomitopsis officinalis*), que mandaban traer da rexión de Agarí (Turquía), e que usaban como purgante despois das abundantes

comidas ou cando sospeitaban de envelenamentos.

Para evitar sufrir danos polo seu consumo, os romanos chegaron a preocuparse por entender tanto a súa morfoloxía coma a causa da súa frutificación e a súa autoecoloxía. En palabras de Plinio, consideraban que un cogomelo comestible que nacía sobre restos supostamente velenosos, como un niño de cobras, facíase tóxico e, a súa aparición, ao igual que en Grecia, debíase aos raios de Xúpiter, coma se de froitos dos deuses se tratasen.

Con esta preocupación non sorprende que sexa precisamente nestas culturas nas que se pode atopar o primeiro indicio de «domesticación» de cogomelos. Os antigos romanos foron quen de aplicar as súas observacións para cultivar algunha especie, por exemplo a «*pietra fungorum*», que distribuían de casa en casa e que non se sabe con certeza de que especie se trataba. Ou tamén o ben coñecido cogomelo dos chopos (*Cyclocybe aegerita*), cuxos sombreiros se refregaban sobre troncos vellos de chopos, que despois regaban e vixiaban ata obter novas frutificacións, ou soterraban a casca dun chopo, que anteriormente producira cogomelos, regándoa cada pouco tempo ata dar novos cogomelos. Son procesos que non se afastan moito do que a día de hoxe se fai a nivel industrial.

A diferenza é que naquelas experiencias de «domesticación» o control do proceso era escaso, non era posible asegurar unha produción estable no tempo, e mesmo podía non ocorrer a frutificación. É por iso que as primeiras experiencias de «domesticación» con éxito asócianse aos chineses arredor de 600 d.C.

Na China e no Xapón o uso dos fungos na medicina tradicional ocorreu desde a antigüidade. Sábese que os monxes budistas empregábanos como remedios naturais, coa mesma frecuencia que o facían coas herbas, e os sacerdotes taoístas tamén os usaban con fins sanatorios, así como en diferentes rituais. Isto fixo que co paso do tempo os cogomelos formasen parte da cultura popular oriental. Estes usos medicinais xa están recollidos en obras médicas da antiga China e, curiosamente, seguen a utilizarse a día de hoxe.

É tan importante a tradición micolóxica neses países orientais que algunhas das especies que se empregan a día de hoxe en occidente, tanto con fins micoterapéuticos coma alimentarios, son coñecidas comercialmente polos nomes tradicionais que teñen en Asia. Sirvan como exemplo, o shiitake (*Lentinula edodes*), o maitake (*Grifola frondosa*), o enoki (*Flammulina velutipes*), o reishi (*Ganoderma lucidum*), etc. Algún, como o reishi, era usado polos sacerdotes taoístas para facer infusións que lles axudaban a conseguir máis lonxevidade, o que levou a que fose coñecido como «fungo da inmortalidade». E ata houbo emperadores na antiga China que decretaron que non podían ser consumidos polo pobo e que todos os exemplares lles tiñan que ser entregados, exclusivamente a eles.

En escritos da dinastía Tang (618-907 d.C.) aparecen protocolos, probablemente os máis antigos, referidos á propagación de fungos, nos que se indica que se debe «poñer farelo ao vapor nos troncos e logo cubriilo con palla para que medre a orella da madeira (*Auricularia auricula-judae*) ». Arredor dos anos 900 e 1100 d.C. tamén foi descrito o desenvolvemento do cultivo do enoki e do shiitake, respectivamente.

Como non sabían explicar a produción de forma científica, creáronse lendas que xustificasen a súa aparición. Así, no cultivo do shiitake considérase que foi realizado polo leñador Wu San Kwung, procedente de Lung-Chyuan, cando se perdeu polos montes indo en busca de madeira.

Wu San Kwung pousou a súa machada sobre un tronco caído no que brotaba shiitake e esnaquizou unha morea de sombreiros con ela. Logo foi cortando pólas coa mesma machada e, varios días despois, observou que a madeira comezaba a producir os mesmos cogomelos, o que foi motivo de sorpresa para el, xa que estaba farto de ver durante anos troncos cortados nos que non aparecía nada. Cando os observaba limpos, anoxábase e con ira collía de novo a súa machada e cortaba máis os troncos. E, milagre, aos poucos días empezaban a producir de novo cogomelos. Sen sabelo, usaba os anacos de shiitake pegados á machada como «semente».

Esa fe na aparición de cogomelos provocada polo ser humano fixo que certas rexións asiáticas fosen as primeiras en desenvolver métodos para a produción «artificial» deses manxares, e, na actualidade, a diferenza do que ocorre en occidente, son moitos os casos coñecidos de «domesticación» de cogomelos nese continente, por iso se considera unha das principais referencias internacionais na súa produción, tanto no número de especies coma de substratos utilizados.

Pese a todo, en Europa, durante a Idade Media, tamén se poden atopar situacións interesantes relacionadas cos procesos de cultivo. A maioría dos rexistros seguían as ensinanzas dos romanos co cogomelo dos chopos (*Cyclocybe aegerita*), aínda que incluían algunhas alteracións para obter unha mellor produción. Unha delas, que se repite moito, é o emprego do fermento do pan sobre o tronco dun chopo, que xa estivera a producir cogomelos, e algunhas persoas recomendaban regar unha vez con auga morna para mellorar a produción.

Unha das experiencias máis importantes para a produción industrializada, non só doméstica, de fungos ocorreu en Francia no século XVII, onde os champiñóns, especialmente *Agaricus bisporus*, xogaron un papel esencial na alimentación. Unha das primeiras descrições do cultivo desta especie aparece no libro de Olivier de Serres (*Le théâtre d'agriculture et ménage des champs*), no que se indica que empregando excrementos de ovella se poden conseguir producións puntuais de bos cogomelos, e recoméndase realizar unha cobertura de terra para melloralala e regar cun preparado acuoso de cogomelos producido tras a súa cocción (coñecían a resistencia das esporas á cocedura!).

Co paso do tempo, denominouse este cogomelo como champiñón de París e adquiriu grande importancia en todo o mundo. De feito, foi a especie que serviu, a principios do século XVIII, para a elaboración do primeiro documento técnico de orixe científica centrado na «domesticación» dos cogomelos, escrito polo botánico Josep de Tournefort, semellante ao que se segue hoxe en día, xa que propoñía utilizar esterco de cabalo para obter unha produción case continua do cogomelo.

O emprego de covas subterráneas asociadas ao champiñón de París, nas que as condicións climáticas eran máis controlables e adecuadas, asóciase a unha data posterior. Os túneles e búnkeres usados para o seu cultivo son posteriores á Segunda Guerra Mundial.

Non obstante, a evolución dos procesos produtivos para acadar grandes cantidades de cogomelos desenvolveuse a partir da segunda metade do século XX, mediante o emprego de equipamento e metodoloxías máis avanzadas, co fin de acadar as mellores condicións de produción posibles, pero foi na década dos 80 cando se comezan a estudar outras especies coa fin de conseguir a súa «domesticación», proceso que continúa na actualidade.

A mellora tecnolóxica está baseada no control dos parámetros e dos substratos de produción, así como dos patóxenos e das pragas. De feito, as melloras da produción e do rendemento acadadas actualmente débense a unha selección previa dos substratos, axustados ás necesidades específicas da especie que se quere cultivar, combinados sempre co control das condicións do medio (parámetros) e a mellora dos procesos no ámbito de control dos patóxenos e das pragas que afectan os fungos, o que fixo que se reducise o seu impacto a través de diferentes medidas de prevención e eliminación. Isto permitiu, e permite, a «domesticación» industrializada de diversas especies silvestres.

Son éxitos conseguidos, tanto polo investimento en investigación micolóxica e microbiolóxica no ámbito taxonómico, ecolóxico e fisiolóxico, coma polo incremento na demanda de consumo dos cogomelos no ámbito gastronómico e micoterapéutico a nivel mundial. Aínda así, actualmente o avance nestes estudos enfróntase a unha situación de falla de apoios económicos á innovación e á investigación que permitan vencer a dificultade de produción que presentan certas especies de elevado interese comercial, tanto saprotróficas coma micorrícicas, por exemplo, as andoas (*Boletus* spp.) ou os níscaros (*Lactarius* spp.). A produción de cogomelos a partir de micorrizas «domesticadas» é un ámbito de estudo moi complexo, como se explica máis adiante, e no que só se obtivo éxito comercial coa trufa negra (*Tuber melanosporum*), que acadou un rendemento destacable.

# ESPECIES SAPROTRÓFICAS «DOMESTICABLES»

- Champiñón común ou champiñón de París  
*Agaricus bisporus*
- Champiñón portobello ou champiñón pardo  
*Agaricus brunnescens*
- Coprino barbudo ou matacandil  
*Coprinus comatus*
- Cogomelo dos chopos  
*Cyclocybe aegerita*
- Enoki, enokitake, agullas douradas, ou cogomelo de pé aveludado  
*Flammulina velutipes*
- Shiitake ou cogomelo da vida ou da inmortalidade  
*Lentinula edodes*
- Pé azul ou cogomelo borracho  
*Lepista nuda*
- Cogomelo dos cardos  
*Pleurotus eryngii*
- Cogomelo ostra ou cogomelo da palla  
*Pleurotus ostreatus*
- Cogomelo ostra amarelo  
*Pleurotus citrinopileatus*
- Cogomelo ostra rosado  
*Pleurotus djamor*
- Shimeji sensu lato  
*Hypsizygus tessellatus*  
*Hypsizygus ulmarius*
- Estrofaria anelada ou meiga marrón  
*Stropharia rugosoannulata*
- Tricoloma calzado ou tricoloma fragante  
*Tricholoma caligatum*
- Cogomelo do arroz ou volvaria gris  
*Volvariella volvacea*
- Reishi, pipa das raíces ou cogomelo da inmortalidade  
*Ganoderma lucidum*
- Maitake ou galiña dos montes  
*Grifola frondosa*
- Cola de pavo ou coriolo multicolor  
*Trametes versicolor*
- Melena de león ou fungo cabeza de mono  
*Heridium erinaceus*
- Orella de Xudas ou orella da madeira  
*Auricularia auricula-judae*
- Pantorra, xirupato, cogomelo de Coresma ou colmeiña  
*Morchella esculenta*
- Maza das eirugas  
*Ophiocordyceps sinensis*



# Champiñón común ou champiñón de París

*Agaricus bisporus* (J.E. Lange) Imbach

ESPECIES  
SAPROTRÓFICAS  
«DOMESTICABLES»

O sombreiro mide entre 3 e 6 cm, excepcionalmente pode chegar ata os 10 cm. Ao principio é como unha bóla, despois hemisférico ou convexo. A cutícula é de cor branca, pruinosa ao tacto, como se estivese recuberta dun fino po. Cos golpes, coas gotas de chuvia, coa rega ou coa idade poden aparecer marcas escuras ou vermellas nel, e ás veces, en tempo seco, percíbense pequenas escamas que se van esfiañando a medida que o sombreiro se abre.

As láminas ao principio son de cor rosa e, a medida que maduran as súas esporas, adquiren cor parda escura a negra. Nos exemplares silvestres estas láminas negras poden resultar tóxicas, o que non ocorre cos exemplares cultivados.

O pé é curto, cilíndrico, fibroso e da mesma cor que o sombreiro. É oco, ten unha pequena canle no seu interior e a súa base é un pouco bulbosa. Posúe un anel simple, persistente. Cando proveñen de producións industriais, é común ver varios exemplares medrando en fascículos, unidos pola base do pé.

En estado silvestre, aparecen en grandes cantidades formando rodas ou grupos en lugares con elevada concentración de materia orgánica, como prados ben estercados. Prefire temperaturas suaves, e medra tanto na primavera coma a principios do outono.

Entre as especies saprotróficas, xunto co cogomelo ostra, o cogomelo dos cardos e o shiitake, é unha das especies das que mellor se coñecen as súas técnicas de «domesticación». En xeral, empréganse lugares escuros, húmidos e frescos, como antigas adegas, túneles subterráneos ou ben cámaras acondicionadas para tal fin. Neses locais dispóñense mesas co substrato adecuado, elaborado con materia orgánica obtida a partir de excrementos de cabalo, palla, terra e serraduras de madeira.



# Champiñón portobello ou champiñón pardo

*Agaricus brunnescens* Peck

ESPECIES  
SAPROTRÓFICAS  
«DOMESTICABLES»

O sombreiro desta especie é de cor parda, uniforme por toda a súa superficie. Cando é novo, ten forma hemisférica e, a medida que medra, vólvese convexo. O seu tamaño varía entre 5 e 15 cm. A carne é branca, firme e de textura suave, con cheiro delicado, máis afroitado que o do champiñón de París.

As láminas ao principio son de cor rosa e, a medida que maduran as súas esporas, adquiren cor parda escura e negra.

O pé é cilíndrico, fibroso, curto e oco polo centro, cun anel simple e persistente. A base é un pouco bulbosa.

Aparece en prados con abundante materia orgánica, na primavera e principios do outono.

Prodúcese industrialmente de xeito semellante ao champiñón de París.

Na cociña é máis apreciado ca el, polas súas características organolépticas, carne con textura máis firme e aromática que o favorecen.

Algúns autores considérano mellor nutracéutico ao posuír cantidades significativas de minerais, fibra e substancias antioxidantes e antitumorais.



# Coprino barbudo ou maticandil

*Coprinus comatus* (O.F. Müll.) Pers.

ESPECIES  
SAPROTRÓFICAS  
«DOMESTICABLES»

O sombreiro deste cogomelo posúe unha característica forma elíptica, coma se fose unha vaiña que recobre o pé. Pode ter de 5 a 20 cm de alto e de 3 a 8 cm de diámetro se consegue abrir. A cutícula, a medida que medra o cogomelo, racha e forma escamas filamentosas, coma se fosen barbas que recobren o sombreiro. En tempo húmido poden desaparecer e quedar case liso. A carne é de cor branca e firme cando o cogomelo é novo, pero a medida que madura, escurece e licúase en tinta negra, o que provoca que o sombreiro desapareza pouco a pouco.

As láminas son anchas e aparecen moi xuntas, con numerosas lamélulas intercaladas entre elas.

O pé é robusto, cilíndrico, branco e oco, máis grosa na base que na parte superior. Pode presentar na base un anel fugaz, filamentosos.

Habita como saprófita en terreos nitroxenados, especialmente prados con materia orgánica ou vertedoiros. Aparece desde a primavera ao outono.

É doado de domesticar, pero difícil de comercializar, porque cando se recolle o sombreiro acelera o proceso de licuado, o que dificulta a conservación. Un xeito de atrasar a súa descomposición é escaldalos xusto despois de recollelos.





# Cogomelo dos chopos

*Cyclocybe aegerita* (V. Brig.) Vizzini = *Agrocybe aegerita* (V. Brig) Singer

ESPECIES  
SAPROTRÓFICAS  
«DOMESTICABLES»

O sombreiro oscila entre 3 e 15 cm, ao principio é globoso e vai estendéndose ata ser plano ou lixeiramente deprimido no centro. Ten cor ocre cando é novo e vaise aclarando coa idade, desde a marxe ata o centro. A carne é branca, firme e cun lixeiro cheiro a froita.

As láminas son adnadas ou lixeiramente decorrentes, de cor crema, mais a medida que maduran vólvense pardas.

O pé é longo, fibroso, tamén de cor branca e con crecemento fasciculado (en grupos), con anel péndulo na metade superior.

Aparece como saprófita na base ou ao longo do tronco dos chopos, vivos ou cortados. Medra tanto no outono coma na primavera e no verán, momento no que é frecuente ver a cutícula cuarteada debido á seca e ás altas temperaturas.

A «domesticación» desta especie coñécese desde a época romana, xa que fregando os carpóforos sobre a madeira desenvólvese un novo micelio, que compactado pode ser transportado para producir novos cogomelos sobre diversas árbores. É posible cultivalo sobre serraduras de madeira e restos de cereais, ou ben en troncos de castiñeiro, carballo e chopo.



# Enoki, enokitake, agullas douradas, ou cogomelo de pé aveludado

*Flammulina velutipes* (Curtis) Singer

ESPECIES  
SAPROTRÓFICAS  
«DOMESTICABLES»

É un cogomelo algo viscoso en tempo húmido, de cor que varía entre parda, ocre ou laranxa. Ten pequeno porte e o sombreiro varía entre 2 e 6 cm de diámetro. Ao principio é hemisférico, despois convexo, coa marxe estriada.

A carne é de cor branca, delgada, de textura e sabor agradables, aínda que pouco marcados.

As láminas son de cor ocre, escotadas e con numerosas lamélulas intercaladas entre elas.

O pé é longo e delgado en relación co sombreiro, aveludado e dunha cor parda escura que contrasta co resto. Medra en fascículos (grupos) de varios individuos.

Esta especie aparece como saprotrófica sobre madeira morta de planifolias e coníferas, na primavera e outono.

Para a produción industrial é común empregar cepas que producen gran número de cogomelos por fascículo. Son de cor branca crema, cos pés máis longos e cos sombreiros máis pequenos. Prodúcese con baixa iluminación, sobre restos de madeira ou serraduras.

É moi apreciado en Asia, tanto en gastronomía coma en terapéutica, pois parece ser que algúns polisacáridos de baixo peso molecular atopados nel demostraron provocar resposta antitumoral.





# Shiitake ou cogomelo da vida ou da inmortalidade

*Lentinula edodes* (Berk.) Pegler = *Lentinus edodes* (Berk.) Singer

ESPECIES  
SAPROTRÓFICAS  
«DOMESTICABLES»

O sombreiro desta especie acada de 4 a 10 cm e ten cor castaña. É hemisférico cando é novo e pasa a convexo ou plano coa idade. Pode presentar escamas filamentosas, de cor branca, cara á marxe do sombreiro. A carne ten cheiro suave e sabor particular, intenso e lixeiramente ácido.

As láminas son de cor ocre clara, coa marxe lixeiramente dentada.

O pé, concolor coas láminas, é cilíndrico, fibroso, curto e firme, coas fibras marcadas lonxitudinalmente e normalmente curvado cara ao substrato.

Esta especie traída do Xapón para a súa «domesticación» rara vez aparece silvestre. Pode atoparse sobre madeira morta nas proximidades do lugar onde se introduciu, por exemplo na Fraga Vella (Lugo).

En Asia, de xeito silvestre, vive sobre madeira da árbore «shii» (*Castanopsis cuspidata*), de aí o nome popular do cogomelo. É unha especie da que se ten constancia da súa «domesticación» desde hai máis de 1000 anos, e axiña se aprenderon as técnicas para a súa «domesticación» polo valor gastronómico e terapéutico que se lle atribúe, pois ten unha alta dose de vitaminas, minerais e proteínas.

Pódese cultivar sobre madeira de carballo, castiñeiro ou serraduras destas árbores.



# Pé azul ou cogomelo borracho

*Lepista nuda* (Bull.) Cooke

ESPECIES  
SAPROTRÓFICAS  
«DOMESTICABLES»

O sombreiro deste cogomelo posúe unha fermosa cor violeta e varía entre 5 e 15 cm de diámetro. Ao principio é convexo, e coa idade vólvese plano ou lixeiramente deprimido. Superficie con tacto suave, ceroso. A carne é lixeiramente máis clara que a cor do sombreiro e ten un cheiro e sabor afroitado, doce, moi característico. O aroma axuda a diferencialo doutros cogomelos azuis ou violáceos.

A superficie fértil está formada por láminas, con numerosas lamélulas intercaladas. Poden decorrer lixeiramente polo pé e teñen a mesma cor que o sombreiro.

O pé é cilíndrico, da mesma cor que o resto do cogomelo e cun característico debuxo de fibras máis claras lonxitudinais. A base do pé é algo bulbosa.

É unha especie saprotrófica, que aparece a finais do outono e no inverno, especialmente baixo planifolias, mais pode aparecer tamén baixo coníferas.

Polo seu sabor a froita é unha especie apreciada gastronómicamente, tanto para a elaboración de pratos doces coma salgados. Pódese atopar á venda micelio para produción doméstica, o xeito máis común de empregalo é elaborando camas de follas e humus no chan en zonas sombrías e húmidas. Aínda así, a súa produción presenta moitas dificultades para poder chegar a obter frutificacións, ademais de que non se conseguiron producións estables.





# Cogomelo dos cardos

*Pleurotus eryngii* (DC.) QuéL.

ESPECIES  
SAPROTRÓFICAS  
«DOMESTICABLES»

Sombreiro de 4 a 12 cm de diámetro, convexo cando é novo e plano ou deprimido na madurez, con tonalidades grises ou pardas, de aspecto fibroso en tempo seco. A carne é consistente, de cor branca, con cheiro e sabor suave e lixeiramente doce.

As láminas son de cor crema, desiguais, con numerosas lamélulas intercaladas e decorrentes.

O pé nos exemplares silvestres é moi pequeno e excéntrico, mentres que nalgunha variedade cultivada é cilíndrico, fibroso, longo e goso.

Esta especie frutifica asociada ás raíces de certas umbelíferas, especialmente do cardo corredor (*Eryngium campestre*), de aí o seu nome común. É case inexistente en Galicia debido á escasa presenza desta planta, propia de terreos máis cálidos e secos. Aparece no outono, máis raramente na primavera.

Na actualidade coñécese ben os seus métodos de «domesticación». É posible facelo medrar sobre pacas de palla de cereais e cardo ou sobre serraduras de madeira de frondosas. Industrialmente cultívanse cepas tanto co pé moi robusto e alto e o sombreiro pequeno coma outras semellantes ás silvestres.





# Cogomelo ostra ou cogomelo da palla

*Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kummer.

ESPECIES  
SAPROTRÓFICAS  
«DOMESTICABLES»

O sombreiro, que mide de 4 a 15 cm de longo, é de cor parda a gris, máis ou menos clara nos cultivados, dependendo das condicións do medio, do substrato e da cepa. Ten forma circular, de cunca ou de abano en función do desenvolvemento do pé. A carne é branca, con cheiro agradable e suave.

As láminas, que decorren polo pé, son de cor crema.

O pé, tamén de cor crema, é curto e fibroso, de consistencia dura, e insírese máis ou menos lateralmente no sombreiro. Na natureza pode ser diminuto ou non existir. Forman grupos de varios exemplares soldados polo pé e dispóñense en capas de forma semellante ás ostras, de aí o seu nome popular.

Como especie silvestre, medra como saprófita sobre madeira de árbores planifolias, normalmente de madeira branda, como o chopo ou o olmo, e aparece no outono.

Entre as especies saprotróficas, xunto co champiñón de París, o cogomelo dos cardos e o shiitake, é a especie da que mellor se controlan as súas técnicas de cultivo. Pódese criar en palla de cereal, troncos ou serraduras de madeira, a partir de esporas ou de micelio. Precisa temperaturas ao redor dos 20 – 25 °C e humidade constante para medrar.



# Cogomelo ostra amarelo

*Pleurotus citrinopileatus* Singer

ESPECIES  
SAPROTRÓFICAS  
«DOMESTICABLES»

Esta especie é moi semellante en morfoloxía e porte ao cogomelo ostra (*Pleurotus ostreatus*) e ao cogomelo ostra rosa (*Pleurotus djamor*). A principal diferenza é a súa intensa cor amarela, uniforme por todo o corpo do cogomelo.

Tamén medran en fascículos de cogomelos superpostos, cos pés xuntos e excéntricos, producindo sombreiros en forma de abano ou cunca de 4 a 10 cm. A cor das láminas e da carne é lixeiramente máis clara que a do resto do cogomelo.

Trátase dunha especie propia de ambientes tropicais, húmidos e cálidos, polo que unicamente se pode ver cultivada nas nosas latitudes.

Actualmente adaptouse para a «domesticación» e produción industrial, do mesmo xeito que o cogomelo ostra, medrando sobre serraduras de madeira, troncos ou palla. A súa cor vistosa fai que sexa indicada para a decoración de diversos pratos, aínda que a calidade como comestible é menor que no cogomelo ostra.





# Cogomelo ostra rosado

*Pleurotus djamor* (Rumph. ex Fr.) Boedijn

ESPECIES  
SAPROTRÓFICAS  
«DOMESTICABLES»

Trátase dunha especie moi semellante ao cogomelo ostra (*Pleurotus ostreatus*) e ao cogomelo ostra amarelo (*Pleurotus citrinopileatus*). Difire destas especies pola súa cor rosa uniforme. Do mesmo xeito que as outras, medra en fascículos de varios exemplares superpostos, cos pés xuntos e excéntricos, xerando sombreiros de 3 a 10 cm. A cor das súas láminas e a da carne é lixeiramente máis clara que a do resto.

Igual que o cogomelo ostra amarelo (*Pleurotus citrinopileatus*) é unha especie que medra en ecosistemas tropicais, húmidos e cálidos. Non aparece silvestre na nosa terra.

Coñécese o proceso para a súa «domesticación» e cultivo industrial, semellante ao do cogomelo ostra. Medra sobre troncos, palla e serraduras de madeira. A súa cor vistosa faina indicada para a decoración de diversos pratos.



# Shimeji sensu lato

*Hypsizygus tessellatus* (Bull.) Singer  
*Hypsizygus ulmarius* (Bull.) Redhead

ESPECIES  
SAPROTRÓFICAS  
«DOMESTICABLES»

Co nome xaponés «shimeji» comercialízase un grupo de especies diferentes, incluídas entre elas o «cogomelo de chopo» ou «yanagi matsutake» (*Cyclocybe aegerita*, descrito anteriormente) e o «hon shimeji» (*Lyophyllum shimeji* (Kawan.)), especie micorrícica. Son especies que comparten características morfolóxicas e organolépticas, aínda que pertencen a grupos taxonómicos moi diferenciados e deben considerarse de xeitos distintos.

O «buna shimeji» (*H. tessellatus*) e o «shirotamogidake» (*H. ulmarius*) son dúas especies próximas. Medran en grupos ou fascículos de cogomelos delgados, cos sombreiros de cor parda ou branca, cor determinada polas condicións de frutificación.

O substrato para cultivalos ten que ser madeira de carballo, castiñeiro, chopo, olmo, alerce ou salgueiro, aínda que tamén aceptan palla de cereais.

O «hatake shimeji» (*Lyophyllum decastes*) é un cogomelo que medra en fascículos, do mesmo xeito que os anteriores, mais ten un porte máis robusto. Os seus sombreiros son máis escuros, de cor marrón ou case negra. Tamén se desenvolven sobre madeira de planifolios, e admite as mesmas que os anteriores.

Ningunha destas tres especies ten anel, polo que ver cogomelos semellantes que o posúan no substrato de cultivo debe provocar sospeita e a súa eliminación.





# Estrofaria anelada ou meiga marrón

*Stropharia rugosoannulata* Farl. ex Murrill = *Stropharia ferri* Bres.

ESPECIES  
SAPROTRÓFICAS  
«DOMESTICABLES»

O sombreiro pode chegar ata 20 cm, hemisférico cando é novo, despois convexo, máis ou menos aplanado. Ten cor castaña ferruginosa ou violeta escura, uniforme por toda a súa superficie. Pode presentar restos do veo secundario, en forma de copos brancos, na marxe. A carne é branca e aromática, cun cheiro suave e herbáceo, que lembra ao loureiro.

As láminas aproxímanse ao pé, sen chegar a ser adnadas. Son de cor gris ou violeta clara nos exemplares inmaturos, nos maduros pasan a gris escura ou negra, con matices violeta.

O pé é robusto, cilíndrico, coa base bulbosa, fortemente marcado polas fibras lonxitudinais e, ás veces, con marcas amarelas ou ocreas nos exemplares vellos. Na metade superior presenta un anel estriado, persistente e péndulo.

Frutifica en terreos abertos, nitroxenados e con alta presenza de restos leñosos, especialmente aqueles que estean removidos e iluminados, como as hortas. Tamén é común nas beiras dos ríos e nos bosques de ribeira. Medra de inverno a primavera.

Trátase dunha especie doada de cultivar, xa que o micelio é moi agresivo. É capaz de alimentarse de diversos microorganismos, polo que prefire substratos non esterilizados, mesmo pouco específicos como cartóns e papeis.





# Tricoloma calzado ou tricoloma fragante

*Tricholoma caligatum* (Viv.) Ricken = *Armillaria caligata* (Viv.) Gillet

ESPECIES  
SAPROTRÓFICAS  
«DOMESTICABLES»

O sombreiro pode alcanzar ata 12 cm ou máis e é de cor crema, con grosas escamas castañas, dispostas radialmente. Ten forma hemisférica cando é novo, despois pasa a ser convexo ou algo deprimido. A carne é branca e fragante, cun cheiro moi característico, como a especias, mentres que o sabor é amargo se non se cociña correctamente.

As láminas son adnadas, desiguais e de cor branca.

O pé é robusto, fibroso e cilíndrico, de 9 cm ou máis de altura. A metade superior é de cor branca, mentres que a inferior se atopa no interior dunha funda, semellante a un dedo de guante, que pode desaparecer en tempo húmido. Esta funda, que o recobre ata a base, remata nun anel, máis ou menos notorio, e posúe un bandeado da mesma cor que as escamas do sombreiro.

Aparece asociada a piñeirais, especialmente en solos areosos, xa que prefire solos drenados e pobres en materia orgánica. Moi rara en Galicia.

Este cogomelo ten valor gastronómico e é moi apreciado en Asia e na rexión mediterránea. Pódese cultivar sobre cascas de piñeiro, o que facilitou a súa industrialización e comercio. O nome común deriva do bandeado marrón da funda, que lembra as sandalias (cáligas) dos romanos.





# Cogomelo do arroz ou volvaria gris

*Volvariella volvacea* (Bull.) Singer

ESPECIES  
SAPROTRÓFICAS  
«DOMESTICABLES»

Os sombreiros van de 4 a 10 cm, primeiro con forma acampanada, e na madurez convexas ou planos. A cutícula está cuberta de fibras e escamas de cor gris, dispostas de modo radial. A carne é branca, grosa e tenra, sen cheiro nin sabor característicos.

As láminas son libres e apertadas, brancas cando as esporas son inmaturos e rosas na madurez.

O pé é curto, cilíndrico, está lixeiramente aveludado, e ten cor branca, con debuxo de fibras lonxitudinais. A base do pé está cuberta por unha volva gris en forma de saco, grosa e persistente.

Aparece sobre madeira morta e montóns de compostaxe vexetal. É común vela medrar en grupos de varios individuos, a finais do verán e no outono.

Trátase dunha especie cuxa «domesticación» se levou a cabo no século XIX. Prodúcese fundamentalmente en rexións onde se cultiva arroz ou cana de azucre, pois medra moi ben sobre eses restos vexetais.





# Reishi, pipa das raíces ou cogomelo da inmortalidade

*Ganoderma lucidum* (Curtis) P. Karsten

ESPECIES  
SAPROTRÓFICAS  
«DOMESTICABLES»

Trátase dun cogomelo con textura coriácea, morfoloxicamente moi variable, aínda que case sempre presenta un pé excéntrico. O sombreiro é de cor castaña ou arroibada, ás veces con tonalidades amarelas, moi brillante, como se estivese vernizada.

O himenio, formado por tubos simples e lignificados, acaba en poros pequenos, de cor branca ou crema.

O pé, máis ou menos cilíndrico, pode presentar vultos ou formas sinuosas e é de cor castaña, da mesma cor que o sombreiro ou con tonalidades máis escuras. Excepcionalmente, poden agromar exemplares sésiles, nos que o sombreiro medra directamente desde o substrato.

Aparece como saprotrófica sobre madeira morta ou raíces superficiais de carballos, sobreiras ou aciñeiras, ao longo de todo o ano.

É unha especie coñecida desde a antigüidade polas súas propiedades terapéuticas. Na antiga Asia tomábase en infusión e considerábase capaz de alongar a vida. Actualmente, comprobouse que pode posuír propiedades carcinostáticas e antioxidantes. Pódese cultivar sobre troncos de carballo ou aciñeira e sobre serraduras de madeira.





# Maitake ou galiña dos montes

*Grifola frondosa* (Dicks.) Gray

ESPECIES  
SAPROTRÓFICAS  
«DOMESTICABLES»

Este cogomelo medra formando brazadas de sombreiros superpostos, de 5 a 15 cm de diámetro cada un, con forma de cunca ou abano, planos ao principio e coas marxes lobuladas ao final. Cando é nova é carnosa, pero adquire textura coriácea coa idade. A cutícula é fariñenta, posúe veludo que lle dá tacto áspero, e a cor varía entre tonalidades grises e pardas, cando está moi madura vira a negra, mentres que as marxes dos sombreiros se conservan de cor clara.

A superficie fértil componse de tubos simples e curtos, rematados en poros, de cor crema. O pé, formado polo conxunto dos sombreiros, é grosa, ramificado, branco ou crema, tenro cando é novo e rexo coa idade.

Trátase dunha especie saprotrófica, que medra sobre madeira enferma ou morta de planifolias, especialmente do xénero *Quercus* (carballos, sobreiras e aciñeiras). Aparece en verán e outono.

É un apreciado cogomelo de uso terapéutico en Asia, porque manifesta diversas propiedades cardiovasculares e activadoras do metabolismo. Non ten uso na gastronomía pola súa textura coriácea, soamente se podería consumir cando é moi novo.



# Cola de pavo ou coriolo multicolor

*Trametes versicolor* (L.) Lloyd = *Coriolus versicolor* (L.) Quél.

ESPECIES  
SAPROTRÓFICAS  
«DOMESTICABLES»

Os sombreiros son sésiles, de consistencia coriácea. Ten forma de semicírculo ou de abano, perpendicular ao substrato. Como o seu nome indica, pode adquirir múltiples coloracións, desde a negra ou azul escura á ocre, amarela e alaranxada. Estas cores dispóñense en bandas concéntricas, intercaladas con bandas aveludadas e glabras, o que lle dá aspecto de cola de pavo real. A marxe xeralmente é de cor crema, aínda que ao cortala transversalmente, é frecuente que entre a cutícula e a carne, de cor branca, apareza unha fina liña negra descontinua.

O himenio está formado por tubos simples, lignificados, que acaban en pequenos poros, de cor branca, que pasan a crema cando maduran as esporas.

Atópase sobre calquera tipo de madeira morta, sexa de árbores caducifolias, arbustos ou coníferas, aínda que tamén pode aparecer sobre vexetais vivos, xa enfermos. Aparece durante todo o ano, é moi común, aínda que presenta a carne facilmente atacada por diversos insectos.

Coñécese o seu emprego como complemento alimentario nutracéutico, xa que parece posuír propiedades antitumorais. É doada de cultivar inoculando o seu micelio en troncos de madeira.





# Melena de león ou fungo cabeza de mono

*Hericium erinaceus* (Bull.) Pers.

ESPECIES  
SAPROTRÓFICAS  
«DOMESTICABLES»

A melena de león pode alcanzar máis de 30 cm de diámetro e, como o seu nome popular indica, trátase dun brazado de filamentos brancos, que forman a superficie fértil, unidos por unha delgada superficie aveludada.

Estes filamentos non están ramificados, son alongados e elásticos, e medran superpostos desde un pé moi curto e ramificado, o que lle dá un aspecto globoso, coma se fose un ourizo. É de cor branca, pero a medida que madura, adquire cores crema ou rosadas.

A carne é branca, con cheiro e sabor suave.

Aparece como saprófita sobre troncos enfermos, mortos ou cortados, de árbores planifolias, durante o outono.

É unha especie da que se coñecen ben as técnicas de «domesticación», xa que pode medrar sobre toros de carballo ou de castiñeiro e en pacas de serraduras de madeira.

No medio natural é un cogomelo raro, polo que non debe ser recollido. Ten un gran valor nutracéutico, aínda que para a cociña posúe pouca carne e sabor.





# Orella de Xudas ou orella da madeira

*Auricularia auricula-judae* (Bull.) Quél.

ESPECIES  
SAPROTRÓFICAS  
«DOMESTICABLES»

O seu sombreiro acada tamaños de 3 a 10 cm, semella unha copa ou cunca aberta, con pregamentos e marxes lobuladas, coma se fose unha orella humana. A súa cor varía entre tonalidades pardas ao principio e pardo violáceas ou case negras na madurez. Ten consistencia elástica e cartilaxinosa, con cheiro e sabor suaves. Ás veces pode aparecer un fino veludo sobre ela.

O pé é inapreciable, na maioría dos casos inexistente. Usualmente insírese lateralmente co sombreiro.

Medra como saprófita en tocos ou madeira de árbores planifolias, en todas as épocas do ano.

Coñécense ben os métodos para a súa produción industrial, trátase dunha especie moi valorada en Asia, que comeza a ter mercado no resto do mundo. É posible consumila crúa.



# Pantorra, xirupato, cogomelo de Coresma ou colmeiña

*Morchella esculenta* (L.) Pers.

ESPECIES  
SAPROTRÓFICAS  
«DOMESTICABLES»

A morfoloxía deste cogomelo, pertencente ao grupo dos ascomicetos (discomicetos), é moi característica e non ten aspecto de paraugas. A cabeza é globosa e oca, con profundos alvéolos que lle dan aspecto de avespeiro ou das celas dunha colmea. O seu tamaño é variable, pode acadar entre 5 e 10 cm, excepcionalmente 20 cm. A súa cor é ocre ou amarelenta, con tonalidades máis claras na marxe dos pregamentos que compoñen as celas. A carne é branca, fráxil, cartilaxinosa, de cheiro e sabor agradables. Non se volve vermella ao contacto co aire como outras especies próximas.

A superficie fértil é lisa e atópase no interior dos alvéolos.

O pé é da mesma lonxitude que o sombreiro ou algo máis curto, de cor branca ou crema, liso e ás veces con lixeiros pregamentos que o percorren verticalmente, e como o interior da cabeza, é oco.

Trátase dun cogomelo que aparece na primavera, desde o mes de marzo ata xuño. Usualmente atópase en lugares húmidos, como bosques de ribeira, baixo árbores planifolias como álamos, chopos e freixos, e en lugares despexados; mais tamén pode aparecer entre o cascallo dos vertedoiros.

En España a venda deste cogomelo en fresco non está permitida por lei, pois cru ou mal cociñado é tóxico. É preciso desecalo totalmente antes do seu consumo, e cociñalo ben.

Posúe substancias hemolíticas e neurotoxinas que soamente desaparecen cando se somete á deshidratación, ao escaldalo tirando esta auga e á calor da cociña. A pesar disto, trátase dunha especie moi apreciada gastronOMICAMENTE, pois ten unha textura cartilaxinosa e un sabor moi característico e agradable. Pode alcanzar valores de mercado moi elevados.

En estado silvestre, para apañalo, é preciso saber recoñecer moi ben a especie, pois existen outras con aspecto semellante e non tan inocuas, como por exemplo, *Gyromitra esculenta*.





# Maza das eirugas

*Ophiocordyceps sinensis* (Berk.) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora = *Cordyceps sinensis* (Berk.) Sacc.

ESPECIES  
SAPROTRÓFICAS  
«DOMESTICABLES»

Trátase dun cogomelo de pequeno porte, semella un pau sobresaíndo da terra. Pode alcanzar os 10 cm de alto, con menos de 1 cm de diámetro. Ten cor alaranxada ou parda, case negra cando están maduros e envellecidos. A súa textura é coriácea. Toda a súa superficie é capaz de producir esporas, non ten láminas, nin poros, nin pregamentos. Pertence ao grupo dos ascomicetos (pirenomicetos).

É un fungo parasito, que habita no interior das eirugas das familias Hepialidae e semellantes, ata que frutifica, matando o insecto e facendo que o cogomelo sobresaia do seu corpo. É propio da cordilleira do Himalaia, habita nas alturas ao redor dos 3500 metros e frutifica na primavera.

Esta especie é recoñecida no leste asiático desde a antigüidade por atribuírselle diversas propiedades medicinais. En China consómese en gran cantidade por considerarse afrodisíaco, vigorizante, antiviral, antioxidante e regulador hormonal. Actualmente a ciencia segue a investigar e descubrir novas propiedades, que fan del un nutracéutico moi completo e fonte dalgúns principios activos para a elaboración de produtos micoterapéuticos. Debido á súa fama, desde antigo ata hoxe en día, e á súa sobreexplotación, a especie atópase en perigo de desaparición.

Cóñécense as súas técnicas de cultivo, mais non é preciso dispor das eirugas dos insectos, xa que se traballa co micelio en biorreactores, nos que se inclúe medio de cultivo cunha alta achega proteica.



# PARÁMETROS QUE CÓMPRE CONSIDERAR DURANTE O CULTIVO

## Introdución

Cando o leñador chinés Wu San Kwung pousou a súa machada sobre un tronco caído no que brotaba shiitake, parece lóxico pensar que aparecen cogomelos noutros troncos grazas a que fregase a súa machada contra algúns exemplares xusto antes de comezar a cortar. Non obstante, ten tanta importancia este feito como que os bosques de Lung-Chyuan, onde vivía, tiñan unha climatoloxía perfecta para que se puidesen obter moreas de shiitake (*Lentinula edodes*).

Coñecer cales son as condicións ambientais que afectan o crecemento dos fungos non é tarefa doada, xa que son moitas as posibles variables que cómpre ter en conta. Na natureza hai gran cantidade de factores que afectan de forma directa o crecemento do fungo e o correcto desenvolvemento do cogomelo, e non son unicamente as treboadas como pensaban os antigos gregos e romanos.

A vexetación, o pH do solo, a calidade do aire e a climatoloxía son algúns dos factores que poden afectar de forma significativa o crecemento e frutificación dun macromiceto, mesmo no proceso de desenvolvemento do cogomelo ten importancia a iluminación, a osixenación ou a gravidade. Neste sentido, un dos aspectos que máis facilita o desenvolvemento axeitado dun cultivo é coñecer os parámetros que afectan o crecemento deses fungos e a posibilidade de controlar as condicións nun recinto interior, o que non foi conseguido ata mediados do século XX.

Os métodos que se utilizan actualmente para o cultivo de fungos produtores de cogomelos recoñecen catro parámetros importantes que cómpre ter en consideración durante o proceso de «domesticación»: temperatura, humidade, aireación e iluminación.



## Temperatura

A temperatura é un dos parámetros que máis efecto ten sobre o crecemento do fungo. Os rangos habituais varían entre os 18 °C e os 28 °C. Temperaturas máis altas, superiores aos 30 °C, poden matalo, mentres que temperaturas baixas provocan unha especie de letargo, o que fai que se reduza a velocidade do seu metabolismo e, en consecuencia, o seu crecemento. Se a temperatura chega a valores próximos á conxelación, o fungo tamén corre o risco de morrer, de aí que se recomenden, na maior parte das especies domesticadas, para o desenvolvemento do micelio e da produción de cogomelos, temperaturas superiores aos 15 °C.

No medio natural a maioría dos fungos viven soterrados no solo ou en diferentes substratos, o que facilita unha estabilización da temperatura e evita cambios bruscos que lles poidan afectar. De feito, é importante destacar que é un dos parámetros máis difíciles de controlar artificialmente, aínda que o fungo, por unha parte, ten capacidade de adaptarse ao medio, de xeito que a mesma especie en dúas rexións distintas pode ter unha temperatura óptima de crecemento diferente, e que a duración do ciclo biolóxico e a produción de cogomelos está adaptada tamén á rexión onde se atopa. Este fenómeno é ben coñecido polas casas comerciais, que empregan cepas diferentes adaptadas ao verán e ao inverno co fin de poder producir frutificacións durante todo o ano, por exemplo, no cogomelo ostra (*Pleurotus ostreatus*) ou no champiñón de París (*Agaricus bisporus*).

Para o control da temperatura nunha produción industrializada é frecuente o emprego de bombas de calor para quentar os locais, pero se as condicións ambientais da rexión son termicamente aceptables para a especie seleccionada, é posible resolver pequenos problemas co emprego de ventiladores, combinado coa xestión da rega, a regulación da humidade dos substratos e a aireación do local.

Se o que se pretende é ter unha pequena produción doméstica dependerase moito das condicións climáticas da casa, da rexión, da época do ano e da especie que se pretenda «domesticar». É moi importante ter coidado coa insolación, fundamental durante o inverno para aumentar a temperatura, mais na época estival pode ser excesiva e desecar as frutificacións e o micelio.

## Humidade

A humidade, xunto coa temperatura, é outro dos factores de gran transcendencia. De feito, tamén ten capacidade para axudar a regular a temperatura, evita así que se produzan cambios moi bruscos, e cando vai demasiada calor, un aumento da humidade no ambiente pode reducir o seu impacto sobre o fungo.

En xeral, a presenza de fungos na natureza asóciase con épocas de choivas e con zonas onde hai unha maior humidade no ambiente. Esta premisa lévase tamén á «domesticación», onde é común tentar manter unha humidade ambiental superior ao 90 %, ao igual que ocorría nos bosques en que vivía Wu San Kwung.

Tamén é habitual que ao falar de humidade se faga referencia á humidade do contorno, non obstante, dado que os micelios son subterráneos, é preciso fixarse na humidade do substrato no que se desenvolve, xa que, a diferenza doutros organismos, os fungos non posúen órganos especializados cos que absorber auga, nin almacénala, polo que esta ten que estar dispoñible no medio. Na maioría das producións recoméndase que o substrato teña unha humidade entre o 50 e o 75 %.

Tanto a humidade ambiental coma a humidade do substrato, de querer obterse un bo rendemento, deben manterse controladas durante case todo o proceso de produción, para evitar problemas por desecamento do micelio ou dos cogomelos. Por sorte, hoxe en día é posible empregar sistemas automatizados (software especialmente deseñado para este fin) ou semiautomatizados, aínda que de forma doméstica pódese seguir empregando o «método romano», regar ou pulverizar cada poucos días.

## Aireación

A aireación é un dos parámetros nos que menos se pensa, xa que na natureza non é necesario telo tan en conta. O campo sempre está aireado (osixenado), mais é unha variable que ten unha relación directa co tipo de substrato e a súa humidade, e indirecta, coa temperatura e a humidade, ademais os micelios e os cogomelos respiran, necesitan osíxeno (O<sub>2</sub>) e liberan dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) durante todo o día.

Non todos os solos teñen a mesma capacidade de retención de auga e de aire. Por exemplo, os compactados ou cunha cantidade elevada de arxilas son capaces de reter maior cantidade de auga que os máis porosos, o que afecta directamente todos os organismos existentes nel, como fungos e bacterias (a microbiota).

No substrato sólido, a porcentaxe de humidade que ten dá unha relación directa da cantidade de aire que lle queda dispoñible ao fungo para o intercambio de gases, algo importante, xa que os fungos produtores de cogomelos son organismos aerobios estritos. Isto quere dicir que precisan osíxeno para poder desenvolverse e, ao respirar, liberan dióxido de carbono. Para facilitar unha correcta respiración do micelio é preciso

asegurar que exista no substrato sólido ao redor do 20 % de aire, fronte a un 80 % de humidade.

No laboratorio e a nivel industrial algúns fungos prodúcense en medios líquidos e, como neste tipo de medios a concentración de osíxeno é menor, faise necesaria unha aireación constante que permita a liberación do dióxido de carbono. A metodoloxía en medio líquido é difícil de desenvolver a nivel doméstico.

Ao levar o fungo a un espazo pechado, se a aireación non é axeitada, o consumo natural de osíxeno e a liberación de dióxido de carbono por parte do micelio e dos cogomelos perde estabilidade, o que pode supor un grave problema na produción. Nalgunhas especies unha baixa concentración de CO<sub>2</sub> (0,1 %) impide o correcto crecemento do fungo, e noutras, porcentaxes dun 20 % permiten a frutificación, pero con defectos na morfoloxía dos cogomelos.

Algunha destas alteracións poden ter interese comercial, como as xa citadas deformacións nos pés do enoki (*Flammulina velutipes*) ou do cogomelo dos cardos (*Pleurotus eryngii*). Así, en producións con acumulacións fortes de CO<sub>2</sub> desenvólvense pés moi esveltos, como no enoki, ou grosos e longos, como nos do cogomelo dos cardos. Non obstante, na actualidade, xa se conseguiron variedades, seleccionadas xeneticamente, que presentan estas características, polo que non é necesario alterar a aireación das producións.

Hoxe en día, nos sistemas industriais existen sistemas de aireación, máis ou menos, automatizados, que permiten ter maior produción de cogomelos en espazos reducidos, sen provocar alteracións non desexadas no seu crecemento. Para pequenas producións caseiras, a aireación non debería ser un factor limitador, sempre que nos aseguremos de permitirlle respirar ao fungo.

## Iluminación

Na natureza a iluminación ten un efecto directo sobre o crecemento dos fungos, mais o impacto que pode chegar a ter nunha produción industrializada redúcese moito; este é o parámetro menos relevante no que respecta ao crecemento do micelio.

Así, a temperatura e a humidade son variables que modifican a actividade dos encimas encargados da dixestión fóra da célula (extracelular) e a súa capacidade de degradar o substrato, e a aireación afecta outra das vías metabólicas importantes, a respiración; pola súa banda, a iluminación só inflúe nas vías metabólicas secundarias, as que facilitan a xeración de vitaminas e outros compostos precisos para o desenvolvemento do ciclo biolóxico do fungo. E máis, a intensidade da luz ten un impacto diferente dependendo dos fotorreceptores que posúa o fungo, os cales varían segundo o metabolismo e a xenética deste, tanto entre especies de diferentes xéneros coma deste, e, mesmo cabe salientarse que a luz ultravioleta é letal para todos eles.

É importante destacar que os requirimentos de iluminación varían moito entre especies e, aínda que non limitan a súa supervivencia, a luz xoga un papel determinante na formación dos primordios (gromos) que darán lugar aos cogomelos.

Por exemplo, é sabido que o champiñón de París é un cogomelo que se adoita producir en ausencia de luz para facilitar a xeración dos primordios, a pesar de que o cogomelo se forma tanto en presenza de luz coma en completa escuridade. A tendencia a produci-lo en escuridade parece xurdir realmente da tradición histórica (túneles abandonados).

Resulta curiosa esta forma de cultivo, xa que na natureza é frecuente atopalo en prados cunha insolación máis intensa fronte a outras especies de fungos producidos nos bosques. E as primeiras experiencias co seu cultivo, como as efectuadas por Olivier de Serres, realizábanse como calquera outro labor hortícola, cos ciclos noite-día correspondentes.

Malia todo, unha das razóns que xustifica seguir cultivando na escuridade é a mellora do desenvolvemento de certas bacterias asociadas co fungo e que poden acelerar o proceso de frutificación e mesmo incrementar a produción.

Na «domesticación» dos cogomelos existe tradicionalmente o hábito de que os períodos de incubación transcorran na sombra, co obxectivo de evitar a inhibición do crecemento do micelio. De forma xeral, a maioría das especies domesticadas non amosan unha clara limitación do seu crecemento debida unicamente á luz, pero o micelio no medio natural nace e medra no interior do substrato (ás escuras). O uso de luz artificial pode incrementar a temperatura nas producións industriais e superar o máximo soportable polo fungo, o que podería reducir a súa eficiencia ou matalo.

Os avances tecnolóxicos permiten controlar este incremento da temperatura polo efecto da luz, no entanto, séguese recomendado realizar a incubación (inicio do crecemento do micelio) na sombra ou mesmo na escuridade, o que facilita o proceso de colonización do substrato por parte do micelio, e polo tanto mellórase así a potencial produción de cogomelos.

Tras a colonización, recoméndase poñer o fungo nun ciclo de luz indirecta para provocar a formación dos primordios, dado que en moitas especies, como o cogomelo ostra, a presenza da luz favorece a súa aparición, e o micelio pode obter igual todos os nutrientes necesarios ata alcanzar o máximo crecemento.



# ASEPSIA NO MATERIAL E LOCAL DE TRABALLO

Ao falar de «domesticación» de cogomelos, estámonos a referir á obtención controlada destes, nun período curto e constante no tempo. Tal e coma se facía antigamente, obter producións no exterior depende das condicións ambientais, de tal maneira que para evitar as oscilacións ambientais e as contaminacións por microorganismos e pragas, o cultivo só é efectivo en condicións controladas.

É importante non esquecer que os fungos son seres vivos que están competindo polos mesmos recursos fronte a outros moitos organismos, á vez que se enfrontan a pragas e a infeccións. Así que, para poder asegurar o éxito da produción, existen métodos de traballo, como a esterilización e a desinfección, que preveñen das contaminacións e, que, cando son aplicadas correctamente, permiten reducir a posibilidade da entrada de microorganismos (fáciles de dispersar e difíciles de tratar). Ao conxunto de técnicas encargadas do mantemento das condicións de esterilización e desinfección denomínaselles «asepsia».

A esterilización realízase en aparellos especiais, e consiste nunha serie de tratamentos que aseguran a eliminación dos microorganismos, incluídas as formas de resistencia, é dicir, as estruturas endurecidas, capaces de reproducir un organismo en condicións de temperatura e humidade axeitadas, pero que poden permanecer latentes durante moito tempo, ata que se dean esas condicións.

Polo tanto, a esterilización emprégase para asegurar que os materiais de traballo sexan inertes, é dicir, que non estean contaminados. Mais, nin sempre é posible empregala, ben por falta de certos equipamentos, como autoclaves, ben porque hai substratos sensibles a este tipo de tratamentos, que poden perder a súa estrutura e as características nutritivas. Nestes casos, o que se aplica son outros procesos de desinfección, cos que é posible eliminar a maior parte dos microorganismos patóxenos, aínda que algunhas formas de resistencia poden sobrevivir.

Unha vez eliminados todos os posibles competidores que existan nos materiais utilizados para o cultivo, cómpre conservar, na medida do posible, esas condicións hixiénicas, para que o crecemento do fungo sexa viable; por iso, débense utilizar medidas de descontaminación ou de hixiene complementarias que reduzan, no posible, o efecto negativo doutros microorganismos.

Por último, hai que ter en conta que as fontes de contaminación microbiana poden ser diferentes en función da fase do cultivo e do método de produción empregado, e, no caso da industria alimentaria, é preciso o desenvolvemento dunha «Análise dos Perigos de Contaminación e dos Puntos de Control Críticos» (APPCC) que asegure a inocuidade dos cogomelos para a súa comercialización para a alimentación humana, xa que a presenza destes patóxenos poden implicar riscos sobre a saúde pública.

Nas producións domésticas non é necesario o emprego das APPCC, pero é conveniente reducir as situacións problemáticas que, como se explica máis adiante, poden provocar contaminacións con microorganismos e con pragas.

# FASES E MÉTODOS NA «DOMESTICACIÓN» DE COGOMELOS

## Introdución

Para poder acadar as grandes cantidades de champiñóns, que se producen actualmente, foi preciso aplicar coñecementos relativos á bioloxía e á fisioloxía dos fungos, así como ao seu modo de vida, en condicións artificiais de produción.

O primeiro paso cara a esta «domesticación», coma xa se comentou, dérono os seres humanos hai milleiros de anos, imitando de forma simplificada as condicións ambientais. Estas técnicas artesanais, aínda que son pouco eficaces, continúanse a empregar naquelas especies das que se ten un maior descoñecemento sobre a frutificación. Trátase de sistemas de produción non optimizados e inestables, ao contrario do que ocorre coas especies extensamente comercializadas, nas que existen protocolos de «domesticación» xerados ao longo de moitos anos de experiencia na produción e do coñecemento biolóxico do fungo.

Na produción industrial selecciónanse xeneticamente certas cepas de fungos e reproducense de forma selectiva, co obxectivo de mellorar, aínda máis, a eficiencia do proceso, a calidade das frutificacións e a do traballo dos operarios nas instalacións. Por exemplo, obtivéronse variedades do cogomelo ostra estériles, o que evita a produción de esporas, así como as alerxias e intolerancias provocadas pola elevada cantidade de po que se produce nas naves de cultivo, o que afecta a saúde dos traballadores e inutiliza os sistemas de ventilación.



## Fases da domesticación

Por detrás do que se coñece como cultivo de macromicetos, existe todo un proceso biotecnolóxico no que, de forma xeral, se poden distinguir tres fases: illamento do fungo, propagación do micelio e produción do cogomelo.

### 1) Illamento do fungo

O illamento é, probablemente, a fase máis sensible do proceso, xa que consiste en separar un determinado macromiceto de calquera outro organismo que poida estar sobre el ou no contorno. Para isto é preciso cumprir cunhas medidas de asepsia, que resultan difíciles de levar a cabo de forma doméstica e, malia que é posible alcanzalas, non se recomenda o seu desenvolvemento a nivel doméstico, xa que, sen querer, poderían illarse patóxenos perigosos para o ser humano, ademais de que algúns cogomelos chegan do campo contaminados no seu interior por patóxenos propios, que só son detectados cando se comeza a desenvolver o micelio.

O primeiro paso para realizar un correcto illamento é a identificación e a obtención da especie que se quere domesticar. Isto implica ter formación micolóxica sobre aspectos sinxelos, como a morfoloxía e a ecoloxía desta, ademais de, nalgúns casos, saber realizar unha análise completa do cogomelo, así como dispor de bibliografía especializada para realizar a súa correcta identificación. Por exemplo, non sempre é fácil diferenciar a simple vista unha andoa de verán (*Boletus reticulatus*) dunha andoa común (*Boletus edulis*) ou un champiñón de París (*Agaricus bisporus*) dun dos lameiros (*Agaricus campestris*), polo que se fai necesario o uso de técnicas microscópicas, ou mesmo moleculares nalgúns casos, para confirmar a identificación dalgunhas especies.

Tras isto, é preciso coñecer cal é o mellor medio para o illamento. Xa se indicou que é frecuente o emprego do medio ágar-pataca-dextrosa (PDA), e que algunhas especies requiren de certos compostos adicionais para un correcto crecemento. En calquera caso, débese ter en conta que cada especie pode ter as súas propias necesidades e que non todos os cogomelos silvestres, como ocorre coa cantarella (*Cantharellus cibarius*), son facilmente domesticables en «condicións artificiais», nin tan sequera no aspecto de obtención de micelio. E, noutros casos, pode conseguirse obter facilmente o micelio, mais non ser capaces de obter frutificacións.

Unha forma de produci-lo, na casa, medio PDA, é empregar auga de cocción de patacas con azucre e xelatina e, ás veces, tamén pode ser bo combinalo con fermento de cervexa, porque achega nitróxeno ao medio. Para dificultar que organismos non desexados medren no medio pódese botar unhas gotas de auga osixenada (Táboa 1).

PREPARACIÓN DO MEDIO DE CULTIVO PDYA (POTATO DEXTROSE YEAST AGAR)	
Materiais	Procedemento
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 150 g de patacas sen pelar</li> <li>• 10 g de ágar</li> <li>• 5 g de dextrosa</li> <li>• 1,5 g de fermento de cervexa en flocos</li> <li>• 2,5 ml de auga osixenada</li> <li>• 500 ml de auga</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Córtanse as patacas en dados, sen pelalas. Férvense durante 20 minutos nos 500 ml de auga.</li> <li>2 Pasado este tempo, retíranse os anacos de pataca e gárdase a auga.</li> <li>3 Bótase a auga nun bote de cristal e engádense todos os ingredientes, menos a auga osixenada.</li> <li>4 Ponse o bote nunha «pota a presión» para fundir o medio. Tarda uns 10 minutos desde que a pota comeza a botar vapor. O bote debe estar lixeiramente aberto para que non revente coa presión.</li> <li>5 Unha vez pasado este tempo, apágase o lume e déixase que baixe a presión da pota para abrila con seguridade.</li> <li>6 A partir do momento en que se abra a pota, débese traballar en condicións de máxima asepsia. E cómpre desinfectar as superficies e materiais de traballo con lixivia diluída ou alcohol.</li> <li>7 O ágar-ágar solidifica a 40 °C. Cando o líquido estea a uns 60 °C, débese engadir a auga osixenada. A temperatura pode ser medida cun termómetro de cociña, previamente desinfectado con alcohol.</li> <li>8 Finalmente, procédese á enchedura das placas de Petri (desinfectadas) e ao seu pechamento nun espazo limpo e desinfectado. Non deben encherse ata o bordo, é necesario deixar como medio centímetro sen cubrir.</li> <li>9 As placas pónense a arrefriar totalmente nun contorno limpo.</li> </ol>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alcohol</li> <li>• Lixivia diluída</li> <li>• Pota a presión</li> <li>• Termómetro de cociña</li> <li>• Placas Petri</li> <li>• Caixa de plástico grande e limpa</li> <li>• Guantes e máscara</li> <li>• Chisqueiro de alcohol</li> <li>• Ventilador</li> </ul>	

Táboa 1. Material e procedemento para a preparación do medio de cultivo ágar-pataca-dextrosa-fermento PDYA

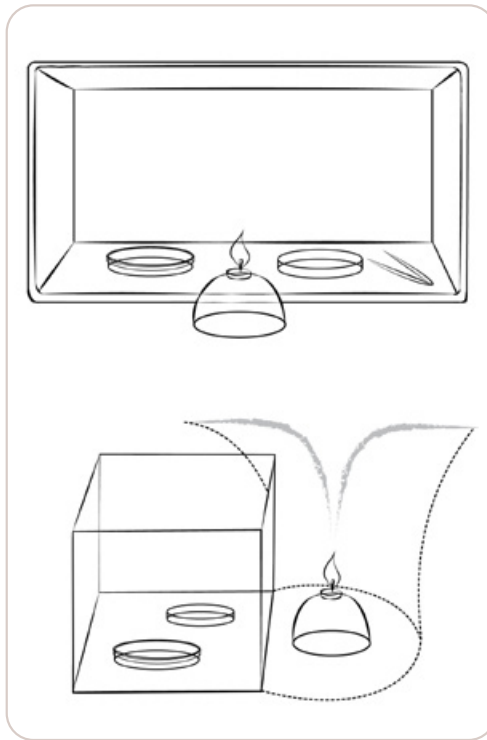


Figura 9. Cabina plástica para manter as condicións de asepsia cun chisqueiro de alcohol

Como se pode ver, en certos aspectos o medio de cultivo que se usa na actualidade para o illamento dos fungos ten similitudes co fermento que se empregaba durante a Idade Media coa masa do pan. Por unha banda, a fariña achega o carbono que o fungo precisa para crecer, mentres que o propio fermento achegaba o nitróxeno necesario para que o fungo se desenvolva adecuadamente.

O proceso de preparación dos medios de cultivo ten que ser realizado en condicións de esterilidade. No laboratorio, o habitual é o emprego dun autoclave, xa que a forte calor húmida que xera serve para eliminar tanto os microorganismos coma as súas formas de resistencia no medio de cultivo e nas ferramentas de traballo. Deste xeito, asegúrase que as únicas posibles fontes de contaminación procedan do propio cogomelo ou da manipulación por parte do usuario. O emprego de máscaras e guantes pode reducir a posibilidade de contaminación por parte deste.

Despois disto, continúaase a traballar en condicións de asepsia no interior dunha cabina de fluxo laminar (cámara cunha apertura pequena para traballar nun contorno o máis limpo posible e polo que circula unha corrente de aire limpo), con luz ultravioleta, ou tratada con algún produto químico que axude a desinfectala (etanol ou lixivia). Se o cultivo do fungo se realiza en placas de Petri, débense colocar boca abaixo para reducir as posibles contaminacións a través da tapa.

No cultivo doméstico, conseguir estas condicións é moi difícil, pero é posible simular a calor húmida do autoclave empregando unha «pota a presión» e auga fervendo para desinfectar o instrumental e o medio de illamento. Tamén é posible empregar unha caixa de plástico e un chisqueiro de alcohol que xere unha corrente de convección ascendente na entrada para evitar a caída de microorganismos sobre a área de traballo inmediatamente próxima, coma se dunha cabina de fluxo se tratase.

O illamento pódese facer de dúas maneiras. Unha, mediante o emprego de esporas que darán lugar a un micelio primario, que, en xeral, vai precisar outro micelio compatible para frutificar (véxase reprodución dos fungos); e a outra, a máis recomendada, é favorecer o crecemento a partir dun anaco do interior do cogomelo, micelio secundario, con capacidade para producir cogomeiros.

Se partimos de esporas sementadas sobre o medio PDA, aparentemente, é posible reducir as posibilidades de contaminación, non obstante, algunhas especies presentan condicións de xerminación esporal moi estritas, o que dificulta o proceso. Ademais, aínda que xerminen, hai unha dificultade grande para comprobar se a fusión entre dous micelios primarios compatibles, necesaria para a formación dos cogomeiros, chegou a ocorrer.

Debido precisamente á necesidade desta fusión, partir do illamento dun pequeno anaco de cogomelo garante mellor a obtención do micelio secundario (produtor), aínda que, como a frutificación na natureza entra en contacto cunha gran diversidade de microorganismos, pode resultar complicado o seu illamento ao medrar doadamente estes tamén no medio PDA onde se coloca o anaco de fungo. Isto implica, por un lado, a necesidade de recoller o cogomelo no campo nas mellores condicións de asepsia, e logo, nalgúns casos, realizar unha correcta desinfección en baños curtos de lixivia, etanol ou auga oxixenada diluídos, e, por outro, tentar extraer un anaco do centro da frutificación que debe estar máis libre dos microorganismos contaminantes.

De calquera dos dous xeitos, se o proceso de illamento foi correcto, na placa de PDA comezará a observarse o crecemento regular do micelio no punto de colocación das esporas ou do anaco do fungo. Este micelio, na maior parte das especies comerciais, é de aspecto branco como algodón ou veludo («branco de fungo») e, día a día, deberá medrar de forma radial ata completar a placa. O proceso pode tardar entre unha ou dúas semanas e debe transcorrer nunha cámara ou estufa de incubación en escuridade e coa temperatura e humidade axeitada para cada especie.

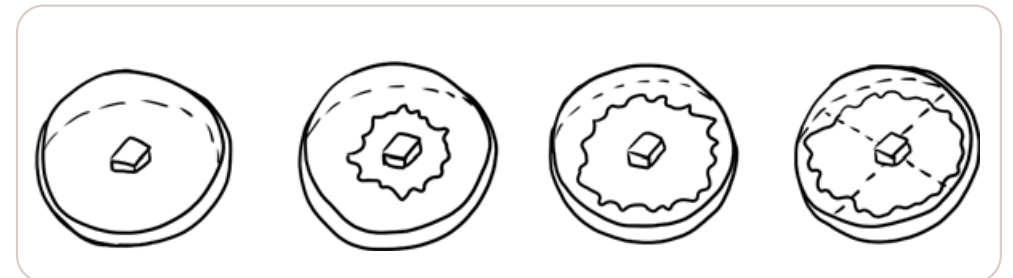


Figura 10. Crecemento do micelio de xeito radial a partir dun anaco de cogomelo colocado no centro da placa Petri con medio nutritivo



No laboratorio, unha vez illado e desenvolto o micelio, procédese á súa conservación, mediante a extracción dun anaco deste e o seu paso a unha nova placa de Petri con medio de cultivo. Este proceso é necesario repetilo cada certo tempo para conservar vivo o micelio, que debe manterse a baixa temperatura (8 °C), retardando o seu metabolismo e os nutrientes do medio consómense máis de vagar, así evítanse os continuos transvasamentos de micelio. A conservación do micelio pódese facer tamén en tubos de cristal (tubos de ensaio) co mesmo medio.

Tanto esta fase de illamento do fungo e de obtención do micelio como a seguinte de propagación poden omitirse a nivel doméstico ou produtivo mediante a compra de micelio das casas comerciais. Mais cómpre recalcar a importancia da compra de micelio certificado, para asegurar que as condicións nas que se produciu foron as axeitadas de acordo á lexislación vixente.

## 2) Propagación do fungo

A fase de propagación relaciónase co incremento do micelio que permita a posta en produción, e debe facerse tamén en condicións asépticas. Non obstante, na maioría dos substratos utilizables non é posible cumprir unhas condicións de completa esterilidade, dado que a integridade dos materiais e dos nutrientes pode verse afectada na súa composición e, polo tanto, na efectividade, o que impide un correcto desenvolvemento do micelio. Por esta razón, en lugar de esterilizar os substratos, pasteurízanse mediante calor húmida a menos de 100 °C.

Tras a pasteurización do substrato e o seu arrefriamento, córtase un pequeno anaco do micelio illado na placa e colócase no substrato de propagación (Táboa 2). Este paso débese realizar tamén en condicións de asepsia, polo que é recomendable flamexar (humedecer en etanol e queimar cun chisqueiro) as ferramentas empregadas (pinzas, tesoiras ou *cutter*) cada vez que se realice un traspaso desde a placa ao substrato. Deben deixarse arrefriar uns segundos para non queimar o micelio.

PROPAGACIÓN DO MICELIO EN GRAN DE CEREAL	
Materiais	Procedemento
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Placa de Petri con micelio</li> <li>• Recipientes con tapa, resistente á calor</li> <li>• Gran de cereal (cebada, centeo, trigo...)</li> <li>• Filtro fino (material hidrofóbico poroso: perlón, apósito, recheo de almofada...)</li> <li>• Alcohol</li> <li>• Lixivia diluída</li> <li>• Perlita de xardinería (1/5 do volume de gran) (opcional)</li> <li>• Bisturí e/ou pinzas</li> <li>• Caixa de plástico grande e limpa</li> <li>• Guantes e máscara</li> <li>• Chisqueiro de alcohol</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Tómase todo o gran que se vaia empregar e colócase a remollo durante 12 horas.</li> <li>2 Pasado este tempo, escórrese e límpase de novo cun chorro de auga.</li> <li>3 As tapas dos recipientes deben ter un furado, mediante o cal o fungo transpirará, que non debe ser grande en relación co tamaño do bote que se emprega. Se non o teñen, débese facer.</li> <li>4 No furado da tapa colócaselle o material de filtro seleccionado, ben axustado. O filtro evitará que entren refugallos no interior do recipiente durante todo o proceso de crecemento do micelio.</li> <li>5 Unha vez que os recipientes están preparados, échense coa mestura do gran mollado e da perlita. Débense deixar dous centímetros aproximadamente sen gran na parte superior do recipiente.</li> <li>6 Tápase o recipiente, sen pechar completamente, e introdúcese nunha pota a presión cunha pouca auga.</li> <li>7 Ponse a ferver o gran de 30 minutos a 1 hora, en función do tamaño do recipiente empregado. Este proceso pasteurízao para sementar.</li> <li>8 Cando se abre a pota, péchanse totalmente os recipientes, compróbase o bo estado dos filtros, e déixanse arrefriar totalmente.</li> <li>9 Unha vez fríos, dispónse o instrumental para sementar o gran. Débese traballar en condicións de asepsia, coa caixa e o chisqueiro prendido e ferramentas limpas con alcohol.</li> <li>10 Cóllese unha das placas de Petri co micelio crecido e córtase o contido en catro anacos co bisturí, na proximidade do chisqueiro.</li> <li>11 Un dos anacos cortados pásase a un dos recipientes con gran. Depósitase o micelio e péchase totalmente o recipiente.</li> <li>12 O recipiente gárdase nunha cámara incubadora, na escuridade, á temperatura axeitada para cada especie.</li> <li>13 Ao cabo de 15 – 20 días, o micelio debería ter invadido todo o gran; e queda o bote listo para o seu traspaso á palla, aos troncos ou a outro dos medios seleccionados.</li> </ol>

Táboa 2. Material e procedemento para a propagación do micelio en gran de cereal

Igual que na fase de illamento, nun laboratorio este proceso realízase no interior da cabina de fluxo laminar, mentres que na casa repítese o emprego do chisqueiro de alcohol co fin de obter unha área de traballo o máis limpa posible de microorganismos. O uso de máscaras, guantes e roupa limpa, así como a desinfección previa de materiais e superficies é recomendable para reducir as posibilidades de contaminación.

Existe unha gran variedade de medios de propagación do micelio. Non obstante, o máis coñecido e empregado, polo balance nutricional positivo, é o gran de certos cereais (trigo, cebada ou centeo). Do uso de cereal xa existen rexistros na dinastía Tang na que se empregaba farelo ao vapor no proceso de «domesticación» da orella de Judas (*Auricularia auricula-judae*). O uso de sementes de cereal é a posible causa de que se denomine «semente do fungo» o micelio produtor de cogomelos. É importante indicar que, a pesar de que estas sementes permiten un correcto crecemento do micelio, non é fácil conseguir sobre elas a frutificación do fungo.



Figura 11. Crecemento do micelio en botes con gran de cereal e colonización do substrato desde a parte superior cara á inferior

Outro dos métodos coñecidos para a propagación do micelio é o uso de pequenos tacos de madeira, xa que o seu tamaño permite que o micelio os colonice rapidamente, ao contrario que ocorre sobre grandes troncos. Ademais, poden ser introducidos facilmente sobre troncos durante o proceso de inoculación, e, de feito para este método, son preferidos fronte á replicación de micelio en gran.

Tamén é posible usar medios líquidos para favorecer a propagación do micelio antes de ser aplicado sobre diferentes substratos, mais son pouco utilizados a nivel industrial e resulta moi complicado facelo a nivel doméstico.

Nos tratados antigos, como os da dinastía Tang, non se establece unha clara separación entre a fase de propagación do micelio, na que se empregaba o farelo de trigo, e a fase de produción de cogomelos sobre palla, debido probablemente ao

feito de que a fase de propagación non é realmente obrigatoria, xa que é posible cultivar o fungo directamente no substrato final cunha pequena cantidade de inóculo.

Non obstante, realizar esta fase previa de propagación ofrece vantaxes importantes na produción de cogomelos. Por unha banda, partir dunha gran cantidade de micelio, en gran ou tacos de madeira, favorece a colonización do substrato de produción e dificulta o acceso a patóxenos contaminantes, e por outra, conséguense unha produción de cogomelos uniforme e de mellor calidade, xa que o fungo non terá que investir tanta enerxía en competir con outros microorganismos e poderá utilizar todos os nutrientes na súa expansión.

E, de partir de fungos illados desde esporas, existe unha terceira razón de grande importancia: o desenvolvemento da fase de propagación permite aumentar a posibilidade de fusión dos micelios primarios para producir os secundarios, os responsables da formación do cogomelo.

### 3) Producción dos cogomelos

A última fase da «domesticación» dun macromiceto consiste na preparación do substrato no que se formará o cogomelo e no que é posible obter un correcto desenvolvemento do fungo sen seguir unhas condicións de asepsia tan estritas como nos pasos anteriores, o que favorece que poida ser realizado sen demasiados problemas a nivel doméstico.

Non obstante, para desenvolver unha produción industrial tamén se precisa un coidado estrito nas condicións de hixiene, xa que ao producirse unha gran cantidade de cogomelos nun espazo reducido, o risco e o posible impacto de pragas é moito maior, e, en consecuencia, o problema económico, tamén.

Nesta fase, o primeiro paso é a inoculación do micelio obtido a partir do gran de cereal no interior do substrato de produción. Este paso é o máis crítico, xa que nalgúns ocasións o substrato non pode ser esterilizado para evitar a perda das súas características físicas e nutricionais, polo que queda máis sensible aos ataques de patóxenos.

Para unha colonización eficiente do substrato final adóitase empregar arredor duns 100 g de cereal con micelio por cada kg de substrato de produción, aínda que estas cantidades poden variar segundo a especie e o tipo de substrato que se empregue. Con isto pódese asegurar unha rápida colonización do fungo no substrato, o que impide que organismos alleos se desenvolvan con facilidade. Ademais, é ben coñecido que o emprego dunha excesiva cantidade de micelio non reduce o tempo de colonización. Despois hai que esperar a que o micelio colonice totalmente o substrato: pacas, camas de palla ou troncos.

Nas pacas de palla e nos troncos, o cultivo debe ser protexido por unha bolsa ou un recipiente pechado, deixando «aberturas» para a respiración do fungo, aínda que deben protexerse con filtros para evitar a entrada de microorganismos externos, xa que se non se protexen resulta difícil garantir que as condicións de cultivo sexan asépticas. Estas perforacións axudan na saída ao exterior dos primordios, de tal xeito que tamén se facilita a súa distribución pola paca ou polo tronco e evita a aglomeración das frutificacións nun só punto.

Esta expansión do micelio adóitase facer na escuridade, porque é sabido que se ve favorecido o seu crecemento, e o cultivo debe ser revisado periodicamente para analizar a presenza (ou non) de patóxenos e comprobar se o crecemento do micelio é correcto.

As condicións de humidade e temperatura varían segundo a especie que se desexe cultivar e o tipo de substrato que se empregue, pero o máis habitual é unha humidade do 75-80 % e unha temperatura entre os 20-25 °C. Co fin de potenciar o correcto crecemento do fungo, na maioría das especies recoméndase tamén manter unha humidade ambiental próxima ao 90 %, semellante á dun bosque húmido.

Unha vez o micelio colonizou todo o substrato, procédese a «estimular» a formación dos primordios. O xeito máis común é provocando un ciclo de iluminación (fotoperíodo) de luz-escuridade de 12 horas, aínda que, dependendo da especie, os fotorreceptores fúnxicos poden fomentar a formación ou a inhibición dos primordios.

Outro sistema moi empregado, xunto a esta modificación do fotoperíodo, é a redución da temperatura. O método consiste en rebaixar a temperatura do cultivo a uns 15 °C ata que se produzan algúns primordios, e posteriormente, subila á temperatura normal. Esta estratexia é semellante a que se aplicaba na Idade Media cando recomendaban regar con auga tibia as zonas onde se producían os cogomelos silvestres.

Pénsase que estes cambios no ciclo produtivo producen «estrés» ao fungo, o que provoca a formación de primordios precursores dos carpóforos. Algo semellante ocorre na natureza con algunhas especies, como a cantarela (*Cantharellus cibarius*), que frutifica despois de prolongados períodos de calor e coas primeiras chuvias de fin do verán, ou de períodos de frío e chuva ao chegar uns raios de sol na primavera.

Tamén se comprobou que aumentar a concentración de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), ou mergullar o substrato xa colonizado en auga durante un certo tempo, facilita a formación de primordios. Non obstante, estes dous procesos poden resultar problemáticos xa que, por unha banda, a modificación da concentración de CO<sub>2</sub> produce malformacións ou impide un desenvolvemento completo das frutificacións, e, por outra, mergullar o fungo na auga pode aumentar o número de patóxenos, por exemplo, os do xénero *Pseudomonas*, que afectaría de forma máis grave o cultivo.

Xa formados os primordios, co obxectivo de favorecer un correcto desenvolvemento destes, mantéñense as condicións de cultivo co ciclo de luz-escuridade de 12 horas, pero como as «aberturas» dos envases e os cultivos de forma aberta favorecen o desecamento, deben pulverizarse con auga, evitando mollar, na medida do posible, os cogomelos e os primordios para que non podrean ou adquiran aspecto desagradable. Por norma xeral, é posible obter de dous a tres brotes («floracións») por cada cultivo, aínda que, dependendo dos parámetros controlados e da calidade do micelio, pode ser máis.

Os cogomelos pódense producir en espazos pechados, cun maior investimento, ou abertos, segundo os fins que se pretendan e os resultados que se queiran obter. Unha das maiores vantaxes da produción en interior é que se controlan todos os parámetros de cultivo, incrementase o rendemento da produción, mellorando a calidade e a cantidade de cogomelos, e pódense producir frutificacións durante todo o ano, sen depender das condicións ambientais, o que se fai imprescindible desde o punto de vista industrial.

De feito, está comprobado que, cando as medidas de control nas instalacións non son axeitadas, o impacto das pragas e patóxenos ocorren igual e o efecto pode ser grave. Son coñecidos casos nos que naves de produción de champiñón tiveron que ser completamente baleiradas, desinfectadas e rebocadas pola presenza descontrolada de nematodos, o que supuxo para o micocultor comezar de novo.

No caso da produción exterior, a evidente vantaxe radica na redución dos custos, e malia que son máis habituais as contaminacións dos cultivos, o seu efecto sobre a totalidade da produción é máis leve, xa que o ambiente natural e a densidade de produción non favorecen picos de crecemento excesivo nas poboacións dos patóxenos e pragas, e, ao atoparse nun ambiente aberto, os organismos non están limitados a atacar exclusivamente a produción. E o micocultor pode acomodarse ao clima e ás oscilacións estacionais escollendo especies e variedades adaptadas a estas, que poden permitir manter a produción durante todo o ano, aínda que pode ser a forza dunha menor produción ou rendemento respecto ás de interior. Isto é facilmente observable nas variedades brancas e cincentas do cogomelo ostra (*Pleurotus ostreatus*).

Tamén se poden usar sistemas combinados entre producións en interior e en exterior realizando o proceso en invernadoiros, xa que o nivel de humidade, temperatura e aireación é fácil de regular, sen chegar ao investimento que pode supor un cultivo en nave.



## Métodos de produción

Está claro que a elección do recinto tende a condicionar o método de produción que se vai empregar na «domesticación» do fungo. Así, por exemplo, é frecuente que as producións en pacas se realicen en recintos interiores, xa que o emprego de substratos de celulosa triturados, como palla ou estelas de leña, son máis sensibles ás contaminacións, mentres que os troncos se deixan no exterior, ao seren poucas as pragas e microorganismos capaces de alimentarse axiña deste material, ata o punto de converterse nun problema para o cultivo.

### 1) Produción en pacas

O método de produción en pacas é un dos máis usados nas instalacións de interior e nel adóitanse empregar substratos triturados de plantas herbáceas, como palla de trigo e de centeo ou restos de poda de palmeira. Unha maneira interesante de empregar estes substratos é mediante a aglutinación deste, previamente triturado ata a obtención de pequenos cilindros compactados de pélets. Ademais, para que se produza unha aglutinación correcta é necesario que a trituración supere os 70 °C, polo que están lixeiramente desinfectados. Non obstante, hai que ter coidado con este tipo de substratos, porque ás veces as instalacións de envasado dos pélets non posúen condicións de asepsia e desinfección, polo que se recomenda pasteurizar o material antes da inoculación.

Tamén se poden empregar outros substratos como restos de bagazo, de viño ou de cervexa, borra de café ou palla de arroz. Non obstante, estes materiais, de forma xeral, non cumpren cun balance nutricional axeitado para os fungos polo que, para evitar unha redución da produtividade, deben mesturarse con substratos tradicionais como a palla dos cereais mencionados.

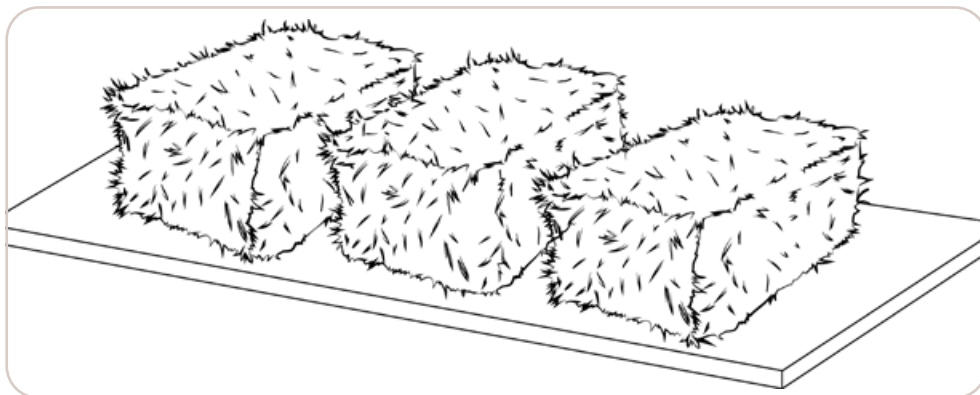


Figura 12. Pacas de palla de cereal

As estelas e as serraduras de madeira son outro dos recursos empregados para a produción, empregando sempre a especie forestal axeitada ao fungo que vai ser cultivado. Cabe destacar que neste caso o proceso de trituración mecánica que facilita a degradación por parte do fungo limita tamén a súa produción. Menos brotes («floracións»), xa que o fungo consome máis axiña o medio.

Ademais, para o desenvolvemento do cultivo en pacas débese introducir calquera deses substratos en bolsas ou sacos, en xeral, de polipropileno, xa que soportan altas temperaturas, o que permite pasteurizar o substrato no seu interior, e polo tanto reducir as posibles contaminacións derivadas da manipulación posterior ao introducilo no saco.

As pacas adoitan ter forma cúbica, desde os 30 x 20 x 20 cm ata os 100 x 50 x 20 cm de dimensión. Nos casos onde se superan os 30 cm de altura córrese o risco de que unha parte do substrato se atope en anaerobiose (sen osíxeno), o que xerará graves problemas na produción. Para facilitar a aireación das pacas, pódense empregar bolsas furadas, que posúen filtros incorporados, e que permiten o paso de aire, bloqueando a entrada de patóxenos durante o crecemento do micelio.

O emprego deste tipo de envases minimiza as contaminacións do substrato e sobre todo facilita a retirada das pacas que poidan estar contaminadas, o que evita contaxios entre elementos sans e infectados.

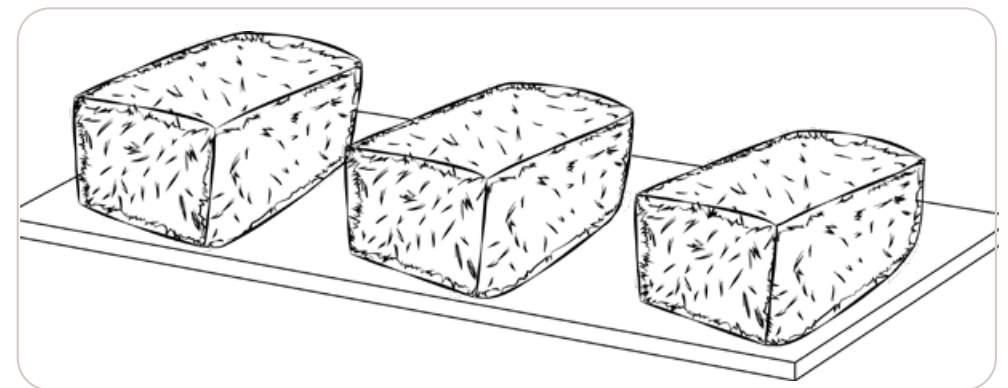


Figura 13. Pacas de palla de cereal inoculadas con micelio e introducidas en bolsas para manter mellor as condicións de asepsia e humidade

Nalgúns lugares de Estados Unidos desenvolveuse unha técnica coa que se pretendía aproveitar mellor o espazo e así incrementar a produción de cogomelos, mediante o uso de pacas cilíndricas penduradas, pensando que así se facilita a aparición dos cogomelos por toda a superficie, como ocorre no tronco dunha árbore. Non obstante, estudos posteriores demostraron que este deseño non é o máis axeitado, e menos para as producións de cogomelos que non nacen de forma

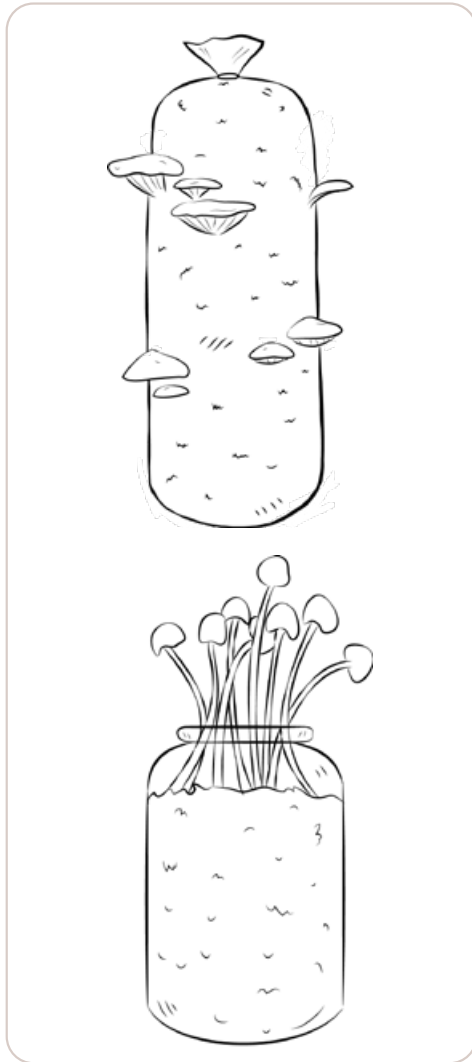


Figura 14. Producción en paca cilíndrica pendurada e produción en frascos

fascicular ou en grupos. Presenta varios problemas, xa que a forma de columna ten maior superficie de exposición, e o substrato retén menos humidade que un tronco e que unha paca cúbica, o que provoca un claro descenso na produción, e pode desecar o micelio, o que causa a morte nas partes superficiais e diminúe a produtividade nas «floracións» secundarias. Por outra banda, unha maior área exposta, aínda que estea no interior dun plástico, incrementa o risco de contaminación por patóxenos ou pragas. Aínda que nun cultivo industrial con control automatizado dos parámetros pode dar certos resultados, a nivel doméstico desaconséllase totalmente.

Un sistema con funcionalidade semellante ao das pacas é o emprego de frascos, tanto para o desenvolvemento do micelio coma para a frutificación. Este procedemento foi moi empregado na China para cultivar o cogomelo dos cardos (*Pleurotus eryngii*) e o enoki (*Flammulina velutipes*) e, de feito, así foron introducidos no mundo occidental.

Neses casos só existe unha apertura que permite o contacto entre o ambiente e o substrato de produción, o que provoca que nestes cultivos haxa un incremento da concentración de  $\text{CO}_2$ . Ambas especies son resistentes a elevadas concentracións deste gas, aínda que é

posible que aparezan variacións na morfoloxía dos cogomelos, como se indicou anteriormente, pés grosos e longos no cogomelo dos cardos e moi esveltos con sombreiros de pequena talla no enoki.

Ten a vantaxe de poderse reutilizar os frascos en diferentes producións, pero aínda que é un método amplamente empregado para certas especies, non é o ideal para o resto das especies comerciais ou para o cultivo doméstico.

## 2) Producción en camas

A produción en camas consiste no emprego dun substrato, xeralmente triturado, que se bota no chan e se cobre con terra, facendo un pequeno bancal, similar ao que se fai nunha horta. Co paso do tempo, o micelio obtido a partir do gran é incorporado ao substrato, colonizará o bancal, ata que, chegado o momento, os cogomelos emerxan a través da terra de onde serán recollidos.

Este método é moi similar ao sistema empregado durante a Idade Media para a produción de champiñón ou ao usado polos romanos para a produción de cogomelo dos chopos, aínda que na actualidade o proceso está optimizado, dado que é posible partir dunha cantidade de micelio puro obtido na fase de propagación. Non obstante, existen moitos problemas relacionados coa contaminación e co control dos parámetros de cultivo, polo que o rendemento é máis baixo que nunha produción en interior, por iso só se recomenda para o aproveitamento de certos residuos de biomasa cando non se posúen as infraestruturas necesarias para aplicar outros sistemas de produción máis esixentes.

Outra opción semellante nalgunha medida ás camas, pero que pode realizarse con comodidade no interior, é a utilización de bandexas ou de cubos planos de plástico ou de metais inocuos nos que se inclúe o substrato e o micelio, mentres as frutificacións saen para arriba. Ao carecer dunha cuberta ou envoltorio, é frecuente que o substrato deseque, por iso tende a taparse con terra ou, máis raro, cun filme plástico para axudar a manter a humidade no interior da bandexa.

O proceso de aplicar terra como cobertura aínda é utilizado en moitas producións de champiñón, do mesmo xeito que indicaba Olive de Serres para cultivalos na horta, e nas de cogomelo dos cardos, para os que se empregan restos de bagazo como substrato e a terra como cobertura.

Nestes cultivos de exterior, un dos problemas importantes é que falla a esterilización da terra, polo que aumentan os contaminantes no substrato, mentres que nos de interior si é pasteurizado (desinfección con calor húmida a menos de 100 °C).

## 3) Producción en troncos

Un dos factores máis relevantes na produción en tronco é coñecer o tipo de madeira máis axeitada para a especie fúnxica que se quere domesticar. Algunhas, como a cola de pavo (*Trametes versicolor*), non parecen presentar preferencia claras polo tipo de madeira; non obstante, hai outros cogomelos que non aceptan certos tipos ou reducen o seu crecemento e a súa produción drasticamente. Por exemplo, o cogomelo dos chopos (*Cyclocybe aegerita*) manifesta clara preferencia por chopos e olmos. Esta selección ten especial interese, xa que un tronco produtor, axeitado e ben conservado, pode producir cogomelos durante varios anos.

En troncos no exterior é pouco frecuente que se produzan contaminacións importantes, probablemente por isto, é un dos métodos máis empregados no exterior, ao contrario do uso de troncos no interior, xa que nunha nave sería moi complicado conseguir condicións semellantes que eviten as contaminacións. De forma alternativa a esta produción, no interior desenvólvese un tipo mixto, realizado en invernadoiros nos que é posible controlar algunhas variables, como a humidade e a insolación, pero sen pretender obter as condicións estériles da produción completamente controlada.

A inoculación dos troncos pódese facer mediante diferentes técnicas. Unha das máis sinxelas consiste no uso de «tacos de madeira» como medio de propagación do micelio. Para isto, mediante unha broca grosa realízanse buratos no tronco dun tamaño que permita tanto introducir os tacos co micelio coma tapalos con algunha substancia para evitar a entrada de contaminantes, por exemplo, con cera de abella. Unha forma de optimizar a dispersión do micelio, sen furar demasiado a superficie do tronco, é facer buratos en sentido helicoidal, separados entre si uns 10 cm.

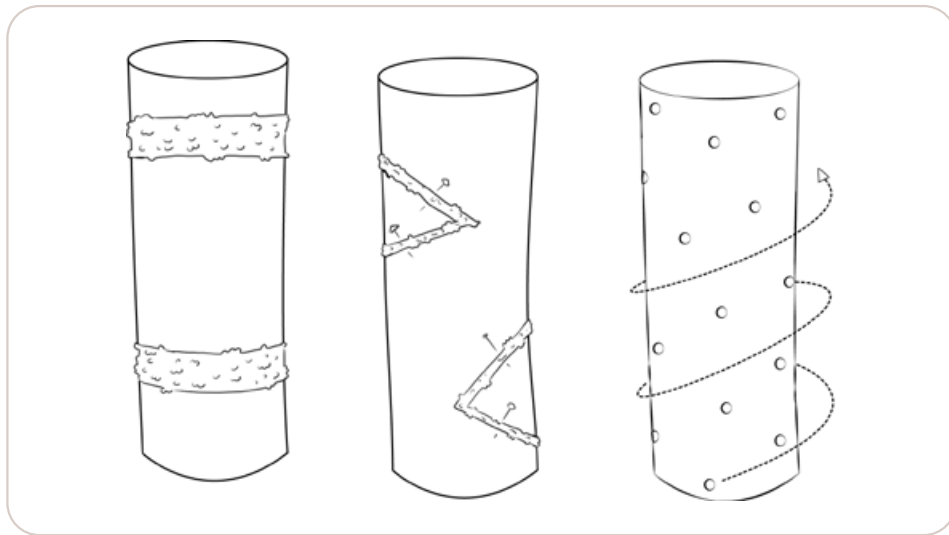


Figura 15. Diferentes técnicas de inoculación de tacos con micelio: método de «sándwich» (1) ou cuña (2) e tacos de madeira en buratos (3)

Tamén é posible empregar, como alternativa aos tacos, gran de cereal colonizado por micelio; non obstante, este formato é usado con máis frecuencia no método de cultivo en cuña ou «sándwich», para o cal é necesario arrincarlle ao tronco unha porción de madeira en forma de cuña ou circular. No espazo deixado pola madeira arrincada introdúcese o micelio, que deberá ser recuberto coa peza de madeira lixeiramente separada, que actuará simultaneamente como sustento do gran e como capa protectora. Para fixar as porcións de madeira pódese empregar cinta

adhesiva ou papel engomado. Este método é similar ao que os romanos empregaban cos troncos dos chopos para obter cogomelos.

O proceso de mantemento dos troncos pódese facer tamén de diferentes maneiras. Nas pequenas producións entérrase uns 10 cm no solo, de forma vertical, coma se fose unha estaca. Isto permítelle recibir humidade da terra e nalgúns casos favorece a produtividade, como ocorre no shiitake. Isto explícase polo «gravitropismo» que presentan algúns fungos á hora de frutificar, é dicir, o efecto direccional que a gravidade ten sobre o seu crecemento. Non obstante, en producións de máis envergadura acostúmase facer pirámides ou estruturas cos troncos amontoados e, neste caso, pode ser necesario proporcionar a humidade artificialmente.

Por último, outro dos métodos empregados en troncos é soterralos completamente, o que favorece que non haxa cambios bruscos na temperatura e na humidade, aínda que este sistema incrementa a posibilidade de contaminacións e non serve para todas as especies.

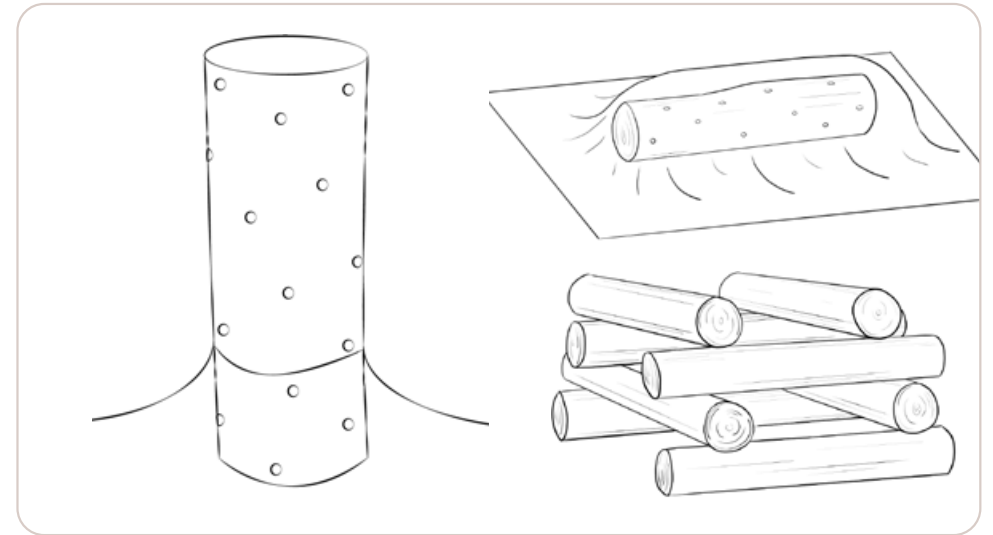


Figura 16. Técnicas de mantemento dos troncos unha vez inoculados: soterrados parcialmente, totalmente cubertos por unha lona e dispostos en montóns



# CONTAMINACIÓN POR PATÓXENOS E PRAGAS

## Introdución

É de supoñer que nos cultivos rudimentarios que o leñador chinés, Wu San Kwung, realizaba, eran moitos os organismos oportunistas que se aproveitaban da súa produción, xa fose atacando o micelio ou os cogomelos ou alterando claramente os troncos onde medraban. Todos os métodos de traballo e os cuidados comentados nas normas de asepsia teñen por obxectivo evitar o ataque destes oportunistas, que poden afectar negativamente a produción de cogomelos ou mesmo impedila.

Como calquera outro ser vivo, os fungos poden verse alterados por enfermidades provocadas por organismos non desexados, dos que se coñece unha gran diversidade: virus, bacterias, fermentos, balores, dípteros, ácaros, nematodos, etc.

Algúns destes patóxenos e pragas poden afectar directamente o cultivo e eliminar a produción, mentres que outros, sen provocar danos directos, actúan como vectores dos patóxenos.

Tamén é importante saber que non afectan por igual a todos os fungos. O tipo de alimento dispoñible ou a competitividade intrínseca do propio fungo pode favorecer ou dificultar a virulencia dos patóxenos e das pragas para incorporarse ou sobrevivir nese contorno. Ademais, non todos os patóxenos ou pragas se desenvolven nas mesmas condicións dentro dos cultivos, por iso é preciso destacar que non todas as fases de produción son igual de sensibles ao ataque dun determinado organismo.

## Virus

Os virus son capaces de infectar fungos e provocar diferentes sintomatoloxías que abranguen desde a redución da produción ata malformacións nos cogomelos. Do mesmo xeito que nos animais e nas plantas, os virus requiren células vivas para poder reproducirse, e apróveitanse da división celular do fungo ou da súa liberación de esporas para transmitirse a través do micelio ou para espallarse ata os novos hospedadores. É moi importante retirar os cogomelos antes de que maduren cando se sospeita dunha infección deste tipo.

Son patóxenos pouco habituais nos cultivos domésticos, pero non a nivel industrial, onde causan problemas relevantes en calquera das fases de produción, xa que poden ser difíciles de detectar e ser responsables de importantes perdas económicas. Un destes casos é o virus causante da coñecida como «enfermidade de La France», que provocou, e provoca, múltiples danos nos cultivos dos champiñóns (*Agaricus spp.*), alterando a morfoloxía do sombreiro, alongando o pé e provocando o abrandamento do cogomelo. O seu control é complexo, polo que habitualmente se recomenda eliminar os cultivos afectados, esterilizar todos os materiais e desinfectar o espazo de produción.

## Bacterias, fermentos e balores

Co termo bacterias agrúpanse gran número de microorganismos unicelulares, sen núcleo diferenciado (procariotas) e de metabolismo moi variado. Compiten polo alimento no medio de cultivo, dificultan o crecemento do micelio, e algunhas poden ser verdadeiramente patóxenas. Actúan cando o fungo aínda non colonizou todo o substrato e non produciu os seus propios antibióticos naturais, xa que atopa espazos facilmente accesibles, especialmente nun medio como o PDA, no que os nutrientes se atopan en forma de moléculas sinxelas, fáciles de dixerir. Este tipo de microorganismos medran exponencialmente, inhibindo ou dificultando o crecemento do fungo ata matalo.

Na placa de Petri o seu aspecto é xeralmente mucoso, ás veces irregular e con coloracións moi variadas, o que causa bastantes dificultades á hora de identificalas sen o coñecemento especializado e técnicas e equipamentos profesionais. Son moi frecuentes os xéneros *Bacillus*, *Pseudomonas* e *Streptomyces*, que, nalgúns casos, poden ser introducidos accidentalmente polo micocultor ao manipular coas mans os materiais e ferramentas sen desinfectalos correctamente, ou a través do aire contaminado. Poden causar podrencias con coloracións estrañas no cogomelo ou deformidades.

É importante destacar que algúns dos cultivos realizados sobre compostaxe poden non ser esterilizados, xa que algunhas bacterias son necesarias e vitais para o correcto desenvolvemento do ciclo biolóxico dos fungos.

Outro grupo de patóxenos frecuentes son os fermentos e os balores ou mofos, todos pertencentes ao grupo dos fungos non produtores de frutificacións visibles (micomicetos), en xeral pertencen ao grupo dos ascomicetos. No caso dos fermentos trátanse de organismos unicelulares que viven en colonias; e os balores son filamentos pluricelulares que poden chegar a formar redes moi extensas de hifas e diminutas frutificacións, teñen micelios visibles a simple vista e tamén poden observarse, con frecuencia, sobre alimentos en mal estado.

Son micomicetos que compiten co micelio produtor de cogomelos polos nutrientes do medio, ademais os balores poden xerar substancias antibióticas coas que inhiben o crecemento do fungo. Ao igual que no caso das bacterias, algunhas especies poden ser patóxenas, principalmente da trama (ou carne) dos cogomelos, na que causan diferentes danos e sintomatoloxías, como podrencia e deformación, que non mata o fungo, pero afectan a calidade e a produtividade das frutificacións. Así, no cultivo industrial do champiñón os micocultores véñense enfrontando, desde os anos 30, a múltiples problemas causados por *Trichoderma aggressivum*, *Mycogone perniciosa*, *Verticillium fungicola* ou diversos *Cladobotryum*, entre outros.

Ao utilizar condicións ambientais idénticas, como alta concentración de humidade, luz indirecta ou un rango de temperaturas suave, para os fungos patóxenos e os cultivados é moi doada a súa instalación no medio de cultivo, pero moi difícil a aplicación de tratamentos.



Figura 17. Placa Petri contaminada por bacterias

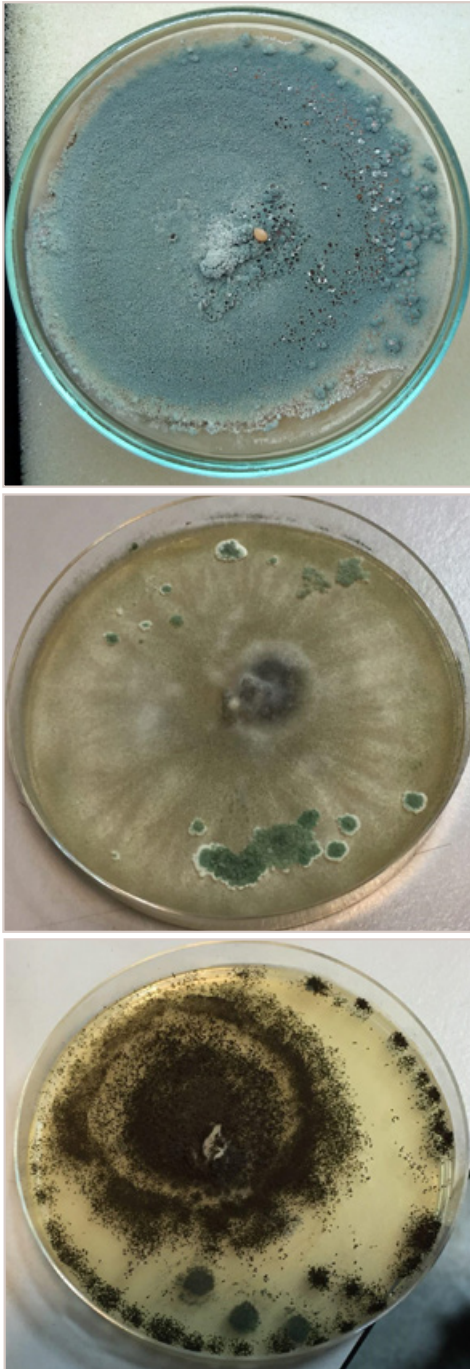


Figura 18. 19. 20. Placas Petri con diversas contaminacións orixinadas por fungos

O aspecto e a textura mucosa que presentan os fermentos nas placas de Petri é semellante a algunhas bacterias. Forman pequenas colonias esféricas ou manchas irregulares de diversas cores (brancas, crema, rosadas ou amarelas). En cambio, os balores poden ser difíciles de distinguir do micelio que se está a cultivar, xa que poden ter aspecto semellante (branco, con aspecto de algodón, en forma de fíos, teas de araña, manchas densas...). Neste caso, o único indicador pode ser o seu rápido crecemento, xa que en só 24-48 horas conseguen colonizar un amplo espazo na placa e completalo en menos dunha semana.

Non obstante, é frecuente que adquiran coloracións intensas (verde, azul, rosa, amarelo, negro, marrón, gris...) e que formen estruturas (conidióforos) semellantes a esferas elevadas por un fino pé ou acios mucilaxinosos produtores de esporas de orixe asexual (conidiosporas). Ás veces, coa axuda do microscopio, poden ser recoñecidos a nivel de xénero, mais constitúen un grupo difícil, no que son necesarias análises xenéticas e bioquímicas para chegar á súa identificación precisa.

Un dos maiores problemas das bacterias e dos micromicetos, ademais da súa ubicuidade, é que, dado o seu pequeno tamaño e a capacidade de dispersión a través dos diferentes medios (aire, auga, roupa, pelo, pel...), éelles extremadamente fácil expandirse, o que se ve acrecentado nos micromicetos pola formación de millóns de conidiosporas. É fácil deducir que o control é moi complicado, polo que é preciso que nas fases máis sensibles

e críticas, por exemplo medios e substratos recentemente inoculados, se sigan con extrema cautela as medidas de prevención e desinfección comentadas anteriormente.

Xestionar adecuadamente os procesos de manipulación do substrato e do micelio e dificultar a entrada de patóxenos antes e durante a produción é un paso tanto ou máis importante como nutrir o fungo ou manter as condicións ambientais adecuadas.

Non se recomenda o uso de compostos químicos para combatelos, xa que os micelios dos fungos absorben absolutamente todos os produtos existentes nos substratos, que pasan despois ás frutificacións, e, deste xeito, poden ser perigosos para a saúde dos consumidores. Ademais, tanto substancias antibióticas coma biocidas (bactericidas, fungicidas, insecticidas...), poden resultar carcinóxénicos ou afectar directamente o micocultor que os aplica. A única maneira de eliminar un ataque por patóxenos deste tipo é eliminar as placas contaminadas e destruílas, logo da desinfección, para evitar que se expandan.

Por estas razóns, o mellor tratamento que pode aplicarse é a prevención, evítanse efectos secundarios e diminúense custos na produción.

No gran de cereal inoculado é frecuente que aparezan contaminacións deste tipo ao empregar envases con puntos de aireación e non usar filtros adecuados. E tamén poden ser habituais, na palla en forma de «pélet», xa que se compacta con facilidade e se producen procesos de fermentación anaerobia se non se ventila adecuadamente toda a superficie da paca.

En substratos máis complexos, como a palla, a compostaxe ou a madeira, aínda que a competitividade das bacterias e balores se reduce ao non ser capaces de procesalas tan axiña, é especialmente importante manter unha aireación axeitada dos cultivos para evitar a acumulación excesiva de humidade no substrato ou sobre os cogomelos, que serían un perfecto caldo de cultivo para a aparición e expansión de bacterias e de micromicetos. É frecuente entre os profesionais, cando aparecen pequenos parches ben delimitados de bacterias ou balores, tender a retirar as zonas afectadas con coidado e empregar sal mariño para limitar o avance e dispersión das conidiosporas.

No caso das pacas de palla ou serraduras de madeira, ao ser bloques individuais, a primeira recomendación é eliminalas totalmente de forma inmediata. De decidir eliminar só os anacos afectados, é preciso illar a produción infectada afastándoa doutras próximas, limitar a rega para evitar espallar as conidiosporas que puidesen quedar na área intervida e vixiar a evolución desta por se reaparecen os competidores, posto que ao ser materiais máis ou menos porosos, as conidiosporas poden espallarse doadamente polo substrato e reaparecer outra zona infectada.



## Dípteros, ácaros e nematodos

Como se indicou antes, as medidas de hixiene tenden a reducirse co paso do micelio en PDA ao substrato de replicación ou de produción, por iso é frecuente tamén o ataque de pequenos animais, como dípteros (moscas e mosquitos), ácaros e nematodos (vermes), entre outros. Estas situacións incómodas vense facilitadas polo tipo de recipientes empregados na produción (máis abertos) e polo traballo en exteriores ou salas e cuartos inadecuados, máis abertos.

A entrada deste tipo de patóxenos de maior tamaño ten orixe nos substratos mal desinfectados ou no acceso directo deles ata a produción, cando non está ben illada por barreiras físicas ou nun espazo pechado, é dicir, os coidados comezan no seu almacenamento. Por exemplo, se non se garda nunha despensa segura, tanto os roedores coma os insectos poden dar conta do gran previsto para a inoculación.

Da mesma maneira, o substrato débese conservar en recipientes adecuados para evitar o exceso de humidade e a entrada de pragas nese primeiro momento. Hai patóxenos que se non se eliminan cando aparecen, e como teñen elevada capacidade reprodutiva causan efectos moi daniños, tanto para o micelio coma para os cogomelos, e facilitan a entrada a fermentos e balores. Unha boa práctica para eliminar certos patóxenos do substrato é conxelalo, un mínimo de 48 horas, tanto no momento de adquirilo coma antes de usalo.

Entre os animais responsables de patoxenicidade nos fungos, o grupo máis frecuente e especialmente problemático son insectos relacionados coas moscas e cos mosquitos, dípteros de pequeno tamaño (2-6 mm), con capacidade para voar e gran resistencia fronte aos principais insecticidas. Nos cultivos industriais provocan grandes problemas.

Os adultos, ao igual que fan na natureza, depositan xa no micelio ou no substrato os ovos, e unha vez eclosionados, as numerosas larvas aliméntanse dos cogomelos, fabricando extensas galerías que provocan decoloracións e facilitan o ataque por bacterias e balores nesas feridas. Ademais, os adultos poden transportar no seu corpo outros patóxenos, como conidiosporas de fungos, bacterias e mesmo ácaros. É importante establecer barreiras para que non penetren, como redes antimosquitos nas xanelas da sala de cultivo ou trampas de luz, e cubrir os pequenos ocos polos que poidan acceder. O uso de tiras adhesivas atraentes permite detectar a presenza de adultos nas instalacións e, en consecuencia, actuar a tempo.

As familias que maiores efectos negativos causan na produción son Phoridae e Sciaridae, algúns individuos da familia Cecidomyiidae e, aínda que son menos habituais e oportunistas, algúns da familia Psychodidae (moscas da humidade), que tamén poden aparecer e xerar problemas no cultivo.

Nas producións no interior, aínda que pouco frecuentes, poden aparecer colémbolos, pequenos artrópodos que chegan ata os 5 mm de tamaño, ubícuotas, sen ás, pero cunha gran capacidade de salto, que se alimentan de materia en descomposición, balores e outros fungos, polo que é posible atopalos inxerindo o micelio, cogomelos ou conidiosporas ou creando múltiples galerías nas frutificacións. Este grupo de organismos son frecuentes entre as láminas dos cogomelos silvestres, alimentándose delas.

Se o substrato non é tratado con xeito, poden aparecer tamén ácaros, que son arácnidos moi pequenos, entre 0,2 e 0,5 mm, que atacan o micelio e a trama ou carne das frutificacións, e crean ocos nos que poden instalarse facilmente bacterias ou fungos daniños. Entre os síntomas que manifestan están as decoloracións, as perforacións ou as de formacións nos cogomelos. A pesar de que moitas especies non atacan os fungos ou mesmo se alimentan doutros ácaros, a súa presenza indica falta de hixiene no cultivo.

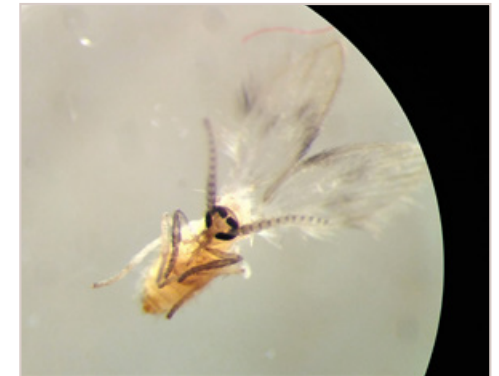


Figura 21.1. Individuo da familia Psychodinae



Figura 21.2. Individuo da familia Sciaridae



Figura 22. Coleóptero



Figura 23. Larva de díptero

Por último, e aínda que non son doadamente visibles, están os nematodos. Son vermes transparentes ou esbrancuxados de tamaño microscópico, que constitúen un filo propio, os Nematoda. A maioría son saprófitos, pero algúns aliméntanse do micelio e das frutificacións, por iso no cultivo de cogomelos aparecen no substrato tipo compostaxe ou no que contén gran cantidade de materia orgánica. O maior problema que causan é a formación de feridas que poden ser colonizadas

por microorganismos patóxenos, así como unha marcada redución ou desaparición da produción de cogomelos e mesmo a paralización do crecemento do micelio no substrato.

Para evitar este tipo de ataques por animais recoméndase tratar termicamente o substrato antes da inoculación (pasteurización), excepto no caso da compostaxe que, como se dixo antes, non debe facerse. A pasteurización pódese realizar en ciclos repetidos, que axudan no tratamento contra estruturas resistentes de balores e bacterias e permite eliminar larvas que moitas veces non son visibles. Para isto, despois da primeira pasteurización, o substrato déixase 24 h en condicións normais co fin de que as células resistentes ou esporas sobreviventes se recuperen e xerminen e poidan ser eliminadas na repetición das pasteurizacións.

O mellor, non obstante, tanto para microorganismos coma para animais, é a prevención, evitar o ataque, xa que, como se viu, a aplicación de tratamentos químicos non se recomenda, debido á difícil acción do produto por todo o substrato e á resistencia dalgunhas pragas, así como á posibilidade de acumulación de tóxicos nos cogomelos.

Esta é a causa pola que as normativas de aplicación e de autorización de uso destes produtos químicos sobre alimentos sexan tan restritivas. O tipo de biocidas autorizados, os períodos de aplicación e as doses recomendadas encóntranse dispoñibles nas plataformas de información cidadá do Ministerio de Agricultura, Pesca e Alimentación.

Está claro que todos estes patóxenos teñen un impacto negativo maior sobre o cultivo de cogomelos no interior de naves e espazos pechados, de aí que a vixilancia destes debe ser frecuente para poder detectalos a tempo, antes de que o seu número e os danos fagan inviable calquera tratamento ou permitan que se expandan a novas producións. Esta é a razón polo que, moitas veces, se empregan recipientes de cultivo transparentes que permitan visualizar o estado completo da paca, do frasco con gran ou da bandexa, deixando entrever se existe algún movemento no substrato, a presenza

de larvas, de furados, de galerías ou de cores estrañas, sen que sexa necesario abrir os envases ou recipientes e arriscarse a máis contaminacións.

Por último, aínda que as producións no exterior están máis expostas e son moito máis propensas a este tipo de ataques que as do interior, ao non presentar unhas condicións ambientais que favorezan a reprodución dos patóxenos, e, en xeral, ser explotacións máis reducidas, o seu impacto non é tan destacable. Malia isto, unha revisión habitual do estado da produción e o illamento ou eliminación daquelas zonas que estean infectadas favorecerá a calidade do cultivo.

## Outros perigos no exterior

En pacas e en troncos é posible a aparición de macromicetos non desexados, como algunhas especies de *Coprinus*, *Stropharia*, *Ganoderma*, *Trametes* ou *Armillaria*, que poden medrar e producir cogomelos que alteren o proceso de cultivo. De ocorrer isto, débense eliminar as frutificacións antes de que maduren e liberen as esporas, xa que reinfestarían as producións próximas.

Cando o cultivo se atopa en contacto directo co chan, nun campo ou xardín, é posible que aparezan tamén caracois e lesmas devorando as frutificacións. Neste caso, ademais da retirada manual, pódense deseñar barreiras de tea ou rede que eviten o seu paso, ou usar cebos para atrapalos, aínda que ao tratarse de poboacións pequenas non supoñen grandes problemas.

Outros animais oportunistas como os xabaris e certos roedores tamén poden causar danos, pero un peche axeitado da explotación ou da produción son solucións e alternativas adecuadas.

## E os cultivos feitos por formigas, que?

Vista toda esta diversidade de organismos «problemáticos» para a produción de fungos, xorden as preguntas: que ocorre entón co cultivo levado a cabo polas formigas do que se falaba anteriormente? acaso non sofre o ataque destes patóxenos e pragas? como é que o solucionan?

En efecto, ao igual que nas producións desenvolvidas polos humanos, existen organismos comensais (nematodos, milípedos, isópodos, colémbolos, zixentomos, larvas de dípteros e algúns escaravellos e moluscos) que se aproveitan do traballo das formigas e lles rouban anacos de fungo. E tamén poden aparecer depredadores das propias formigas, como avespas, as formigas doutras especies ou as cobras que aproveitan as cámaras da colonia para depositar os seus ovos.

Dentro das súas posibilidades, as formigas micocultoras loitan contra eses ataques defendendo a colonia na medida do posible, pero son outros patóxenos, particularmente fungos, os que realmente xeran problemas na súa produción. Nestes casos algunhas formigas desenvolveron estratexias evolutivas que lles axudan na defensa.

Un dos casos mellor coñecidos é o da formiga *Acromyrmex octospinosus* que cultiva o basidiomiceto *Leucoagaricus gongylophorus*. Este fungo é facilmente atacado por ascomicetos do xénero *Escovopsis*, patóxenos moi virulentos e altamente especializados debido aos procesos de selección e presión evolutivos que acontecen nos xardíns desde a súa orixe.

A pesar de que este parasito cando está sen control infecta axiña a *Leucoagaricus gongylophorus* provocando a morte da colonia, o hospedador intenta evitar, ou polo menos, atrasar esa situación mediante a produción de certos antibióticos, pero sen a intervención das formigas non consegue combatelo. A través da limpeza realizada polas obreiras que retiran o micelio vello onde pode aparecer a infección, conseguen manter o patóxeno por debaixo das cantidades críticas para a colonia e limitar as posibilidades de aparición e de expansión do *Escovopsis*.

Esta coevolución é algo máis complicada ao entrar en acción outras relacións mutualistas. O conxunto de organismos microscópicos (microbiota) simbioses con outras formigas, así como as bacterias incorporadas desde o medio (xéneros *Sterptomyces*, *Pseudonocardia* e *Amycolatopsis*), xeran antibióticos que atacan tanto especificamente o parasito (*Escovopsis*) coma outros microorganismos oportunistas que chegan aos xardíns. Isto, unido á selección de novas cepas do fungo por parte das propias cultivadoras, permite que, na carreira pola adaptación entre patóxenos e hospedadores, as formigas consigan manter as súas colonias e os seus cultivos vivos.

Sería interesante inspirarse neste tipo de estratexias tanto na produción de fungos coma na doutros alimentos por parte dos humanos. Débese, por unha banda, investir en proxectos de investigación que consigan realizar unha selección de cepas adecuadas dos fungos «domesticables» e, por outra, evitar a explotación dunhas poucas cepas durante o tempo suficiente para que certos patóxenos perigosos se adapten a elas e aos produtos químicos utilizados.

Ademais, tamén sería interesante investigar a sinerxía doutros organismos, como artrópodos ou bacterias e outra fauna asociada existente nos cultivos vexetais, que poidan axudar no control de pragas nos cultivos de fungos. Isto podería evitar o uso abusivo e insostible de biocidas, xa que a capacidade de resistencia aos tratamentos é rapidamente superada.

# CONTROL SANITARIO DO CULTIVO DOS COGOMELOS E COMERCIALIZACIÓN

No proceso de produción e comercialización industrializada adquiren grande importancia os aspectos sanitarios dos cogomelos, como os de calquera outro produto alimentario, que se centran nas condicións nas que debe chegar o alimento ao consumidor final, por iso o marco normativo que regula a produción de cogomelos é común a moitos produtos agrícolas. Non obstante, no momento de realizar unha produción doméstica, a única normativa que ten importancia é o regulamento técnico de control e certificación do material de multiplicación de fungos cultivados, é dicir, do micelio que serve de «semente» (Real decreto 1313/2005).

Dadas as peculiaridades do proceso de produción dos cogomelos, as fases de illamento do fungo e de propagación do micelio son as que teñen unha maior potencialidade de presentar organismos patóxenos para o ser humano, que son difíciles de identificar a simple vista, e que poden pasar desapercibidos para as persoas. Co obxectivo de asegurar a salubridade do micelio obtido durante estas fases foi elaborada unha normativa para o seu control, cando son producidas con fins gastronómicos as diversas especies, que presentan unha produción máis elevada no noso territorio, como os champiñóns (*Agaricus* spp.), o cogomelo ostra (*Pleurotus ostreatus*), o cogomelo dos cardos (*Pleurotus eryngii*), o cogomelo de chopo (*Agrocybe aegerita*), o shiitake (*Lentinula edodes*) ou o pé azul (*Lepista nuda*).

Neste decreto non só se indica o procedemento que se vai seguir, senón tamén os límites de contaminantes que poden posuír e as instalacións requiridas polas empresas para garantir a salubridade durante a obtención dos ditos produtos. É importante destacar que todas as empresas, produtoras de micelio para fins gastronómicos,



deben estar inscritas nunha base de datos a nivel estatal e os seus produtos deben posuír un certificado expedido pola comunidade autónoma correspondente, que garante que a dita empresa cumpre a normativa. Dun tempo a esta parte algunhas empresas de servizos agrarios comezaron a vender micelio de diferentes especies cuxa procedencia é descoñecida, ou procédese á venda de micelio extraído a partir de material certificado por outras empresas, o que reduce as súas garantías e aumenta os posibles riscos de contaminación da produción final.

Por todo isto, é importante que o consumidor coñeza que só a certificación do material de multiplicación do fungo que se cultiva pode garantir o cumprimento duns requirimentos mínimos de salubridade para reducir a posibilidade de contaminacións no proceso de produción final. Ademais, malia non estar centradas nin dirixidas á produción industrial, tamén é importante que as persoas que se decidan por realizar un cultivo de cogomelos coñezan estes criterios sanitarios. Deste xeito, é posible evitar contaminacións descoñecidas que poidan resultar prexudiciais no proceso do cultivo dos cogomelos de forma doméstica.

Ata hai pouco tempo todos os aspectos sanitarios relativos á comercialización dos cogomelos estaban regulados polo antigo Código Alimentario Español (Decreto 2484/1967, do 21 de setembro), que incluía simplemente unha listaxe coas especies consideradas comestibles naquel momento, cultivadas e silvestres. Algunhas das especies que eran aceptadas para o consumo, como o cogomelo dos cabaleiros ou tortullo amarelo (*Tricholoma equestre*), foron prohibidas con posterioridade (Orde SCO/3303/2006) debido a problemas sanitarios asociados á inxestión de grandes cantidades ou de forma continuada por parte de persoas sensibles aos flavonoides. Igualmente, outros cogomelos de grande interese culinario non se atopaban recollidos entre as especies comestibles que se podían comercializar, como a trompeta negra (*Craterellus cornucopioides*), a lingua de vaca (*Hydnum repandum*) ou o higróforo de inverno (*Hygrophorus marzuolus*), polo que foron incluídos nesta nova normativa como especies silvestres comercializables.

Os cogomelos son un produto alimentario e, como tal, atópanse suxeitos desde a produción ata a súa posta no mercado a múltiples controis. No ámbito estatal, unha das normativas importantes que regula as condicións sanitarias para poder comercializar cogomelos con fins alimentarios é o RD 30/2009. Nel indícanse as condicións nas que o produto debe chegar ao consumidor final, incluíndo unha listaxe das especies cultivadas e silvestres que poden ser comercializadas no noso territorio. Ademais, está adaptado aos criterios de seguridade alimentaria recollidos en varios regulamentos da Comunidade Europea, que serven de referencia na seguridade alimentaria.

A complexidade do marco normativo actual é responsable de que a comercialización de cogomelos en España estea suxeita a gran cantidade de normas con diferentes niveis de aplicación, desde locais ata europeas. Unha das normativas importantes no

sector agroalimentario é o Regulamento (CE) nº 178/2002, que fixa os principios e os requisitos xerais da lexislación alimentaria que cómpre seguir en toda a Comunidade Europea e que afecta, loxicamente, os propios cogomelos.

Estes regulamentos xorden a partir do ano 1996. Desde a FAO (Organización das Nacións Unidas para a Agricultura e a Alimentación), dependente da ONU, adóptase o concepto de seguridade alimentaria durante a Cima Mundial sobre a Alimentación de Roma. Nela faciase referencia á posibilidade de que as persoas puidesen acceder a suficientes alimentos inocuos e nutritivos para satisfacer as súas necesidades alimenticias. Poñía en valor non só a accesibilidade aos alimentos, senón tamén a súa salubridade para permitir o desenvolvemento dunha forma de vida activa e sa.

Isto ten un impacto directo no consumo de fungos e na súa produción, que pasa a estar regulado e xestionado pola Autoridade Europea de Seguridade Alimentaria (EFSA), dedicada ao control da seguridade alimentaria, cun claro obxectivo de protección da saúde do usuario final.

Deste xeito, en toda a cadea alimentaria é preciso pór en marcha un sistema de análise e de alerta e transparencia daqueles produtos que non cumpren as normativas en materia de hixiene, incluíndo os cogomelos. En todos os casos, baseadas no principio de cautela, débense adoptar medidas protectoras, aínda cando non exista a certeza científica de que teñan consecuencias negativas para a saúde. Así, o RD 30/2009 exclúe a comercialización dos cogomelos que non estean indicados na propia normativa, dando a entender que, debido ao descoñecemento do efecto negativo que poden ter para a saúde, o seu consumo pode supoñer un problema alimentario, co risco de que se deixe de consumir algún comestible.

Partindo disto, o RD propón a elaboración dun sistema de rastrexabilidade dos produtos para todo o sector agroalimentario, desde a granxa ou o monte ata a mesa, baseado na implantación de sistemas de autocontrol, centrados na Análise de Perigos e Puntos de Control Crítico (APPCC). É dicir, todas as empresas alimentarias, desde as produtoras ata os restaurantes e comercios, teñen a obriga de implantar este sistema de autocontrol APPCC.

Estes sistemas identifican os perigos e os momentos do proceso produtivo que precisan de máis control para asegurar a salubridade dos produtos para o seu consumo e reducir así os riscos contra a saúde pública, seguindo o que se denomina «sistema de avaliación de riscos». Evidentemente, isto implica coñecer cales son os perigos en cada fase de produción, así como identificar a súa severidade e frecuencia, de maneira que sexa posible avaliar a probabilidade de que o problema afecte o consumidor.

A FAO considera «perigo» calquera elemento de orixe biolóxica, química ou física que poida ter un efecto nocivo sobre a saúde das persoas, e denomina «risco» a probabilidade de exposición a un perigo durante un certo tempo e a severidade das súas consecuencias.

Para que se entenda mellor, un exemplo. A comercialización das pantorras ou xirupatos (*Morchella* spp.) e dos orellanzos (*Helvella* spp.) ten un perigo intrínseco ao presentar toxinas que poden producir trastornos dixestivos tras o seu consumo en cru ou indebidamente cociñados. Non obstante, o risco é moi leve tras o consumo desta especie cando se somete a un proceso de deshidratación, porque as toxinas termolábiles (que se evaporan coa calor) destrúense. Pois ben, estas medidas considéranse un punto de control necesario para garantir a seguridade do alimento; e para confirmar que este tratamento foi aplicado correctamente antes de seguir coa comercialización do cogomelo cara ao público é obrigatorio que estas especies sexan previamente deshidratadas, que non estean frescas.

No proceso de comercialización de calquera produto considéranse puntos de control crítico as fases nas que é preciso realizar a verificación do seu estado, co fin de garantir a súa inocuidade para o consumidor. Isto faise mediante a verificación dos riscos que poidan existir de cara a un problema de saúde pública, para o que se calcula a probabilidade de exposición a ese perigo mediante o «límite crítico», é dicir, calcúlanse os valores máximos de presenza para certos patóxenos ou contaminantes e que non poden ser excedidos.

A maior parte deste límites críticos están recollidos en normativas, tanto a nivel estatal coma a nivel comunitario, pero, en función do proceso de produción, poden ser máis restrictivos durante algunhas fases deste, co fin de evitar que o produto final non exceda os límites normativos.

Un destes casos é o cultivo dos champiñóns (*Agaricus* spp.), no que é recomendable empregar substratos cunha concentración de metais pesados moito menor da permitida na normativa alimentaria, xa que estas especies son grandes bioacomuladoras e presentan grande avidez pola captación de metais pesados existentes nos substratos, polo que sen un control estrito, os niveis finais destes metais poden superar os límites permitidos pola OMS (Organización Mundial da Saúde).

O desenvolvemento da APPCC é un proceso complexo, que require a colaboración de todos os implicados na elaboración do produto agroalimentario que se vai analizar e que, ademais dos controis comentados, precisa rexistrar oficialmente os resultados obtidos co fin de garantir a rastrexabilidade e a salubridade deste. Malia que este sistema é empregado na seguridade alimentaria, tamén é posible empregar esta metodoloxía APPCC para o desenvolvemento dun sistema integral, que permita a detección de problemas nunha fase previa, antes de que os perigos e riscos entren en contacto co consumidor final.

# NECESIDADES BÁSICAS PARA A DOMESTICACIÓN DOS FUNGOS A NIVEL PRODUCTIVO

- **Instalacións e ferramentas**

- Localización
- Deseño interno do local: instalacións
- Estrutura interna do local e accesorios
- Ferramentas e equipamento

- **Control das operacións de preparado de material e medios de cultivo**

- Material de cultivo
- Medio de cultivo
- Substrato
- Illamento e replicado
- Almacenaxe
- Control de calidade

- **Adestramento**

INSTALACIÓNS E FERRAMENTAS	
<b>Localización</b>	O establecemento ten que estar dotado coas medidas de prevención axeitadas para evitar contaminacións.
<b>Deseño interno do local: instalacións</b>	O deseño e a distribución ten que facilitar os traballos e evitar posibles contaminacións durante estes. As áreas de traballo deben estar separadas para facilitar a desinfección.
<b>Estrutura interna do local e accesorios</b>	<p>O local terá que ter boa circulación de aire limpo.</p> <p>O chan debe ter boa drenaxe e ser doado de limpar, e as paredes e o teito deben ser lisos e de material facilmente desinfectable. Débese ter á disposición auga limpa para desenvolver estes traballos.</p> <p>A iluminación ten que situarse nos puntos precisos, para non danar os cultivos e permitir o desenvolvemento dos traballos.</p> <p>Os aseos para os operarios teñen que estar accesibles e lonxe das áreas implicadas no fluxo de traballo do cultivo.</p>
<b>Ferramentas e equipamento</b>	<p>As ferramentas e o equipamento teñen que asegurar que non haxa risco de contaminacións para os medios de cultivo e os substratos. O equipamento de desinfección e limpeza ten que estar sempre preparado para funcionar.</p> <p>As superficies das mesas e das cámaras de cultivo teñen que ser lisas e sen fisuras (aceiro). E os autoclaves metálicos deben superar os 121 °C e 1 bar de presión.</p>

CONTROL DAS OPERACIÓNS DE PREPARADO DE MATERIAL E MEDIOS DE CULTIVO	
<b>Material de cultivo</b>	A selección do cogomelo debe seguir criterios de calidade e caracterización. E, no caso dos cultivos puros, deben acompañarse da certificación de orixe e calidade.
<b>Medio de cultivo</b>	O medio de cultivo ten que ser preparado e almacenado axeitadamente para garantir a calidade e previr infeccións. Hai que esterilizalo nun autoclave (T > 121 °C e presión > 1 bar) polo menos 20 min.
<b>Substrato</b>	O substrato ten que esterilizarse no autoclave igual que os medios. E ten que ser preparado e almacenado de acordo coas súas características, garantindo calidade e ausencia de contaminacións.
<b>Illamento e replicado</b>	O illamento do cultivo puro, o replicado e os subcultivos débense facer garantindo a calidade e minimizando o risco de contaminacións, mediante técnicas asépticas, e rexistrar todos os datos para unha avaliación futura.
<b>Almacenaxe</b>	<p>A área de almacenaxe dos cultivos puros ou das pacas de crecemento ten que estar desinfectada e coa temperatura óptima para garantir a formación dos micelios de cada especie. En ningún caso deben exporse á luz solar.</p> <p>Os cultivos teñen que gardarse tomando as medidas que reduzan o risco de contaminación, a mestura deles entre si ou a desorganización das mostras. Co fin de levar un mellor control das datas de cultivo e da produción, as cepas deben almacenarse de forma ordenada e separadas unhas das outras. E os vectores de contaminación deben ser controlados regularmente.</p>



## CONTROL DAS OPERACIÓNS DE PREPARADO DO MATERIAL E MEDIOS DE CULTIVO

### Control de calidade

Os métodos de control deben garantir a calidade dos cultivos ata o momento da distribución do produto. Así, por cada lote producido deben retirarse mostras aleatorias para ser gardadas e analizadas.

As mostras alteradas por contaminación ou escaso desenvolvemento teñen que separarse para o seu estudo. Nun lugar de doado acceso deben terse as mostras para que poidan ser revisadas no futuro, xunto coa seguinte documentación:

- Criterios que reflectan as características de calidade dos «cogomelos-nai» dos cultivos ou os certificados da orixe dos cultivos puros.
- Métodos de preparación dos medios de cultivo e os substratos, así como dos de illamento e replicado.
- Rexistro das datas de traballo: illamento, replicado e distribución de cada cultivo.
- Rexistro da detección e retirada de cada mostra alterada, xunto co método de refugado empregado, que debe estar sempre a punto.
- Rexistro dos programas e métodos de limpeza e desinfección das instalacións e ferramentas.

## ADESTRAMENTO

O persoal debe recibir adestramento para gañar o coñecemento e as habilidades precisas para actuar nos diferentes pasos do proceso produtivo, cumprindo todas as prácticas de hixiene e limpeza.

# MICORRIZAS, QUE SON? RETO PARA A DOMESTICACIÓN

## Introdución

No século XIX o botánico alemán Albert Bernard Frank dá nome a unhas estruturas xeradas pola asociación simbiótica, mutualista e non patóxena, entre as raíces de plantas e o micelio dos fungos. O termo micorriza, que se empregou para definir esta asociación, literalmente significa «fungo na raíz»; non obstante, hoxe en día, este concepto ten un sentido máis amplo, ao descubrirse que esta relación non só se forma coas raíces de plantas con semente (ximnospermas e anxiospermas), senón tamén con outras estruturas, como ocorre no caso das orquídeas, os brións, os fentos e as plantas sen verdadeiras raíces.

Deixando de lado as excepcións, na maior parte dos casos o micelio do fungo recobre ou penetra na raíz da planta, protexéndoa de posibles entradas de patóxenos procedentes do solo e axudándoa na captación de auga e sales minerais, a cambio do cal a planta proporciónalle azucres procedentes da fotosíntese.

O grao de especificidade da relación entre estes dous organismos varía moito, polo que existen fungos que só poden establecerse nas raíces dunha única especie vexetal ou do mesmo xénero, mentres que outros poden asociarse a especies de xéneros diferentes ou mesmo formar micorrizas con calquera planta con vasos condutores (planta vascular).

## Tipos de micorrizas

As micorrizas clasifícanse en función do tipo de contacto que establecen as hifas coas células da raíz, onde se leva a cabo o intercambio de nutrientes. En función desa unión hifa-raíz, recoñécense tres grupos principais:



Figura 24.1. Tipos de micorrizas. Endomicorrizas

**Endomicorrizas:** o micelio non recobre a raíz, senón que as hifas penetran no interior e introdúcese dentro das células formando vesículas e arbúsculos (glomérulos), por iso tamén se coñecen como micorrizas vesículo arbúsculares (MVA). Son as formadas polos glomeromicetos (fungos micromicetos) coa maioría das plantas, mesmo con grupos máis primitivos, como os brións, os fentos e as ximnospermas máis antigas. As especies que forman MVA empréganse, tanto na agricultura coma no sector forestal, para mellorar o estado dos cultivos e das formacións arbóreas, pero non producen cogomelos.

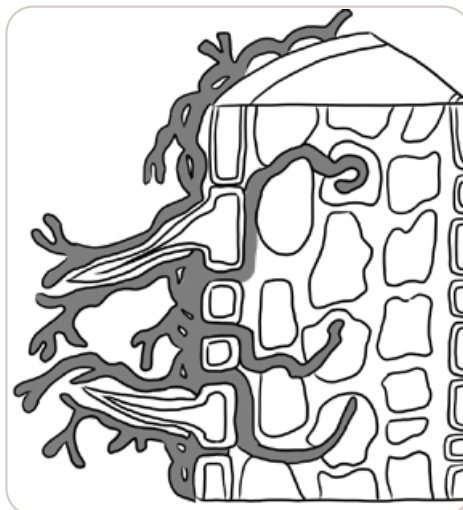


Figura 24.2. Tipos de micorrizas. Ectomicorrizas

**Ectomicorrizas:** o micelio recobre as raíces novas formando un «manto», como se fose un guante, e as hifas non penetran no interior das células da raíz, quedan no espazo entre elas. Este é o tipo de relación establecida pola maioría dos fungos macromicetos (ascomicetos e basidiomicetos), principalmente coa maior parte das ximnospermas e das anxiospermas. Por esta razón, as especies ectomicorrícicas son empregadas no ámbito forestal para a obtención de cogomelos silvestres con fins comerciais, e interesa potenciar o seu uso.

**Ectoendomicorrizas:** atópanse nunha situación intermedia entre os tipos anteriores, o micelio recobre a raíz formando un manto e, ademais, as hifas penetran dentro das células radiculares, mais sen formar arbúsculos nin vesículas. É unha relación que acontece tanto nos ascomicetos coma nos basidiomicetos, principalmente con anxiospermas; e, de feito, sospéitase que algúns boletais establecen este tipo de micorriza.

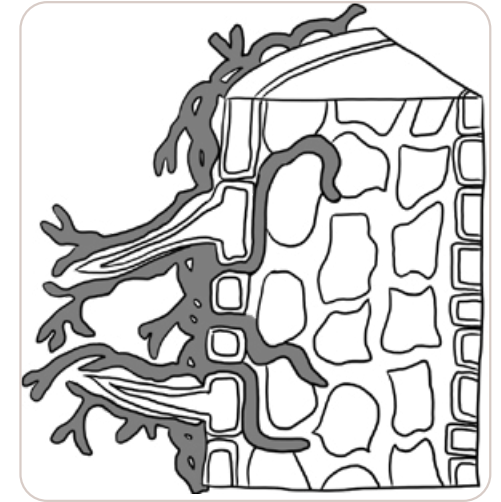


Figura 24.3. Tipos de micorrizas. Ectoendomicorrizas

## Beneficios das micorrizas

As micorrizas, en xeral, teñen grande importancia na natureza posto que proporcionan múltiples beneficios no eido ecolóxico, tanto forestal coma agrícola.

Un dos aspectos máis importantes que cómpre ter en conta é que incrementan a superficie de absorción da raíz e aumentan tamén a zona de intercambio entre a planta e o solo, o que favorece a captación de auga e de sales minerais. Ademais, as hifas forman unha rede moi fina, de varios quilómetros de lonxitude, capaz de chegar onde calquera sistema radicular non o consegue. Isto permite que a planta medre máis e aumente a súa resistencia, supervivencia e produtividade, especialmente nas zonas degradadas ou moi secas.

Outro beneficio é que os fungos axudan na mobilización, degradación e eliminación de substancias do solo que poden resultar nocivas. Mediante a almacenaxe destas substancias impiden que as plantas as capten, e evítanse así os efectos da súa toxicidade. Este aspecto é importante telo en conta cando se trata de plantas que viven en solos contaminados por metais pesados ou nas repoboacións de minas abandonadas.

Ademais, as micorrizas ao envolver as raíces proporcionan, grazas a substancias antibióticas producidas polo fungo, protección fisicoquímica fronte a organismos do solo causantes de enfermidades (microbiota edáfica patóxena), por exemplo, no combate contra a tinta do castaño ou a seca da sobreira causadas por fungos do solo (*Phytophthora* spp.), e potencian a supervivencia doutros que resultan beneficiosos para a planta.

Por todas as vantaxes que supoñen as micorrizas para as plantas, e grazas aos avances da biotecnoloxía, xorde a «micorrización dirixida», que pretende reproducir e optimizar os procesos de micorrización mediante a selección de especies concretas de fungos, co fin de obter plantas con maior crecemento, maior resistencia fronte a patóxenos e mellor adaptación ás condicións en medios adversos (contaminados, pobres, áridos, queimados, etc.) e, se fose posible, obter cogomelos comestibles.

## Técnicas de micorrización

A diferenza da «domesticación» dos fungos saprotróficos, non hai moitas certezaas sobre a de fungos micorrícicos. Na natureza hai demasiados factores e variables fronte ao que podería ser un medio controlado no laboratorio, por exemplo, o terreo onde se van plantar árbores ou implantar micorrizas, a idade, a lonxevidade e a salubridade das plantas hospedadoras, as especies de fungos, etc.

Deixando de lado estas incertezas e dificultades, os pasos iniciais da «domesticación» de fungos micorrícicos son practicamente idénticos aos da de fungos saprotróficos.

**1** Selección da especie de fungo, un punto importante, porque non todos os fungos van formar micorrizas con todas as especies vexetais que se queira, e, ademais, haberá que ter en conta as condicións do clima e solo onde vai vivir esa planta. Por exemplo, unha especie como a cesárea (*Amanita caesarea*), que é de climas cálidos, non terá sentido inoculala en árbores de lugares fríos ou plantar árbores micorrizadas con ela nese tipo de zonas.

**2** Illamento do fungo para obter micelio puro e conservalo activo ata poder empregalo no momento axeitado. Este paso, ao igual que con fungos saprotróficos, pode realizarse a partir de tecidos do cogomelo, esporas e, a maiores, raíces micorrizadas previamente. O maior problema neste paso é que certas especies silvestres poden presentar requirimentos nutricionais difíciles de achar, e polo tanto, van precisar dun medio de crecemento máis específico que o ágar-pataca-dextrosa (PDA); por exemplo, as andoas (*Boletus* spp.) non medren en medios ricos en sacarosa.

**3** Replicar o micelio para obter suficiente biomasa que permita inocular medios nutritivos, sólidos ou líquidos, onde poida continuar o desenvolvemento ata que sexa empregado.

**4** Inoculación do fungo na árbore, xa sexa directamente no campo ou no laboratorio, sobre as raíces de plántulas («inóculo vexetativo a partir de cultivos puros»). Este é un dos pasos máis complexos, posto que na inoculación no campo comezarán a actuar todas as variables ambientais e o micelio deberá estar no mellor estado posible para ter a oportunidade de establecerse, de ser aceptado pola planta hospedadora e de combater calquera microorganismo (fungo ou bacteria) que xa viva nese solo e poida ser patóxeno ou competidor. Por iso, no laboratorio, en «cultivo in vitro», non debe haber problema, pero no viveiro si pode existir. O máis importante é manter as condicións de esterilidade e de asepsia no solo para que ningún outro fungo consiga desprazar o que chega do laboratorio e instalarse nas raíces das plántulas.

Existen outras técnicas para a inoculación de fungos micorrícicos no campo, mais presentan unha eficacia baixa, son moi aleatorias, por iso non se pode asegurar coa certeza absoluta que se consigan os cogomelos desexados. Aínda así, son métodos que aumentan a eficacia mediante a repetición das inoculacións, con «inóculo de solo», «inóculo de esporas ou frutificacións» ou «micelio en ágar».

O «inóculo de solo» consiste en transportar terra ou humus dunha plantación de vexetais onde se dan os fungos desexados e mesturala co substrato da zona de traballo. O problema que presenta é que se precisa un gran volume de inóculo, ademais os riscos de contaminacións por outros organismos que se poidan traer coa terra son moitos. En ocasións, tamén poden empregarse plantas micorrizadas ou anacos de raíces micorrizadas para intercalar nunha plantación na que interese propagar a micorriza desexada, posto que a «infección» por parte do fungo pasará dunhas raíces ás outras.

O «inóculo de esporas ou frutificacións», tamén coñecidos como «batidos esporais», consiste na aplicación de esporas ou restos de cogomelos sobre as raíces, que se pretenden inocular, mesturados na auga de rega. Este método é unha boa forma de pór novos micelios no campo pero, ao igual que nos anteriores, a súa eficacia é bastante aleatoria e tanto pode ir ben coma precisar moitas repeticións.

O «micelio en ágar» consiste nunha preparación feita no laboratorio no que se forman bólas de ágar-ágar con micelio puro no interior, que deben ser enterradas a uns 10 cm nas zonas próximas ás raíces novas das árbores que se desexan inocular. A sombra da árbore fai no solo unha circunferencia que corresponde aproximadamente á parte onde se producen raíces novas, esa é a zona onde debería subministrarse o micelio co ágar-ágar. O éxito tamén é bastante aleatorio.



## O «boom» das plantas micorrizadas: dificultades no campo e mala praxe

Nas últimas décadas escóitase falar da comercialización de «árbores micorrizadas» e de como a súa plantación, ao cabo de pouco tempo (3-4 anos), conseguirá amortizar o gasto e, ademais, dará bos beneficios grazas aos cogomelos comestibles que nacerán nela.

Isto levou a que moitos propietarios, comunidades de montes veciñais e particulares apostaran por esta vía de explotación micoforestal, pensando que lle daría aos seus montes un valor engadido ao da madeira. Mais, a desilusión e a sorpresa desagradable destas persoas, cando dous, cinco e dez anos despois as parcelas que plantaran e/ou inocularan con tantas expectativas non daban aquilo que se lles prometera, foi grande. E aínda máis, cando esas plantacións supuxéranlles un investimento moito maior por ser feitas con «árbores micorrizadas» en lugar de facelas con carballos ou castiñeiros de viveiro normais.

Ninguén informou eses propietarios, cando lles venderon as «árbores micorrizadas», ou o inóculo, de todas as dificultades e problemas que produce manter unha determinada micorriza durante tempo suficiente para que comece a producir cogomelos. Isto depende tanto do método empregado e de como se faga, coma doutros factores relacionados coa idade da árbore hospedadora e do fungo hóspede.

Tamén causaron problemas as prácticas incorrectas (mala praxe) aplicadas á planta micorrizada, desde contaminacións con outros fungos ao seren transplantadas en viveiros sen terra pasteurizada ata o tratamento inadecuado das raíces ao transplantalas no campo. Era preciso preocuparse de non cortalas, nin romper as puntas nas se atopa a micorriza, porque esta desaparece.

Ademais dos problemas de orixe antrópica, existen unha serie de variables ambientais que tamén afectan a «árbore micorrizada», a conservación da micorriza e a súa frutificación ou produción de cogomelos. Unha moi importante, intrínseca ao terreo onde se vai traballar, son as condicións edafoclimáticas da zona, xa que aspectos como o tipo de solo (pH, pedregoso e drenaxe) e a climatoloxía (temperatura e humidade) van afectar os fungos e a súa frutificación.

Tamén no caso da inoculación en campo é extremadamente importante, ou mellor, imprescindible, coñecer a importancia da microbiota silvestre (número e tipo de fungos) presente no lugar e que competirá, en vantaxe, cos fungos inoculados.

É preciso saber que ao longo da vida dunha árbore os organismos asociados a ela varían. Hai unha sucesión ecolóxica, e o mesmo acontece cos fungos micorrícicos das súas raíces. Algúns frutifican mellor asociados a árbores novas, como as bombas de tinguir (*Pisolithus arhizus*), outros coas de idade media, como o níscaro (*Lactarius deliciosus*), mentres que outros o fan con árbores adultas, como as andoas (*Boletus*

grupo *edulis*), as cantarelas (*Cantharellus cibarius*) ou as cesáreas (*Amanita caesarea*), que frutifican só en bosques ou plantacións maduras e durante un certo tempo, antes do envellecemento das árbores, porque despois tamén desaparecen. De aquí dedúcese que non é produtivo plantar árbores moi novas micorrizadas con estas especies, posto que será preciso esperar moitos anos ata que poidan frutificar, e iso sempre que consigan gañar a batalla contra as especies silvestres, mellor adaptadas ao lugar.

A maiores, hai que ter en conta que as relacións, tanto beneficiosas (sinerxías) coma prexudiciais (competencia) entre diferentes especies de fungos e outros organismos, son obxecto de estudo na actualidade. A súa presenza ou ausencia poderían explicar a falta de frutificacións en condicións aparentemente idóneas. Un exemplo de sinerxía parece demostrada na frutificación dalgunhas especies cando están asociadas a certo tipo de bacterias, que parecen estar involucradas no acceso ás fontes de alimento e na supresión de competidores, por exemplo, *Boletus edulis* con *Pseudomonas* spp.

Un claro exemplo de competencia por instalarse nun sistema radicular é o das trufas (*Tuber* spp.), que son frutificacións hipoxeas (aparecen debaixo do solo) de fungos moi competitivos, que conseguen eliminar outros organismos do contorno e algunhas plantas que as rodean, mediante a produción de certas substancias (alelopatía). Precisamente foi esta particularidade a que permitiu que o cultivo das trufas tivese tanto éxito utilizando «acifeiras micorrizadas», posto que o fungo non solta a raíz unha vez que a micorriza, o que fai que ao plantar acifeiras micorrizadas con trufa no terreo axeitado (pH básico, solo pobre), poucos anos máis tarde produza trufas. Non obstante, é preciso non esquecer que isto non é o que acontece coa maioría das especies de fungos macromicetos, polo momento as trufas son a excepción e non a regra.

Cómpre recalcar, no que á venda de «árbores micorrizadas» se refire, que os factores ambientais supoñen un risco para a conservación das micorrizas introducidas desde fóra do ecosistema e que, aínda existe un descoñecemento científico para a produción de frutificación por parte dos fungos micorrícicos comestibles, como as andoas (*Boletus* grupo *edulis*), posto que ata o momento non se obtiveron resultados cientificamente demostrables no campo para proceder a un cultivo industrial; non obstante, si é posible micorrizar e producir cogomelos con outras especies pioneiras na sucesión micolóxica como a bomba de tinguir (*Pisolithus arhizus*) en castañeiros, co cal a salubridade das plantacións tamén mellora considerablemente, aínda que, polo momento, non se trate dunha especie comercializable desde o punto de vista gastronómico.

# ESPECIES MICORRÍCICAS COMERCIALIZABLES

- Cesárea, cogomelo dos césaes ou ovo de rei  
*Amanita caesarea*
- Gurumelo  
*Amanita ponderosa*
- Hon Shimeji  
*Lyophyllum shimeji*
- Netorra ou carboeira  
*Russula cyanoxantha*
- Netorra verde ou cogomelo dos cregos  
*Russula virescens*
- Níscaro, níscolo ou fungo da muña  
*Lactarius deliciosus*
- Andoa, viriato ou cogomelo cabaza  
*Boletus edulis*
- Cantarela ou rebozuelo  
*Cantharellus cibarius*
- Lingua de vaca ou lingua de gato  
*Hydnum repandum*
- Bomba de tinguir ou pata de cabalo  
*Pisolithus arhizus*
- Bomba da terra  
*Scleroderma polyrhizum*
- Trufa negra ou trufa de Périgord  
*Tuber melanosporum*

# Cesárea, cogomelo dos césares ou ovo de rei

*Amanita caesarea* (Scop.) Pers.

ESPECIES  
MICORRÍICAS  
COMERCIALIZABLES

Aparece como un ovo branco cunha fenda alaranxada, que sobresa lixeiramente da terra, recuberto por unha volva branca e grosa que persiste na base do pé, a modo de saco, cando se desenvolven completamente. A medida que abre, o sombreiro, de cor alaranxada, pasa de forma convexa a plana, coa marxe estriada. A carne é branca, de cheiro agradable.

As láminas, de libres a escotadas, presentan algunhas lamélulas intercaladas entre elas e son de intensa cor amarela.

O pé é cilíndrico, fibroso, cheo nos exemplares novos, oco ao final, de cor amarela, cun bandeado máis escuro na metade inferior, que se insire na grosa volva branca. Na metade superior posúe un anel péndulo, estriado, dunha cor lixeiramente máis clara que o resto.

Frutifica asociada ás raíces de castiñeiros, carballos, sobreiras, aciñeiras e outras planifolias en tempo cálido, por iso aparece desde finais de verán, en condicións de bastante humidade, ata que chegan os primeiros fríos. Prefire solos lixeiramente removidos (gradados).

Trátase dunha especie da que non se comercializa micelio, xa que como noutras micorrizas non se coñecen exactamente as técnicas para a súa «domesticación». É moi apreciada na gastronomía desde a antiga Roma, período no que só estaba ao alcance dos patricios e eran poucos os escravos que tiñan autorización para totalas.

En función da lexislación galega vixente, non se poden recoller os exemplares que non abriron o seu sombreiro, ou sexa en forma de ovo. Ademais, este é moi parecido ao do cogomelo cicuta (*Amanita phalloides*).





# Gurumelo

*Amanita ponderosa* Malençon & R. Heim

ESPECIES  
MICORRÍICAS  
COMERCIALIZABLES

Trátase dunha especie con frutificacións semihipoxeas (medio enterradas), é dicir, que sobresa pouco da terra, aínda cando está aberta, e, nos terreos secos, abre o solo con tres fendas semellantes ás do símbolo da casa Mercedes.

O sombreiro é de cor branca crema ou branca sucia, ao principio convexo, case esférico, logo aplanado. A carne, moi densa, é branca, de cheiro un pouco arxiloso, e en contacto co aire adquire tonalidades rosadas.

As láminas, de libres a escotadas, presentan algunhas lamélulas intercaladas entre elas e da mesma cor que o resto.

O pé é cilíndrico, sen anel, cheo, grosso, igual ou pouco maior que o diámetro do sombreiro, da mesma cor que o resto. Volva en forma de saco, moi grosa, da mesma cor.

Frutifica con raíces de carpazas ou estepas (*Cistus* spp.), sobreiras e aciñeiras. En Galicia é moi rara, só pode verse nas zonas mediterráneas da provincia de Ourense, aínda que o cambio climático global está favorecendo a súa frutificación nas zonas cada vez máis ao norte. Aparece no fin do inverno ata fin da primavera.



# Hon Shimeji

*Lyophyllum shimeji* (Kawan.) Fungo

ESPECIES  
MICORRÍICAS  
COMERCIALIZABLES

Esta é unha das especies agrupadas baixo o nome «shimeji», micorrízica, polo que se separa do grupo de «shimeji» saprotróficos.

Comparte moitas características morfolóxicas e organolépticas co resto das especies comercializadas baixo o nome de «shimeji».

Trátase dun cogomelo robusto, que medra de xeito fasciculado. O sombreiro pode medir ata 10 cm e o estípite alcanza 7 cm de alto por 3 cm de ancho, sen anel nin volva. É de cor parda, coa superficie algo viscosa. Láminas brancas e apertadas. A carne é branca, inmutable, cun sabor amargo en fresco e crúa, despois de cociñada sabe a noz ou a umami (glutamato).

De forma natural medra asociado ás raíces de árbores de folla caduca, pero estudos recentes demostraron que é posible asocialo ás raíces dos piñeiros, o que facilita os métodos para o seu cultivo e amplía as técnicas que é posible utilizar para cultivalo.

Do grupo de cogomelos englobados baixo o nome «shimeji», para os xaponeses, este é o máis apreciado polo seu sabor e a súa textura.





# Netorra ou carboeira

*Russula cyanoxantha* (Schaeff.) Fr.

ESPECIES  
MICORRÍICAS  
COMERCIALIZABLES

O diámetro do sombreiro pode alcanzar 15 cm e varía de hemisférico a plano ou umbilicado, a medida que medra. A cutícula, moi doada de separar da carne, presenta cor moi variable, desde tonalidades violetas, azuis escuras, verdes escuras e case negras. A carne ten cor branca e cheiro agradable e o sabor en cru é a froitos secos, especialmente a abelá.

As láminas, desiguais, son adnadas, grosas, con certa elasticidade e de tacto graxo, non rompen facilmente ao manipularlas.

O pé, cilíndrico, de 5 a 12 cm de altura, é branco, ás veces pode presentar lixeiras coloracións violeta. É macizo cando é novo, e a medida que madura vólvese esponxoso ou oco. Como no resto das especies do xénero *Russula* a textura é granulosa e parte como se fose xiz.

Frutifica asociada ás raíces dos carballos. Aparece desde finais de verán ata mediados de outono. É frecuente atopala atacada por larvas debido á época na que medra. Aparece especialmente nas zonas con solo ácido, sombrías e húmidas.

É posible producir micelio para inoculación forestal, e comercialízanse árbores inoculadas con ela. Apréciase gastronómicamente, aínda que pode ser confundida con outras especies debido á variabilidade de cores no sombreiro.





# Netorra verde ou cogomelo dos cregos

*Russula virescens* (Schaeff.) Fr.

ESPECIES  
MICORRÍICAS  
COMERCIALIZABLES

O sombreiro, de 5 a 15 cm, varía desde formas hemisféricas a planas ou umbilicadas, facilmente identificables polo sombreiro verde, caracteristicamente cuarteado, como se tivese escamas poligonais máis escuras, que poden pasar inadvertidas en tempo húmido.

As láminas son desiguais, con poucas lamélulas, e adnadas, de cor branca ou lixeiramente crema cando maduran.

O pé, que pode alcanzar 10 cm, é branco, cilíndrico, macizo cando é novo, e a medida que madura vólvese esponxoso ou oco. Como o resto das especies do xénero *Russula* ten textura granulosa, parte como se fose xiz.

A carne é branca e consistente, cun lixeiro cheiro agradable, como a froitos secos, igual que o sabor.

Frutifica con árbores planifolias, especialmente carballos e faias. Aparece na primavera e verán, ás veces no outono se vai tempo cálido e húmido. Acostuma a estar atacada por larvas por mor da época na que aparece. Medra nas zonas con solo ácido, sombrías e húmidas.

É a máis apreciada das rúsculas para consumo, pois non é doada de confundir e ten un agradable sabor a froitos secos. É posible producir micelio para a inoculación forestal e comercialízanse árbores inoculadas con ela.





# Níscaro, niscalo ou fungo da muña

*Lactarius deliciosus* (L.) Gray

O sombreiro vai desde 4 a 12 cm de diámetro. Ten cor alaranxada, con tonalidades máis escuras dispostas en bandas concéntricas. Nos exemplares novos é convexo coa marxe encurvada, despois adquire forma de funil. A carne é da mesma cor que o resto nos exemplares pequenos, nos máis grandes é de cor branca. Oxida, tanto a carne coma a cutícula, axiña a cor verde ao ser manipulada ou golpeada. Ten sabor doce ou lixeiramente picante.

As láminas son decorrentes, de cor laranxa, desiguais, con lamélulas. Ao cortalas soltan látex de cor alaranxada intensa, ás veces oxida a vermello.

O pé é curto, cilíndrico, con textura granulosa, parte como se fose xiz. É de cor alaranxada clara, con marcas circulares espalladas (escrobicado). En moitas ocasións aparece oco e atacado por larvas ou lesmas.

Frutifica asociado a coníferas, especialmente do xénero *Pinus*, en lugares iluminados e húmidos, prefire sotobosque herbáceo. É propio do outono.

Comercialízanse tanto árbores micorrizadas coma inóculo. O éxito na produción dependerá tanto da climatoloxía e do tipo de solo no que se inocule o micelio coma da vitalidade e idade das árbores. É un cogomelo moi apreciado gastronOMICAMENTE.



ESPECIES  
MICORRÍICAS  
COMERCIALIZABLES



# Andoa, viriato ou cogomelo cabaza

*Boletus edulis* Bull.

ESPECIES  
MICORRÍICAS  
COMERCIALIZABLES

O sombreiro pode acadar tamaños considerables, ata 25 cm, excepcionalmente máis. Ao principio é esférico, despois convexo ou plano. A súa coloración varía entre diversas tonalidades pardas e castañas, máis ou menos escuras, que cobren de modo uniforme todo o sombreiro. Xeralmente, a marxe presenta unha liña branca ou de cor crema. A cutícula pódese separar con facilidade, deixando á vista unha característica tonalidade rosada sobre a carne branca.

A textura da carne é, máis ou menos, consistente cando son novos, e vólvese branda coa idade. Ten cheiro agradable e un sabor que recorda a froitos secos.

Non ten láminas, senón tubos simples, que rematan en poros. Cando están inmaturos son brancos, despois presentan cores amarelas e ao final verdes, momento no que deben eliminarse antes de consumilos.

O pé é robusto, xeralmente ventrudo, inchado cara á base, coa superficie de cor ocre, recuberta no terzo superior por un retículo de cor branca, máis marcada a medida que se aproxima ao sombreiro.

Frutifica asociado ás raíces de coníferas ou planifolias, en solos ácidos, a finais do verán e no principio do outono, antes da baixada de temperaturas do inverno. Se o tempo está fresco e húmido pode aparecer na primavera. É moi común xunto con outras andoas semellantes como a de verán (*B. reticulatus*) e a dos piñeiros (*B. pinophilus*), tamén micorrízicas e bos comestibles.

É un dos cogomelos mellor valorados na cociña, tanto polo seu sabor coma pola súa textura. Pódese atopar á venda inóculo de micelio e árbores micorrizadas, aínda que o éxito da frutificación estase a investigar e non se asegura que os pés micorrizados procedentes dos viveiros teñan os resultados esperados.





# Cantarela ou rebozuelo

*Cantharellus cibarius* Fr.

Trátase dun cogomelo de porte moi variable, de 2 a 10 cm de diámetro, plano ao principio, e ao final con forma de funil, de marxe lobulada. A cor é amarela ou alaranxada por todo el, excepto na carne, que é branca. Ten un particular cheiro a froita, parecido aos pexegos secos.

Non ten láminas, presenta engurras grosas (pregamentos formados a partir da trama, que decorren polo pé case ata a base).

O pé é curto, cilíndrico e fibroso.

Frutifica asociado ás raíces de planifolias e coníferas. Aparecen na primavera, no outono e no verán, sempre que as condicións de humidade sexan adecuadas.

Desta especie non se comercializa o micelio, ao ser micorrízica non se coñecen ben as técnicas para a súa «domesticación». É moi apreciada na gastronomía polo aroma a froita (pexego seco), o que a fai axeitada tanto para a preparación de pratos salgados coma doces. Comercialízase con outras especies de *Cantharellus*, como *C. subpruinosis* e *C. ferruginascens*, de menor calidade, pero tamén comestibles.



ESPECIES  
MICORRÍZICAS  
COMERCIALIZABLES

# Lingua de vaca ou lingua de gato

*Hydnum repandum* L.

ESPECIES  
MICORRÍICAS  
COMERCIALIZABLES

O sombreiro, que pode alcanzar ata 15 cm, é de cor ocre pálida ou rosada. Ten forma hemisférica cando é novo, aínda que axiña se volve lobulado e lixeiramente deprimido. A carne é branca, compacta, de olor acre e sabor lixeiramente amargo.

A superficie fértil, situada na cara inferior do sombreiro, componse de aguillóns, pequenas protuberancias dispostas como os fíos dun cepillo, de cor crema. Poden retirarse facilmente dándolles co dedo, e debe facerse, xa que son extremadamente amargos.

O pé é robusto, branco e pouco fibroso.

Frutifica asociada a raíces tanto de árbores planifolias (especialmente carballos e castiñeiros) coma coníferas. Medra na primavera, outono e inverno, xa que aguanta ben as temperaturas frías e rara vez aparece atacado por larvas.

Na actualidade comercialízase o micelio para inocular nas plantacións forestais. É moi común e aparece en grandes cantidades.





# Bomba de tinguir ou pata de cabalo

*Pisolithus arhizus* (Scop.) Rauschert = *Pisolithus tinctorius* (Pers.) Coker & Couch

ESPECIES  
MICORRÍICAS  
COMERCIALIZABLES

O seu porte é moi característico, externamente ten o aspecto dunha bóla de cor parda escura ou negra, que pode medir ata 8 cm de diámetro. Algúns exemplares desenvolven un longo pé, ata 15 cm ou máis, semellante a un pau ou tronco cortado, da mesma cor ou algo máis clara que o resto, de cor amarela intensa na base.

As esporas fórmanse no interior da estrutura globosa, dentro de pequenas esferas chamadas peridiolos. Xéranse novos peridiolos inmaturos continuamente, e a medida que maduran desprázanse cara á superficie do cogomelo. En función do seu estadio de maduración, posúen diferentes cores, os inmaturos son de cor amarela e os maduros de cor parda ou negra, o que o fai moi vistoso ao cortar lonxitudinalmente a cabeza globosa.

O nome popular de “pata de cabalo” dáse porque, ás veces, ao unirse o pé coa bóla superior adquire tal aspecto.

É un fungo cosmopolita, asóciase ás raíces de diversas árbores e arbustos, xa que se trata dunha micorriza pioneira, asociada a lugares despexados e degradados. Aparece a finais do verán e outono.

É unha especie facilmente cultivable, que foi usada para tinguir. O seu micelio é amarelo, polo que se usa en experiencias de laboratorio por ser doadamente recoñecible. O seu carácter pioneiro fai deste cogomelo unha excelente axuda á hora de restaurar solos queimados ou que foron fortemente erosionados, xa que serve para que as árbores se asenten máis axiña.





# Bomba da terra

*Scleroderma polyrhizum* (J.F. Gmel.) Pers.

ESPECIES  
MICORRÍICAS  
COMERCIALIZABLES

Ten o aspecto dunha bóla, de cor amarela, máis ou menos clara, coa pel moi lisa, pode medir ata 15 cm de diámetro. Nunca presenta pé, aínda que pode ter pequenas agrupacións de cordóns miceliares na base .

No interior da esfera fórmanse as esporas de cor parda cando madura. Os exemplares inmaturos son negros con liñas brancas semellantes ás que presentan as trufas negras na madurez, por iso se usan para falsificalas, aínda que o cheiro é semellante ao do caucho. Na madurez forma unha masa pulverulenta.

Para desprender as esporas abre en forma de estrela irregular, deixando ao aire a masa de esporas, que son espaxadas polo vento, a choiva ou calquera animal ao pasar sobre elas.

É un fungo común cosmopolita. Asíciase ás raíces de diversas árbores e arbustos, xa que se trata dunha micorriza pioneira, vinculada ás beiras dos camiños. Aparece a finais do verán, outono e principios do inverno.

É unha especie que foi usada para tinguir e, como xa se indicou, en estado xuvenil para falsificar trufas, aínda que o aroma nada ten que ver cos prezados «diamantes negros».





# Trufa negra ou trufa de Périgord

*Tuber melanosporum* Vittad = *Tuber nigrum* Bull.

ESPECIES  
MICORRÍICAS  
COMERCIALIZABLES

É un cogomelo hipoxeo, desenvólvese baixo terra, por iso se apaña coa axuda de cans ou de porcos ameistrados. Ten forma globosa, máis ou menos irregular, de tamaño moi variable. Externamente é de cor negra e presenta unha capa (peridio) recuberta de pequenas verrugas cónicas.

O interior é marmóreo (aspecto de mármore), con vetas brancas sobre fondo negro, o que indica que as esporas están maduras. Nese momento é cando presenta o seu característico aroma.

De xeito natural, frutifica no inverno, asociada ás raíces de aciñeiras e de carrascos, especialmente en solos calcarios, permeables e pobres. Para frutificar precisa primaveras húmidas e cálidas, xunto con veráns secos, pero con tormentas puntuais. As plantas nas que apareceron frutificacións, na primavera, presentan amplos círculos ao redor do tronco no que desaparece totalmente a herba (calveiros).

É unha das trufas gastronómicamente mellor valoradas debido ao seu forte e fragrante aroma. Desde antigo son coñecidas as prácticas para a súa «domesticación», de feito xa se conseguiron resultados positivos coas abeleiras (*Corylus avellana*) e estase probando a desenvólvela asociada aos castiñeiros. Debido ao carácter ácido da maior parte dos solos galegos, non se coñece a súa presenza silvestre, pero estanse a realizar algunhas experiencias de «domesticación» nas zonas básicas do nordeste de Lugo.



# MICORRIZAS E SECTOR FORESTAL

Hoxe en día, o modelo de funcionamento e de xestión do sector forestal está a cambiar. A perda de valor de mercado da madeira, o perigo dos incendios forestais, o cambio climático, o incremento da concienciación pola protección medioambiental e o crecente interese da xente polo potencial uso social das zonas forestais para o lecer están a provocar que moitos propietarios forestais pensen no xeito de cambiar o rendemento económico que sacan dos seus terreos.

É posible ver como a tendencia a plantar árbores autóctonas, ou polo menos de folla caduca e de froito, está a aumentar, confrontándose timidamente cos tradicionais monocultivos de árbores de crecemento rápido para a industria madeireira. Este cambio de enfoque nas novas plantacións serve tamén como protección fronte ao lume: os diversos eucaliptos (*Eucalyptus* spp.) e piñeiros (*Pinus* spp.) son das máis empregadas nos cultivos forestais debido ás características da súa madeira e crecemento, esquecéndose de que teñen a capacidade de arder e transmitir o lume dun xeito moito máis violento e rápido que outras árbores autóctonas e de crecemento máis lento, como castiñeiros (*Castanea* spp.) ou carballos (*Quercus robur* e *Q. pyrenaica*). Estas árbores, a pesar de medrar dun xeito máis lento, producen máis beneficios, a todas as escalas, que as especies cultivadas unicamente pola súa madeira, pois:

- Favorecen o ecosistema: fixan máis carbono, nutren e protexen o solo, producen froitos cos que atraen a fauna autóctona e non son invasoras, como os eucaliptos.
- Diversifican a economía: os froitos pódense consumir ou comercializar, e a súa madeira é de mellor calidade, polo que acada maiores prezos de mercado.



- Teñen maior interese social, pois o ecosistema que estas árbores xeran son un atractivo para acudir ao monte e desfrutar dunha paisaxe máis diversa e agradable, ademais permiten desfrutar dos froitos que producen e dos cogomelos que aparecen asociados a elas.

Cun cambio da cuberta vexetal pódese mellorar tanto a microbiota do solo coma o resto da biodiversidade que habita o ecosistema. Os fungos, como xa é sabido, ao estar intimamente ligados coa vexetación e co tipo de solo, son uns dos primeiros en percibir eses cambios. Polo tanto, é moi importante, para o seu aproveitamento, xestionar correctamente as plantacións e cultivos arbóreos e o sotobosque que medra ao carón deles.

É importante ter en consideración os dous grupos de «ecosistemas» xa comentados, os monocultivos de especies madeirables para pasta de papel e pirófitas (eucaliptais e piñeirais) e os de especies frondosas (soutos, carballeiras, bidueirais...), e, á hora de falar dos fungos e da súa diversidade, analizar algúns conceptos relacionados con eles.

Os eucaliptais en Galicia están maioritariamente representados por *Eucalyptus globulus* (zonas con temperaturas suaves) ou *Eucalyptus nitens* (lugares fríos), especies semellantes no seu comportamento co medio. De todos é sabido que son árbores moi competitivas coas especies que as rodean, pois teñen a capacidade de emitir substancias alelopáticas ao solo que mitigan o crecemento doutras plantas.

Ademais, debido ao seu rápido crecemento, absorben moitos nutrientes e auga do solo, o que as sitúa entre as árbores con maior capacidade de rapto de auga do noso planeta. É por iso que o solo dun eucaliptal acostuma a ser pobre en nutrientes e ten pouca capacidade para albergar outras especies vexetais. Por se fose pouco, debido a que é unha especie cultivada, téndese a optimizar a produción colocando os pés moi xuntos entre si, de xeito que o solo sofre tamén os efectos da sobreproducción.

Estes factores, sumados á súa gran capacidade de xeración de sementes, moi resistentes, e á alta resiliencia aos incendios, tanto das árbores (rebrotos descontrolados) coma das sementes (a xerminación vese favorecida polo lume), fan que os eucaliptos estean considerados pola maioría dos científicos como especies invasoras, é dicir, nocivas para as especies autóctonas, xa que son capaces de colonizar os seus nichos e minguar o seu crecemento, problemas que se ven favorecidos polo ser humano mediante a instalación de novas zonas de cultivo.

A pesar de que os monocultivos de eucaliptos empobrecen en gran medida o solo, son o nicho dunha gran diversidade de fungos. Estas árbores, que foron introducidas en Galicia a finais do século XIX e principios do XX, permitiron que parte da microbiota asociada a elas no seu lugar de orixe, Australia e Nova Zelandia, conseguise frutificar no noroeste ibérico, entre ela numerosos cogomelos hipoxeos, e tolerarán que moitos

dos fungos «autóctonos» se asociasen a elas. Algunhas especies micorrícicas que se consideraban exclusivas doutras árbores viuse que teñen a capacidade de asociarse coas súas raíces, por exemplo, as cantarelas, *Cantharellus cibarius*, ou os brincabois, *Amanita muscaria*, ou diversas especies dos xéneros *Boletus* e *Tricholoma*, entre outras.

O verdadeiro problema respecto á diversidade radica na mala xestión que se fai destas árbores. Ao ser empregadas en monocultivos, ao estar plantadas moi preto unhas doutras provocando a sobreexplotación do terreo, o resultado non favorece o crecemento doutros organismos como os cogomelos. É por iso que para ter un eucaliptal coa capacidade de producilos, sería preciso dispoñer os pés cun marco amplo de plantación e deixar que medren de xeito natural, aínda que neste caso o resultado económico da madeira sexa peor.

Algo semellante ocorre cos piñeirais. Actualmente, está comprobado que estas árbores son capaces de albergar unha gran cantidade de microbiota, especialmente comestible, en comparación con certos hábitats de frondosas ou de eucaliptos, aínda que, de novo, a excesiva explotación do solo e a falla de espazo entre árbores fan que os cogomelos vexan diminuído ou negado o seu crecemento.

Un piñeiral no que se respectan marcos de plantación amplos, e non está «maltratado» por maquinaria forestal pesada ou polo paso reiterado de camiñantes, xera un nicho axeitado para multitude de especies de fungos, moitas delas produtoras dos cogomelos máis recoñecidos na gastronomía e no saber popular como o níscaro (*Lactarius deliciosus*), diversas especies de andoas (*Boletus* spp.), etc.

Nas plantacións de frondosas non acostuma a acontecer isto. Por unha banda, ao seren especies que non se empregan dun xeito tan exhaustivo para a obtención de madeira para a extracción de celulosa, polo seu crecemento máis lento, senón polos seus froitos ou con fins socioculturais, e, por outra, debido á amplitude das súas copas, os marcos de plantación son maiores que nos piñeirais e eucaliptais, o que lles permite alcanzar diámetros maiores e ter outras aplicacións para a madeira que non sexa a fabricación de pasta de papel.

Aos castiñeiros permíteselles medrar para maximizar a produción de froitos, polo que se plantan afastados entre si arredor de 8 m. Os carballos, empregados nas áreas recreativas ou en lugares simbólicos polo seu gran porte, tamén se plantan cun marco amplo. Por isto, en Galicia é posible ver soutos de castiñeiros e carballeiras moi antigas cunha produción abundante de cogomelos. Isto débese, en boa medida, a que os ecosistemas evolucionan ata ser maduros e consolidados, ao pasar menos maquinaria forestal pesada e permitirilles ás árbores medrar con maior liberdade, ata o punto de que moitas destas masas forestais se consideran naturalizadas por completo e parte imprescindible da foresta galega. E, de feito, é posible atopar áreas con estas árbores medrando de xeito natural, cousa que non ocorre coas plantacións madeirables.

En conclusión, á vista destes datos, á hora de planificar un aproveitamento micolóxico forestal é preciso non comezar por pensar só nos cogomelos e en tratar de producilos inmediatamente, senón no terreo do que se dispón e as especies arbóreas e de mato que o habitan ou que poden habitalo.

Se a vexetación existente non é compatible coas principais especies de cogomelos que se queren producir, terá que ser eliminada para plantar a axeitada. E, aínda que o obxectivo sexa estimular a produción de especies saprotróficas, haberá que ter en conta o tipo de solo no que medrarán, pois non é o mesmo o que se produce debaixo das árbores caducifolias que de coníferas ou eucaliptos. Por iso, sería mellor utilizar unha zona onde tales especies arbóreas existan e onde non se pense facer unha explotación madeireira ou doutro tipo que poida deteriorar o solo e o sistema hídrico.

A idade da masa arbórea é moi importante. Como norma xeral, as árbores máis novas aceptan mellor certos fungos micorrícicos, pois teñen as raíces máis limpas e receptivas. Non obstante, a pesar de que acepten ben certas micorrizas, co paso do tempo estas terán que competir con outras que xa estean no contorno, polo que poden ser desprazadas e perderse ou non chegar a producir os cogomelos tan esperados. Por conseguinte, será preciso seleccionar a idade óptima das árbores nas que se aplicarán as especies micorrícicas axeitadas.

Unha vez que se selecciona o terreo e as especies arbóreas axeitadas, haberá que comprobar se o marco de plantación é amplo e axeitado para cumprir os obxectivos. Para carballos e castiñeiros, recoméndase un marco aproximado de 8 a 10 m entre cada pé, e para piñeiros e eucaliptos, arredor de 6 m. Respectar estas distancias é necesario pois moitas especies de fungos precisan da incidencia da luz solar para frutificar, á parte de que se favorece a aireación do terreo, aínda que neste caso haberá que coidar de que o mato estea separado e o solo exposto. Por exemplo, *Boletus edulis* e *Lactarius deliciosus* son especies heliófilas, precisan de terreos despexados e iluminados para poder frutificar, mentres que *Cantharellus cibarius* ou *Hydnum repandum* son especies que soportan zonas máis sombrías.

No que respecta á idade das árbores, o óptimo é dispor dunha masa arbórea duns 8 ou 10 anos de idade. Deste xeito, as raíces das árbores xa estarán desenvolvidas dabondo para que os fungos se asocien a elas, e para que poidan establecerse definitivamente. Para asegurar a produción será preciso comezar os tratamentos de micorrización cando as árbores son algo máis novas, cuns 6 ou 7 anos de idade, de xeito que poidan comezar a medrar e asentarse nas raíces; e, como se indicou antes, é conveniente repetir os tratamentos de micorrización para asegurar a súa eficacia, ata que se observen os resultados axeitados.

# NUTRACÉUTICA E GASTRONOMÍA NOS COGOMELOS

## Introdución

Os cogomelos seguramente foron consumidos crus desde o principio da humanidade, como se demostrou recentemente na cova de El Mirón (Cantabria) con restos de «boletos» datados entre os anos 14000 e 19000. Non obstante, a presenza de cogomelos enteoxénicos, usados nos rituais pagáns, e de tóxicos, que producen micetismos graves nos seres humanos, fai que moitas persoas non queiran consumir cogomelos silvestres e prefiran os cultivados ou «domesticados», que van acompañados de controis sanitarios e ofrécenlle garantía ao consumidor.

## Composición química e nutrición

Nunha época na que está de moda o veganismo, o vexetarianismo, as dietas naturais... parece querer rexurdir o uso dos cogomelos en toda a xente, coma se de vexetais se tratase. Pero é frecuente que as persoas dubiden deles e se fagan a pregunta, realmente son un bo alimento?

A resposta é fácil, tanto os silvestres coma os procedentes de cultivo son alimentos completos e saudables, por iso se inclúen entre o que se coñece como alimentos nutracéuticos (bos comestibles e importantes desde o punto de vista da saúde).

X 100 GRAMOS	COGOMELO OSTRA	CHAMPIÑÓN DE PARÍS	SHIITAKE
Auga (%)	89,2	92,8	89,7
Calorías (kcal)	33	15	34
Fibra (g)	2,30	1,80	2,50
Proteínas (g)	3,30	2,70	2,20
Graxas (g)	0,40	0,30	0,50
Azucres (g)	6,10	0,30	6,80
Vitamina b <sub>1</sub> (mg)	0,12	0,06	0,01
Vitamina b <sub>2</sub> (mg)	0,34	0,45	0,20
Vitamina b <sub>3</sub> (mg)	4,95	4,70	3,88
Vitamina b <sub>6</sub> (mg)	0,11	0,06	0,29
Vitamina d (mg)	0,70	0,30	0,40
Ferro (g)	1,30	1,10	1,00
Fósforo (g)	120	120	112
Potasio (g)	420	418	304
Cinc (g)	0,80	0,40	1

Táboa 3. Composición química media, por cada 100 gramos, do cogomelo ostra (*Pleurotus ostreatus*), champiñón de París (*Agaricus bisporus*) e shiitake (*Lentinula edodes*)

En xeral, ao igual que os vexetais, cos que se confunden, teñen poucas calorías e entre un 70 e un 90 % de auga, mais no resto están compostos por proteínas, graxas, azucres e fibra, ademais dalgunhas vitaminas e unha gran cantidade e variedade de minerais, como Fe, Mg, Zn, K, entre outros (Táboa 3), necesarios na alimentación humana.

En épocas de guerra foron usados como parte da dieta nos hospitais. Ademais, como algunhas especies estimulan o sistema inmunitario, potencian a baixada do colesterol "malo" (LDL) e facilitan a síntese dalgún aminoácido, como o triptófano, axudaban á recuperación dos feridos. De feito, hoxe en día, algúns nutricionistas aconsellan incluír cogomelos como parte da dieta, polo menos dúas veces por semana.

## Nutracéutica ou micoterapia?

Ao tratarse de alimentos que poden mellorar a saúde, cando son utilizados na alimentación, algúns investigadores denomínanos «alimentos nutraceuticos». Este termo parece definilos mellor que «micoterapéuticos», xa que non poden ser considerados medicamentos, nin substitutos deles, por falta de ensaios clínicos que o demostren a súa efectividade como tales.

Trátase de complementos alimentarios que, no caso de ser consumidos con frecuencia por persoas que están sendo tratadas contra algunha enfermidade crónica, recoméndaselles que o consulten co médico, debido a que poden ser sinérxicos ou antagónicos cos medicamentos que toman habitualmente, por exemplo, cóñécense casos nos que o shiitake (*Lentinula edodes*) ao ser consumido en exceso (ou concentrado en cápsulas) por persoas medicadas con antitrombóticos, pode provocarlles pequenas hemorragias no sistema dixestivo ou nos capilares superficiais da pel.

Non obstante, na actualidade, tendo en consideración a información procedente da medicina oriental (China e Xapón), están a ser usados en occidente na «medicina alternativa». Isto explica que moitos cogomelos entren no mercado cos nomes daquelas rexións, como o xa citado shiitake, o reishi (*Ganoderma lucidum*), o maitake (*Grifola frondosa*), o enoki (*Flammulina velutipes*), etc.

A investigación sobre o uso de compostos derivados deles desenvolveuse moito no último medio século. Diversos equipos de investigación, especialmente do Xapón e Israel, extraeron e purificaron, a partir das frutificacións e dos micelios dalgunhas especies, substancias con propiedades inmunomoduladoras e biorreguladoras do metabolismo e dos biorritmos (shiitake e reishi), anticolesterolemiantes (cogomelo ostra), antidiabéticas (maitake), carcinostáticas (cola de pavo e peido de lobo xigante ou *Calvatia gigantea*), antibióticas (cogomelo mel ou *Armillaria mellea*) e antitrombóticas e antiinflamatorias (isca dos bidueiros ou *Fomitopsis betulina*), entre outras. E aínda que algunha delas non pode ser comestible pola dureza da carne ou o amargor, é usada en forma de cápsulas ou en infusión.

## Cociña dos cogomelos

Hai micogastrónomos, como Paul Romain, a mediados do século XX, que salientan nos cogomelos a existencia de diversas texturas: fibrosas, cartilaxinosas, graúdas, brandas, duras..., e de máis de 100 sabores e de 250 aromas diferentes: fariña, anís, améndoas amargas, chocolate rancio, flores, etc. Toda esta variabilidade fai que cociñar cogomelos non sexa tan sinxelo como pode parecer *a priori*.

Nos cogomelos silvestres é fundamental ter en conta todas as súas características para obter un bo prato, pero nos cultivados, cando se teñen certos cuidados, tamén



melloran, é como cando se prepara coidadosamente un polo de granxa, nunca será como un criado no campo, pero ben elaborado tamén pode ser excelente. Neste caso, é importante non esquecer que un cogomelo debe saber a ese cogomelo e non a outra cousa, como xamón, carne, chourizo, tomate, pemento, especias, etc.

Xa é posible ver grandes cociñeiros que, durante os cursos de cociña micolóxica, indican claramente que «non é o mesmo comer un prato de cogomelos que comer calquera outra cousa con cogomelos». Nos primeiros sobresaes o sabor do cogomelo e nos outros, predomina o sabor a carne, a peixe, a verdura..., e ademais aparecen como acompañantes os cogomelos. Para non ocultar o seu sabor é conveniente usar aceite de oliva ao cociñalos e salgar pouco, e, para facelo destacar un pouco máis, pódese botar algo de pementa moída, branca ou negra, non usar nunca manteiga, nin engadir especias que oculten ou disimulen o seu sabor.

Outro dato importante. Para saber que un cogomelo está perfectamente cociñado debe evaporar a auga que solta ao preparalo. Por exemplo, cando se preparan «salteados como guarnición», colócase un pouco de aceite e dous dentes de allo nunha pota, déixanse dourar, despois bóntanse os cogomelos limpos e picados; e déixanse cocer con pouco lume ata que solten toda a auga que conteñen. Nese momento, o líquido é escuro, completamente opaco, polo que é necesario remexer ben, subir un pouco o lume, salpementar ao gusto e deixar que se evapore a maior parte desa auga ata que o mollo se volva transparente. Nese momento apágase e déixase repousar 5 minutos. Listos para servir e os cogomelos ben feitos, tamén no seu interior.

Tomando como base os cogomelos, pódese facer unha comida completa, desde os entrantes (á prancha, rebozados, torradas de pan con aceite e cogomelos salteados, paté, empanadillas...) ata a sobremesa (flans, galletas, bombóns, tortas...), pasando por primeiros (sopas e cremas, con ovos revoltos, tortillas, empanadas, croquetas...) e segundos pratos (como guarnición ou eles mesmos cociñados con arroz, pasta, estufados ou en pasteis con carne, arroz ou verduras...). Mesmo se poden facer licores con aqueles que teñen sabor máis doce como as cantarelas, as andoas ou os pés azuis. Entre os cultivados, os únicos que son algo doces son os champiñóns de París, que da mesma maneira que se poden usar como sobremesas doces, tamén se poden empregar para elaborar licores.

## Algúns receitas de cociña para cogomelos cultivados

Como exemplo, véxanse catro receitas: entrante, primeiro prato, segundo e sobremesa (as medidas dos ingredientes son para 4 persoas).

## Rebozado de «cogomelo ostra»

### Ingredientes:

- 4 sombreiros de tamaño medio de *Pleurotus ostreatus*
- 2 ovos
- 250 g de pan relado
- ½ l de aceite
- Sal e pementa

### Preparación:

Primeiro pásanse os sombreiros por unha tixola sen aceite, co fin de quitarlles parte da auga. Así quedan planos e non se encharcan de aceite ao rebozalos.

Despois, bóntaselles un pouco de sal e pementa, rebózanse no pan relado, o ovo e, novamente, pan relado, e frítense en aceite moi quente, para que ao comelos trisquen. Sérvense quentíños.

Esta receita ten variantes, xa que duplicando o número de sombreiros, introdúcese entre cada dous un pouco de queixo e xamón cocido ou unha lasca de xamón curado ou, se se quere máis sofisticado, unha lasca de lamprea afumada, antes de pasalos polo pan relado e o ovo. O resultado é moi bo.



## Crema de «champiñóns portobello»

### Ingredientes:

- 1 l de auga
- 4 patacas medianas
- 200 g de *Agaricus brunnescens* pequenos
- Unha cebola pequena
- 50 ml de nata para cocíñar
- Sal

### Preparación:

Ponse a auga ao lume coas patacas, a cebola e os cogomelos (pés e sombreiros), todo ben cortado, e sálganse. Resérvase un ou dous sombreiros dos máis pequenos.

Cando todo estea ben cocido pásase polo batedor para dar consistencia de crema. Bótase a nata líquida e os dous sombreiros que reservamos ben picadiños para que cozan un par de minutos.

Apágase o lume, déixase repousar 5 minutos e sérvese ben quentiña.



## «Shiitake» con arroz

### Ingredientes:

- 400 g de *Lentinula edodes*
- 300 g de arroz
- 2 dentes de allo
- 4-5 culleres de aceite de oliva
- ½ l de auga
- Sal e pementa.

### Preparación:

Dos cogomelos só se cociñan os sombreiros, o pé é moi fibroso, mais poden cocerse na auga para facer unha especie de caldo, que se reserva. Os sombreiros córtanse en tiras alongadas e finas e resérvanse.

Nunha pota colócase o aceite e o allo. Cando estea dourado engádeselle o arroz e dourase tamén un pouco. Bótanse os sombreiros cortados e a auga necesaria, e salpéméntase.

Sen remexer, déixase cocer durante 20-25 minutos. Apágase o lume, déixase repousar un pouco e sérvese quente.

Este prato tamén pode servir de acompañamento a unha carne ou a un peixe.



# Flan de «champiñóns de París»

## Ingredientes:

- 250 g de *Agaricus bisporus*, noviños e brancos
- 1 l de leite
- 6-8 ovos
- 300 g azucre
- Un vaso de auga
- A casca dun limón
- Un pau de canela

## Preparación:

Prepárase caramelo poñendo 2-3 culleres de azucre nunha pouca auga. Déixase ferver ata que estea dourado, retírase e bótase nun molde de flan.

Por outra banda, cócense os sombreiros e os pés dos champiñóns, a casca do limón e o pau de canela no leite a pouco lume. Cando estean tenros, retírase a casca e o pau, tritúranse ben co batedor e póñense novamente ao lume.

Mentres coce, bátense os ovos enteiros co azucre.

Ao levantar fervura o leite, bótase a batadura e reméxese para que non se queime. Déixase cocer e pásase ao molde ata que arrefría.



# NORMATIVA MICOALIMENTARIA

Os cogomelos son un produto alimentario e, como tal, atópanse suxeitos a múltiples controis desde a súa produción ata a súa posta no mercado. Neste apartado amósase, coa maior simplicidade posible, o marco legal básico que rodea este produto.

- Regulamento (CE) nº 178/2002 do Parlamento Europeo e do Consello, do 28 de xaneiro de 2002, polo que se establecen os principios e os requisitos xerais da lexislación alimentaria, se crea a Autoridade Europea de Seguridade Alimentaria e se fixan procedementos relativos á seguridade alimentaria.
- Regulamento (CE) nº 852/2004 do Parlamento Europeo e do Consello, do 29 de abril de 2004, relativo á hixiene dos produtos alimenticios.
- Regulamento (CE) nº 396/2005 do Parlamento Europeo e do Consello, do 23 de febreiro de 2005, relativo aos límites máximos de residuos de praguicidas en alimentos e pensos de orixe vexetal e animal, e que modifica a Directiva 91/414/CEE do Consello.
- Regulamento (CE) nº 1441/2007 da Comisión, do 5 de decembro de 2007, que modifica o Regulamento (CE) nº 2073/2005 relativo aos criterios microbiolóxicos aplicables aos produtos alimenticios.
- Real decreto 1313/2005, do 4 de novembro, polo que se aproba o Regulamento técnico de control e certificación do material de multiplicación de fungos cultivados.
- Regulamento (CE) nº 1881/2006 da Comisión, do 19 de decembro de 2006, polo que se fixa o contido máximo de determinados contaminantes nos produtos alimenticios.



- Real decreto 30/2009, do 16 de xaneiro, polo que se establecen as condicións sanitarias para a comercialización de cogomelos para uso alimentario.
- Decreto 50/2014, do 10 de abril, polo que se regulan os aproveitamentos madeiros e leñosos, de casca, de pastos e micolóxicos en montes ou terreos forestais de xestión privada na Comunidade Autónoma de Galicia e o contido, organización e funcionamento do Rexistro de Empresas do Sector Forestal.
- Regulamento (Euratom) 2016/52 do Consello, do 15 de xaneiro de 2016, polo que se establecen tolerancias máximas de contaminación radioactiva dos alimentos e os pensos tras un accidente nuclear ou calquera outro caso de emerxencia radiolóxica, e se derrogan o Regulamento (Euratom) nº 3954/87 do Consello e os regulamentos (Euratom) nº 944/89 e (Euratom) nº 770/90 da Comisión.
- Regulamento (UE) 2017/625 do Parlamento Europeo e do Consello, do 15 de marzo de 2017, relativo aos controis e outras actividades oficiais realizados para garantir a aplicación da lexislación sobre alimentos e pensos, e das normas sobre saúde e benestar dos animais, sanidade vexetal e produtos fitosanitarios.

## BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA RECOMENDADA

Awadasseid, A., Hou, J., Gamallat, Y., Xueqi, S., Eugene, K.D., Hago, A. M., Bamba, D. Meyiah, A., Gift, C. & Xin, Y. (2017). Purification, characterization, and antitumor activity of a novel glucan from the fruiting bodies of *Coriolus versicolor*. *PLoS One*, 12 (2), e0171270.

Barbieri A., Quagliariello V., Vecchio V., Falco M., Luciano A., Amruthraj N. J., Nasti G., Ottaiano A., Berretta M., Vincenzo Iaffaioli R. & Arra1 C. (2017). Anticancer and Anti-Inflammatory Properties of *Ganoderma lucidum* Extract Effects on Melanoma and Triple-Negative Breast Cancer Treatment Nutrients. *Nutrients* 9 (3), 210 .

Castro, M. (2004). *Cogomelos de Galicia e Norte de Portugal*. Vigo, España. Edicións Xerais.

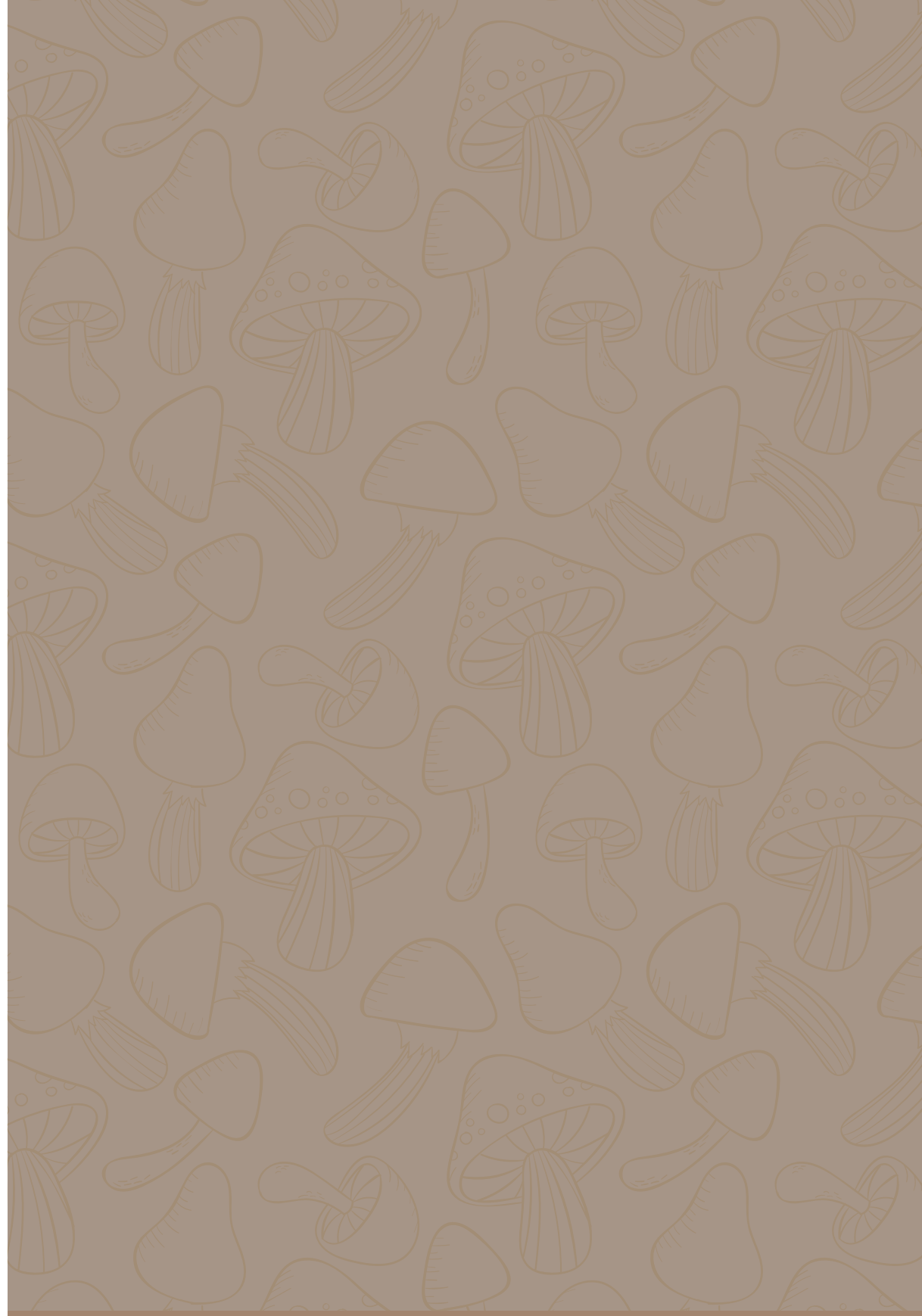
Chang S. T. & Miles P. G. (2004). *Mushrooms. Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effect, and Environmental Impact*. CRC Press.

Corrochano, L. M., & Galland, P. (2006). Photomorphogenesis and gravitropism in fungi. In *Growth, differentiation and sexuality* (pp. 233-259). Springer, Berlin, Heidelberg.

Fletcher J. T. & Gaze R. H. (2008). *Mushroom Pest and Disease Control: a Colour Handbook*. CRC Press.

García Rollán M. (1987). *Cultivo de setas y trufas*. Ediciones Mundi-prensa.

- Halpern, G.M. (2007). *Healing mushrooms*. Square One Publishers, Inc..
- Ikekawa, T., Ikeda, Y., Yoshioka, Y., Nakanishi, K., Yokoyama, E. Yamazaki, E. (1982). Studies on antitumor polysaccharides of *Flammulina velutipes* (CURT. ex Fr.) sing.II. The structure of EA3 and further purification of EA5. *Journal of pharmacobio-dynamics*, 5 (8), 576-581.
- Jo W. S., Lu Y. Q., Lee S. S., Lee C. Y. & Moon K.D. (2011). Effect of LED Lights on *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus eryngii*. *The Korean Society of Mycology New Letters* 23 (1), 52.
- Khan, F. & Chandra, R. (2017). Effect of physiochemical factors on fruiting body formation in mushroom. *Int J Pharm Parma Sci*, 9 (10), 33-36.
- Laboratori de diagnostic general. (2009). *Guía de prácticas correctas de higiene para el sector de setas y trufas basada en el sistema de APPCC*. Agència Catalana de Seguretat Alimentària.
- Montoya, S., López, D.M. & Segura, B. (2018). Influence of blue light on the productivity of the solid culture of *Ganoderma lucidum*. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 20 (1), 51-58.
- Mueller, U. G., Schultz, T. R., Currie, C. R., Adams, R. M.& Malloch D. (2001). The origin of the attine ant-fungus mutualism. *The Quarterly Review of Biology*, 76 (2), 169-97.
- Pineda, J. A., Duarte, A. S., & Ponce, C. A. (2016). *Guía para la producción de Champiñón Ostra*. Bionegocios (1<sup>era</sup> ed.). Ibarra: CEBA.
- Pleszczyńska, M., Lemieszek, M.K., Siwulski, M., Wiater, A., Rzeski, W. & Szczodrak, J. (2017). *Fomitopsis betulina* (formerly *Piptoporus betulinus*): the Iceman's polypore fungus with modern biotechnological potential. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 33 (5), 83.
- Power, R.C., Salazar-García, D.C., Straus, L.G., Morales, M.R.G. & Henry, A.G. (2015). Microremains from El Miron Cave human dental calculus suggest a mixed plant-animal subsistence economy during the Magdalenian in Northern Iberia. *Journal of Archaeological Science* 60, 39-46.
- Priya, R.U. & Darshan, S. (2016). Biology and Cultivation of Black Ear Mushroom – *Auricularia* spp. *Advances in Life Sciences* 5 (22), 10252-10254.
- Russell, S. (2014) *The Essential Guide to Cultivating Mushrooms: Simple and Advanced Techniques for Growing Shiitake, Oyster, Lion's Mane and Maitae Mushroom at home*. Storey Publishing
- Shamshad A. (2010). The development of integrated pest management for the control of mushroom sciarid flies, *Lycoriella ingenua* (Dufour) and *Bradysia ocellaris* (Comstock), in cultivated mushrooms. *Pest Management Science* 66 (10), 1063 - 1074.
- Shinde, S.A., Pandey, A.B. & Patil, S.S. (2016). Effect of Temperature and Light intensity on Growth of *Pleurotus florida*. *Journal of Chemical, Biological and Physical Sciences* 6 (2), 454-457.
- Sinden J. W. (1971). Ecological Control of Pathogens and Weed-molds in Mushroom Culture. *Annual Review of Phytopathologie*, 9 (1), 411-432.
- Siwulski M., Ziombra M. & Sobieralski K. (2012). Impact of light on yielding of some *Pleurotus* sp. Strains. *Acta Mycologica*, 47 (1), 65-73.
- Staments, P. & Chilton, J.S. (1983) *The Mushroom Cultivator: A practical guide to growing mushrooms at home*. Agarion Press. Olympia Washington.
- Staments, P. (2011) *Growing gourmet and medicinal mushrooms*. Ten Speed Press. Berkeley.
- Ugalde, U. (2006). Autoregulatory signals in mycelial fungi. In *Growth, Differentiation and Sexuality* (pp. 203-213). Springer, Berlin, Heidelberg.







# DOMESTICACIÓN de **COGOMELOS**

Pautas, parámetros, especies e lexislación