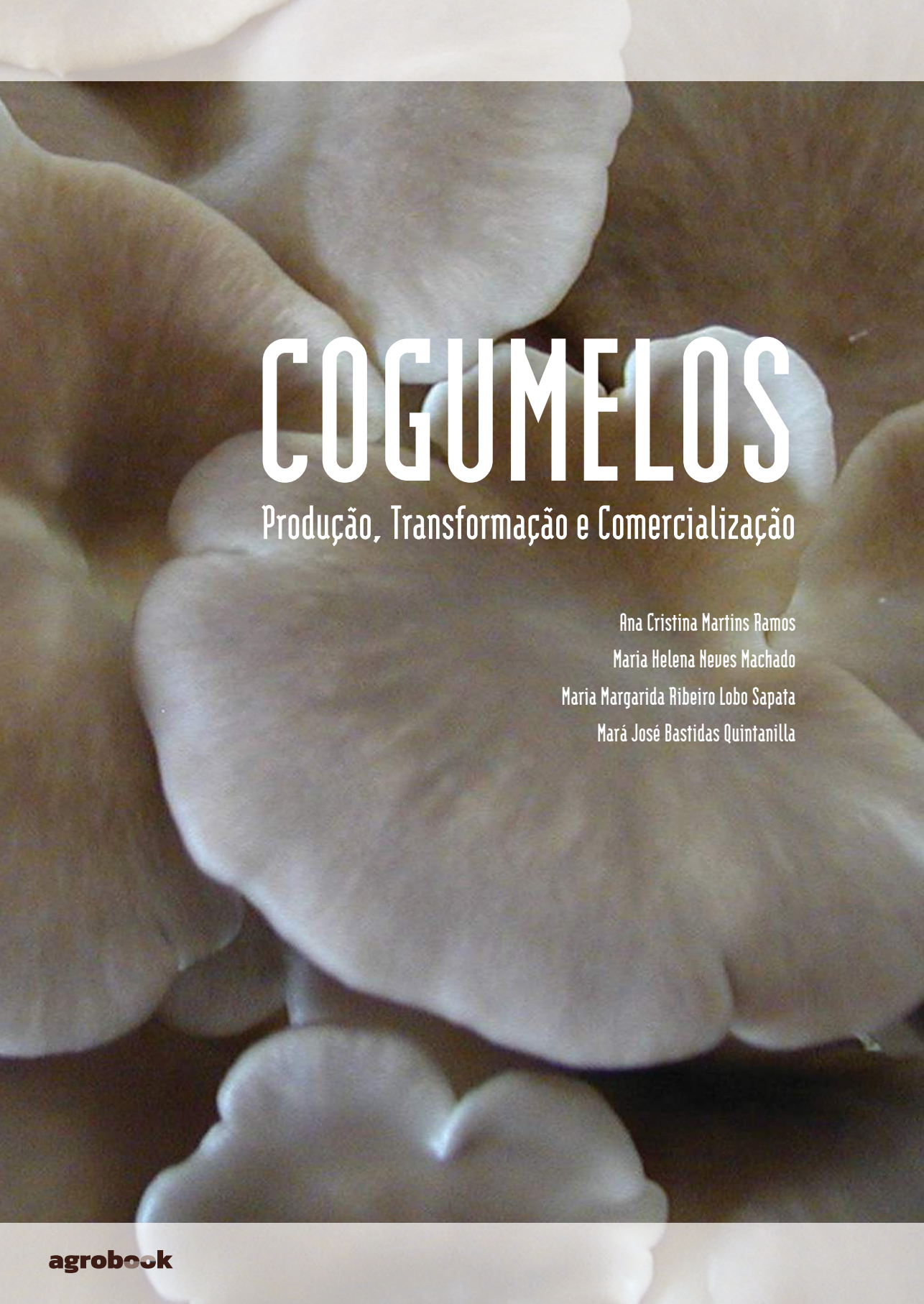


COGUMELOS

Produção, Transformação e Comercialização

Ana Cristina Martins Ramos
Maria Helena Neves Machado
Maria Margarida Ribeiro Lobo Sapata
Mará José Bastidas Quintanilla

agrobook

AUTORAS
Ana Cristina Martins Ramos
Maria Helena Neves Machado
Maria Margarida Ribeiro Lobo Sapata
María José Bastidas Quintanilla

TÍTULO
Cogumelos – Produção, Transformação e Comercialização

EDIÇÃO
Publindústria, Edições Técnicas
Praça da Corujeira n.º 38 · 4300-144 PORTO | www.publindustria.pt

DISTRIBUIÇÃO
Agrobook
Tel. 220 104 872 · Fax 220 104 871 · E-mail: editorial@agrobook.pt · www.agrobook.pt

REVISÃO
Ana Catarina Pinho
João Campos
Publindústria, Produção de Comunicação, Lda.

DESIGN
Marília Ribeiro
Publindústria, Produção de Comunicação, Lda.

A **cópia ilegal** viola os direitos dos autores.
Os prejudicados somos todos nós.

Copyright © 2015 | Publindústria, Produção de Comunicação, Lda.
Todos os direitos reservados a Publindústria, Produção de Comunicação, Lda. para a língua portuguesa.
A reprodução desta obra, no todo ou em parte, por fotocópia ou qualquer outro meio, seja eletrónico, mecânico ou outros, sem prévia autorização escrita do Editor, é ilícita e passível de procedimento judicial contra o infrator.

Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida, no todo ou em parte, sob qualquer forma ou meio, seja eletrónico, mecânico, de fotocópia, de gravação ou outros sem autorização prévia por escrito do autor.

Este livro encontra-se em conformidade com o novo Acordo Ortográfico de 1990, respeitando as suas indicações genéricas e assumindo algumas opções específicas.

CDU
635.82 Cogumelos
ISBN
Papel: 978-989-723-107-0
E-book: 978-989-723-108-7

Agrobook - Catalogação da publicação
Família: Agronomia
Subfamília: Produção Vegetal

ÍNDICE

	Lista de figuras	vii
	Lista de quadros	ix
	Prefácio	xi
1.	Produção de cogumelos sapróbios	1
1.1.	INTRODUÇÃO	3
1.1.1.	Cultura de *Pleurotus* spp.	5
1.1.2.	Cultura de *shiitake*	6
1.2.	FASES DA PRODUÇÃO DE COGUMELOS	7
1.2.1.	Cultura de frutificação	9
1.2.2.	Inóculo	10
1.2.3.	Preparação do substrato	11
1.2.4.	Inoculação e incubação	13
1.2.5.	Frutificação e colheita	15
1.3.	DOENÇAS E PRAGAS NA CULTURA DE COGUMELOS	18
1.4.	CASOS PRÁTICOS	19
1.4.1.	Cultura em ambiente controlado	19
1.4.2.	Cultura em troncos	22
2.	Produção de cogumelos silvestres	27
2.1.	INTRODUÇÃO	29
2.2.	COGUMELOS SILVESTRES COMESTÍVEIS COM INTERESSE ECONÓMICO	31
2.2.1.	Parasitas	33
2.2.2.	Sapróbios	34
2.2.3.	Micorrízicos	41
2.3.	PRODUÇÃO DE ESPÉCIES SILVESTRES EM CAMPO	49
2.3.1.	Truficultura	50
2.3.2.	Cultura de trufas-do-deserto	52
2.3.3.	Produção de lactários	52
2.4.	NORMAS DE COLHEITA E GESTÃO DE ESPAÇOS PRODUTORES	54
3.	Tecnologias de conservação e de transformação de cogumelos sapróbios	61
3.1.	INTRODUÇÃO	63
3.2.	IMPORTÂNCIA E VALOR DOS COGUMELOS	64
3.3.	FATORES QUE AFETAM A VIDA ÚTIL DOS COGUMELOS COMESTÍVEIS	65
3.4.	CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE EM FRESCO	67
3.5.	MÉTODOS DE CONSERVAÇÃO	68

3.6. PROCESSAMENTO **69**
3.7. PROCESSO TECNOLÓGICO **70**
3.8. REFRIGERAÇÃO **72**
3.9. REFRIGERAÇÃO E EMBALAGEM EM ATMOSFERA MODIFICADA (MAP) **74**
3.10. CONGELAÇÃO **82**
3.10.1. Métodos de congelação **83**
3.10.1.1. Congelação sem movimento **83**
3.10.1.2. Congelação com ar forçado **83**
3.10.1.3. Congelação contínua em leito fluidizado **83**
3.10.1.4. Congelação por contacto indireto **83**
3.10.1.5. Congelação por imersão **83**
3.10.2. Estabilidade dos alimentos congelados **85**
3.11. APERTIZAÇÃO **85**
3.12. CONSERVAÇÃO POR DESIDRATAÇÃO **87**
3.12.1. Secagem **87**
3.12.2. Reidratação **91**
3.12.3. Desidratação osmótica **92**
3.12.4. Liofilização **93**
3.13. PASTAS **95**
3.14. CONSERVAÇÃO COM AGENTES QUÍMICOS **97**
3.15. IRRADIAÇÃO **98**
3.16. EMBALAGEM DOS PRODUTOS **100**
3.17. ROTULAGEM E ETIQUETAGEM **101**
3.18. UNIDADE DE PROCESSAMENTO **102**
3.19. CONSIDERAÇÕES FINAIS **103**

4. Mercado e comercialização de cogumelos **105**
4.1. INTRODUÇÃO **107**
4.2. COGUMELOS SILVESTRES **108**
4.3. COGUMELOS DE CULTURA **111**
4.4. NORMATIVA **112**
4.5. CERTIFICAÇÕES E NOVOS MERCADOS **113**
4.6. PRINCIPAIS ATORES DA FILEIRA DOS COGUMELOS EM PORTUGAL **115**

Bibliografia **118**
Leituras recomendadas **125**
Glossário **128**
Anexos **132**

LISTA DE FIGURAS

1. Produção de cogumelos sapróbios

1.1. Aspeto de algumas frutificações adultas de *P. eryngii*, *P. djamor*, *P. citrinopileatus* e *P. ostreatus*
1.2. *L. edodes* produzidos em troncos de madeira
1.3. *L. edodes* produzidos em sacos de polipropileno
1.4. Esquema das fases da produção da cultura de cogumelos
1.5. Fatores condicionantes da produção de cogumelos
1.6. Aspeto da cultura pura de *P. ostreatus*
1.7. Pormenor de cultura de frutificação
1.8. Aspeto de inóculo em saco e frasco
1.9. Esquema das fases da preparação do inóculo
1.10. Etapas da preparação do substrato
1.11. Bloco de substrato inoculado com *L. edodes* em início de frutificação
1.12. Primórdios de *P. ostreatus*
1.13. Carpóforos de *P. ostreatus*
1.14. Aspeto de frutificações de *P. eryngii*
1.15. Colheita de cogumelos *shiitake*
1.16. Aspeto da colheita de *P. ostreatus*
1.17. Aspeto da cultura de cogumelos em ambiente controlado
1.18. Esquema das instalações de uma unidade piloto de produção de cogumelos
1.19. Fases da cultura de *shiitake* em troncos
1.20. Aspeto de cavilhas inoculadas com *L. edodes*
1.21. Aspeto de uma pilha de troncos na fase de incubação
1.22. Troncos em plena frutificação

2. Produção de cogumelos silvestres

2.1. Exemplares adultos de *Boletus aereus* e *Amanita caesarea* em montado de *Quercus suber*
2.2. O *Coprinus comatus* possui lâminas brancas que se tornam negras e semelhantes a tinta
2.3. A armilária-cor-de-mel é um potente parasita radicular
2.4. Micélio branco de fungo decompositor de madeira
2.5. O cogumelo-do-choupo (*Agrocybe aegerita*) é muito comum em árvores debilitadas
2.6. Na natureza podemos encontrar exemplares da espécie pé-azul com colorações que vão desde o azul violeta a tons acastanhados com ligeiros laivos violeta
2.7. A forma da espécie *Macrolepiota procera* lembra um chapéu-de-sol
2.8. Vários aspetos de micorrizas - associação entre fungos e plantas
2.9. A espécie *Laccaria laccata* é muito frequente em viveiros florestais ou perto de árvores jovens
2.10. Os boletos (neste caso a espécie *Boletus edulis*) estabelecem simbioses com árvores adultas
2.11. A amanita-dos-césares é uma espécie muito valorizada. É colhida muitas vezes ainda no estado de "ovo"

2.12. A silarca (*Amanita ponderosa*) faz parte da gastronomia regional no Alentejo e Beira Interior
2.13. Grande exemplar da espécie *Boletus pinophilus* numa plantação de castanheiros
2.14. A espécie *Cantharellus cibarius* é vulgarmente conhecida por nomes alusivos à sua cor amarelo-canário, como canários, cantarelas amarelas, amarelo
2.15. A trufa-branca é famosa em Itália, sendo comercializada com referência à sua proveniência
2.16. A espécie *Terfezia arenaria* é bastante comum em solos arenosos onde predomina a planta herbácea anual *Xolantha guttata*
2.17. A espécie *Choiromyces gangliformis* faz parte da gastronomia do Baixo Alentejo
2.18. Micorriza de medronheiro com morfologia típica (em forma de cruz)
2.19. Plantação trufeira
2.20. A espécie *Lactarius deliciosus* é bastante comum em plantações jovens de pinheiros. É conhecida por nomes alusivos à sua cor (laranjinha, cenoura ou cenourinha, vaca vermelha, verdete)
2.21. Silarcas a surgir numa clareira entre estevas

3. Tecnologias de conservação e de transformação de cogumelos sapróbios

3.1. Etapas do processo tecnológico de alguns cogumelos
3.2. Cogumelos cultivados - aspeto em frutificação, após colheita e preparação
3.3. Cogumelos embalados em fresco e refrigerados
3.4. Representação esquemática das transferências gasosas que podem ocorrer entre o cogumelo e o meio exterior através do filme de embalagem em atmosfera modificada
3.5. Formas de embalagem em atmosfera modificada
3.6. Aspeto de câmaras de conservação
3.7. Aspeto de cogumelos congelados e embalados
3.8. Aspeto de autoclaves - vertical e horizontal
3.9. Etapas do processo de apertização
3.10. Aspeto de cogumelos secos embalados - pedaços, fatiados, inteiros e em pó
3.11. Cogumelos fatiados durante o processo de secagem convectiva
3.12. Secador híbrido e pormenor de tabuleiros com cogumelos secados
3.13. Representação esquemática das transferências de massa na DO
3.14. Solução osmótica em banho de água termostatizado e cogumelos osmo-desidratados
3.15. Diferentes formas de cogumelos liofilizados
3.16. Aspeto de liofilizadores
3.17. Formas de apresentação de pasta de cogumelos - apertizada, congelada e em fresco
3.18. Radura: símbolo internacional indicador de produto irradiado

4. Mercado e comercialização de cogumelos

4.1. Aspeto de uma banca de cogumelos no mercado de Barcelona
4.2. Aspeto de zonas de concentração de cogumelos silvestres
4.3. Aspeto de uma prateleira de uma superfície comercial com uma mostra de cogumelos cultivados

LISTA DE QUADROS

1. Produção de cogumelos sapróbios

1.1. Algumas espécies com possibilidade de cultura, com inóculos disponíveis em empresas nacionais

1.2. Substâncias isoladas de cogumelos com efeitos medicinais

1.3. Condições ambientais da cultura de *shiitake*

3. Tecnologias de conservação e de transformação de cogumelos sapróbios.

3.1. Espectro qualitativo de cogumelos comestíveis

3.2. Atividade respiratória pós-colheita de diferentes produtos

4. Mercado e comercialização de cogumelos

4.1. Propriedades com uso medicinal de alguns géneros e espécies de cogumelos

4.2. Classificação dos produtos à base de cogumelos e suas funções

4.3. Cogumelos silvestres com representatividade a nível do mercado europeu

4.4. Empresas/associações da área temática em território nacional

cial, as sapróbias lenhícolas, uma vez que só para elas é possível elaborar, facilmente, um substrato idêntico ao que encontram na natureza.

Na natureza, os cogumelos sapróbios são os responsáveis pela reciclagem de nutrientes, as hifas colonizam matéria orgânica em decomposição, podendo aparecer em clareiras com herbáceas, zonas de acumulação de matéria orgânica, em troncos ou madeira morta. Podem ainda ser classificados em terrícolas, lenhícolas ou humícolas quando o substrato colonizado é respetivamente, terra (género *Agaricus*), madeira (género *Pleurotus*) ou húmus (género *Coprinus*).

A identificação das características genéticas e fisiológicas das espécies silvestres, com possibilidade de cultura, permite elaborar um substrato, com vista a satisfazer as necessidades nutritivas da espécie em estudo, e simultaneamente definir e estabelecer as melhores condições ambientais, de modo a obter a produção de cogumelos, em ambiente controlado. A este processo dá-se, vulgarmente, o nome de DOMESTICAÇÃO.

O objetivo principal da domesticação de espécies com interesse gastronómico e/ou medicinal é sem duvida a MICICULTURA, cultura e produção de cogumelos, em quantidade e de qualidade, ao longo de todo o ano.

São várias as espécies que já têm uma indústria instalada, a nível mundial, com especial incidência nos países com maior apetência para o seu consumo, sendo o aumento a tendência natural, com o recurso a espécies com possibilidade de cultura (Quadro 1.1).

QUADRO 1.1 - Algumas espécies com possibilidade de cultura, com inóculos disponíveis em empresas nacionais.

GÉNERO *AGARICUS*	VÁRIOS GÉNEROS	GÉNERO *PLEUROTUS*
Agaricus blazei	*Agrocybe aegerita*	*Pleurotus citrinopileatus*
Agaricus brunnescens	*Coprinus comatus*	*Pleurotus djamor*
	Flammulina velutipes	*Pleurotus eryngii*
	Hypsizygus tessulatus	*Pleurotus ostreatus*
	Hypsizygus ulmarius	*Pleurotus pulmonarius*
	Lentinula edodes	
	Pholiota nameko	

Existem outras espécies que, embora não sejam comestíveis, são cultivadas devido a outras características, como é o caso do *Ganoderma lucidum* (*reishi*) que é largamente utilizado na indústria farmacêutica devido às suas propriedades medicinais, nomeadamente no controlo do colesterol, dos níveis de glicose no sangue, da hipertensão e também como anti-inflamatório e ativador do sistema imunológico. Desde a década de 70 que algumas espécies têm vindo a ser investigadas, sabendo-se hoje, que muitas podem ter propriedades medicinais, desempenhando um papel importante no tratamento complementar de muitas doenças, uma vez que contêm substâncias que estimulam o sistema imunológico (Quadro 1.2). É já prática corrente, com maior incidência nos países asiáticos, a utilização de produtos derivados de certas espécies de cogumelos (extratos,

FIGURA 1.1 - Aspeto de algumas frutificações adultas de *P. eryngii*, *P. djamor*, *P. citrinopileatus* e *P. ostreatus.*

Por serem fungos essencialmente lenhícolas, estes cogumelos possuem a capacidade de se desenvolverem em qualquer resíduo que contenha celulose, lenhina e hemiceluloses. Deste modo, palhas (cereais, feno), serraduras, papel, cartão, estilhas de madeira, constituem, entre outros, materiais que podem ser utilizados, contudo na Europa, a palha de trigo é o substrato mais vulgarmente usado na cultura de *Pleurotus* spp.. Contrariamente ao que acontece com a cultura de outros cogumelos (*Agaricus bisporus*, por exemplo), não é necessário a compostagem dos materiais constituintes do substrato, para que o fungo se possa desenvolver.

Os cogumelos do género *Pleurotus* como possuem um poderoso complexo enzimático, necessitam apenas que os materiais, sejam triturados, para adquirirem uma textura desejada para uma boa colonização micelial.

O custo da cultura de cogumelos do género *Pleurotus* varia de acordo com as regiões e com o tipo específico de cultura, no entanto é, de uma maneira geral, menos dispendiosa do que a cultura de outras espécies, devido ao menor espaço ocupado e ao tipo de material usado para substrato.

1.1.2 . Cultura de *shiitake*

Os primeiros documentos históricos que fazem referência ao *shiitake*, como alimento, datam do ano de 199 a.C., no tempo do imperador Chuai.

Muito primitiva, e com sucesso bastante reduzido, a primeira técnica de cultura registada, consistia em fazer pequenos cortes em troncos de árvores, esperando-se em seguida, que a colonização da madeira fosse feita através da germinação de esporos, transportados pelo vento. Deste modo a produção de cogumelos dependia única e exclusivamente do acaso, não podendo ser, de modo nenhum, controlada. Mais tarde, foi experimentado, com êxito, um método em que se fazia crescer o micélio do fungo, num meio constituído por pedaços de madeira, os quais eram usados, como inóculo para a cultura do cogumelo, em toros de madeira. O *shiitake* passou a ser então, tradicionalmente cultivado, em troncos de madeira de *Quercus* (substrato natural onde mais aparece) (Figura 1.2).

FIGURA 1.2 - *L. edodes* produzidos em troncos de madeira.

estes fatores ser agrupados em quatro grandes grupos (Figura 1.5), devendo ser previamente estudados, de modo a ser possível o seu controlo ao longo de todo o processo de cultura, para que no final se obtenham cogumelos de qualidade.

FIGURA 1.4 - Esquema das fases da produção da cultura de cogumelos.

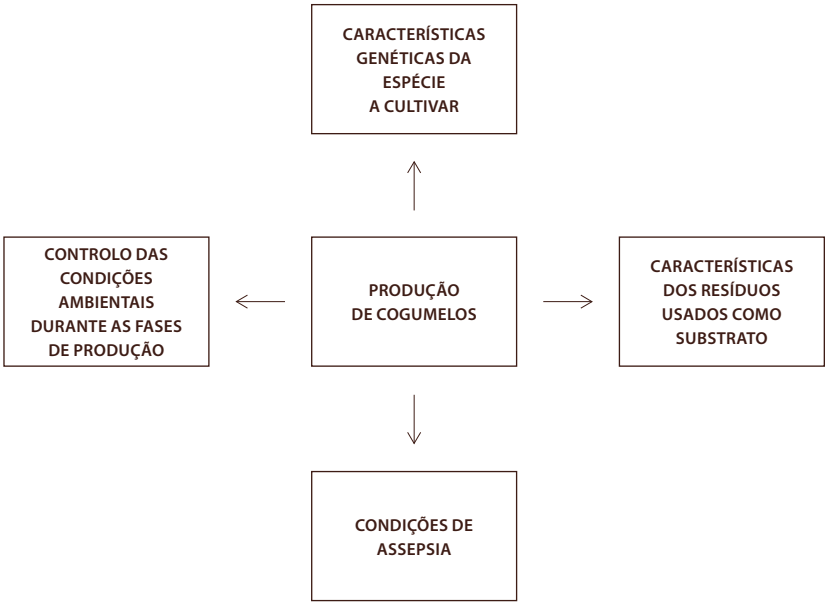


FIGURA 1.5 - Fatores condicionantes da produção de cogumelos.

Todas as fases da tecnologia da produção de cogumelos, bem como todo o trabalho laboratorial, devem processar-se nas melhores e mais rigorosas condições de assepsia, a fim de evitar o aparecimento de qualquer tipo de contaminação. As infeções mais frequentes surgem devido a fungos pertencentes aos géneros *Penicillium*, *Aspergillus* e *Trichoderma* que, ao encontrarem ambiente favorável, desenvolvem-se rapidamente, dominando por completo o fungo cultivado devido à sua elevada taxa de crescimento.

1.2.1. Cultura de frutificação

É a primeira fase a ser considerada na cultura de cogumelos e uma das etapas cruciais, pois da cultura de frutificação depende a qualidade do inóculo e logicamente todo o processo de produção. No entanto, nem sempre é realizada pela maioria dos produtores de cogumelos, uma vez que não dispõem nem de conhecimentos, nem de meios para fazerem as suas próprias culturas de frutificação.

A cultura pura (Figura 1.6) com garantia da identificação taxonómica do fungo e certificação da pureza pode ser adquirida numa casa comercial ou nalgum laboratório especializado.

A cultura de frutificação resulta do desenvolvimento do micélio em meio nutritivo a temperaturas específicas para cada espécie de fungo (Figura 1.7).

FIGURA 1.6 - Aspeto da cultura pura de *P. ostreatus*.

FIGURA 1.7 - Pormenor de cultura de frutificação.

LIMPEZA	**ELIMINAÇÃO DE QUALQUER SUJIDADE, ATRAVÉS DE ENXAGUAMENTO COM ÁGUA ABUNDANTE**
HIDRATAÇÃO	**COZEDURA DO GRÃO DURANTE 10 min., APÓS ESCORRIMENTO O TEOR DE HIDRATAÇÃO DEVE RONDAR OS 50-55%**
ACONDICIONAMENTO	**O ACONDICIONAMENTO DO MATERIAL PODE SER FEITO EM FRASCOS DE VIDRO, BALÕES *ERLENMEYER* OU SACOS DE POLIPROPILENO**
ESTERILIZAÇÃO	**EM AUTOCLAVE A 121 ºC, DURANTE 60 min.**
INOCULAÇÃO	**O MATERIAL É INOCULADO COM CULTURAS DE FRUTIFICAÇÃO OU INÓCULO PRONTO, EM CONDIÇÕES DE FLUXO LAMINAR, LOGO QUE ATINJA A TEMPERATURA AMBIENTE**
INCUBAÇÃO	**EM ESTUFAS DE INCUBAÇÃO À TEMPERATURA ÓTIMA PARA O DESENVOLVIMENTO MICELIAL, ATÉ COMPLETA COLONIZAÇÃO DO MEIO ("BOLA DE NEVE")**

FIGURA 1.9 - Esquema das fases da preparação do inóculo.

1.2.3 - Preparação do substrato

Dum modo geral, o substrato de cultura pode ser definido como uma substância ou, mais vulgarmente, uma mistura de substâncias que, além de proporcionarem um bom desenvolvimento do micélio do fungo, lhe fornecem os nutrientes necessários e indispensáveis para uma boa frutificação.

É considerado um bom substrato de cultura, aquele que possui características físicas, químicas e biológicas, que permitam a maximização da produção, não só em quantidade como em qualidade. Deste modo, para cada espécie deve ser elaborada uma formulação (mistura de materiais), de acordo com as necessidades do cogumelo a cultivar.

Faltando-lhes a capacidade de realizar a fotossíntese, os fungos ficam, por isso, dependentes de materiais orgânicos já elaborados e de elementos inorgânicos diversos, para satisfazerem as suas necessidades energéticas e vitais. Os fungos são, no entanto, capazes de sintetizar quase todos os compostos complexos necessários para levarem a cabo as suas atividades vitais, tendo consequentemente necessidades nutritivas relativamente simples. Um substrato é quimicamente adequado, quando possui, sob forma facilmente assimilável, os principais nutrientes necessários para satisfazer as necessidades da espécie. Quanto às características físicas, o substrato deve apresentar um bom equilíbrio entre as fases gasosa, líquida e sólida, de modo a permitir a livre admissão de ar, apresentar uma boa drenagem e um valor correto de pH.

Muitos desperdícios agrícolas lenhocelulósicos, nomeadamente a palha e a serradura podem ser decompostos por fungos sapróbios. Serraduras, bagaços, cascas de sementes de algodão, carolo de milho e feno (materiais ricos em celulose) são, entre outros, alguns dos materiais que, individualmente ou misturados em diversas proporções, são frequentemente referidos como os mais adequados, para servirem de base ao crescimento deste tipo de cogumelos.

Os materiais a utilizar como substratos de cultura, independentemente da espécie, devem ser previamente preparados de modo a serem mais eficazmente utilizados pelos cogumelos a cultivar, sendo vulgarmente sujeitos a várias etapas (Figura 1.10):

- **Corte** - Os materiais que vão ser utilizados como substrato de cultura, devem ser cortados para adquirirem uma textura/dimensão de modo a permitir uma boa colonização. O corte pode ser feito manual ou mecanicamente, utilizando por exemplo um destroçador de resíduos.
- **Humidificação** - Depois de cortados os materiais devem ser humedecidos. O teor em humidade do substrato deve situar-se próximo dos 70%, o que facilmente se obtém deixando o material de molho, em água, durante aproximadamente 24 horas, escorrendo-se em seguida.
- **Ensacamento** - De uma maneira geral, quando a cultura é feita em ambiente controlado, e independentemente da espécie, são usados sacos de polipropileno autoclaváveis, para o acondicionamento do substrato de cultura. Podem ser usados sacos dos mais variados tamanhos, no entanto é sempre de considerar que, quanto maior for a quantidade de substrato, maior será a quantidade de inóculo necessária e mais tempo demorará a fase de incubação.
- **Esterilização** - A esterilização do material deve ser efetuada imediatamente após o ensacamento, para que não se dê início a fermentações, que podem provocar alterações nos nutrientes ou originar metabolitos, frequentemente tóxicos para o crescimento dos cogumelos. É aconselhável uma esterilização que destrua todos os microrganismos que possam vir a competir com o fungo a ser cultivado.

FIGURA 1.10 - Etapas da preparação do substrato.

O tratamento térmico dos substratos a utilizar na cultura de cogumelos é fundamental e pode ser feito por pasteurização ou por esterilização.

A fase de frutificação dos cogumelos é, independentemente da espécie, normalmente constituída por uma sequência alternada de fluxos e pausas. Durante os fluxos, há a produção de carpóforos (primórdios → frutificações), uma vez que a principal função do micélio é, neste caso, a formação de frutificações. A duração destes períodos, embora nunca muito longa (8 a 10 dias), é variável com a capacidade produtiva da espécie. Nas pausas o micélio vai metabolizar novos compostos do substrato e, ao mesmo tempo, vai adquirir um maior valor energético para dar início a um novo fluxo, podendo ser comparável, de certo modo, à fase de incubação.

FIGURA 1.12 - Primórdios de *P. ostreatus.*

FIGURA 1.13 - Carpóforos de *P. ostreatus.*

Para o desenvolvimento de frutificações de boa qualidade (Figura 1.14), a temperatura ótima situa-se entre os 12 e 20 °C sendo, contudo, sempre menor que o valor de temperatura ideal para o crescimento micelial.

nos furos feitos nos troncos, manualmente ou com instrumentos especializados. O inóculo a utilizar deve ser novo e estar à temperatura ambiente (Figura 1.20). Há que ter o cuidado de compactar o micélio dentro dos furos, não deixando que atinja o nível da superfície externa da casca. Todos os furos devem ser cheios com inóculo, de modo a evitar contaminações ou desidratação da madeira.

- **Vedação dos furos** - após a inoculação os furos devem ser vedados (parafina, cera de abelha ou parafilme) para assim evitar a desidratação e a contaminação, quer do inóculo, quer da madeira em si. De referir que caso seja utilizada parafina há que ter cuidado com a temperatura, uma vez que temperaturas elevadas podem matar o micélio. Hoje em dia há quem utilize cera de abelha ou opte mesmo por não selar os furos.

FIGURA 1.20 - Aspeto de cavilhas inoculadas com *L. edodes*.

INCUBAÇÃO

A incubação é o período de tempo em que ocorre o desenvolvimento do micélio por toda a madeira, variando, de um modo geral, de 6 a 12 meses, consoante a dimensão dos troncos e os fatores ambientais.

O micélio do *shiitake* desenvolve-se mais rapidamente, no sentido longitudinal, pelo que os troncos devem ser empilhados e não mexidos (Figura 1.21). Cada pilha deve ser constituída por troncos de diâmetros semelhantes, não excedendo 1,5m de altura.

O objetivo principal da incubação é favorecer ao máximo as condições de desenvolvimento do micélio do *shiitake* para minimizar a contaminação por outro tipo de fungos. As estufas de produção devem ter controlo das condições ambientais, nomeadamente:

- Temperatura;
- Humidade - a irrigação pode ser feita por nebulização ou diretamente nas pilhas com recurso a mangueiras, conforme as necessidades;
- Arejamento - é necessário fazer uma ventilação adequada, não só para promover o arejamento da estufa mas servindo também como controlo de temperatura, humidade relativa e do excesso de água acumulado na superfície dos troncos, pelo que as estufas devem possuir aberturas laterais que podem ser abertas sempre que necessário.

mente com *Amanita ponderosa*. Nas zonas ribeirinhas, aparecem com bastante frequência tufos de *Agrocybe aegerita* ou *Pleurotus ostreatus*, sobre troncos velhos ou toiças de choupo (*Populus tremula*, *P. nigra*), de salgueiro (*Salix atrocinerea*), de freixo (*Fraxinus angustifolia*) ou de amieiro (*Alnus glutinosa*).

FIGURA 2.1 - Exemplares adultos de *Boletus aereus* e de *Amanita caesarea* em montado de *Quercus suber.*

Apesar de só notarmos a sua presença quando emergem no meio da folhagem, a formação de um cogumelo é o fecho de um ciclo de vida complexo, que culmina com a formação de esporos microscópicos (as suas sementes), apenas visíveis quando em massa. Os esporos serão disseminados pelo vento, insetos e animais e, após se fundirem com outro esporo da mesma espécie, darão origem a um novo indivíduo.

Os esporos disseminados por um cogumelo estão prontos a germinar desde que encontrem um local hospitaleiro onde a humidade, a temperatura e os nutrientes sejam os corretos, dando origem a filamentos chamados hifas. À medida que cada hifa cresce e se ramifica vai formando conexões com outras hifas, originadas por esporos compatíveis, criando uma rede de filamentos subterrâneos (o micélio) que cresce, recolhendo nutrientes e água do substrato envolvente. A partir desse micélio, as células agregam-se, formando os primórdios dos novos cogumelos.

O micélio constitui a parte vegetativa de um fungo garantindo a manutenção desse indivíduo num determinado local. Quando colhemos o seu "fruto" devemos assegurar a formação de novos cogumelos do mesmo indivíduo no futuro, cortando o seu pé perto do solo sem causar distúrbios no micélio subterrâneo. A grande variedade de formas, cores e aromas apresentada pelos cogumelos está adaptada à forma de dispersão dos seus esporos. Uns, como é o caso do *Pisolithus tinctorius*, têm a forma de uma bola que gradualmente se vai transformando em esporos maduros, libertando-se pela ação do vento ou pelo impacto das gotas de chuva. Outros possuem as estruturas produtoras de esporos (himénio) em lâminas, poros ou agulhas, na superfície inferior do chapéu. Neste caso, os esporos tendem a cair perto do cogumelo que os produziu, sendo a sua dispersão assegurada por insetos e animais. Atraídos pelo aroma do cogumelo, os insetos usam-nos como casa para as suas larvas que, ao atingirem a maturidade, transportam com elas

FIGURA 2.9 - A espécie *Laccaria laccata* é muito frequente em viveiros florestais ou perto de árvores jovens.

Para além da idade da árvore, alguns cogumelos apresentam preferência por determinadas árvores hospedeiras, ou seja, apresentam especificidade. Estes cogumelos não podem viver sem árvores de determinada espécie, com a qual estabelecem simbiose. Através do conhecimento dessa especificidade podemos "prever" quais as espécies de cogumelos que vivem num bosque ou floresta.

FIGURA 2.10 - Os boletos (neste caso a espécie *Boletus edulis*) estabelecem simbiose com árvores adultas.

A aplicação de técnicas de inoculação artificial com fungos ectomicorrízicos em viveiros florestais tem por objetivo a melhoria da qualidade da planta. As técnicas mais comuns recorrem à aplicação de micélio do fungo ou de esporos, em misturas sólidas ou líquidas.

Nos últimos 25 anos deu-se um importante avanço no conhecimento acerca dos fungos ectomicorrízicos associados a espécies florestais, principalmente na produção de coníferas com interesse florestal. A inoculação de pinheiros com diversas espécies, como *Pisolithus tinctorius*, espécies do género *Hebeloma*, *Laccaria*, *Rhizopogon*, *Suillus* e *Scleroderma*, tornou-se uma prática de rotina em alguns viveiros florestais. No entanto, entre as espécies que produzem cogumelos comestíveis, apenas se produzem comercialmente plantas micorrizadas com trufa-negra (*Tuber melanosporum)*, trufa-de-verão (*Tuber aestivum*) e algumas espécies de *Lactarius*. Falaremos destes casos no subcapítulo 2.3.

O êxito da truficultura impulsionou o estudo de outros fungos micorrízicos comestíveis mas, infelizmente, os resultados nem sempre foram satisfatórios, continuando algumas das espécies

outono. O mês de maior produtividade é março. Produz cogumelos de porte robusto e carne firme, constituídos por chapéu, pé, anel e volva, de tonalidades brancas. As lâminas são brancas, espessas e livres. O pé, de comprimento semelhante ao diâmetro do chapéu, é cilíndrico e espesso. O anel é frágil e fugaz, não sendo observável nos exemplares adultos. A volva é grande, membranosa e persistente. Os exemplares possuem um odor característico a terra e, ao serem friccionados, adquirem tons avermelhados que se mantêm no estado adulto.

As suas frutificações, difíceis de encontrar, aparecem isoladas ou em grupos, nas proximidades de várias espécies de cistáceas, misturadas com sobreiros e azinheiras, murta, urze, entre outros[12]. Cresce geralmente em solos compactos, delgados, pobres e pedregosos, de xistos ou granitos. Sendo uma espécie micorrízica bem adaptada ao ecossistema de montado, constitui um elemento fundamental para a sua conservação, recuperação e gestão. Sobre esta espécie falaremos mais em detalhe no subcapítulo 2.4.

Várias espécies do género *Boletus* são muito produtivas e frequentes em pinhais, soutos, carvalhais e montados de sobro ou azinho (Figura 2.13). As espécies do grupo *edulis*, boleto-de-Bordéus (*Boletus edulis*), boleto-dos-sobreiros (*Boletus aereus*), boleto-dos-pinheiros (*Boletus pinophilus*) e boleto-reticulado (*Boletus aestivalis*) são difíceis de distinguir entre si. Apresentam chapéu carnudo castanho até 20 cm, com cutícula seca. A espécie *Boletus edulis* apresenta a margem do chapéu de um castanho mais claro, na espécie *Boletus aereus* a coloração do chapéu é mais escura (cor de "bronze"), a espécie *Boletus pinophilus* possui tonalidades avermelhadas (cor de "cobre") e a espécie *Boletus aestivalis* apresenta um chapéu aveludado ("pelo de camelo"). Os poros são branco-creme, imutáveis ao toque, passando a amarelo esverdeado quando maduros. O pé é maciço, de base dilatada, com ligeira rede branca na parte superior. Na espécie *Boletus aestivalis* este reticulado é mais marcado e estende-se a todo o pé. A carne é branca, com odor idêntico ao da noz. Na espécie *Boletus aereus* a carne é muito firme.

FIGURA 2.13 - Boleto-dos-pinheiros (*Boletus pinophilus*).

[12] Pinho-Almeida e Baptista-Ferreira, 1998.

Nas regiões mediterrânicas, quando a disponibilidade de água no solo se torna um fator limitante, os arbustos exploram as clareiras com o auxílio de associações micorrízicas, que lhes conferem resistência à secura. Neste ambiente quente e seco, as espécies de fungos tiveram de se adaptar, produzindo as suas frutificações (trufas e túberas) durante a época chuvosa (primavera), enterradas abaixo da superfície do solo. Ao recorrerem a esta estratégia perderam o mecanismo mais comum de dispersão dos esporos (através do vento), passando a produzir cogumelos com aromas únicos, o que os torna atraentes para insetos e pequenos mamíferos.

O grande número de espécies com esta característica única, que ocorre nos países da bacia mediterrânica, tornou-se uma fonte importante de rendimento para as populações locais.

A trufa é um fungo micorrízico que forma cogumelos hipógeos[15], o que o torna extremamente difícil de encontrar e produzir. Na Europa são conhecidas cerca de 25 espécies de trufas, embora, sejam comercializadas aproximadamente 7, das quais apenas duas têm real importância comercial. São elas a trufa-negra, também conhecida por trufa-de-Périgord (*Tuber melanosporum*), e a trufa-branca ou trufa-do-Piémont (*Tuber magnatum* – Figura 2.15). A primeira é abundante no sul da europa ocidental, especialmente em França, na região de Périgord, em Itália e em Espanha, enquanto a segunda, famosa em Itália, é frequente a norte deste país, na região de Piémont, bem como na zona central de Marches e Ombrie. Embora menos valorizadas e com características organoléticas inferiores, também são conhecidas a trufa-cinzenta de Bourgogne (*Tuber uncinatum*), a trufa-de-Bagnoli (*Tuber mesentericum*), a trufa-de-outono (*Tuber brumale*) e a trufa-de-verão (*Tuber aestivum*), entre muitas outras.

FIGURA 2.15 - A trufa-branca é famosa em Itália, sendo comercializada com referência à sua proveniência.

Embora existam autores que referem a ocorrência de trufas no nosso país[16], não há dados recentes que confirmem esta afirmação. Após um dos recentes relatos da ocorrência de trufas no norte do país, foram identificados os exemplares como pertencendo à espécie *Rhizopogon roseolus*, cogumelo que, apesar de comestível, não tem qualquer valor gastronómico.

---

15 Cogumelo que se desenvolve enterrado abaixo da superfície do solo.

16 *Tuber magnatum* citado pelo professor Mattirolo Oreste, em 1906 e registo de *Tuber aestivum* no museu da Estação Florestal Nacional, por Natalina de Azevedo nos finais dos anos 70.

crescimento do micélio desta espécie é muito lento na natureza, tornando essencial a aplicação de boas práticas de colheita que tenham em atenção a preservação do micélio e das micorrizas. Conforme a região e o tipo de solos, os apanhadores utilizam bastões de ferro ou de madeira, formões, sachos ou enxadas. Dados recolhidos por alguns autores[34] apontam a colheita efetuada por métodos tradicionais, utilizando ferramentas que permitam desenterrar os cogumelos sem afetar demasiado o solo e a cobertura imediata das covas, como métodos que não afetam a produtividade. Também a colheita de túberas pode ser muito destrutiva para o micélio do fungo e para as raízes das plantas a que estão associadas.

FIGURA 2.21 - Silarcas a surgir numa clareira entre estevas.

Ao utilizar cestos de vime reduzimos a deterioração dos exemplares colhidos e, ao mesmo tempo, enquanto passeamos pela floresta, damos oportunidade à dispersão dos seus esporos. É claro que isto só é possível quando colhemos exemplares maduros. Devemos, portanto, evitar a recolha de exemplares muito jovens, principalmente quando ainda estão no estado de "ovo".

Devemos respeitar e proteger todas as espécies, incluindo as venenosas, colhendo apenas cogumelos com populações numerosas e deixando sempre alguns exemplares para a manutenção da espécie. Um estudo do efeito da colheita na produtividade de cantarelos (*Cantharellus cibarius*), realizado ao longo de 10 anos, demonstrou que, se por cada tufo (nascem normalmente em pares) for colhido apenas um dos cogumelos, permitindo ao outro crescer até à maturidade, a colheita não tem qualquer impacto.

Também os proprietários florestais podem ter um papel decisivo na preservação dos recursos micológicos, através da identificação e da proteção dos locais mais produtivos das suas propriedades. Para manter ou aumentar a produtividade de espécies de cogumelos que ainda não é possível cultivar/domesticar, podemos recorrer à aplicação de algumas práticas de silvicultura que tenham em consideração os recursos micológicos, ou seja, à micosilvicultura.

---

[34] Daza *et al*. 2007 e Henriques 2010.

textura, natureza, tamanho e forma do corpo de frutificação, carga microbiana, que, influenciam, também indiretamente, os atributos mencionados e que são considerados relevantes para a definição do espectro qualitativo (Quadro 3.1). A conservação de cogumelos tem como objetivo manter as suas capacidades nutricionais e organoléticas, durante um período de tempo, mais ou menos prolongado, denominado prazo de validade ou *shelf-life*. Os cogumelos devem ser conservados porque são produtos muito perecíveis, normalmente com um tempo de vida útil limitado, de 1 a 3 dias, quando conservados à temperatura ambiente (ca. 22 °C). Como possuem cerca de 90% de água, estão sujeitos a inúmeras reações de alteração, físicas, químicas, microbiológicas e enzimáticas, que conduzem a uma deterioração rápida, cumulativa e irreversível da qualidade. Por outro lado, também é de considerar a atividade microbiológica que pode também registar um aumento significativo. Portanto, por vezes chegam a apresentar índices de perdas pós colheita elevados, estimados em cerca de 40% do total da produção. Segue-se uma lista de atributos e importância relativa na qualidade dos cogumelos pós-colheita (Quadro 3.1).

QUADRO 3.1 - Espectro qualitativo de cogumelos comestíveis.

FATOR	NOTA DO CONSUMIDOR	MOMENTO DE ÊNFASE
cor característica	3	posto de venda
sem doenças visíveis	3	posto de venda
grau de maturação	3	posto de venda
sabor	3	consumidor
aroma	3	consumidor
textura	3	consumidor
limpeza	3	posto de venda
tamanho e forma	2	posto de venda
valor nutritivo	1	-
retenção do peso	interesse do retalhista	-

3 - muito importante; 2 - menos importante; 1 - sem importância

A conservação de cogumelos em fresco reveste-se de alguma complexidade, sobretudo devido à elevada taxa respiratória, pelo que, como características pós-colheita, consideram-se as idênticas às dos frutos e vegetais frescos, como podem ser observados no Quadro 3.2.

Após a maturação dos carpóforos dá-se início ao processo de alteração, sendo possível observar-se:

- perda de massa por desidratação;
- escurecimento e abertura do chapéu;
- alongamento do pé;
- metabolitos secundários;
- populações bacterianas elevadas;
- degradação do valor nutritivo e perda da qualidade de mercado.

Operações iniciais após receção das matérias-primas.

Limpeza e 1ª Lavagem.

Descasque, 2ª Lavagem, Corte e Desinfeção.

FIGURA 3.1 - Etapas do processo tecnológico de alguns cogumelos.

FIGURA 3.2 - Cogumelos cultivados - aspeto em frutificação, após colheita e preparação.

3.8. Refrigeração

Como normalmente os cogumelos são comercializados frescos *in natura*, podem ser detetados rapidamente certos sinais de alteração, como já foi referido, o que conduz a uma deterioração rápida, cumulativa e irreversível da qualidade. Este facto constitui um problema para a distribuição,

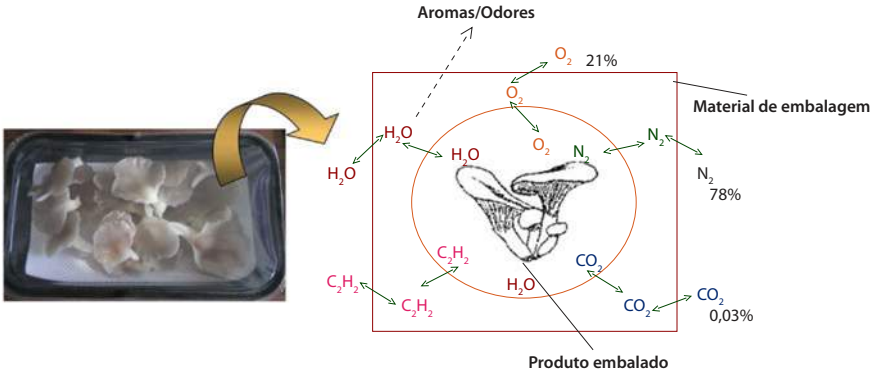


FIGURA 3.4 - Representação esquemática das transferências gasosas que podem ocorrer entre o cogumelo e o meio exterior através do filme de embalagem em atmosfera modificada.

CONSERVAÇÃO EM SISTEMA MAP

A composição e estrutura dos cogumelos geram um ambiente favorável aos processos de alteração, que conduzem a uma deterioração rápida, cumulativa e irreversível da qualidade. O potencial energético mantém-se praticamente constante, mesmo em caso de stresse, ao longo do qual, as células utilizam as suas proteínas e lípidos membranares, como substratos do metabolismo. As membranas vão perdendo progressivamente as propriedades de permeabilidade, conduzindo à morte celular. Estes tecidos transpiram igualmente, libertando vapor de água proporcionalmente à sua atividade respiratória. Este fenómeno provoca, em função da humidade relativa e da temperatura do meio de conservação, uma desidratação progressiva do produto. Esta perda de água conduz à plasmólise dos tecidos, e em certos casos, a um stresse hídrico que se traduz pela senescência acelerada. A qualidade final do produto e o seu tempo de vida útil podem ser melhorados com a utilização de embalagem em atmosfera modificada associada a uma cadeia de frio.

No processo MAP, durante a conservação, o sistema formado pela embalagem (produto, sua biocenose e atmosfera interior) e a camada envolvente exterior (fornecida pela unidade de refrigeração) pode contribuir favoravelmente para o estabelecimento de uma atmosfera dinâmica, em que o equilíbrio é atingido rapidamente, por transferências gasosas que ocorrerem, através do filme de embalagem. Ao atuarem no alimento ou na flora microbiana a ele associada, minimizam ou controlam o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis, reações químicas e enzimáticas, mantêm a qualidade e as características organoléticas, bem como o valor nutricional. O êxito desta tecnologia está dependente da qualidade inicial do produto, especificidade das misturas gasosas utilizadas, controlo da temperatura durante o processo tecnológico, características do filme de embalagem e eficiência do equipamento de acondicionamento. Porém, não elimina a necessidade de utilização de boas práticas de higiene e de controlo da temperatura de conservação. Para se conseguir um bom controlo dos produtos, sob o ponto de vista de segurança, existem inúmeros fatores intrínsecos (propriedades internas do produto) e extrínsecos (condições externas de conservação), que afetam o comportamento do produto e que podem ser usados para aumentar o período de vida útil. As características microbiológicas do alimento, temperatura, filme de embalagem, misturas gasosas e

CONSERVAÇÃO DOS PRODUTOS EMBALADOS

Para que seja mantida a qualidade dos produtos, a conservação destes produtos embalados reveste-se de alguma complexidade. A refrigeração e armazenagem podem ser feitas em câmaras com sistema de refrigeração, contudo tem de levar em conta as necessidades específicas de cada espécie vegetal e planear o maneio das instalações, por forma a agrupar os produtos em unidades distintas, consoante a temperatura e a atmosfera mais adequadas. Assim devem obedecer a fatores relacionados com o meio envolvente, nomeadamente:

- humidade relativa;
- temperatura;
- ventilação;
- luz.

Na Figura 3.6 apresenta-se o aspeto de câmaras de conservação, utilizadas na conservação de cogumelos e de hortofrutícolas em fresco.

FIGURA 3.6 - Aspeto de câmaras de conservação.

- **Humidade Relativa** - Um baixo teor de humidade inibe o desenvolvimento microbiano, mas provoca a libertação de grandes quantidades de água, conduzindo a uma elevada perda de massa e a uma redução da qualidade do produto. A humidade relativa no interior da embalagem deve resultar de uma situação de compromisso entre o desenvolvimento microbiano e a perda de água. Muitos dos filmes poliméricos de que as embalagens são constituídas, apresentam propriedades barreira ao vapor de água, mantendo uma humidade interna elevada. No entanto, se esta for muito elevada, cerca de 95%, pode causar condensação à superfície do produto, favorecendo deste modo o desenvolvimento microbiano e a respetiva deterioração. Uma das vantagens do sistema MAP é a possibilidade de manter uma humidade relativa adequada no interior da embalagem, de modo a assegurar a turgescência dos produtos. Como os cogumelos carecem de uma estrutura epidérmica especializada, estando protegidos uni-

- Temperatura inicial do produto - o pré-aquecimento ou o acondicionamento do alimento já aquecido diminui o tempo de esterilização, principalmente daqueles produtos que não são bons condutores de calor.

Na Figura 3.9 apresentam-se aspetos das diferentes fases do processo de apertização de terfezias, nomeadamente enfrascamento, exaustão, arrefecimento e produto final.

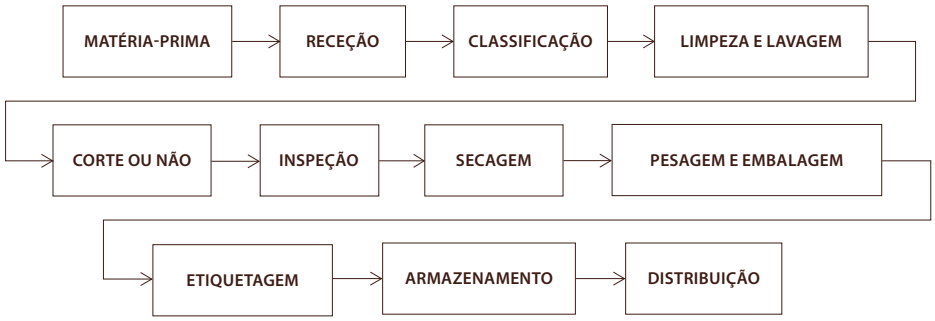
FIGURA 3.9 - Etapas do processo de apertização.

3.12. Conservação por desidratação

3.12.1. Secagem

A secagem é o método mais comum para a preservação de cogumelos. Industrialmente, a desidratação, definida como secagem, é um método de conservação utilizado desde há muitos anos, cuja dinâmica consiste na eliminação da água de constituição dos tecidos do produto, na forma de vapor, à pressão atmosférica, por transferência de calor, produzido artificialmente, sob condições de temperatura, geralmente de 45 a 65 °C, de modo a reduzir a humidade final do produto (<12%), mais precisamente a atividade da água (a_w). Neste processo, a humidade do ar é um fator muito importante porque influencia a capacidade do ar em se carregar de vapor, determinando o grau de a_w do produto final; este fator determina ainda a velocidade com que o ar carregado de humidade é evacuado. Assim, a redução de água impede o desenvolvimento de microrganismos, inibe as reações enzimáticas e químicas de alteração, evitando alterações no sabor, apresentando-se com maior estabilidade. Por outro lado, assiste-se a uma redução da massa e menor custo de armazenagem.

Na laboração de cogumelos deve ser seguido o seguinte fluxograma:



volume, disponibilidade para a gastronomia durante o ano, conservação à temperatura ambiente e por fim, baixos custos de transporte e de armazenamento. Como inconveniente, por vezes surgem modificações nas propriedades reológicas, como a forma, textura e gosto, apresentando dificuldades de reidratação, por se apresentarem contraídos e endurecidos. A secagem modifica a estrutura do produto, e a conformação espacial dos biopolímeros do material, como resultado da remoção de água, havendo uma destruição natural da estrutura e diminuição da permeabilidade nas membranas. Os produtos em pó, resultado da trituração de cogumelos secados, que se apresentem partidos ou com alguns defeitos morfológicos, são cada vez mais utilizados pela indústria de alimentos, acrescentando mais um valor ao produto. Por outro lado reduz-se significativamente os custos de embalagem, transporte, armazenamento e conservação. Contudo, existem critérios de aceitação, que se encontram relacionados com a solubilidade destes produtos.

A Figura 3.10 apresenta diferentes aspetos de cogumelos secados, embalados em filme de PVC e em pó, obtidos em diferentes estudos – secos pedaços, fatiados em rodelas e inteiros, assim como o aspeto de cogumelos triturados, em pó.

FIGURA 3.10 - Aspeto de cogumelos secos embalados – pedaços, fatiados, inteiros e em pó.

Atualmente conhecem-se diferentes tipos de secadores que podem ser utilizados na desidratação, com utilização de secadores convencionais, híbridos ou mistos ou secadores solares. A seleção é ditada pela natureza do produto que vai ser desidratado, pela forma que se pretende dar ao produto final, das características de qualidade a serem mantidas, da quantidade de material a ser desidratado, da sensibilidade do produto às alterações térmicas, das características de reidratação, exigências de mercado, custos de produção, mão-de-obra, pelas condições de operações, bem como pelos aspetos económicos.

Os equipamentos de secagem podem ser classificados de acordo com o fluxo de carga e descarga (contínuo ou descontínuo), pressão utilizada (atmosférica ou vácuo), métodos de aquecimento (direto ou indireto), ou ainda de acordo com o sistema utilizado para fornecimento de calor (convecção, condução, radiação ou dielétrico). Na secagem solar, também denominada natural, apenas é utilizado o sol ou sombra para a desidratação, contudo nem sempre se conseguem os melhores efeitos. Ainda existem determinadas características que devem ser consideradas, tais como, facilidade de carga e descarga, operação contínua e automática, distribuição uniforme da matéria-prima para melhor aproveitamento do calor, circulação rápida, fácil e uniforme do ar quente, eficiente controlo de temperatura e movimentação mecânica. A velocidade de secagem cessa quando a humidade do produto possui uma pressão de vapor igual à pressão de vapor de água

Em condições adversas, climáticas ou por excesso de carga, o aquecimento do secador pode ser complementado através de resistências elétricas de calor negro.

A Figura 3.12 mostra imagens de um secador híbrido e pormenor de tabuleiros com cogumelos secados.

FIGURA 3.12 - Secador híbrido e pormenor de tabuleiros com cogumelos secados.

3.12.2. Reidratação

A secagem por convecção é considerada eficiente na obtenção de cogumelos na forma desidratada. Contudo, aquando da sua utilização, na forma inteira ou em pedaços, por vezes ocorrem dificuldades na reidratação, por se encontrarem excessivamente contraídos e endurecidos. A secagem modifica a estrutura e a conformação espacial dos bio-polímeros do material, como resultado da remoção de água, verificando-se uma destruição natural da estrutura, diminuição da permeabilidade das membranas e, por isso, a modificação das propriedades reológicas. A qualidade do produto desidratado é avaliada através de ensaios de reidratação. Assim, a capacidade de reidratação dos cogumelos funciona como um parâmetro de qualidade, e, portanto, indica as mudanças físicas e químicas ocorridas durante a secagem, bem como a influência das condições do processo, pré-tratamentos, eventualmente aplicados, e a composição inicial do produto. Na reidratação, normalmente são tomados em consideração os seguintes parâmetros: temperatura de secagem (ºC) a que o produto foi submetido, massa da amostra a reidratar (g), temperatura inicial da água de reidratação (ºC) e o tempo de reidratação (min).

Os cogumelos reidratados têm boa aparência, contudo não voltam a ter a mesma aparência dos cogumelos *in natura*, pois não se reidratam completamente. A diminuição da capacidade de reidratação é devida à deformação dos capilares da estrutura do cogumelo, pois ao ser aplicada a temperatura de secagem, é aumentada a taxa de saída de água do material e, consequentemente, o produto sofre maiores deformações de estrutura. Em condições de processamento adequado, a reidratação completa pode ocorrer em trinta minutos e com água à temperatura ambiente. A técnica de desidratação osmótica, em processo combinado com secagem, funciona como pré-tratamento, e pode constituir uma boa alternativa.

3.12.3. Desidratação Osmótica

A desidratação osmótica (DO), mais recentemente designada por desidratação-impregnação por imersão (DII) em soluções concentradas, trata-se de uma tecnologia que consiste na remoção parcial de água pela pressão ocasionada quando se coloca o produto, inteiro ou em pedaços, em contacto com uma solução hipertónica de solutos (açúcar ou sal), a determinada temperatura, sem mudança de fase, devido à diferença de potencial osmótico que se verifica entre os produtos e a solução hipertónica desidratante. No processo geram-se dois fluxos de massa simultâneos, ou seja, ocorre um fluxo seletivo de água do produto para a solução e uma difusão de sólidos da solução para o produto, até ser alcançado o equilíbrio, conforme se apresenta no esquema da Figura 3.13.

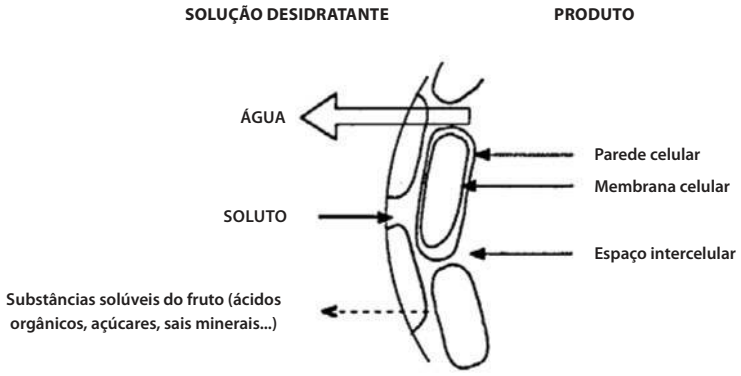


FIGURA 3.13 - Representação esquemática das transferências de massa na DO.

A eficiência do processo de desidratação depende de vários fatores, como características do tecido vegetal, tipo e concentração do agente desidratante, temperatura, tempo de imersão, proporção alimento/solução e agitação. Ao ser reduzida a humidade do produto, a estabilidade aumenta, desde que em combinação com outros fatores, como o pH ou a adição de aditivos químicos conservantes, entre outros fatores, semelhante à desidratação clássica, permitindo a concentração parcial do material celular, com um mínimo de prejuízo em relação à utilização de calor. Mesmo quando efetuado à temperatura ambiente, surge como opção à padronização da técnica de secagem para a obtenção de produto com melhor textura, maior retenção de vitaminas, sabor mais intenso e maior estabilidade da cor, além de possibilitar redução de perdas pós-colheita, principalmente, a médios e pequenos produtores.

A desidratação por osmose, geralmente, não origina produtos de humidade intermédia suficientemente baixa, para serem considerados estáveis, à temperatura ambiente (a_w de cerca de 0,90), pelo que deverão ser submetidos, de seguida, a um processo combinado de estabilização. As vantagens da DO são a inibição de durante o processo de secagem subsequente e menor gasto de energia, em relação ao processo tradicional de secagem.

Os tratamentos osmóticos estão a ser aplicados, principalmente, como pré-tratamento de alguns processos convencionais, tais como secagem convectiva, micro-ondas, liofilização, aper-

tização e congelação. Tem por finalidade melhorar a qualidade do produto final, nos aspetos nutricionais, sensoriais e funcionais dos alimentos, sem mudar a sua integridade, através da inibição do escurecimento enzimático, manutenção da cor natural do produto, sem utilização de conservantes e maior retenção dos compostos voláteis. Simultaneamente permite reduzir custos de energia ou mesmo formular novos produtos.

Na Figura 3.14 são apresentadas imagens de uma solução osmótica em banho de água termostatizado, utilizado no processo de DO, assim como o aspeto dos cogumelos *Amanita ponderosa* e *Terfezia arenaria* desidratados osmoticamente.

FIGURA 3.14 - Solução osmótica em banho de água termostatizado e cogumelos osmo-desidratados.

3.12.4. Liofilização

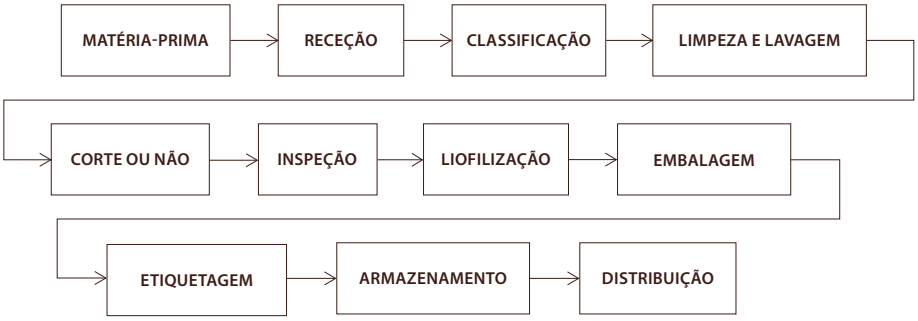
O termo liofilização provém do grego sendo o seu significado "ávido de água". A liofilização ou secagem a frio (crio-dessecação) é o processo de conservação mais nobre, conhecido porque envolve os dois métodos mais fiáveis, a congelação e a desidratação. O processo permite retirar elevada percentagem de água do alimento, de modo a torná-lo estável à temperatura ambiente e, assim, facilitar a conservação. Utiliza um princípio físico simples denominado sublimação, que consiste na eliminação da água do produto, diretamente do estado sólido para estado gasoso, sem transitar pelo estado líquido, diferindo das técnicas convencionais de desidratação, em que nestas a água do produto é retirada por evaporação. O produto deve estar congelado a uma temperatura baixa, geralmente abaixo de -20 ºC, e só depois submetido a uma pressão negativa (vácuo). Após 20 a 30 horas, a câmara do liofilizador é aberta e, dependendo do tipo de alimento e do teor de água inicial, encontra-se desidratado, apresentando-se com cerca de 1 a 3% de humidade, estrutura porosa e capaz de ser reconstituído, pela simples adição de água.

Desta forma, os produtos liofilizados não sofrem alterações de tamanho, nas características organoléticas, nomeadamente na cor, sabor, aroma e textura, no teor de vitaminas, sais minerais, proteínas, etc., e, no processo, não são utilizados conservantes ou produtos químicos. Além de preservar as qualidades do alimento, a liofilização facilita largamente os processos de transporte e armazenagem e, desde que o produto seja adequadamente embalado, a vácuo ou sob atmosfera de azoto, mesmo à temperatura ambiente, mantêm longa vida de prateleira, com perdas mínimas de nutrientes, microbiologicamente estáveis, podendo contudo ainda existir esporos de bactérias e bolores, e reidratação instantânea (Figura 3.15).

FIGURA 3.15 - Diferentes formas de cogumelos liofilizados.

As medidas de higiene dos produtos a tratar são fundamentais para a obtenção de produtos finais de boa qualidade. Assim, para o caso de cogumelos e vegetais podem ser referenciados, como tratamentos prévios, um leve branqueamento.

Na laboração de cogumelos deve ser seguido o seguinte fluxograma:



Resumindo, a liofilização apresenta vantagens em relação aos outros processos de secagem ou de conservação, assim:

- Pelo facto de os alimentos ficarem a uma temperatura inferior ao do ponto de congelação durante a sublimação, uma grande parte das qualidades dos alimentos é conservada;
- Apresentam a possibilidade de reconstituição integral rápida, devido à textura porosa, no momento de utilização, por simples adição de água, pois esta pode voltar a ocupar facilmente o seu lugar na estrutura molecular do alimento;
- De um modo geral, os alimentos liofilizados não necessitam de ser refrigerados. Assim, os custos de conservação, armazenamento e transporte são, de modo notável, reduzidos;
- A liofilização conduz a uma diminuição importante de massa, o que facilita o transporte dos alimentos. Por exemplo, alimentos que contenham até 90% de água, passam a ser 10 vezes mais leves após o processo. Atualmente a liofilização e a secagem por atomização são algumas das técnicas de desidratação mais utilizadas, contudo, envolvem tecnologias mais avançadas e custos elevados de implementação e, por isso, permanecem fora do alcance da maioria dos empresários (Figura 3.16).

justificam este facto são as preocupações e as dúvidas sobre o uso da radiação no processamento alimentar, além de interpretações erradas e falta de informação do público consumidor. Os alimentos que sofreram esterilização por altas doses de radiação (radapertização) podem deteriorar-se após o tratamento, caso as enzimas não tenham sido destruídas por outro processo. Os que foram submetidos a doses menores, equivalentes à pasteurização (radicidação ou radurização), serão deteriorados pela flora microbiana sobrevivente, quando não conservados a temperaturas adequadas.

Na rotulagem, além das indicações exigidas para os alimentos em geral, deve constar no rosto principal: "Alimento Tratado por Processo de Irradiação", com as letras de tamanho não inferior a um terço (1/3) do da letra de maior tamanho, assim como, o símbolo internacional para alimento irradiado, denominado "radura" (Figura 3.18).

FIGURA 3.18 - Radura: símbolo internacional indicador de produto irradiado.

3.16. Embalagem dos produtos

Dada a grande importância da embalagem, cabe referenciar alguns pontos. Frequentemente o ponto fraco na conservação dos produtos não está nas características intrínsecas do conteúdo, mas na forma como este é embalado e apresentado. A embalagem possui um papel relevante na preservação dos alimentos, pois tem de garantir que os esforços dedicados no processamento sejam mantidos na cadeia de distribuição, mantendo intactas, tanto quanto possível, até ao momento de consumo, as características intrínsecas do produto. Para tal, torna-se necessário verificar que, nesse momento, as características e funcionalidades se mantêm, o mais próximo possível, das que existiam à saída da linha de produção, sendo que a distância entre uma e outra realidade é tanto menor quanto mais adequada for a embalagem.

A embalagem tradicional, que muito contribuiu para o desenvolvimento dos sistemas de distribuição alimentar, tem a função de contenção e de proteção, ou seja, de minimizar ou mesmo eliminar os efeitos indesejáveis de todas as modificações e agressões que possam ocorrer desde a transformação até ao consumo. Portanto, neste caso, o produtor-embalador conta com a embalagem para evitar que o produto seja alvo de manipulação indesejada ou furto. Hoje em dia, esta forma já não é suficiente, uma vez que o sistema de conservação tem-se tornado cada vez mais complexo.

FIGURA 4.1 - Aspeto de uma banca de cogumelos no mercado de Barcelona.

QUADRO 4.3 - Cogumelos silvestres com representatividade a nível do mercado europeu.

TUBER MELANOSPORUM	a trufa negra francesa (Périgord) e italiana (Nórcia). Podem atingir valores elevados nos mercados europeus (1000 a 1200 €/kg)	
BOLETOS DO GRUPO *EDULIS (BOLETUS EDULIS, BOLETUS PINOPHILUS, BOLETUS AEREUS E BOLETUS AESTIVALIS)*	o grupo *edulis* reúne quatro espécies, todas de excelente qualidade. O seu aroma característico torna-o muito apreciado na confeção de molhos. Os principais mercados europeus onde são transacionados são França (Bordéus), Itália e Alemanha, onde atingem valores médios de 15€/kg	
LACTARIUS DELICIOSUS	espécie muito conhecida e colhida em todo o mundo, devido ao aumento e dispersão de florestações com pinheiros micorrizados por esta espécie. Com preços de mercado muito variáveis (5 a 18€/kg), consoante a produtividade da temporada	
CANTHARELLUS CIBARIUS	espécie recolhida em grandes quantidades no norte da península ibérica, destinada, principalmente, aos mercados da Europa Central. Esta espécie está a transformar-se no cogumelo *glamour* da Europa pelo seu sabor, maior tempo de conservação e invulnerabilidade às larvas. O preço pago ao apanhador varia entre 5 a 15€/kg	
CRATERELLUS TUBAEFORMIS* E *C. CORNUCOPIOIDES	espécies amplamente conhecidas e consumidas na Europa. De carne elástica e cartilaginosa e aroma forte, são excelentes como condimento. Normalmente são comercializadas desidratadas, em tiras, ou reduzidas a pó. O seu preço de mercado pode variar entre 5 a 15€/kg	
AMANITA CAESAREA	excelente comestível em cru ou cozinhado, de aroma leve e delicado e sabor agradável a nozes. Nos mercados europeus pode atingir valores de 120€/kg por ser pouco abundante	
MORCHELLA ESCULENTA	espécie comercializada após desidratação utilizada principalmente como condimento. Muito apreciada no norte da Europa, pode atingir valores de 320€/kg	

FIGURA 4.3 - Aspeto de uma prateleira de uma superfície comercial com uma mostra de cogumelos cultivados.

Em Portugal, o cultivo industrial de cogumelos é liderado pela empresa Sousacamp, com uma quota de 90% do mercado de produção e comercialização nacional e de 25% do mercado espanhol. Nos últimos anos, a extrema competição dos preços tem reduzido a margem na produção, induzindo à consolidação no sector. De facto, experiências na UE em frutas e legumes indicam que a fragmentação dos produtores e a venda mal organizada do produto poderia ser consideravelmente superada através de associações de produtores e comerciantes e à concentração da oferta e dos esforços comerciais. As tendências registam um aumento na percentagem de cogumelos destinados à transformação industrial, devido não só ao aumento da mecanização no processo de colheita, como também à forte solicitação das exportações.

4.4. Normativa

A nível nacional e internacional e, de acordo com a atividade económica, os cogumelos podem ser agrupados em diferentes classes, consoante o organismo considerado.

Classificação Portuguesa de Atividades Económicas (CAE Rev.3):

- 0113 Cultura de produtos hortícolas, raízes e tubérculos.
- 01130: Compreende as culturas ao ar, livre ou em estufa, de produtos hortícolas (tomate, cebola, cenoura, melão, melancia, beterraba, abóbora, alface, feijão verde, beringela, espargo, pepino, nabo, alho, cogumelos, entre outros).
- 013 Cultura de materiais de propagação vegetativa.
- 01300: Compreende, nomeadamente, a cultura de bolbos, tubérculos, raízes, estacas, garfos, gomos, estolhos, rebentos e rizomas em vegetação ou em flor, plantas de viveiro, micélios de cogumelos, alporques e de outras culturas para plantação.
- 023 Extração de cortiça, resina e apanha de outros produtos florestais, exceto madeira.
- 02300: Compreende as atividades de extração de cortiça, resina, gomas e respetivas operações complementares; apanha de cogumelos, pinhas, frutos silvestres (medronho, amoras, entre outros), bolotas, musgos e líquenes e de outros produtos florestais.

QUADRO 3 - Correspondência entre o nome científico, o nome comercial e o nome vulgar ou vernáculo de várias espécies de cogumelos (adaptado de Modesto e Baptista-Ferreira, 2010).

NOME CIENTÍFICO	NOME COMERCIAL	NOME VULGAR* OU VERNÁCULO
AGARICUS ARVENSIS	Agárico-arvense	Cacavina, bola-de-neve, champignon, cogumelo-do-campo, cogumelo-das-burras, seto-dos-lameiros, febra, raivó
AGARICUS BISPORUS	Cogumelo-de-Paris, agárico-de-cultura	
AGARICUS BITORQUIS	Agárico-dos-caminhos	
AGARICUS CAMPESTRIS	Agárico-campestre	
AGARICUS SILVATICUS	Agárico-dos-bosques	
AGARICUS SILVICOLA	Agárico-dos-bosques-anisado	
AGARICUS BLAZEI	Cogumelo-do-sol	
AGROCYBE CYLINDRACEA = A. AEGERITA	Agrocibe-do-choupo, cogumelo-do-choupo	Cogumelo-de-anilha, seta-dos-olmos, pilongos, repolga
AMANITA CAESAREA	Amanita-dos-césares	Laranja, laranjinha, amanita-real, ovo-de-rei, ovo-de-rainha, ovo-de-ouro, sol-da-terra, abesó, rabiosos, rebiola, rebió
AMANITA CURTIPES	Amanita-pé-curto	
AMANITA PONDEROSA	Silarca	cilarca, tortulho, o-cogumelo, siricaia, abesó-de-primavera, alegrias, púcara-da-quaresma, túbara, tubareiro
AURICULARIA AURICULA-JUDAE	Orelha-de-judas	Alga-chinesa, orelhas
BOLETUS AEREUS	Boleto-dos-sobreiros	Boleto, cogumelo, seta, tortulho, tartulho, míscaro, níscaro, niscarro, cabeçudo, cepa, cepe, pé-gordo, moncoso, bolo-podre, fedorento, gordo
BOLETUS EDULIS	Boleto-de-Bordéus	
BOLETUS PINOPHILUS	Boleto-dos-pinheiros	
BOLETUS RETICULATUS	Boleto-reticulado	
BOLETUS APPENDICULATUS	Boleto-apendiculato	Boleto, boleto-dos-sobreiros, tortulho, míscaro, níscaro
BOLETUS BADIUS	Boleto-baio	
CANTHARELLUS CIBARIUS	Cantarelo	Canários, rapazinhos, cantarelas-amarelas, cantarelo-gema-de-ovo, amarelo, flor, friso, crista-de-galo, girole, marelas
CHOIROMYCES GANGLIFORMIS	Túbera	Terfézia, túberas, trufas-do-deserto, criadilhas, batatas-da-terra
COPRINUS COMATUS	Cóprino	Cóprino-cabeludo, gota-de-tinta
CRATERELLUS CORNUCOPIOIDES	Trombeta-dos-mortos, Trombeta-negra	Trompeta-da-morte, trompeta-negra
CRATERELLUS LUTESCENS = CANTHARELLUS LUTESCENS	Bico-de-cegonha	Cantarelo-amarelo
CRATERELLUS TUBAEFORMIS = CANTHARELLUS TUBAEFORMIS	Cantarelo-tubo	Cantarelo-pregueado
FISTULINA HEPATICA	Língua-de-vaca	Língua de vaca, ventarolas, vaca, língua-de-boi, gasalho
FLAMMULINA VELUTIPES	*Enoki*	
GANODERMA LUCIDUM	*Reishi*	Cogumelo-da-imortalidade
GRIFOLA FRONDOSA	*Maitake*	
HERICIUM ERINACEUS	*Pompom*	Juba-de-leão

Bioinvitro®
Biotecnologia, Lda.

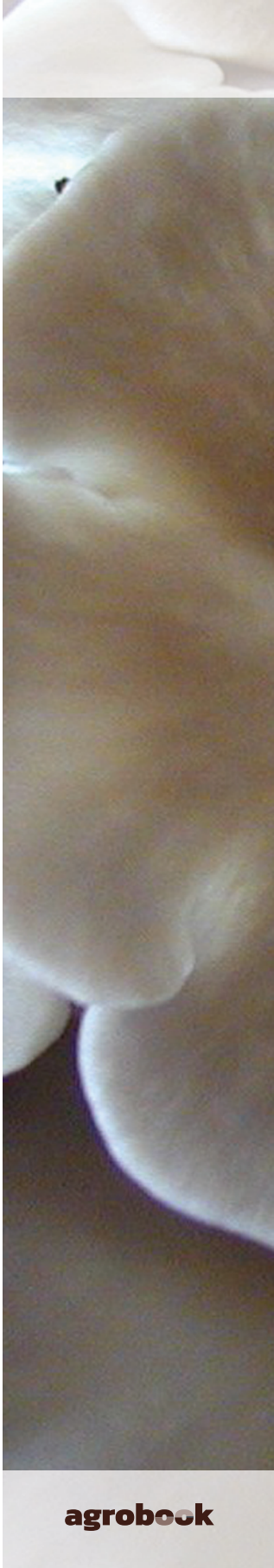
"O encontro da natureza com a inovação"

- **Inóculos de fungos saprófitas e micorrízicos**
- **Micropropagação de plantas**
- **Produtos B-Delicious®**
- **Consultoria**
- **Formação**

Rua do Pindelo, Bl.2, lojas 4/5, 4480-047 Árvore (Vila do Conde)
+351 252 615 709 | info@bioinvitro.com | www.bioinvitro.com | www.facebook.com/bioinvitro

COGUMELOS

Produção, Transformação e Comercialização



Sobre a obra

Este livro surgiu da necessidade de fornecer, de uma forma integrada, elementos sobre a valorização dos recursos micológicos desde a produção à comercialização.

Os cogumelos tornaram-se num alimento muito apreciado e valorizado em aplicações gastronómicas, devido ao seu valor nutricional e também à divulgação da sua aplicação na dieta mediterrânica.

Esta obra pretende dinamizar a cadeia de produção e de transformação de cogumelos, bem como, contribuir para o incremento do seu consumo. Os temas abordam:

- a produção de cogumelos sapróbios, com destaque para a cultura de Pleurotus e Shiitake, descrição das diferentes fases de produção e referência de casos práticos de produção;
- a apresentação de espécies de cogumelos silvestres comestíveis com possibilidade de intensificação da produção em zonas florestais e seu aproveitamento, tendo em consideração normas de colheita e gestão dos espaços produtivos;
- a utilização de metodologias de processamento e de conservação, com aplicação de métodos de estabilização, por forma a obter novos produtos com tempo de vida útil alargado;
- considerações acerca dos mercados e da comercialização de cogumelos silvestres e de cultura.

Sobre as autoras

Ana Cristina Martins Ramos Licenciada em Engenharia Agronómica pelo Instituto Superior de Agronomia e doutorada em Ciências do Ambiente pela Faculdade de Ciências e Tecnologia. Exerce funções de Investigador Auxiliar, no Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária (INIAV), na área da Tecnologia da Conservação e Transformação de Produtos Agrários.

Maria Helena Neves Machado Licenciada em Agronomia pelo Instituto Superior de Agronomia e doutorada em Biologia Vegetal e Florestal na Universidade de Nancy. Exerce funções de Investigador Auxiliar no Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária (INIAV), na área da Proteção de Plantas.

Maria Margarida Ribeiro Lobo Sapata Licenciada em Engenharia Agronómica pelo Instituto Superior de Agronomia, com equivalência a doutoramento em Tecnologia Alimentar e Biotecnologia, por concurso interno do Instituto Nacional de Investigação Agrária (INIA). Exerce funções de Investigador Auxiliar, no Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária (INIAV), na área da Tecnologia da Conservação e Transformação de Produtos Agrários.

Maria José Bastidas Quintanilla Licenciada em Geografia na Universidade de Chile e Mestre em Restauro de Ecossistemas pela Universidade de Alcal de Henares, Espanha. Desenvolve projetos e atividades de valorização dos recursos silvestres na Associação de Defesa do Património de Mértola (ADPM).

Promotor

AGROTEC
revista técnico-científica agrícola

Apoio à Edição

Bioinvitro Biotecnologia, Lda.

Quadrante Natural

Também disponível em formato papel

ISBN E-Book
978-989-723-108-7

www.agrobook.pt

agrobook