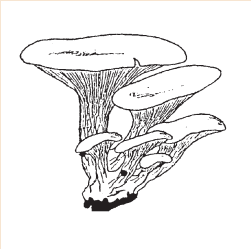
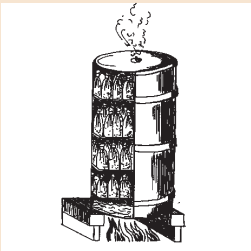
Série Agrodok No. 40

AGROMISA

O cultivo de cogumelos em pequena escala

pleuroto, shiitake e orelha-de-pau





CTA

partageons les connaissances au profit des communautés rurales

sharing knowledge, improving rural livelihoods

Agrodok 40

O cultivo de cogumelos em pequena escala

pleuroto, shiitake e orelha-de-pau

Peter Oei
com contribucões de Bram van Nieuwenhuijzen

© 2006 Fundação Agromisa e CTA

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida qualquer que seja a forma, impressa, fotográfica ou em microfilme, ou por quaisquer outros meios, sem autorização prévia e escrita do editor.

Primeira edição em português: 2006

Autores: Peter Oei, com contribucões de Bram van Nieuwenhuijzen
Editor: Janna de Feijter
Ilustraçöes: Barbera Oranje, Mamadi B. Jabbi
Design gráfico: Eva Kok
Tradução: Rob Barnhoorn e Láli de Araújo (revisão)
Impresso por: Digigrafi, Wageningen, Países Baixos

ISBN Agromisa: 90-8573-049-X
ISBN CTA: 92-9081-321-0

Prefácio

O cultivo de cogumelos enquadra-se muito bem na agricultura sustentável e tem várias vantagens:

- Usam-se produtos residuais agrícolas
- Podem-se obter altos níveis de produção por área cultivada
- Depois da colheita, o substrato residual ainda serve adequadamente como acondicionador do solo

Este Agrodok contém informação detalhada sobre o cultivo de três tipos de cogumelos: pleuroto, *shiitake* e orelha-de-pau. Estes cogumelos são fáceis de cultivar em pequena escala. O cultivo do cogumelo de Paris (*Agaricus* spp.) e do cogumelo de palha de arroz (*Volvariella volvacea*) é muito diferente e, por isso, será tratado num outro Agrodok.

Uma grande parte da informação aqui apresentada é procedente do meu livro "*Mushroom cultivation and appropriate technologies for commercial mushroom growers*" (O cultivo de cogumelos e tecnologias apropriadas para produtores comerciais de cogumelos). Concentrando-me em, apenas, três espécies de cogumelos e em tecnologias relativamente simples, espero que os leitores possam obter um rendimento sustentável do cultivo de cogumelos.

Durante vários anos, Bram van Nieuwenhuijzen foi director do *Mushroom Growers' Training Centre* (Centro de Formação para Produtores de Cogumelos), hoje conhecido como *C Point*, na municipalidade de Horst, Países Baixos. Neste momento está envolvido em projectos de cultivo de cogumelos em vários países, na qualidade de consultor, através de PUM Netherlands Senior Experts, com sede em Haia.

Peter Oei é presidente da ECO Consult Foundation e Professor Visitante da Universidade de Agronomia de Fujian.

Índice

1 Introdução 6

2 Biologia dos cogumelos 8
2.1 Fungos 8
2.2 Ecologia dos fungos 8
2.3 Ciclo de vida dos fungos 9
2.4 Amplitudes de temperatura para cogumelos cultivados 12

3 Explorações agrícolas de cogumelos 14
3.1 Esquematização da exploração 14
3.2 Higiene da exploração 17

4 Produção de semente 18
4.1 A cultura inicial 20
4.2 O processo de esterilização 21
4.3 Ambientes limpos 22
4.4 Culturas 24
4.5 Preparação dos meios de cultivo 27
4.6 Preparação de amostras em posição inclinada (*slants*) 28
4.7 Semente-mãe 33
4.8 Preparação da semente final 35

5 Produção de pleuroto em substratos pasteurizados ou 'esterilizados' 37
5.1 Preparação do substrato 37
5.2 Tratamentos pelo calor 40
5.3 Inoculação do substrato pasteurizado 44
5.4 Inoculação de sacos esterilizados 45
5.5 Colonização micelial 48
5.6 Frutificação/produção 48
5.7 Colheita 51
5.8 Descrição dum caso: Ahmedabad, Índia 52
5.9 Descrição dum caso: Bogor, Indonésia 56

5.10 A técnica *Juncao* torna erva em cogumelos 57

6 Produção de s*hiitake* em sacos de plástico 59
6.1 Preparação do substrato 59
6.2 Enchimento e tratamento pelo calor 60
6.3 Inoculação 60
6.4 Colonização e desenvolvimento micelial 61
6.5 Frutificação 63
6.6 Colheita 64
6.7 Pragas e doenças 65

7 Produção de orelha-de-pau em substrato 'esterilizado' 67
7.1 Preparação do substrato 67
7.2 Tratamento pelo calor 67
7.3 Inoculação e colonização micelial 67
7.4 Frutificação 68
7.5 Descrição dum caso: as Filipinas 68

8 Tratamentos pós-colheita 71
8.1 Mercado de produtos frescos 73
8.2 Secagem 73

Apêndice 1: Fórmulas 78

Apêndice 2: Preparação do substrato 79

Leitura recomendada 80

Endereços úteis 83

Glossário 86

1 Introdução

Tem planos para cultivar cogumelos? Há muitas e boas razões para tal actividade: os cogumelos são uma boa cultura comercial; são fáceis de cultivar e contêm teores muito altos de proteínas, várias vitaminas B e minerais, tendo até propriedades medicinais. O período entre a inoculação e a colheita pode ser muito curto, de apenas três semanas. Para além disso, após o período de cultivo, ainda se poderá usar o substrato ainda como um bom acondicionador do solo.
Neste Agrodok apresenta-se informação detalhada sobre o cultivo dos cogumelos pleuroto, *shiitake* e orelha-de-pau. Embora seja possível cultivar muitos outros tipos de cogumelos, escolhemos os supramencionados, que são fáceis de cultivar em países em vias de desenvolvimento com uso de tecnologia apropriada.

Ao se escolher o método de cultivo dos cogumelos, dever-se-á responder às seguintes questões:

1 Quais são os tipos de cogumelos que quer cultivar? Informe-se sobre o mercado e sobre a amplitude de temperatura na qual se produz a frutificação (ver a Secção 2.4).
2 É possível obter semente de cogumelo das espécies que quer cultivar? O Capítulo 4 descreve como se pode produzir a própria semente. Se não for possível obter ou produzir semente, o cultivo de cogumelos também não será possível.
3 Que tipo de substrato é necessário para poder cultivar os cogumelos desejados? Ver o Capítulo 5.
4 Como se deve tratar o substrato? Isto tem influência nos investimentos a realizar. Pode-se encontrar informação mais detalhada nos capítulos sobre as diferentes espécies de cogumelos.

Para se poder compreender o cultivo e as propriedades dos cogumelos, é necessário ter algum conhecimento biológico desta cultura. Começamos, portanto, com uma explicação da biologia dos cogumelos.

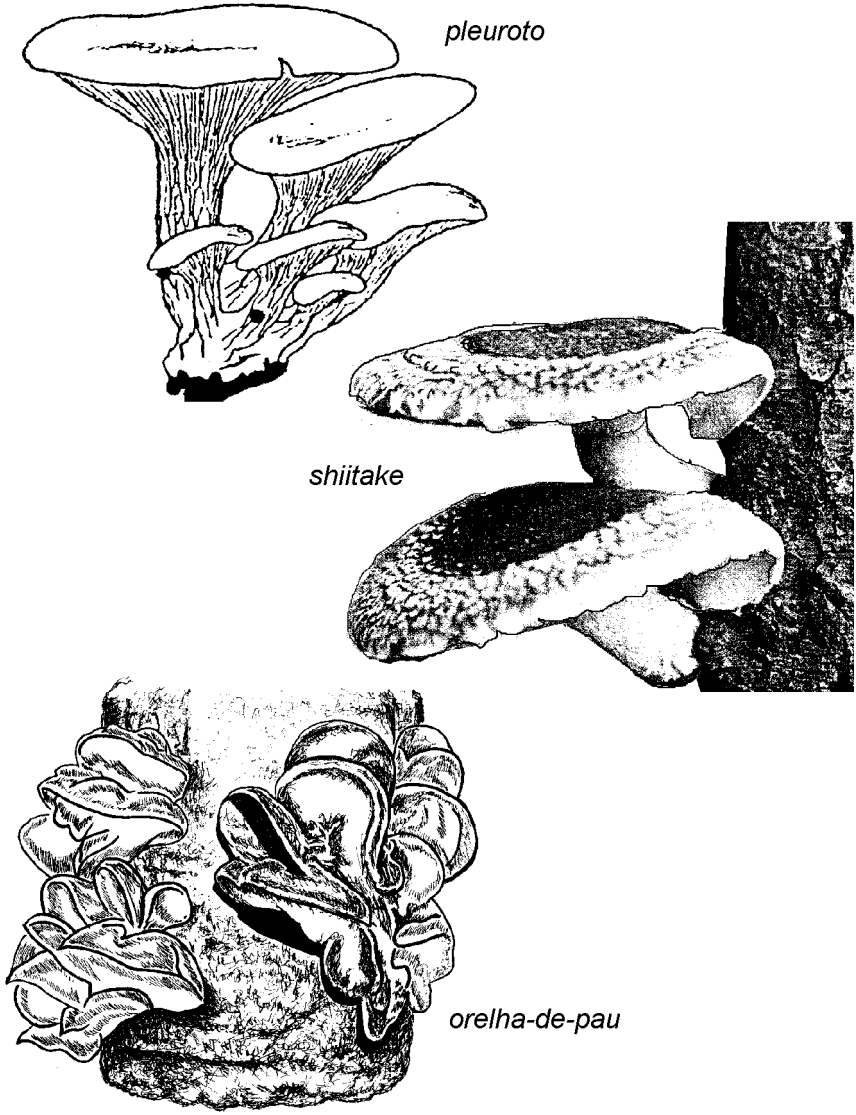


Figura 1: As três espécies de cogumelos tratadas neste Agrodok

2 Biologia dos cogumelos

2.1 Fungos

Os cogumelos pertencem ao reino dos Fungos, que como grupo se distingue nitidamente das plantas, animais e bactérias. Os fungos carecem das características mais importantes de plantas, quer dizer, a capacidade de aproveitar directamente a energia solar, com uso de clorofila. Portanto, os fungos dependem de outros organismos para a sua alimentação, absorvendo nutrientes do material orgânico no qual residem. Ao corpo vivo do fungo chama-se micélio, que é constituído por uma teia fina de fios (ou filamentos), as chamadas hifas. Sob condições específicas, as hifas sexualmente compatíveis juntam-se e começam a formar esporos. Às estruturas que produzem os esporos chamam-se cogumelos quando têm um tamanho superior a 1 mm. Pela aparência, esta é a parte mais conspícua do organismo mas, com efeito, trata-se apenas do corpo de frutificação, enquanto que a maior parte do organismo vivo se encontra dentro do solo ou dentro da madeira.

Os nomes científicos e coloquiais dos cogumelos

Neste Agrodok usam-se frequentemente os nomes científicos de cogumelos, visto que dão origem a menos confusão do que os nomes coloquiais. Por exemplo, o nome pleuroto aplica-se a mais de 20 espécies diferentes de cogumelos, cada uma com as suas próprias características de cultivo, como sejam uma amplitude de temperatura, cor e taxa de crescimento óptimas. Para os produtores de cogumelos, a abordagem mais prática do assunto da taxonomia consiste em confiar nos taxonomistas. Recomenda-se encomendar estirpes de produtores renomados de semente ou de colecções de culturas.

2.2 Ecologia dos fungos

Os fungos dependem de outros organismos para a sua alimentação. Pode-se distinguir entre três modos de viver:

- Saprófitos: que decompõem matéria já morta

- Simbiontes: que existem numa convivência estreita, mutuamente benéfica, com outros organismos (particularmente árvores)
- Parasitas: que vivem à custa de outros organismos

O modo de vivência não tem relação nenhuma com a comestibilidade do cogumelo, visto que nas três categorias supramencionadas se podem encontrar tanto cogumelos comestíveis como venenosos. Neste Agrodok são tratados apenas os saprófitos.

Saprófitos

Os fungos saprófitos necessitam de matéria orgânica para decompor. Na natureza, estes desenvolvem-se em folhas caídas, excrementos de animais, ou em tocos de madeira morta. Alguns estão especializados na decomposição de pêlos de mamíferos, enquanto outros decompõem penas de aves. Os saprófitos decompõem as estruturas orgânicas, complexas, que restam de plantas e animais. No decorrer natural das coisas, plantas ou animais recobram acesso aos minerais e aos outros nutrientes presentes no substrato. Na natureza os cogumelos pleuroto decompõem madeira morta. Portanto, estes podem ser cultivados num grande leque de materiais residuais que contêm ligni-celulose.

2.3 Ciclo de vida dos fungos

Os fungos propagam-se através da produção de milhões e milhões de esporos. Quando um esporo se estabelece num ambiente apropriado, pode germinar e ramificar-se para formar um micélio. Quando se encontram dois micélios sexualmente compatíveis, podem fundir-se formando um micélio secundário, que é capaz de formar corpos de frutificação.

Desenvolvimento de micélio e semente

Na prática do cultivo de cogumelos comestíveis não se utilizam esporos. O seu tamanho reduzido faz com que sejam difíceis de manusear e as suas características genéticas podem diferir das do seu progenitor. Para além disso, os esporos de cogumelos precisam de algum tempo

para germinar, enquanto outros fungos, como os bolores verdes, germinam e disseminam-se muito mais rapidamente.
O cogumelo desejado deve ser capaz de colonizar o substrato antes de outros fungos ou bactérias. Para realizar tal processo, o micélio pré-cultivado do cogumelo (isento de quaisquer contaminantes) é inoculado num substrato estéril. Referimo-nos a este material com o termo *semente*. A utilização de semente dá uma vantagem de desenvolvimento ao cogumelo cultivado em comparação com outros fungos.

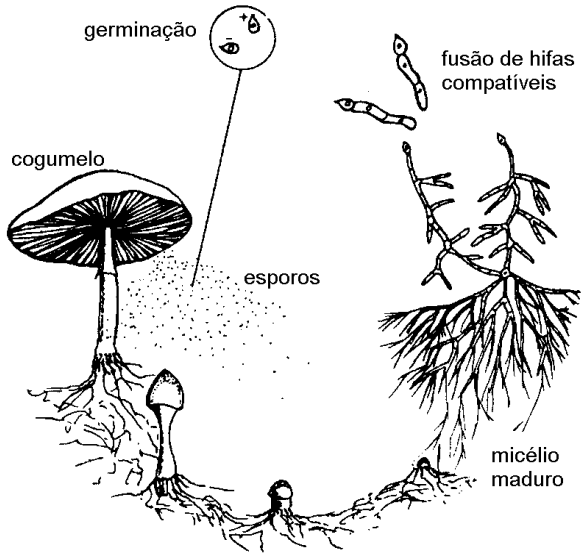


Figura 2: Ciclo de vida de cogumelos na natureza

Colonização micelial

Durante o seu desenvolvimento, o micélio coloniza o substrato, usando os nutrientes disponíveis. Esta fase é referida, geralmente, como *colonização micelial*. Quando alguns nutrientes se esgotam, ou quando há uma mudança de clima, o micélio atinge outra fase: a reprodução. Na maioria das espécies de cogumelos, a temperatura óptima para a colonização micelial é de, aproximadamente, 25 °C. Um maior desenvolvimento do micélio desejado também pode ser provocado por uma modificação do ambiente, p.ex. uma concentração alta de CO_2 é

favorável para o crescimento do micélio (mas não para a produção da cultura).

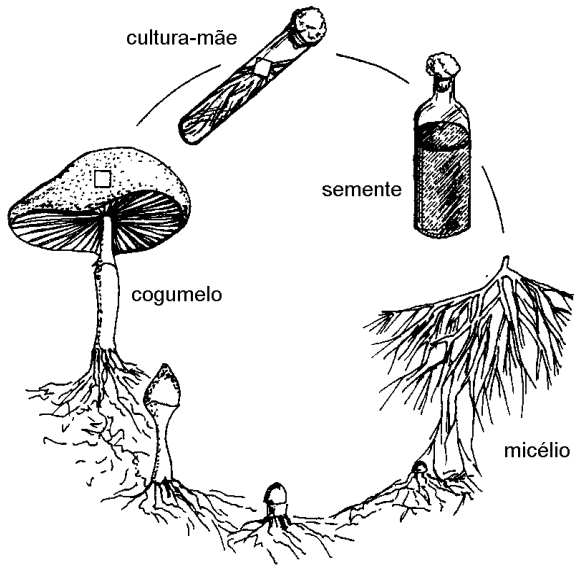


Figura 3: Ciclo de vida dos cogumelos a semente. Isolam-se as culturas de tecido dum cogumelo e propagam-se num substrato apropriado. Quando plenamente colonizado, este substrato é usado no cultivo de cogumelos.

Depois de ter colonizado o substrato, o micélio é capaz de produzir corpos de frutificação. O número e a qualidade dos corpos de frutificação dependem do ambiente.

Factores essenciais para induzir a formação de corpos de frutificação:

- Mudança da temperatura
- Humidade alta
- Deficiência de um nutriente
- Concentração de CO_2 no ar
- Luz
- Trauma físico

Estes factores diferem entre os cogumelos. A maioria das mudanças que estimulam a frutificação têm um efeito negativo no desenvolvimento vegetativo do micélio. Portanto, as mudanças devem ser realizadas apenas quando o micélio tiver colonizado completamente o substrato. Na realidade, são as condições menos favoráveis para o desenvolvimento vegetativo que estimulam o micélio a frutificar.

Apresentam-se aqui dois exemplos no que diz respeito à indução da frutificação em diferentes cogumelos:

- A frutificação de alguns cogumelos pleuroto (p.ex. estirpes de *Pleurotus ostreatus*) verifica-se quando, após o desenvolvimento micelial, sofrem um choque de frio (uma diferença entre 5 °C a 10 °C). Para além disso, dever-se-á reduzir também a concentração de CO_2. Embora o desenvolvimento micelial possa realizar-se na escuridão, a luz é essencial para se conseguir a frutificação.
- Os micélios de *shiitake* (*Lentinula edodes*), plenamente desenvolvidos em sacos de substrato, são postos de molho em água, durante um ou dois dias e, depois, são sujeitos a um choque físico para estimular a frutificação. O choque removerá o CO_2 preso.

No começo da fase reprodutiva formam-se pequenos primórdios (corpos iniciais de frutificação). Sob as condições apropriadas, estes primórdios transformam-se em corpos de frutificação. Os nutrientes são transportados do micélio para os corpos de frutificação por meio de um fluxo constante de humidade. A evaporação de humidade na superfície dos cogumelos é necessária de forma a que o fluxo seja contínuo. Isto explica por que a pulverização de água em cogumelos a amadurecerem ou um nível demasiadamente alto da humidade relativa do ar pode provocar estragos na cultura.

2.4 Amplitudes de temperatura para cogumelos cultivados

Deve-se escolher uma espécie que frutifica a uma temperatura próxima às temperaturas atmosféricas ao ar livre. Desta maneira, limitam-se investimentos no controle climatológico e reduzem-se os custos de

energia. Os dados apresentados no Quadro 1 revelam que, com efeito, apenas algumas poucas espécies são apropriadas para serem cultivadas em condições realmente tropicais. As únicas espécies de cogumelos actualmente cultivadas a temperaturas próximas ou mesmo abaixo de 30 °C são: pleurotos (*Pleurotus cystidiosus* / *abalonus / ostreatus* var. *florida*), *Volvariella volvacea*, *Agaricus bitorquis*, *Stropharia rugoso-annulata* e orelha-de-pau (*Auricularia polytricha*).

Quadro 1: Amplitudes de temperatura para realizar/optimizar o desenvolvimento micelial (dm) e a frutificação para espécies diferentes de cogumelos, com as técnicas apropriadas para a preparação do substrato.

Espécie de cogumelo/Nome comum	**T_{dm}**	**$T_{dm\ óptimo}$**	**$T_{frutificação}$**	**Técnicas**
Lentinula edodes / shiitake	5-35	20-30	8 -25*	1, 2, 3,
Pleurotus abalonus / cogumelo gigante, caetetuba, hiratake, cogumelo ostra	15-35	20-30	25-30	2, 3
Pleurotus cystidiosus / cogumelo gigante, caetetuba, hiratake, c. ostra	10-35	25-28	25-30	2, 3
Pleurotus ostreatus / cogumelo ostra, pleuroto ostreáceo, shimeji	5-35	20-25	5-25	2, 3
Pleurotus pulmonarius	5-35	20-25	13-20	2, 3
Pleurotus cornucopiae# / cogumelo trombeta	15-35	20-28	15-25	2, 3
Pleurotus djamor	15-35	24-30	20-30	2, 3
Pleurotus eryngii / cogumelo-rei, cardoncelo	10-35	20-25	15-22	2, 3
Auricularia polytricha / orelha-de-pau, orelha-de-padre, orelha-de-judeu	20-35	35-30	23-28	2

#: Incluindo *Pleurotus citrinopileatus*
^: Incluindo sinónimos prováveis: *P. ostreatus, P. salmoneo-stramineus, P. flabellatus*
T_{dm}: Amplitude na qual o micélio permanece viável; a rapidez de crescimento reduz-se tanto na extremidade alta como na extremidade baixa.
$T_{dm\ óptimo}$: Amplitude óptima de temperatura requerida para a frutificação; a temperatura mais importante.
Técnicas para a preparação do substrato:
1 Lenhos de madeira (não tratados neste Agrodok)
2 Substrato pasteurizado ou pré-aquecido
3 Substrato esterilizado

3 Explorações agrícolas de cogumelos

Ao escolher um local para a exploração de cogumelos, devem-se ter em consideração os seguintes factores:

- Distância até ao mercado
- Disponibilidade de material de substrato de boa qualidade
- Transporte tanto dos produtos como do material de substrato
- Disponibilidade de água limpa

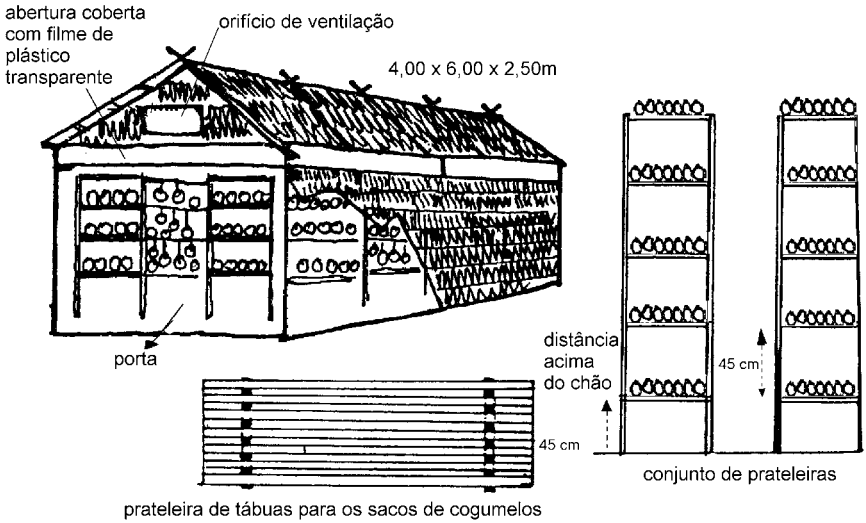


Figura 4: Sala de frutificação

3.1 Esquematização da exploração

Antes de se poder começar a planear a esquematização, dever-se-á fazer uma lista dos processos que devem ser realizados na exploração de cogumelos. Por exemplo, a necessidade de um recinto de inoculação depende de se os produtores preparam o seu próprio substrato ou se compram substrato já inoculado.

A esquematização duma exploração também deve incluir:

- Um fluxo eficiente de materiais de substrato
- Medidas de forma a prevenir uma contaminação da exploração
- Uso eficiente do espaço

Uma exploração de cogumelos deve proporcionar condições climáticas apropriadas. É possível adaptar estruturas já existentes, como sejam túneis de defesa, casamatas, grutas, galinheiros, antigas fábricas de leite e matadouros. Estão a realizar-se algumas operações bem sucedidas do cultivo de cogumelos em antigos túneis ferroviários ou de defesa.

Chão da sala de cultivo

Num nível baixo de investimentos, as salas de cultivo de cogumelos são simplesmente construídas sobre solo arável. A um nível mais alto de investimentos, o chão é cimentado. O chão cimentado, ligeiramente inclinado, proporciona uma superfície lisa, que é fácil de limpar e que permite a drenagem da água em excesso.
Pode-se utilizar um cesto revestido com uma rede para recolher as partículas grossas presentes na água drenada. O sistema de drenagem dos diferentes recintos não deve estar ligado entre si, para prevenir que uma doença presente num recinto de cultivo se divulgue facilmente aos outros recintos. Os chãos devem ser lisos para facilitar também o manuseamento e o transporte dos materiais.

Portas, janelas e outras aberturas

As portas e paredes devem fechar adequadamente de forma a prevenir a entrada de insectos nos recintos de cultivo. O uso duma porta dupla, com uma malha de arame diante da segunda porta de entrada, pode ajudar a que os insectos não entrem. As mesmas regras são aplicáveis às janelas. Os orifícios, através dos quais o ar sopra quer para dentro ou para fora dos recintos, devem dispor, no mínimo, de um filtro simples ou pano que funcione como barreira.

O cheiro do micélio de cogumelos é muito atractivo para as moscas dos cogumelos.

Figura 5: Porta dupla à entrada duma unidade de incubação

3.2 Higiene da exploração

A higiene é essencial numa exploração de cogumelos. Como o controlo químico de pragas e doenças não é possível no cultivo de cogumelos em pequena escala, as únicas medidas preventivas são a higiene e, até a certo ponto, a desinfecção. Isto aplica-se à unidade de produção de semente, ao local de produção de substrato, aos recintos de incubação e às unidades de produção.

Portanto, a inspecção de um local potencialmente apropriado para o estabelecimento de uma exploração de cogumelos reveste-se de muita importância. As áreas que circundam uma exploração devem estar limpas e isentas duma contaminação potencial por insectos, bolores, etc. Isto implica que se deve evitar a construção de uma exploração nova na vizinhança de outras explorações de cogumelos, visto que os insectos e doenças procedentes destas explorações podem facilmente disseminar-se para a exploração nova.

Se for possível, dever-se-á separar as várias unidades da exploração nova.

O laboratório de semente deve estar separado do local de cultivo. Os recintos de cultivo devem ser separados entre si por paredes (de plástico) para se manterem separadas as diferentes fases de cultivo. Com efeito, não se deve realizar uma incubação ou colonização micelial no mesmo recinto onde se recolhem os cogumelos.

Resíduos, sacos contaminados e substrato residual devem ser removidos imediatamente dos recintos e da exploração e, preferivelmente, ser transportados para um lugar afastado.

Todas estas medidas são necessárias para prevenir a ocorrência de pragas, como moscas e outros insectos, e também doenças que se disseminam a partir dos depósitos de lixos. Se o substrato residual for destinado para uso como terra de jardinagem, deverá ser usado o mais rapidamente possível.

4 Produção de semente

Ao *material de propagação* dos cogumelos referimo-nos geralmente com o termo *semente*.

Disponibilidade da cultura de semente

A disponibilidade de semente de boa qualidade constitui o factor limitante para o cultivo de cogumelos em muitos países em vias de desenvolvimento. A importação é geralmente complicada pela burocracia alfandegária, os custos altos de transporte e a dificuldade de manter a semente refrigerada durante o transporte. Portanto, pode ser necessário que o produtor de cogumelos produza a seu próprio material de inoculação (semente).

> Se for possível obter semente de boa qualidade da espécie desejada de cogumelo, a um preço razoável, é recomendável concentrar-se no processo de cultivo de cogumelos. Caso assim não seja, a semente deve ser produzida ou propagada pelo produtor de cogumelos.

O procedimento completo da produção de semente implica a preparação do meio de cultivo, o enchimento dos tubos de ensaio ou placas de Pétri, a sua esterilização e o processo de inoculação de recipientes de maior dimensão com esta cultura.

> A produção de semente requer um laboratório limpo e conhecimento especializado.

No fundo, a produção de semente não é outra coisa que a colocação de micélio do cogumelo desejado em substratos apropriados, esterilizados, sob condições assépticas.

Contudo, na prática, a produção de semente não é tão fácil. As estirpes apropriadas das espécies de cogumelo requeridas devem ser mantidas sob condições rigorosas para prevenir a sua degeneração. Se isto não for possível, dever-se-á utilizar a cultura de tecidos de um cogumelo

fresco e saudável para a produção de semente. Para além disso, o recinto da produção de semente deve ser mantido meticulosamente limpo para prevenir qualquer contaminação.

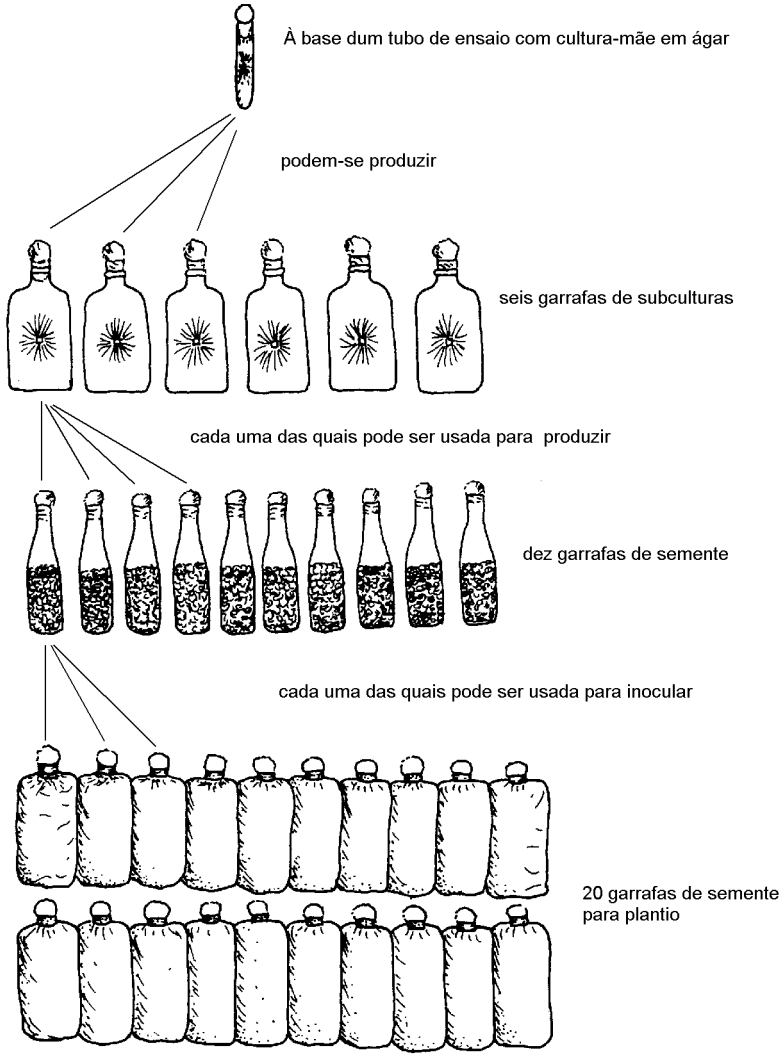


Figura 6: Propagação de semente

4.1 A cultura inicial

A cultura inicial (ou cultura-mãe) pode ser preparada utilizando-se um corpo de frutificação, fresco e saudável, ou pode ser obtida dum produtor de semente ou dum laboratório. Depois, preparam-se várias culturas de ágar com base na cultura inicial. Estas servem para inocular recipientes de maior dimensão (p.ex. garrafas) com semente-mãe, que pode ser usada para inocular o substrato final para semente.

Os requisitos para uma unidade de produção de semente são, no mínimo:

- uma unidade de esterilização (panela de pressão, autoclave)
- ambiente estéril: uma caixa de inoculação ou uma cabina com fluxo laminar do ar
- equipamento de laboratório, como sejam placas de Pétri, tubos de ensaio, balança, álcool, chama
- recinto de incubação

O equipamento supramencionado encontra-se normalmente disponível em hospitais, estações experimentais e universidades.

As matérias-primas incluem:

- ingredientes para a preparação dos meios de cultivo
- material de substrato (grãos de cereal, paus de madeira (espetos), serradura, ou até fibras dos frutos da palmeira-de-óleo/dendém)
- cultura pura ou cogumelos frescos da estirpe desejada de certa espécie de cogumelo
- recipientes de semente (como sejam garrafas ou sacos de plástico)

Em países onde falta a produção de cogumelos, pode-se obter semente dum produtor de semente, duma universidade ou duma instituição de investigação, ao começo do projecto.

Ver a Secção de Endereços Úteis, que inclui também vários endereços de produtores de semente.

4.2 O processo de esterilização

Os grãos de cereal, a serradura e o composto contêm grandes quantidades de contaminantes. Um único grão de cereal pode conter milhares de bactérias, fungos e actinomicetos.

Cada um destes agentes não desejados, os chamados contaminantes, é capaz de provocar a deterioração dos substratos que não foram esterilizados adequadamente ou que foram inoculados sob condições não higiénicas.

Um aquecimento de 15 minutos a 121 °C é geralmente suficiente para destruir todos os organismos. Tal aquecimento da parte central, interior, dos substratos com uso de vapor leva bastante tempo, dependendo da maneira que a unidade de esterilização/pasteurização é enchida e também da capacidade da fonte de aquecimento.

O aquecimento a vapor num tambor de petróleo durante, minimamente, 6 horas é geralmente necessário para fazer com que a parte central, interior, dos sacos de substrato seja aquecida adequadamente. Esteriliza-se sacos de 4 litros, enchidos com 2 kg de substrato para semente, durante, no mínimo, 2 horas a 121°C.

Panelas de pressão

A opção mais barata é obter uma ou mais panelas de pressão grandes. Escolher panelas de pressão que mantenham a pressão mesmo quando a temperatura final tenha sido atingida.

As panelas de pressão mais simples deixam sair vapor quando a pressão se torna demasiado alta. Neste caso, a pressão no interior descerá, geralmente, para abaixo de 1 atmosfera de sobrepressão, provocando a ebulição dos meios de cultivo. Tal deve ser evitado. Ao usar este tipo de panela de pressão, as placas de Pétri ou as garrafas com meios de ágar podem tornar-se sujas. As panelas de pressão devem dispor de um suporte no seu interior, que dá origem a uma distribuição mais uniforme da temperatura no interior da panela de pressão. A fonte de calor ou é de origem externa (bicos de gás, carvão, madeira) ou está incorporada (eléctrica). A vantagem de panelas de pressão que dispõem

de elementos aquecedores eléctricos, controlados por termóstato, é que permitem que a temperatura seja ajustada com precisão.

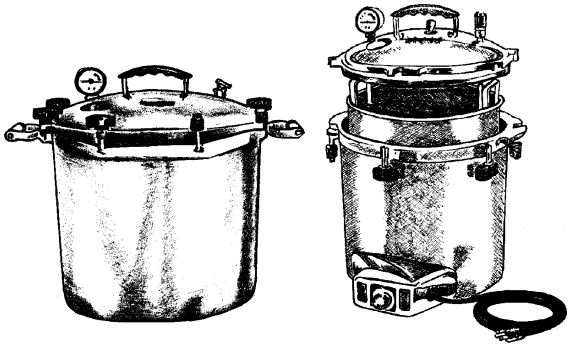


Figura 7: Panela de pressão para uso numa fonte de aquecimento e uma panela eléctrica de pressão

4.3 Ambientes limpos

Um ambiente limpo é absolutamente essencial para a produção de semente. Particularmente, é necessário que as recipientes com meios de cultivo esterilizados sejam abertos sob condições assépticas. O ar transporta numerosos contaminantes, que infectam facilmente os meios de cultivo esterilizados. Portanto, é necessário utilizar armários e recintos de inoculação especiais para efectuar o manuseamento e a preparação das culturas (de tecidos).

Recintos de inoculação

O interior dum recinto de inoculação deve ser fabricado de materiais não biologicamente degradáveis. Todas as superfícies devem ser lisas e fáceis de limpar. As prateleiras devem ser concebidas de tal maneira que o chão que se encontra por baixo delas possa ser limpo facilmente. As prateleiras são tipicamente feitas de ferro galvanizado ou fórmica.

Armários de inoculação

Estes armários simples para inoculação são muito utilizados em todo o mundo. Podem ser construídos de forma barata com uso de materiais localmente disponíveis. Deve-se poder abrir o vidro dianteiro de modo a ser possível encher o armário com meios de cultivo esterilizados. O interior é desinfectado com uso de uma solução de *10 % de Clorox,*ou uma solução de *2% de Formalin* ou *70% de álcool etílico.*

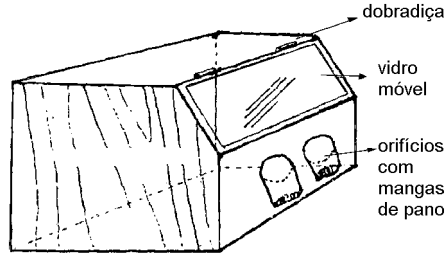


Figura 8: Armário simples de inoculação, de construção caseira, apresentando um vidro dianteiro, suportado com dobradiças, e orifícios (com mangas de pano) para meter as mãos.

Usar estas sustâncias químicas com cuidado. Algumas são venenosas e/ou podem irritar o nariz e os olhos. Para uso seguro, seguir cautelosamente as instruções.

Armários com fluxo laminar do ar

Um sistema de fluxo laminar do ar (LAF, *Laminar Air Flow*) é constituído por um ventilador, uma conduta de ar, um filtro HEPA (*High Efficiency Particle Air* /de Alta Eficiência para Partículas do Ar) e uma cobertura.

Num fluxo laminar do ar, os contaminantes podem disseminar-se apenas numa direcção. Num fluxo turbulento do ar, é possível que os esporos se movam em diferentes direcções, provocando um maior grau de contaminação.

Os produtores classificam os ventiladores conforme o volume do ar que podem soprar através de materiais com resistência especificada. Uma velocidade do ar de, aproximadamente, 0,45 m/s é considerada a melhor para obter, adequadamente, um fluxo laminar do ar. O ventilador deve ser regulado de forma gradual e, para além disso, ter a capa-

cidade de empurrar o dobro do volume do ar requerido através do filtro para atingir a velocidade necessária do ar, de forma a compensar perdas de pressão provocadas quando o filtro estiver cheio com partículas.

Os filtros e ventiladores formam o âmago de qualquer sistema com fluxo laminar do ar, mas deve-se ter em consideração também outros factores: as capacidades e higiene dos operadores do sistema; a construção de condutas de ar e filtros, para assegurar que não é possível que ar contaminado seja aspirado para dentro.

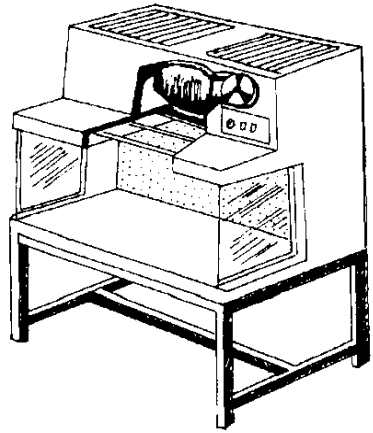


Figura 9: Um armário com fluxo laminar do ar preparado para o efeito

Em muitos países, não se podem obter os filtros HEPA nem estes ventiladores, tendo, portanto, de ser importados.

4.4 Culturas

Os primeiros passos da produção de semente são efectuados em meios de cultivo artificiais. Estes devem conter suficientes nutrientes, como sejam sacáridos/glícidos, para os cogumelos se desenvolverem e um agente solidificador (ágar ou gelatina). O micélio desenvolve-se na superfície do meio de cultivo e, depois, será usado para inocular maiores quantidades de substrato, como serradura ou grãos de cereal. Podem-se utilizar tubos de ensaio ou placas de Pétri (ou garrafas achatadas de *whisky*) como recipientes de culturas.

Em vez de trabalhar com culturas, pode-se tentar comprar pequenas quantidades de semente-mãe, de boa qualidade, para a preparação da semente final.

Culturas de tecidos

O micélio novo e vigoroso pode ser obtido a partir dum novo corpo de frutificação, com uso de um bisturi, álcool, amostras em posição inclinada (*slants*) esterilizadas de ágar, placas de Pétri ou garrafas com ágar, uma chama (sem fumo) e uma mesa limpa de trabalho ou, preferivelmente um armário com fluxo laminar do ar ou uma caixa de inoculação.

- Lavar minuciosamente o cogumelo.
- Mergulhar o bisturi em álcool e, depois, aquecer com chama até se tornar incandescente.
- Deixar arrefecer durante 10 segundos.
- Romper ou rasgar o cogumelo ao comprido (não cortar com faca, visto que contaminantes da superfície podem pegar-se à lâmina). Não tocar com as mãos o interior dos pedaços cortados.
- Usar o bisturi aquecido para remover um pequeno pedaço (2x2 mm^2 é suficiente) do tecido interior. Ter cuidado para não incluir tecido da superfície exterior.
- Abrir o tubo de ensaio /placa de Pétri.
- (Ao usar tubos de ensaio: aquecer a boca do tubo na chama para destruir esporos não desejados). Depois, colocar suavemente o tecido, presente no bisturi, no centro do ágar.

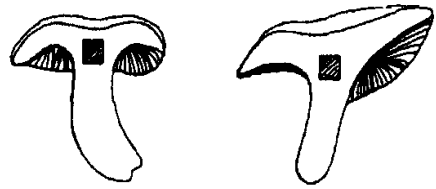
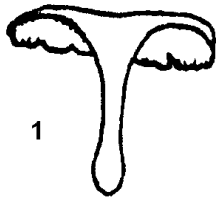


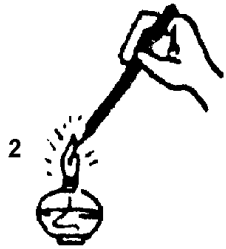
Figura 10: A parte que se utiliza do shiitake (à esquerda) e do pleuroto (à direita)

- Meter imediatamente o tampão de algodão.
- Inocular, no mínimo, três culturas, mas preferivelmente ainda mais.

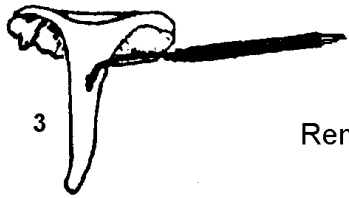
Incubar os *slants* de ágar ou as placas de Pétri recém-inoculados a 25 °C durante, aproximadamente, dez dias. Dentro de três a quatro dias, o micélio terá coberto o tecido e ter-se-á ramificado no ágar.



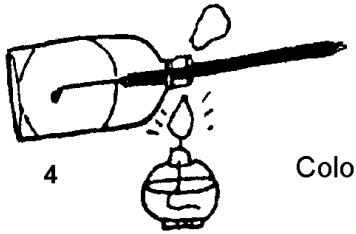
Rasgar o cogumelo ao meio.



Aquecer a agulha com chama.



Remover tecido do cogumelo.



Colocar no ágar.

Armazenar num local escuro.
Pronto para uso dentro de 7 a 9 dias.

Figura 11: Preparação de semente

Se não houver nenhum crescimento no ágar, controlar o seguinte:
- Possivelmente o cogumelo é demasiadamente velho. Tentar outra vez com um mais novo.
- Possivelmente o bisturi não arrefeceu antes de recolher a amostra do tecido, de forma que houve um sobreaquecimento do micélio.

O micélio deve ser branco e desenvolver-se a partir do tecido. Se se formarem micélios de cor amarela, azul, verde ou cinzenta, em outros pontos da superfície, trata-se de contaminantes fúngicos. Um desenvolvimento cremoso, brilhante, geralmente indica uma contaminação bacteriana.

4.5 Preparação dos meios de cultivo

A maioria das espécies desenvolvem-se nos seguintes meios de cultivo:

Meio de extracto de Batata-Dextrose-Ágar (BDA)

Ingredientes: *200 g de batata cortada em cubos, 20 g de pó de ágar, 20 g de dextrose ou açúcar branco comum, 1 litro de água*.

1 Lavar e pesar as batatas e cortá-las em pequenos pedaços.
2 Cozer durante 15 até 20 minutos até se tornarem moles.
3 Retirar as batatas.
4 Acrescentar água ao caldo até se obter exactamente 1 litro.
5 Acrescentar a dextrose e o ágar. É necessário acrescentar a quantidade apropriada de açúcar e ágar, senão o meio de cultivo tornar-se-á ou demasiadamente mole ou demasiadamente duro.
6 Mexer, de vez em quando, e aquecer suavemente até o ágar se ter derretido. O ágar deve estar quente ao verter-se nos tubos de ensaio ou garrafas, senão ficará encaroçado.
7 Encher, aproximadamente, um quarto dos tubos de ensaio.
8 Depois, fechar os tubos ou as garrafas com tampões de algodão.

Meio de caldo com farelo de arroz

A receita supramencionada de BDA é usada correntemente para a conservação duma cultura. No entanto, para a propagação de culturas a

receita seguinte é mais barata e mais fácil de preparar. Usa-se nas Filipinas para pleurotos (*Pleurotus*) e orelha-de-pau (*Auricularia).*
Ingredientes: *200 g de farelo de arroz, 1 litro de água, 20 g de gelatina*. Cozer o farelo de arroz em água durante, aproximadamente, 10 minutos. Filtrar, guardar o caldo, derreter a gelatina, verter em garrafas e esterilizar.

4.6 Preparação de amostras em posição inclinada (*slants*)

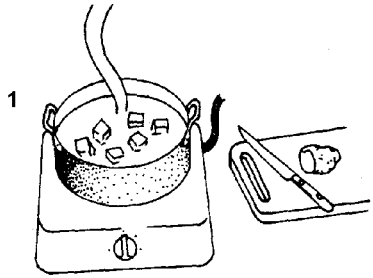
Depois de encher os tubos de ensaio ou as garrafas com o meio de cultivo, devem ser esterilizados antes do seu uso. As unidades de esterilização mais correntemente usadas em laboratórios de pequenas dimensões são as panelas de pressão, mas também é possível utilizar autoclaves.

Procedimento

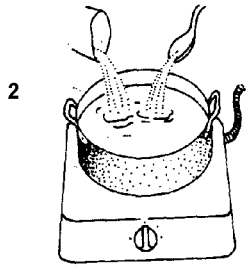
- Deitar água numa panela de pressão até atingir o nível do suporte.
- Colocar as garrafas ou os tubos de ensaio nos suportes, cobrindo-os com uma cobertura de plástico para prevenir que os tampões de algodão sejam humedecidos por água.
- Depois, fechar bem o tampão de algodão.
- O orifício da saída de pressão deve estar aberto desde o começo para permitir que o ar possa sair. Vai durar alguns minutos desde o momento de ebulição até à saída do vapor.
- Fechar o orifício de ventilação. O medidor de pressão mostra a subida da pressão.
- Esterilizar sob pressão durante 20-30 minutos.

De modo a aumentar a área de superfície, os tubos de ensaio ou as garrafas são colocadas numa posição inclinada quando o ágar ainda está líquido.
Ter cuidado para que o ágar não toque o tampão de algodão, senão pode ser contaminado.

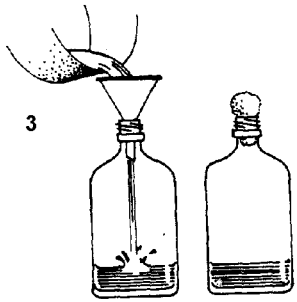
Não mover ou manusear os tubos de ensaio até o ágar se ter solidificado, senão uma pequena parte do ágar pode solidificar do outro lado do *slant* ou demasiadamente perto do tampão de algodão.



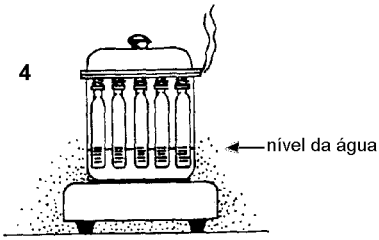
Cozer as batatas cortadas em cubos até se tornarem moles



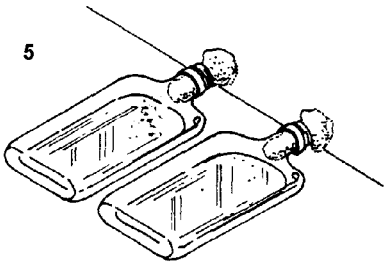
Remover a batata, acrescentar dextrose e ágar ao caldo, até se obter 1 litro.



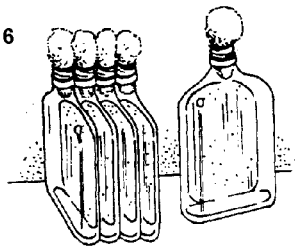
Verter em tubos de ensaio inclinados ou garrafas planas
Fechar com tampões de algodão



Esterilizar, durante 15 minutos, numa panela de pressão.



Colocar as garrafas numa posição inclinada, de forma a que o ágar se solidifique e cubra, inteiramente, um lado da garrafa.

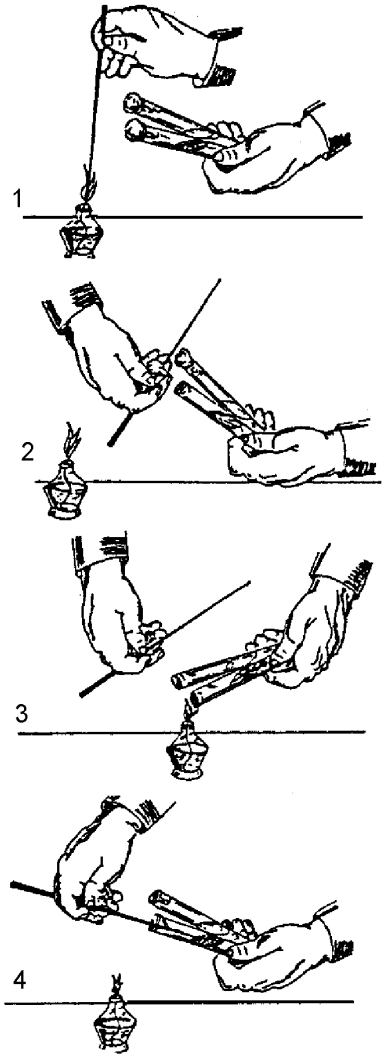


Armazenar num local fresco até estarem prontas para inoculação

Figura 12: Preparação do meio de Batata-Dextrose-Ágar (BDA) (1,2,3) e preparação de garrafas (4,5,6)

Preparação de subculturas

Inocular mais tubos de ensaio, usando os métodos supramencionados.



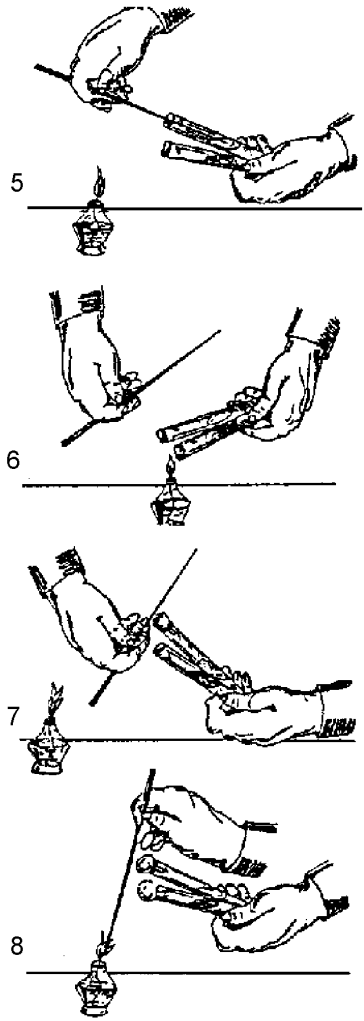
Esterilizar o bisturi na chama até se tornar rubro/incandescente.

Tirar os tampões de algodão dos tubos de ensaio (enquanto o bisturi arrefece).

Manter as bocas de ambos os tubos acima da chama.

Cortar um pequeno quadrado de 5 x 5 mm² da cultura-"mãe" do tubo de ensaio.

Figura 13: Preparação de subculturas (primeira parte)



Colocar o quadrado no centro do ágar do novo tubo de ensaio.

Manter as bocas dos tubos de ensaio acima da chama, durante três segundos.

Meter os tampões de algodão nos tubos de ensaio.

Esterilizar o bisturi para a transferência seguinte.

Figura 14: Preparação de subculturas (segunda parte)

Por motivos de degeneração, recomenda-se não fazer transferências de uma cultura-mãe mais de oito vezes ou utilizar culturas-mãe em ágar durante mais de dois anos.

O micélio degenerar-se-á após um certo número de transferências, de forma que não é possível continuar ilimitadamente as transferências de culturas em ágar.

Recipientes de semente

Os recipientes de semente devem ser feitos de material resistente ao calor: geralmente vidro e polipropileno (PP). Os recipientes de semente devem ser testados para ver se podem resistir à temperatura dentro da unidade de esterilização. Se a pressão for superior a 1 atmosfera de sobrepressão, a temperatura será superior a 121° C. Às vezes, os sacos de PP rompem-se facilmente após terem sido sujeitos ao processo de esterilização. Evitar o uso de sacos com costuras: estas tendem a abrir-se após o tratamento pelo calor.

Para a semente-mãe usam-se, geralmente, garrafas de vidro ou de plástico resistente ao calor. Também é possível utilizar frascos com boca larga, garrafas de leite e garrafas de dextrose. As garrafas de dextrose são ideais, visto que estas podem ser obtidas grátis em hospitais e que têm aberturas fáceis de tapar com algodão. Também podem ser usados para a semente final, mas se o micélio do material inoculado se tiver desenvolvido demasiado, formando um grande torrão, as garrafas terão de ser partidas para tirá-lo. Os sacos de polipropileno com tampões de algodão (ou filtros), para permitir o arejamento, são de uso muito comum para a semente final (tanto em serradura como grãos de cereal). O seu tamanho varia entre 2,5 e 15 litros no caso de semente em grãos de cereal. Deve-se fazer com que se realize uma troca de gases metabólicos, como seja CO_2, com o ar ambiente; contudo, deve-se prevenir que esporos não desejados entrem no recipiente.

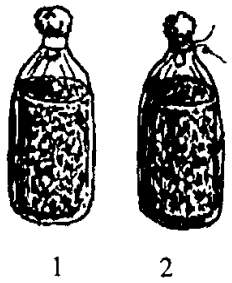


Figura 15: Sacos fechados com um tampão de algodão.

4.7 Semente-mãe

A semente-mãe pode ser usada para inocular a semente em grãos de cereal ou uma segunda geração de semente-mãe. Em laboratórios simples, não se deve utilizar semente-mãe em grãos de cereal para inocular outra geração de semente-mãe do mesmo tipo, visto que o risco de contaminação e degeneração será demasiadamente alto.

Preparação de semente em grãos de cereal

A vantagem principal de grãos de cereal é que são muito nutritivos para fungos e que formam facilmente grânulos. Os grânulos podem ser espalhados facilmente no substrato. A maior desvantagem é que fornece um substrato que também é óptimo para outros organismos. Portanto, o risco de contaminação é muito maior em comparação com a semente em serradura.

Tipos de grãos de cereal

Podem-se utilizar diferentes tipos de grãos de cereal, como sejam *trigo, centeio, milho miúdo/mexoeira, arroz* ou *sorgo/mapira*. Primeiro cozer os grãos de cereal, escoá-los e depois encher os recipientes e esterilizá-los.

O teor de humidade dos grãos de cereal, quando cozidos, deve ser de, aproximadamente, 50%. Se for mais alto, o desenvolvimento micelial pode ser mais rápido, mas também o risco de bactérias que provocam a `*mancha húmida*' se tornará mais elevado. Se for mais seco que 35%, o desenvolvimento micelial será bastante lento.

Fórmula de semente em grãos de cereal

Os grãos de cereal em pequenos recipientes podem ser humedecidos até atingirem um nível mais alto do que os grãos de cereal acondicionados em sacos de 15 litros. Para recipientes de 2 litros, usar a seguinte receita: *480 g de centeio, sorgo/mapira ou trigo, 400 ml de água, 2 g de gesso (45% de humidade).* (Ver o Apêndice 1)

Preparação de semente em serradura

Substrato para semente em serradura: Serradura 10 kg; $CaCO_3$ 147,5 g; Farelo de arroz 1,25 g; Gesso 0,1475g; Ureia 0,5 g; Água 1,5 litros. (Ver o Apêndice 1)

Esterilização

Esterilizar os recipientes de semente numa autoclave. A duração depende da autoclave, da forma na qual os recipientes de semente estão colocados (juntos ou dispersos) e do tamanho dos recipientes. Por exemplo, duas horas para recipientes de 500 g; três até quatro horas para sacos de 3 kg.

Sacudir as garrafas ao tirá-las da autoclave ou da panela de pressão.

Inoculação

Quando a temperatura na parte central do recipiente tiver baixado até atingir um valor inferior à temperatura limite superior para o desenvolvimento micelial, os recipientes de semente podem ser inoculados. Usar para cada garrafa, no mínimo, um (no caso de garrafas de 250 ml) ou dois (no caso de garrafas maiores) dos quadrados de 10 x 10 mm^2 do ágar plenamente coberto com a cultura-mãe.

Incubação

Incubar as garrafas até o micélio se ter desenvolvido de forma a cobrir todo o substrato. A temperatura deve ser próxima da temperatura óptima para se obter um bom desenvolvimento micelial (consultar o Quadro 1, no Capítulo 2).

Sacudir uma vez (depois de oito dias) ou duas vezes durante o período de incubação (ou cada três ou quatro dias) para distribuir uniformemente o micélio e para prevenir que os grânulos se peguem uns aos outros.

Armazenamento

Guardar a semente no refrigerador (com excepção de certas estirpes de semente de *Pleurotus djamor*, que são susceptíveis ao frio e, portanto,

devem ser armazenadas a temperaturas superiores a 12 °C). Tirá-los apenas se for necessário.

A temperaturas superiores a 25 °C, a semente em grãos de cereal pode estragar-se dentro de uma noite.

4.8 Preparação da semente final

A escolha dum substrato específico para semente depende das espécies seleccionadas e do método de cultivo. No quadro seguinte apresentam-se os substratos para semente usados com maior frequência.

Quadro 2: Uso de substratos para semente.

Espécie	**Método de cultivo**	**Substrato final para semente**
Shiitake */Lentinula edodes*	Serradura esterilizada em sacos	Grãos de cereal, serradura
Pleuroto / *Pleurotus* spp.	Substratos pasteurizados ou esterilizados	Grãos de cereal, serradura ou palha
Orelha-de-pau / *Auricularia* spp.	Substrato esterilizado em sacos	Serradura

Semente em serradura ou em grãos de cereal?
A vantagem da semente em serradura é que pode ser guardada a uma temperatura mais alta, durante mais tempo, antes de se estragar. O material do substrato é também mais barato do que o dos grãos de cereal. A semente veiculada em serradura é feita tal como se explica na descrição apresentada no capítulo sobre substratos “esterilizados”, excepto que deve ser esterilizada a 121°C sob pressão.

Uma vantagem da semente em grãos de cereal é o seu vigor. Uma desvantagem é que se estraga rapidamente e que contém muitos nutrientes, sendo, portanto, mais susceptível à contaminação. A semente em grãos de cereal não é apropriada para utilizar fora, ao ar livre, visto que será consumida por roedores. A semente veiculada em grãos de cereal provoca uma subida mais rápida da temperatura no substrato inoculado, do que a semente em serradura. Isto pode ser desejável ou

não. Os grãos de cereal são tratados tal como foi apresentado anteriormente com respeito à semente-mãe. Podem ser inoculados com uso de semente em grãos de cereal ou paus de madeira.

Figura 16: Preparação de semente em serradura em garrafas de vidro. A boca da garrafa é limpa para prevenir a germinação de esporos.

Armazenamento e pureza

A semente de boa qualidade evidencia um desenvolvimento micelial vigoroso e não contém outros organismos. Se tiver sido armazenado durante demasiado tempo, tornar-se-á menos vigoroso. Após um armazenamento prolongado, a semente de pleurotos tornar-se-á muito compacta. Portanto, será difícil aplicá-lo uniformemente durante a inoculação.

5 Produção de pleuroto em substratos pasteurizados ou ‘esterilizados’

Substrato
Chama-se substrato o material no qual o micélio dos cogumelos se desenvolve. Resíduos agrícolas, como sejam lascas de madeira /serradura, bagaço de cana-de-açúcar e diferentes tipos de palha, podem ser usados como ingredientes principais do substrato para o cultivo de pleurotos.

As propriedades dum substrato determinam os cogumelos e micróbios que podem desenvolver-se no mesmo. Quanto mais selectivo o substrato, tanto mais satisfaz as exigências dum cogumelo específico e tanto menos apropriado se torna para outros tipos de cogumelos.

Depois de misturar e acrescentar certos suplementos, o substrato é sujeito a um tratamento pelo calor para fornecer ao micélio do cogumelo desejado um ambiente que contém poucos competidores.

5.1 Preparação do substrato

Para a preparação do substrato é necessário dispor, apenas, de tambores de petróleo e sacos de plástico. Um chão cimentado é a superfície preferida para a mistura e o humedecimento da serradura (ou da palha), com uso de uma forquilha para misturar os ingredientes.

Equipamento para a preparação do substrato:
- misturador do substrato (opcional); a mistura dos ingredientes do substrato também pode ser realizada à mão
- uma fonte de vapor ou um equipamento de aquecimento como seja um tambor de petróleo

Para o substrato é necessário dispor de:

- matérias primas, como sejam serradura, farelo de arroz, palha de trigo, folhas secas de bananeira, capim-elefante (napier) seco, pedaços de erva seca etc.
- recipientes (sacos de plástico ou garrafas)
- dependendo do tipo de sacos/garrafas: tampões de algodão adicionais e argolas de plástico e/ou tiras de borracha

Mistura do substrato

O objectivo da mistura é a distribuição dos diferentes ingredientes, incluindo água, da forma mais uniforme possível. Se se acrescentar uma pequena quantidade de um componente, como p.ex. giz, recomenda-se misturá-lo primeiro com uma pequena quantidade do substrato e, somente depois, acrescentá-lo à grande pilha. Do contrário, é provável que a sua distribuição não seja uniforme. Para além disso, podem formar-se caroços, de forma que a concentração muito alta de nutrientes nestes pontos dará origem a sua contaminação.

A mistura também é muito importante para a distribuição da humidade. A quantidade correcta de água deve estar disponível em todas partes do substrato. Depois da mistura, o teor de humidade deve ser de 60 – 65%.

> Às vezes, obtém-se uma melhor distribuição misturando os ingredientes do substrato quando estes estão secos (p.ex. em substratos “esterilizados” que contêm serradura e suplementos); acrescenta-se água mais tarde.

.

Um lote de 2000 kg, no máximo, pode ser misturado à mão num chão cimentado, de forma similar à preparação de cimento. Para misturar, à mão, 2 toneladas de substrato por dia, bastam duas pessoas. Contudo, tratando-se do enchimento são necessárias mais pessoas.

> Esterilizar o substrato o mais rapidamente possível, depois da mistura com os suplementos. Deve-se evitar o armazenamento dos ingredientes misturados durante um período de mais de 6 horas de forma a prevenir a fermentação do substrato.

Substrato de serradura
A serradura (ou outro material de substrato a grosso) deve ser empilhada e humedecida. Mantendo húmida a pilha, a serradura tornar-se-á mole, de forma a que se facilita a absorção de água. A serradura é, geralmente, empilhada durante apenas um ou dois dias.

Se apenas houver serradura fresca, como seja serradura de árvores recém-derrubadas, esta deve ser empilhada muito mais prolongadamente: até durante várias semanas.

O substrato de serradura deve estar isento de lascas ou pedaços maiores de madeira, visto que estes podem danificar os sacos, fornecendo acesso fácil aos contaminantes, depois da esterilização. Por outro lado, vários produtores são de opinião que uma combinação de material fino e grosso de serradura ou lascas de madeira fornece o melhor material de base. A serradura muito fina, quando humedecida, tende a obstruir o fluxo de ar, de forma a que se deve evitar o seu uso.

Substrato de palha
Humedecer os ingredientes do substrato, cortados em pedaços miúdos, e efectuar o ensaio de espremer para verificar se o substrato está suficientemente húmido.

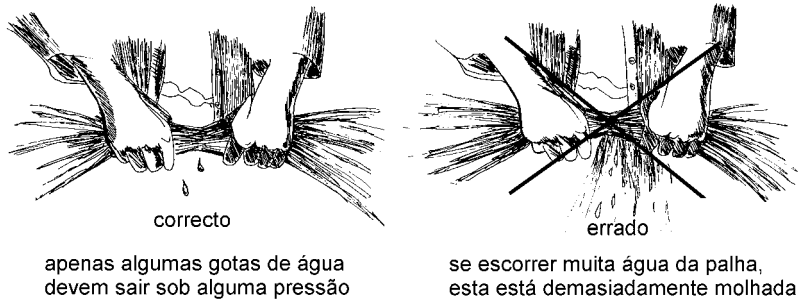


Figura 17: Teste de espremer

Enchimento dos sacos
Encher os pequenos recipientes (geralmente sacos de plástico) com o substrato antes da esterilização.

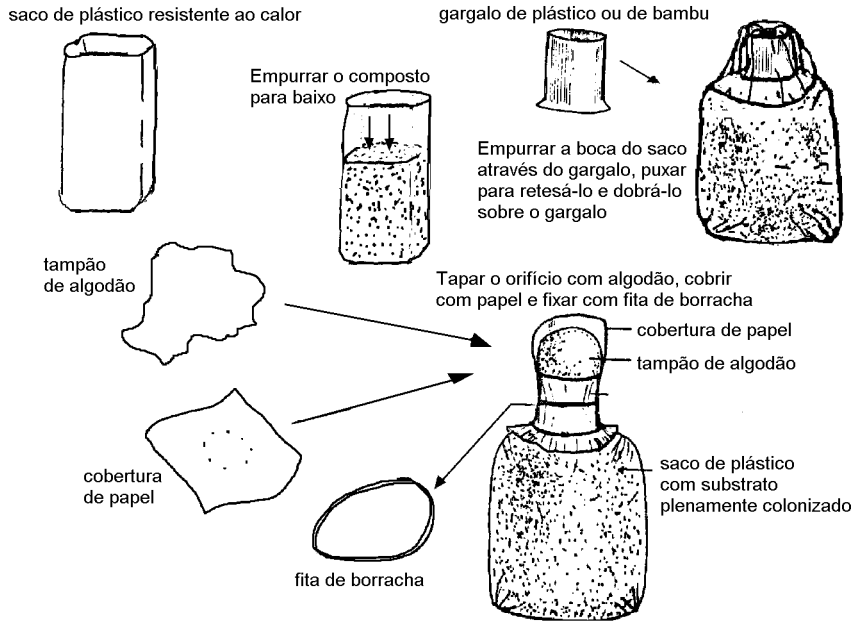


Figura 18: Enchimento dos sacos

5.2 Tratamentos pelo calor

O objectivo do tratamento pelo calor é a destruição dos microrganismos competidores e eliminar os nutrientes solúveis. A maioria dos substratos recebe um tratamento pelo calor antes da inoculação, constituindo uma medida importante para o controlo de pragas e doenças.

Neste Agrodok discutem-se três métodos:
- pasteurização por imersão em água quente
- pasteurização com uso de vapor
- esterilização

Quadro 3: Vantagens e desvantagens de diferentes tratamentos pelo calor.

Tratamento pelo calor	Comentário	Equipamento
Substrato fresco pasteurizado por imersão em água quente	Método simples Praticável para vários tipos de resíduos agrícolas, como sejam resíduos de polpa de café, palha e serradura O risco de contaminação é reduzido, visto que os hidratos de carbono facilmente solúveis são removidos pelo processo de imersão	Um fogo de lenha ou energia solar são de uso fácil
Substrato fresco pasteurizado com uso de vapor	Método adequado para processar grandes quantidades de substrato Uso de resíduos agrícolas como sejam palha, carolos de maçarocas de milho, cascas de sementes de algodão O risco de contaminação é mais alto do que no caso de substratos imersos ou esterilizados	É necessário dispor duma caldeira de vapor e dum recinto de pasteurização Tambor de petróleo sobre um queimador de combustível
Substrato fresco "esterilizado"	Método adequado para sacos com serradura	Método simples: tambores de petróleo sobre queimadores de combustível Método dispendioso: autoclave

Imersão em água quente

Este método é uma forma de pasteurização, no qual a água quente destruirá os contaminantes. Diferentes tipos de palha podem ser tratados com uso deste método para o cultivo de diferentes tipos de pleurotos (*Pleurotus* spp.). O dito método é muito fácil: requerem-se, apenas, água quente, recipientes e os meios para fazer com que a água se mantenha quente.

Materiais e equipamento necessários:

- material de substrato (ver as fórmulas nos apêndices 1 e 2)

- recipientes para substrato (p.ex. sacos de plástico ou tabuleiros)
- recipientes para água quente e meios para fazer com que a água se mantenha quente (combustível, energia solar, vapor, etc.)
- rede de arame para escoamento do substrato

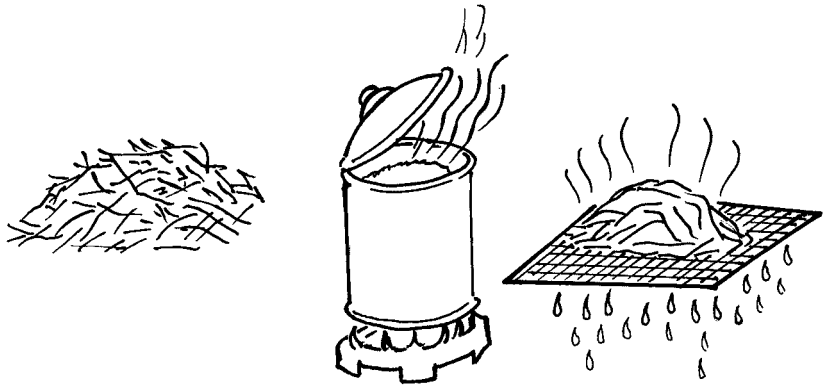


Figura 19: Imersão e escoamento de palha

O substrato é colocado em cilindros de malha de arame em água quente. A água tem que ser mantida a 70 °C durante 15 minutos, no mínimo, mas recomenda-se aplicar um período mais seguro, de 30-60 minutos.

Uma imersão em água a temperaturas inferiores a 70 °C e durante períodos de menos de 15 minutos é insuficiente para destruir todos os contaminantes.

O tamanho dos recipientes de água depende da escala operativa. Um recipiente de 240 litros pode conter, aproximadamente, 90 kg de substrato de palha molhada. O mesmo recipiente pode ser usado 2-3 vezes por dia, visto que o tempo real de imersão é, apenas, de 30 minutos a uma hora.

O mesmo lote de água deve ser usado, no máximo, para dois ou três lotes de substrato.

Escoamento e arrefecimento
Escoar o substrato tratado pelo calor e arrefecê-lo num filme de plástico, limpo, numa mesa ou no chão dentro da quinta. Depois, efectuar a inoculação, como se apresenta na Secção 5.3 (Inoculação do substrato pasteurizado).

Pasteurização a grosso com uso de vapor
Com este método destroem-se os organismos não desejados, mas mantêm-se vivos os favoráveis. Para conseguir isto, deve-se manter uma temperatura de 60 ºC até 70 ºC durante 8 horas, no mínimo; após o dito tratamento, a maior parte das pragas e doenças (contaminantes) terá sido eliminada.

Materiais e equipamento necessários:
- material de substrato (ver as fórmulas 4-6 no apêndice 2)
- recipientes para substrato (p.ex. sacos de plástico)
- tambor de petróleo e queimador

Coloca-se, no tambor de petróleo, um suporte que dispõe de uma rede de arame fina de forma a prevenir que a palha caia através dele. Encher com água abaixo do suporte até se atingir uma altura de 20 cm. Depois, acrescentar a palha humedecida no topo. Tratar a palha com vapor durante 8 horas, no mínimo. Certifique-se de que a palha terá arrefecido até 30 ºC, antes de se efectuar a inoculação.

O vapor deve poder sair através de pequenos orifícios para prevenir a explosão do tambor.

Esterilização
A esterilização também é usada para destruir organismos indesejáveis, mas com este método a temperatura é muito mais alta e obtém-se uma sobrepressão no recipiente ou no tambor de petróleo.

Se se usar equipamento simples, a temperatura atingirá um valor máximo de 90°C, de forma a que a pressão no recipiente não possa atingir valores muito altos. Contudo, obtiveram-se bons resultados no que diz respeito à esterilização do substrato por meio dum aquecimento prolongado, à dita temperatura.

Para evitar uma explosão, certifique-se que os tambores ou recipientes hermeticamente fechados dispõem de uma válvula de segurança/sobrepressão na tampa.

Materiais e equipamento necessários:

- material de substrato (ver as fórmulas 1-3 no Apêndice 2)
- recipientes para substrato (p.ex. sacos de plástico)
- tambor de petróleo (reforçado), ou recipiente metálico. Certifique-se de que os materiais usados são apropriados para resistir a temperatura aplicada

A altitudes mais elevadas, a temperatura de ebulição da água é inferior a 100°C. Nesse caso, também se deve prolongar o período de aquecimento.

5.3 Inoculação do substrato pasteurizado

O substrato pasteurizado (quer por vapor, quer por imersão em água quente) deve ter arrefecido até 30 °C. A semente (3% até 8% do peso do substrato) pode ser misturada com o substrato ao encher os sacos ou pode-se alternar uma camada de substrato com uma de semente no topo, e assim para adiante. Ver a Figura 27.

Pode-se utilizar diferentes tipos de sacos para conter o substrato. Ao enchê-los, nunca ultrapassar um peso de 20 kg por saco, visto que nesse caso uma fermentação espontânea faria com que a temperatura no interior dos sacos subisse acima de 30 °C. Este valor é a temperatura limite superior para o desenvolvimento micelial da maioria das espécies *Pleurotus*. De modo a que suficiente oxigénio possa atingir o substrato, fazem-se buracos nos sacos.

Um tipo de saco utilizado na China é feito de plástico cilíndrico, de 20 cm de diâmetro, enchido até a uma altura de 50 cm, com um tubo perfurado, colocado no meio/centro, bem até ao fundo do saco. A boca do saco é atada à volta do tubo, de forma a que o arejamento se efectue através do tubo. O tubo de arejamento também permite que se dissipe calor, mesmo se este se formar no centro do substrato. Colonização micelial: ao micélio custa 20 dias a 25 °C para colonizar o substrato. Se for possível criar um ambiente muito húmido, p.ex. numa arrecadação/barracão, o plástico e o canal de arejamento podem ser removidos completamente. Caso não seja assim, o plástico pode continuar envolvido em redor do substrato, de forma que se deve fazer cortes no plástico para permitir aos cogumelos se desenvolverem para fora.

5.4 Inoculação de sacos esterilizados

O substrato deve ser inoculado logo que tenha arrefecido até a valores abaixo de 30 °C. Usam-se quantidades relativamente grandes de semente: entre 7 a 10%. Contudo, se se obtiverem os mesmos resultados com uso de percentagens mais reduzidas, não é preciso continuar a aplicar as ditas percentagens.

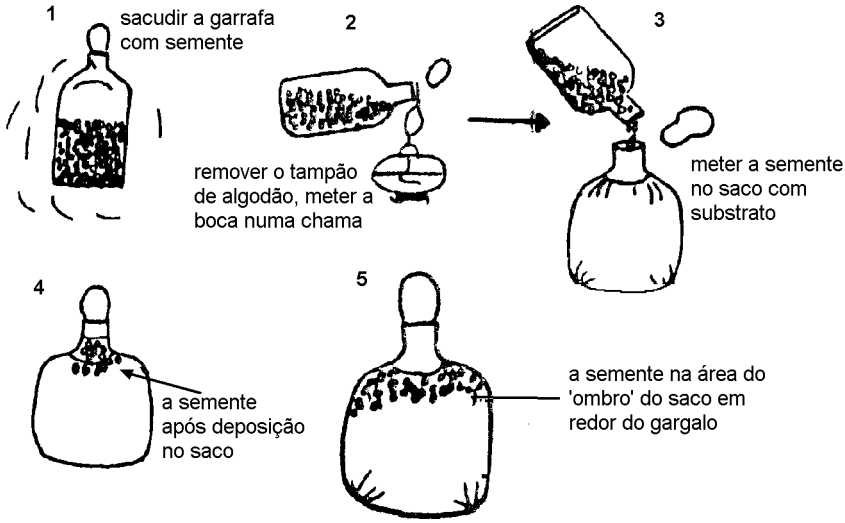


Figura 20: Passos do procedimento de inoculação

A inoculação realiza-se levantando os tampões de algodão dos sacos que contêm o substrato (quer dizer, abrindo os sacos) e metendo nestes uma pequena quantidade de semente. Como neste momento há uma maior probabilidade de se efectuar uma contaminação, os sacos devem ser mantidos abertos o mais curto tempo possível!

Durante o processo de inoculação, devem-se tomar as seguintes medidas para controlar a contaminação do substrato:

- Vestir roupa limpa.
- Colocar os sacos quentes num recinto especial com lâmpadas UV. Deixar que arrefeçam sem ventilação, ou ventilar com ar filtrado.
- Efectuar a inoculação no dia seguinte (não esquecer apagar a lâmpada UV).
- Manter, tanto o substrato como os recipientes de semente, numa posição horizontal para prevenir que esporos caiam no seu interior.
- Utilizar uma chama, perto das bocas das garrafas com semente e dos sacos de plástico, para manter o ambiente mais ou menos estéril.
- A inoculação deve ter lugar de noite, quando há menos contaminação no ar.
- Limpar com uso de produtos químicos: formalina ou álcool.

Ter cuidado para não ter contacto com estas substâncias químicas. O uso de produtos químicos pode afectar o meio ambiente e a saúde; portanto, antes do seu uso deve-se considerar medidas apropriadas para proteger a saúde.

Fazendo uma fumigação/nebulização com H_2O_2 obtém-se um recinto limpo para inoculação e, para além disso, constitui um tratamento sem consequências nocivas para o meio ambiente, visto os seus produtos finais serem oxigénio e água.

Uso de tambores de petróleo

Pode-se utilizar um simples tambor de petróleo da seguinte forma:

- Colocar uma armação de madeira no fundo do tambor de petróleo a uma altura de, aproximadamente, 20 cm.

- Encher o tambor com água até se atingir a altura da armação (20 cm).
- Colocar os sacos com o substrato na armação dentro do tambor de petróleo.
- Pôr a tampa no tambor e tratar com vapor durante quatro a seis horas aquecendo o tambor com lenha ou gás.

Certificar-se de que o vapor pode sair através de alguns buracos pequenos. Desta maneira, podem-se tratar com vapor lotes de, aproximadamente, 75 sacos de cada vez. Acrescentar suficiente água e supervisar o processo de aquecimento de forma a não se evaporar toda a água.

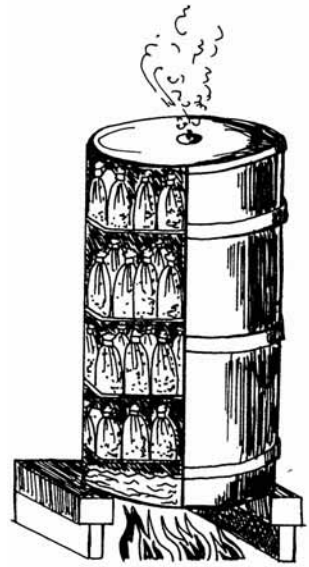


Figura 21: Unidade simples para esterilização, feita com uso de um velho tambor de petróleo.

Unidade para tratamento com vapor

Também se podem utilizar construções relativamente simples, com forma de tenda, para semi-esterilizar os sacos. O tratamento do substrato com um aquecimento prolongado a 96-98 °C, aproximadamente, fará com que a sua esterilização seja suficiente. Obviamente que os materiais usados devem ser resistentes às temperaturas aplicadas. Com uso de painéis de isolamento pode-se poupar nos custos de energia. Após o tratamento pelo calor o substrato deve ser estéril.

Autoclaves

As autoclaves são recipientes com paredes duplas de aço, capazes de resistir à sobrepressão de 1 atmosfera. No caso das autoclaves grandes é necessário fazer um grande investimento e, portanto, estas não são tratadas mais detalhadamente neste Agrodok.

5.5 Colonização micelial

Durante a fase da colonização micelial, o micélio desenvolve-se através do substrato. O período da colonização micelial é diferente para cada espécie e depende do tamanho do saco, da quantidade de semente, da estirpe usada e da temperatura.

Quando inoculados, dever-se-ão colocar os sacos em prateleiras dentro dos recintos de incubação. Dependendo da estirpe e da temperatura, o micélio colonizará o substrato dentro de duas ou três semanas e, logo, começará a formar pequenos corpos de frutificação.

Como consequência, dever-se-ão mudar as condições no recinto de produção ou dever-se-ão deslocar os sacos do recinto de incubação para o recinto de produção.

Em seguida, remover os tampões de algodão e (parte de) o plástico e manter uma humidade alta: entre 90 a 95%.

Contudo, se a humidade relativa for bastante baixa, não se deve cortar e remover muito plástico, de forma a que o substrato não seque.

Quando os cogumelos minúsculos (as chamadas `cabeças de alfinetes') tiverem atingido um tamanho de 1 cm, deve-se diminuir ligeiramente a humidade, quer dizer até 85%, ventilando ar fresco através do recinto.

5.6 Frutificação/produção

Aplicam-se várias técnicas para encher a sala de cogumelos e preparar os sacos para a frutificação. Uma prática comum é construir armações, de bambu ou de madeira, e empilhar nelas os sacos para formar uma parede de sacos de plástico.

Abertura dos sacos
Deve-se abrir os sacos logo que o micélio tenha coberto completamente o substrato. Remover os tampões de algodão e cortar (parcialmente) o plástico da parte de cima do saco. Ter cuidado para não cortar demasiadamente profundo, senão danificar-se-á o micélio.

Figura 22: Frutificação do pleuroto.

Se se quiser obter cogumelos pequenos, dever-se-á expor uma superfície maior ao ar aberto. Observação: isto fará com que o substrato seque mais rapidamente.

Dura de três a quatro dias, após a abertura dos sacos, para os botões/cogumelos primordiais se formarem.

Pendurar os sacos
Outro método é cortar cada saco e pendurá-lo do tecto.

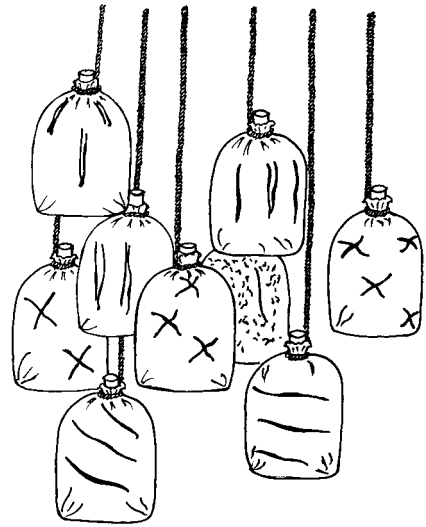


Figura 23: Diferentes maneiras para cortar o plástico dos sacos com substrato inoculado, após o micélio se ter desenvolvido completamente através do substrato.

Temperatura
A temperatura ambiente deve corresponder bem à estirpe do cogumelo escolhida. Se a temperatura na sala de cogumelos for demasiadamente alta para a estirpe escolhida, será necessário que a sala seja fumigada

frequentemente. Abrir portas e janelas, de noite, também ajuda a manter uma temperatura baixa.

Arejamento/ventilação

A sala de cogumelos deve dispor de orifícios de ventilação que também podem fornecer luz.

Luz

Os pleurotos são muito susceptíveis a uma insuficiência de arejamento e luz. A luz necessária (cor e intensidade) depende das estirpes usadas. Alguns produtores seguem a regra prática que se deve ter suficiente luz para poder ler um jornal em qualquer ponto do recinto de produção.

Quando os pequenos cogumelos surgirem, a sua forma revelará se recebem, ou não, luz e arejamento suficientes.

Se os caules forem compridos e os chapéus pequenos, é sinal de não se terem cumprido as necessidades de arejamento e luz. Na ausência completa de luz, os pleurotos não formarão chapéus, mas formam apenas pés (caules de cogumelo) desenvolvendo-se numa estrutura similar ao coral.

Humidade

É muito importante, para todos os tipos de cogumelo, que se mantenha um controlo adequado da humidade durante a produção. Deve-se manter uma humidade alta (80 - 90%) pulverizando água várias vezes por dia.

Contudo, não se deve pulverizar água directamente nos cogumelos prontos para serem colhidos. Se ficarem demasiadamente molhados, o seu período de armazenamento (prazo de validade) reduzir-se-á de forma drástica.

Figura 24: Manter uma alta humidade durante a produção é importante para todos os cogumelos.

5.7 Colheita

Os cogumelos estão prontos para serem colhidos dentro de cinco dias (se a temperatura for de 15 até 20 °C) ou após dois até três dias (a temperaturas mais altas). O segundo fluxo aparecerá após um segundo período de cinco a nove dias.

Existe tanta variabilidade entre as estirpes e os substratos usados que se torna difícil dar uma indicação dos períodos de frutificação. Tipicamente, dura uma semana, aproximadamente, antes que se formem novos primórdios, mas isto depende muito das condições climáticas locais e do controlo climatológico nos recintos de produção.

A colheita efectua-se puxando ou retorcendo, suavemente, os cogumelos do substrato. Não se deve retirar quase nenhum substrato.

Esfregar em vez de raspar
Nas Filipinas, alguns produtores raspam um bocado do substrato de forma a livrá-lo de primórdios miúdos, não desenvolvidos. Estes infectam-se facilmente e, portanto, devem ser removidos, mas a raspagem do substrato também dará origem a um atraso da formação de novos primórdios. A esfrega da superfície dos sacos de serradura é um método mais adequado para remover os corpos de frutificação pequenos e já mortos, que não danifica o micélio.

A colheita pode continuar enquanto o micélio se mantenha firme e de cor branca. Em total, podem-se colher três ou quatro fluxos. Quando o substrato se tornar mole e perder a cor, está na altura de removê-lo da sala.

Não deitar o substrato residual perto das salas de cogumelos!
Todos os resíduos devem ser removidos imediatamente das áreas de trabalho, visto que pragas e doenças presentes no substrato usado podem difundir-se muito facilmente para o substrato fresco.

A produção de cogumelos varia em função dos factores biológicos, condições ambientais e pragas e doenças presentes durante o cultivo. O rendimento duma produção comercial é de, aproximadamente, 20% do peso do substrato húmido de pleurotos frescos.

Manuseamento dos produtos

Para evitar uma deterioração rápida, os cogumelos frescos devem ser comercializados imediatamente após a sua colheita. Se isto não for possível, devem-se secar os cogumelos numa unidade simples de secagem, para serem comercializados mais tarde. Ver o Capítulo 8, Tratamentos pós-colheita.

5.8 Descrição dum caso: Ahmedabad, Índia

A organização Aryan AgroTech gere um laboratório de semente e uma exploração para a produção de cogumelos. Para além destas actividades, a Aryan AgroTech organiza projectos sobre o cultivo de pleurotos, para grupos minoritários, sendo estes projectos financiados parcialmente por parte do governo de Gujarat.

Os projectos são escolhidos, na maior parte, em regiões étnicas e estes grupos assistem a sessões informativas e de formação. Após se terminar a formação, entregam-se às pessoas seleccionadas os materiais de construção para fazer uma unidade de produção e também os materiais básicos para o cultivo.

Sala de produção

A sala de produção é constituída por um esqueleto de bambu com uma altura de, aproximadamente 2,5 metros e uma superfície de 50 m². Sobre este esqueleto coloca-se uma rede de plástico, que é coberta com juta. Dentro das salas de produção, há conjuntos de 4 plataformas triangulares, umas acima das outras, de paus de bambu pendurados dos postes de bambu do tecto.

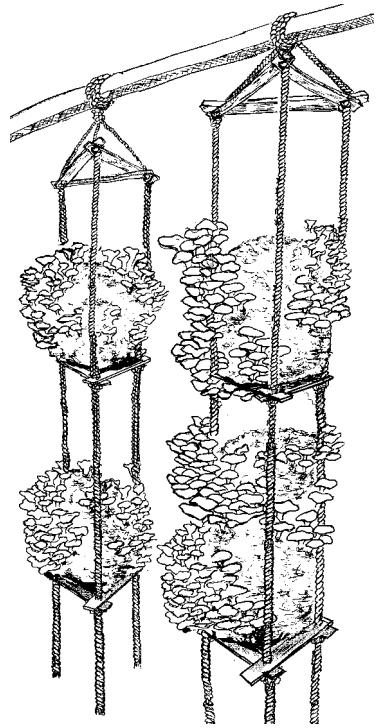


Figura 25: Construções triangulares penduradas

Controlo de temperatura

O controlo de temperatura é feito, em parte, pelo humedecimento da cobertura de juta. A evaporação assim provocada dá origem a uma redução da temperatura nas salas de produção. A temperatura pode ser reduzida vários graus, dependendo da temperatura exterior e do fluxo de ar que circula através da rede.

Contudo, no período de chuvas, a temperatura exterior é, aproximadamente, de 40 °C. Durante este período, o cultivo é interrompido, visto que a temperatura interior não pode ser reduzida de modo suficiente para que o crescimento prossiga.

Do ponto de vista da higiene na exploração agrícola, esta interrupção sazonal do cultivo de cogumelos é uma boa forma para prevenir surtos de pragas e doenças.

Figura 26: Borrifação do tecto, coberto com juta

Preparação do substrato

O substrato é feito de palha de trigo que já foi cortada em pedaços curtos durante a debulha. Esta palha de trigo é submergida num tambor com água quente (70 °C) e deixada no tambor durante 2 horas, mantendo-se a temperatura da água a 70 °C, com uso de um fogo de lenha ou um queimador.

Depois, a palha é tirada e posta numa grade ou pedaço de plástico para se escoar a água em excesso (ver a Figura 21).

Inoculação do substrato

Uma vez terminados o tratamento pelo calor e o escoamento, o teor de humidade do substrato de palha será, aproximadamente, de 60%. Em seguida, o substrato é posto em camadas em sacos de plástico, colocando-se semente em cada camada. A dosagem de semente equivale, aproximadamente, a 10 % do peso do substrato (ver a Figura 27).

A semente em grãos de cereal é produzida no laboratório de semente situado em Ahmedabad.

Quando enchidos e inoculados, os sacos de 3,5 kg são postos em recintos separados para incubação. O processo de incubação dura 3 semanas, preferivelmente a uma temperatura de 25 °C.

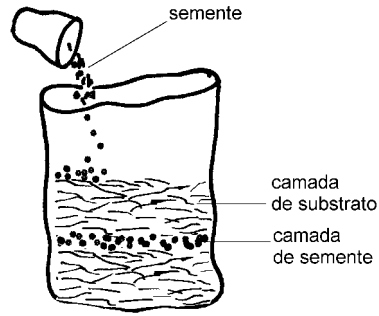


Figura 27: Inoculação em camadas.

Quando os micélios que estão nos sacos estiverem plenamente desenvolvidos, fazem-se buracos ou cortes nos sacos de forma a proporcionar arejamento para os corpos de frutificação que se irão desenvolver (ver a Figura 25).

Colheita

Quando os corpos de frutificação se tiverem desenvolvido até formarem `cachos' de cogumelos, estarão prontos para serem colhidos. A recolha dos cachos de cogumelos pode ser feita durante um período de 3 semanas, no mínimo. Os caules são cortados, visto que caules e cogumelos se comercializam separadamente. Uma parte dos cogumelos é vendida de forma fresca nos mercados locais. O resto é seco e vendido, a um preço fixo, à Aryan AgroTech.

5.9 Descrição dum caso: Bogor, Indonésia

O Grupo de Mulheres Agricultoras 'Hanjuang', em Bogor, Indonésia, foi criado alguns anos atrás, de forma a estimular donas de casa para iniciarem actividades agrícolas no seu tempo livre. As receitas fornecem uma renda adicional para a família, que é usada, principalmente, para pagamento das matrículas escolares e despesas médicas. Iniciaram-se várias actividades, como sejam o estabelecimento de viveiros para plântulas de plantas ornamentais e de árvores fruteiras, e também para a indústria caseira.

Uma das actividades do Grupo de Mulheres Agricultoras "Hanjuang", em Bogor, é o cultivo de pleurotos, principalmente *Pleurotus ostreatus* var. *florida*. A semente é produzida em substrato de serradura, na base de culturas de tecidos, no seu próprio laboratório.

Construção da sala de produção

As salas de produção têm uma superfície de, aproximadamente, 35 m² e uma altura de, aproximadamente, 3 metros. Estas são construídas com uso de paus, de madeira ou de bambu, e esteiras de folhas de bambu. O tecto é, geralmente, reforçado com plástico. Também as prateleiras nas salas (com 5 níveis) são construídas de bambu.

Preparação do substrato

Como substrato usa-se serradura.
Fórmula: *10 kg de serradura, 1,5 kg de farelo de arroz, 200 gramas de giz, 30 gramas de gesso e 15 litros de água*.

Quando bem misturado, o dito substrato é metido em sacos de PP (polipropileno), com 2 litros de volume, que são prensados para se formarem os chamados 'toros em saco' (*bag logs*) que pesam, aproximadamente, 1,2 kg. Fecha-se a abertura com um aro de PVC e um tampão de algodão. Depois, estes `toros em saco' são esterilizados durante 8 horas em tambores fechados.

Inoculação de `toros em saco'
Quando arrefecidos, os `toros em saco' são inoculados. Coloca-se a semente através da abertura superior, que é fechada com o tampão de algodão. Depois, o algodão é coberto com papel.

A semente é produzida em substrato de serradura, na base de culturas de tecidos, no seu próprio laboratório.

Incubação
Quando inoculados, os `toros em saco' são colocados num recinto de incubação. O recinto de incubação encontra-se bem revestido com filmes de plástico no tecto e nas paredes para manter uma temperatura constante de 30 °C. Os `toros em saco' são guardados no recinto de incubação durante, aproximadamente, 3 semanas.

Frutificação
Quando os `toros em saco' contiverem micélios plenamente desenvolvidos, são colocados em prateleiras de bambu na sala de produção. As coberturas de papel e os tampões de algodão são retirados dos sacos de forma a proporcionar arejamento e estimular a frutificação e a produção.

Temperatura
De dia, a temperatura no recinto de incubação atinge, aproximadamente, 26 °C com uma humidade relativa de 90%.

Colheita e comercialização
Quando maduros, os cachos de cogumelos são colhidos, aparados ligeiramente e vendidos nos mercados locais e/ou, de vez em quando, a supermercados.

5.10 A técnica *Juncao* torna erva em cogumelos

Em 1983, o Professor LIN Zhanxi da Universidade Agrónoma de Fujian reconheceu a diminuição rápida das florestas chinesas, ocasionada pela alta procura de toros de madeira para cultivar *shiitake* e outros

cogumelos exóticos. Começou a trabalhar com gramíneas silvestres, bagaço de cana-de-açúcar, palha de arroz e de milho como materiais básicos para o substrato de cogumelos. Em 1987, ele decidiu denominar esta técnica *JUNCAO*: *Jun* referindo a fungos, e *Cao* sendo a palavra chinesa para erva/gramíneas. Actualmente, 23 anos mais tarde, a técnica deu origem a um sistema amplo para o cultivo de mais de 40 tipos de cogumelos, com uso de umas 33 espécies de plantas leguminosas como material básico do substrato. Quando recolhidas, as gramíneas são secas, moídas e armazenadas até ao momento do seu uso. Para cada tipo de cogumelo desenvolveram-se receitas particulares para o substrato. Por exemplo, desenvolveu-se um processo patenteado para o uso de proteínas de bactérias fermentativas em vez do farelo de trigo, correntemente usado. Também os tratamentos pelo calor e os recipientes para o substrato variam segundo as espécies. Este conjunto sistemático de técnicas foi divulgado para, pelo menos, 50 países e ajudou a aliviar a pobreza, com uso sustentável de recursos facilmente disponíveis.

Quadro 4: Nomes comuns e científicos de ervas e leguminosas

Nome comum	**Nome científico**
alfalfa, luzerna	*Medicago sativa*
bananeira	*Musa nana*
luzerna brasileira, alfalfa do Brasil	*Stylosanthes*
cana (palustre)	*Phragmites communis*
capim-elefante, capim-napier	*Pennisetum purpureum*
capim-moha, painço português	*Setaria italica*
cana (gigante)	*Arundo donax*
amendoim	*Arachis hypogaea*
espécie de junco (*reed grass*)	*Arundinella nepalensis*
capim-setária	*Setaria sphacelata*
capim do Sudão, pasto do Sudão	*Sorghum arundinaceum* var. *sudanensis*
espécie de capim	*Pennisetum alopecuroides*
alface-d'água, repolho-d'água	*Pistia stratiotes*
espécie de feto silvestre	*Dicranopteris ampla*
sorgo silvestre, mapira silvestre	*Sorghum proquinuum*

6 Produção de *shiitake* em sacos de plástico

O cultivo de *shiitake* em sacos de plástico, esterilizados, está a ganhar, rapidamente, popularidade. Em comparação com o cultivo em toros de madeira, os cogumelos em sacos podem ser colhidos mais cedo e fornecem um rendimento mais alto. Contudo, o enchimento e a esterilização dos sacos é um trabalho intensivo e que custa energia. As vantagens principais do cultivo de *shiitake* em sacos são as seguintes:

- Podem-se utilizar muitos tipos de resíduos orgânicos.
- O período total de produção é de 6 meses, enquanto que no cultivo em toros de madeira é de 4 a 6 anos.

Se o substrato tiver sido comprimido e se tiver usado apenas uma pequena quantidade de semente, o período de incubação é de três a quatro meses.

6.1 Preparação do substrato

As formulações do substrato que se usam de forma mais comum são:

- Serradura, 3 a 4% farelo de arroz, 1% de farinha de milho ou farelo de trigo, 1% de $CaCO_3$
- Serradura, 10 a 25% de resíduos de milho, 1 a 2% de $CaCO_3$

A serradura fresca, procedente de espécies de árvores dos géneros *Quercus*, *Betula*, *Castanopsis*, *Castanea* e *Carpinus*, pode ser usada sem fermentação prévia. Também se pode utilizar serradura procedente de outras espécies arbóreas, mas se a serradura contiver resinas, deverá fermentar durante vários meses (faz-se uma pilha húmida durante 1 semana, revolve-se após uma semana e, depois, uma vez no mês, durante 6 meses). Quando a serradura estiver suficientemente húmida, deve ser misturada com os suplementos e a giz.

Primeiro, misturar a giz com o farelo de arroz, visto que assim será mais fácil obter uma distribuição uniforme.

No momento da preparação, o teor de humidade situa-se, geralmente, entre 55-65% do substrato (aplicar o teste de espremer; ver a Figura 17) e aumenta durante a incubação; compare com exactidão os dados apropriados (p.ex. deve-se medir sempre antes da esterilização).

Alguns relatórios indicam que uma alta capacidade de retenção de água do substrato, combinada com um arejamento adequado, dará origem a melhores resultados. Foi constatado que se produziram rendimentos substancialmente mais altos quando se misturaram folhas (de chá) com o substrato supramencionado, descrito com respeito do cultivo de pleurotos.

Se o substrato estiver demasiadamente húmido, o fluxo de ar será obstruído, de forma a que nem sequer um período prolongado de colonização micelial fará com que se produza um substrato de alta qualidade. Se se acumular água nos fundos dos sacos, com certeza que o substrato está demasiadamente húmido.

6.2 Enchimento e tratamento pelo calor

Controlar os procedimentos gerais para o enchimento. Em Taiuan, o tratamento com vapor a uma temperatura de 96 - 98 °C deu melhores resultados do que uma esterilização sob pressão a 121 °C, mas podem-se usar ambos os métodos. O tratamento com vapor sob pressão baixa é apropriado se se contar com mais fluxos. Mantendo um espaço amplo entre os caixotes e os sacos, proporcionará suficiente circulação de vapor.

6.3 Inoculação

Os sacos são deixados para arrefecerem e são inoculados no dia seguinte. Uma quantidade de 10 g de semente em serradura é suficiente para a inoculação de um saco de 1,2 kg, de forma a que uma garrafa de 550 ml é suficiente para inocular, aproximadamente, 50 sacos. Deve-se controlar, cuidadosamente, a estirpe para o cultivo em serradura.

Ocorreram algumas perdas graves de produção, devido a produtores de semente venderem novas estirpes com uma produtividade alta em toros de madeira, mas que dão rendimentos muito baixos em serradura.

Enquanto algumas estirpes têm um melhor desempenho num substrato de carolos das maçarocas de milho, outras produzem melhor num substrato de serradura.

Durante a inoculação, tome-se as precauções habituais; se se constatar níveis de contaminação extremamente alta, dever-se-á aplicar as medidas com relação à preparação de semente. A contaminação nos sacos não pode ultrapassar os 5% dos mesmos.

6.4 Colonização e desenvolvimento micelial

Leva entre um a quatro meses para o micélio colonizar o substrato e amadurecer, dependendo do tipo e da quantidade de semente (faz-se referência aos estudos de casos).

Para a frutificação é necessário que se forneça alguma luz, no mínimo durante a fase final da colonização micelial. Produtores que têm recintos de colonização micelial que estão completamente escuros deverão iluminar os recintos com uso dum ciclo de dia/luz ao final da colonização micelial. Podem-se evitar problemas se se contar sempre com alguma luz durante todas as fases de crescimento.

Todas as estirpes mostram um desenvolvimento micelial óptimo a 25°C. A temperatura no interior dos sacos é geralmente superior em alguns graus (podendo mesmo ter 10 graus a mais) à temperatura ambiente. Se se colocarem muitos sacos no mesmo recinto, pode ser necessário proceder a um arrefecimento considerável.

Fases de desenvolvimento

Podem-se distinguir cinco fases diferentes de desenvolvimento micelial para todas as estirpes de *shiitake*. A primeira fase é a colonização

micelial normal que tem lugar em todos os fungos. Quando o substrato se tornou branco, ainda não está pronto para a frutificação, visto que primeiro tem que amadurecer.

As cinco fases supramencionadas são as seguintes:

1 **Colonização micelial:** a semente dá origem a hifas brancas, que produzem enzimas para decompor substâncias complexas, como sejam celulose, lignina e hemicelulose, em componentes mais pequenos. Estes fragmentos serão consumidos durante as fases posteriores do desenvolvimento micelial. Quando o substrato completo está colonizado, inicia-se a fase seguinte.

2 **Formação de revestimento micelial:** desenvolve-se uma camada micelial branca, grossa, na superfície do substrato. Isto tem lugar de duas a quatro semanas após a inoculação. Se o nível de CO_2 for alto, a camada será mais grossa.

3 **Formação de inchaços miceliais:** na superfície da maioria das estirpes formam-se, geralmente, inchaços ou conjuntos de micélio. Durante uma fase posterior, estes inchaços podem tornar-se em primórdios, mas a maioria deles caiem. A formação de inchaços é estimulada por temperaturas variáveis e um nível alto de CO_2. Se se formarem muitos inchaços, reduza o nível de CO_2 fazendo cortes no plástico. Os inchaços podem tornar-se problemáticos durante uma fase posterior do cultivo, visto que podem ser facilmente contaminados por bolores verdes.

4 **Fase de pigmentação:** quando se tiverem formado os inchaços, dever-se-á proporcionar algum arejamento. O micélio tornar-se-á castanho-avermelhado. Contudo, se se retirarem todos os tampões de algodão, o substrato pode secar demasiadamente.

5 **Fase de endurecimento do revestimento:** Remover o plástico quando os sacos apresentarem, parcialmente, uma cor castanha (entre um terço à metade). O lado exterior do substrato (revestimento) endurece gradualmente, enquanto o interior deve ficar mais mole e

mais húmido. O teor de humidade do interior do substrato (parte central) pode atingir valores altos, como seja 80%. Se o lado exterior estiver relativamente húmido, os contaminantes terão um acesso fácil ao substrato. A casca dura, castanha, actua como a casca presente na produção em toros de madeira: fornece protecção contra contaminantes e mantém a humidade no substrato. É importante ajustar as condições atmosféricas para se obter um revestimento micelial da espessura apropriada.

6.5 Frutificação

Os mesmos factores que estimulam a frutificação no cultivo de *shiitake* em toros de madeira são usados para manipular os fluxos no cultivo em sacos de plástico.
Estes são os seguintes:

- Flutuação de temperatura
- Humidade alta
- Demolha
- Remoção de CO_2
- Choques físicos

Se o plástico for removido demasiadamente cedo ou tarde, isto afectará a produção. A ocorrência de corpos de frutificação deformados, durante o primeiro fluxo, é sinal duma colonização micelial demasiadamente curta ou dum nível de CO_2 demasiadamente alto, durante a incubação. As estirpes diferem quanto à taxa do seu desenvolvimento micelial. Enquanto um período de 60 dias é suficiente para uma certa estirpe amadurecer, uma outra estirpe produziria muitos cogumelos deformados com o mesmo período de amadurecimento.

Se as temperaturas forem bastante baixas e se se tiver usado uma estirpe apropriada, poder-se-ão produzir cogumelos *donko* de alta qualidade. Se também a humidade for relativamente baixa (60 até 70%), podem aparecer rachas nos chapéus da qualidade mais cara do Extremo Oriente, o chamado “cogumelo do inverno floriforme” (*hua dong gu*) em chinês.

Quadro 5: Um planeamento típico para o cultivo de shiitake em substratos esterilizados (de B. Chalmers)

Fase/ actividade	**Dias**	**Temperatura (°C)**	**Intensidade da luz (Lux)**	**Humidade relativa**
Incubação	30-120	20-30	Zero	65-70%
Indução dos corpos de frutificação	2-4	10-20 [1]	500-1000	85-95%
Colheita	7-14	12-18 [1]	500-1000	60-80%
Recuperação	7-21	20-30	Zero	65-70% [2]
Indução dos corpos de frutificação para o segundo fluxo[3]	2-4	10-20	500-1000	85-95%

1 A amplitude de temperatura para a frutificação depende da estirpe.
2 A aplicação dum período seco pós-colheita previne a deterioração do substrato, pela acção de contaminantes, nas cicatrizes onde os cogumelos foram colhidos.
3 Os toros artificiais podem ser banhados em água fria para restabelecer um alto teor de humidade no substrato. Os blocos de substrato não precisam de ser regados durante a incubação.

Quando o substrato é inoculado apenas no topo, a maior parte dos cogumelos emerge da parte superior (ver a Figura 28). Caso a semente tenha sido bem misturada com o substrato, os cogumelos *shiitake* surgirão de todos os lados.

6.6 Colheita

Pegar os cogumelos pelos seus pés (caules) e tirá-los cuidadosamente do substrato. Não os arrancar da superfície, senão soltar-se-á demasiado substrato. Colher os cogumelos numa fase bem temporã, conforme a qualidade requerida pelos compradores. Não regar as cicatrizes restantes, durante três ou quatro dias. O crescimento de micélio branco nas cicatrizes é sinal de recuperação. Cogumelos completamente abertos têm um valor muito inferior na Ásia, enquanto os compradores em Europa são menos críticos. A produção normal rende entre 15 a 35% do peso do substrato molhado.

Figura 28: Frutificação de shiitake no topo de sacos verticais

6.7 Pragas e doenças

Bolores verdes

Os bolores verdes são os contaminantes mais comuns no momento de inoculação. Também se desenvolvem se houver qualquer racha nos sacos. Entre os fluxos, o substrato deve ser mantido seco. Se as condições forem húmidas, estimulam a contaminação e, visto esta atrair moscas, a contaminação difunde-se ainda mais.

O micélio de *shiitake* forma, normalmente, uma crosta abaixo da colónia de Trichoderma. Recomenda-se borrifar os bolores verdes após a colheita com água abundante. Contudo, se o substrato estiver demasiadamente mole (por motivo de um teor de humidade excessiva), o bloco será danificado e, portanto, será mais difícil obter um segundo fluxo de boa qualidade.

Mosquitos dos cogumelos

Os mosquitos dos cogumelos são atraídos pelo cheiro do micélio. Podem aparecer em lotes de sacos velhos. As moscas em si não danifi-

cam os cogumelos, mas põem ovos entre as lamelas e no micélio. As larvas sairão dos ovos e estragarão a cultura.

A única solução para resolver este problema é remover, de forma consistente, os sacos velhos e contaminados e limpar os recintos.

Ácaros

Os ácaros podem entrar nos sacos de incubação (se se utilizarem sacos com tampões de algodão) e contaminar o substrato. Contudo, os sacos de plástico formam, geralmente, um obstáculo adequado contra insectos, de forma a que este método de acondicionamento do substrato é muito apropriado para países com uma pressão de infestação/infecção elevada.

7 Produção de orelha-de-pau em substrato ‘esterilizado’

Os cogumelos do tipo orelha-de-pau (*Auricularia* spp.) são vulgarmente cultivados na Ásia. O cultivo em sacos de plástico torna-se mais popular devido à escassez de toros apropriados e à facilidade de se poderem cultivar diferentes espécies de *Auricularia* em serradura. Pode-se prever que esta técnica se disseminará no futuro próximo.
Existem muitas espécies de *Auricularia*, das quais *Auricularia polytricha*, *Auricularia fuscosuccinea* e *Auricularia auricula* são mais correntemente cultivadas.

A *Auricularia polytricha* é a espécie mais apropriada para ser cultivada nas regiões tropicais onde as temperaturas são altas.

7.1 Preparação do substrato

A fórmula para o substrato de serradura é quase similar à fórmula usada para pleurotos e *shiitake*, mas o período de humedecimento (fermentação) do substrato deve ser mais prolongado. A preparação dos sacos é igual à usada para as outras espécies.

7.2 Tratamento pelo calor

Os sacos enchidos são tratados com vapor tal como para pleurotos e *shiitake*.

7.3 Inoculação e colonização micelial

Usa-se, geralmente, semente em serradura; 10 ml de semente por saco é suficiente. Durante a colonização micelial, a temperatura deve ser entre 25º a 28º C. O micélio cobrirá o substrato dentro de, aproximadamente, quatro semanas.

7.4 Frutificação

Fazem-se cortes nos sacos para os cogumelos poderem emergir para fora. Ao manusear-se os sacos, deve-se ter cuidado, visto que a textura do substrato continua mole, mesmo depois de ser colonizado pelo micélio.

O micélio quebra-se com muita facilidade.

A luz na sala de cogumelos deve ser muito ténue. Pode-se contar com a ocorrência de três até quatro fluxos. Por saco de 1,2 kg, pode-se recolher 300 – 500 g.

7.5 Descrição dum caso: as Filipinas

Embora o mercado nas Filipinas seja mais favorável para a espécie mais pequena *Auricularia auricula* (orelha-de-judas), a amplitude de temperaturas é mais apropriada para o cultivo de *A.polytricha*, visto que *A. auricula* pode ser cultivada apenas em regiões mais frias.

Preparação do substrato (percentagens do peso)

- Serradura seca (teor de humidade 15-18%) 78 kg
- Farelo fino de arroz (de primeira qualidade) 21 kg
- $CaCO_3$ 1 kg

O farelo de arroz deve ser peneirado para que as partículas grandes se partam, visto que as partículas grandes seriam contaminadas primeiro. Pesar os ingredientes do substrato e misturar bem $CaCO_3$ com farelo de arroz antes de misturá-los com a serradura. Acrescentar, lentamente, água até o teor de humidade atingir 65-70%. (Controlar com o teste de espremer, ver a Figura 17)

Fermentação

Empilhar o substrato em pirâmides e cobrir com plástico de forma a se reter a sua humidade. Deixar a pilha a fermentar durante cinco dias, revolvendo-a no terceiro dia. Peneirar através de uma malha de 1,5

mm para remover as partículas grandes e para romper os torrões que possivelmente se formaram durante a fermentação. As partículas grandes podem danificar o plástico.

Enchimento

Acondicionar, aproximadamente, 1 kg por saco (de 12 x 30 cm) e colocar o aro e o tampão de algodão.

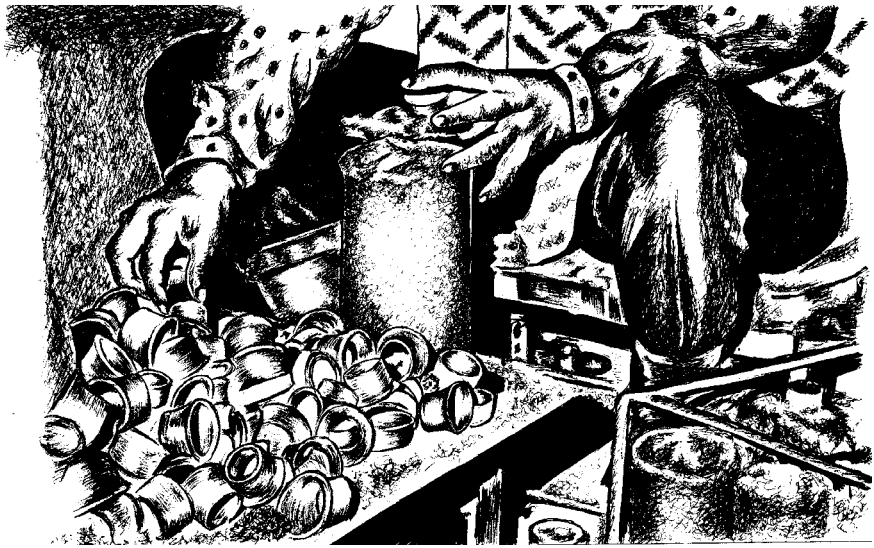


Figura 29: Colocando aros nos sacos com substrato.

Tratamento pelo calor

Esterilizar os sacos enchidos durante 1,5 horas a 121ºC ou semi-esterilizar durante 10 horas a uma temperatura mesmo abaixo de 100ºC.

Inoculação e colonização micelial

Utilizar 500 ml de semente para 50 sacos.

A colonização micelial dura, aproximadamente, um mês a uma temperatura de 25º – 30º C.

Colocar os sacos, horizontalmente, uns ao lado dos outros, nas prateleiras e depois sobrepor, do mesmo modo, varias camadas numa mesma prateleira.

Uma sala de cogumelos (5 m de largura, 12 m de comprimento e 4 m de altura) pode conter 2640 sacos: cada fileira contém 55 sacos por camada, havendo quatro camadas por fileira. Portanto, quatro fileiras, com 220 sacos por fileira, podem conter 880 sacos, de forma a que três prateleiras podem conter 2640 sacos.

Frutificação e colheita

A temperatura óptima para a frutificação de orelha-de-pau (*Auricularia polytricha)* é de 23º – 28º C. Para estimular a formação de primórdios, deve-se remover os tampões de algodão dos sacos e cortar buracos no fundo. Tentar manter a temperatura abaixo de 30º C, borrifando água e abrindo, de noite, a sala de cogumelos. Os primórdios tornar-se-ão em corpos de frutificação dentro de sete a dez dias. Remover os corpos de frutificação do substrato, retorcendo-os com a mão, sem deixar restos dos pés (caules).

8 Tratamentos pós-colheita

Os cogumelos comestíveis são um produto muito valorizado com um período de armazenamento muito curto. Portanto, desenvolveram-se métodos especiais de conservação, que são discutidos, na sua maior parte, neste capítulo. Os tópicos discutidos são os seguintes:

- Classes de qualidade e colheita
- Como se podem acondicionar os cogumelos para o mercado de produtos frescos
- Como podem ser conservados para consumo futuro

Classes de qualidade e colheita

Os cogumelos devem ser colhidos durante a fase em que atingiram a maior rentabilidade. Os cogumelos devem estar secos na superfície no momento da sua recolha.

> Borrifação (ou chuva) que ocorre algumas horas antes da sua recolha reduz o período de armazenamento da maioria dos cogumelos cultivados.

Recolha

As pessoas que fazem a recolha devem partir, suavemente, os cogumelos do substrato ou da terra de cobertura. Deve-se evitar arrancar pedaços de micélio do substrato ou da terra de cobertura. Quando colhidos, os cogumelos são cortados com o comprimento desejado de caule. Como os cogumelos podem ser danificados facilmente, recomenda-se reduzir ao mínimo o seu manuseamento.

> A sua classificação durante a colheita a par do seu acondicionamento imediato nas embalagens destinadas à venda garante que os cogumelos apenas são tocados uma vez, quer dizer, quando foram colhidos.

Dar instruções às pessoas que fazem a recolha para manterem, rigorosamente, as regras seguintes:

- Colher sempre, primeiro, os cogumelos dos canteiros/recintos mais novos
- Não tocar os corpos de frutificação que estejam doentes (pô-los no final da recolha num saco separado e, depois, desinfectar as mãos e a roupa do trabalhador de colheita em questão)

Os pleurotos *(Pleurotus)* podem ser recolhidos em cachos/conjuntos ou como corpos de frutificação separados. Alguns conceitos do cultivo de pleurotos dependem da colheita de cachos/conjuntos inteiros (p.ex. o cultivo de pleurotos em garrafas, no Japão). Isto diz respeito particularmente a *Pleurotus ostreatus* e *Pleurotus cornucopiae*.

A colheita e a comercialização de cachos/conjuntos de pleurotos têm as seguintes vantagens:
- Pode-se recolher muitos cogumelos num período curto
- Os cogumelos têm uma boa aparência e continuam frescos durante mais tempo
- Os compradores pagam também para os caules

Contudo, os pleurotos são, geralmente, vendidos como cogumelos individualmente cortados. Devem ser colhidos quando a borda exterior dos corpos de frutificação acaba de se ter enrolado para dentro, estando quase a tornar-se horizontal. O período de armazenamento aumenta quando são colhidos durante a fase que precede o seu amadurecimento. O comprimento dos pés deve ser discutido com o comprador.

Shiitake (*Lentinula*)
Cortar os caules imediatamente depois da recolha. Cortar os caules com uma faca afiada (no ponto onde o cogumelo estava fixo ao substrato). Resíduos dos caules fazem com que os cogumelos se tornem sujos.

Orelha-de-pau (*Auricularia*)
Remover os corpos de frutificação do substrato, retorcendo-os com a mão sem deixar restos dos caules.

8.1 Mercado de produtos frescos

Sob condições ideais, os cogumelos acondicionados para o mercado de produtos frescos são cobertos com um filme de plástico e arrefecidos rapidamente após a colheita. O filme de plástico fornece uma protecção adequada contra a perda de humidade, no caso da temperatura de armazenamento ser, mais ou menos, constante. Deve-se evitar a exposição a temperaturas variáveis.
Se a temperatura subir, os cogumelos perdem humidade. Se a temperatura baixar, a humidade condensa-se no interior da embalagem e na superfície dos cogumelos, ocasionando emurchecimento rápido.

Pleurotus spp.: Com base em experimentações nas regiões tropicais mostrou-se que um método adequado para manter os cogumelos frescos é guardá-los a 8-10 °C em embalagens preparadas, embrulhadas em filmes perfurados de polietileno. Podem-se armazenar durante quatro dias.

Métodos de conservação

O sabor e o valor nutritivo dos cogumelos frescos são, geralmente, melhores do que os de cogumelos conservados. Contudo, quando se pode vender apenas uma parte da colheita como produtos frescos, é necessário aplicar métodos de conservação.

O enlatamento, o tratamento em salmoura e a secagem são as técnicas mais comuns, mas nem todos os métodos de conservação são igualmente apropriados para todos os tipos de cogumelos. Por exemplo, os pleurotos enlatados têm um sabor horrível (com excepção de *Pleurotus cystidiosus* e *P. abalonus*). Em alguns casos, após os tratamentos de conservação, o sabor pode tornar-se mais forte. Os pleurotos e os *shiitake* libertam uma fragrância específica após a secagem.

8.2 Secagem

Este processo é bastante fácil de efectuar. A secagem tem várias vantagens: é fácil, rápida e segura. Os cogumelos bem secos podem ser armazenados durante um período prolongado. Entre os cogumelos cultivados, esta técnica de conservação é usada, na maior parte, para *shii-*

take (*Lentinula*). Os cogumelos *shiitake* tornam-se mais saborosos após se efectuar o processo de secagem. Também os pleurotos (*Pleurotus*) se tornam mais saborosos; contudo, o mercado para pleurotos secos é mais reduzido em comparação com o mercado para *shiitake* secos. Também os cogumelos orelha-de-pau (*Auricularia*) podem ser secos e, com frequência, são comercializados nesta forma.

Considerar os seguintes pontos de atenção durante a secagem:

- Os cogumelos não devem estar em contacto uns aos outros.
- A circulação do ar é muito importante; colocar os cogumelos numa grelha ou grade metálica.
- A área em redor da fornalha de secagem deve ser bem ventilada de forma a fornecer ar fresco, seco, enquanto o ar húmido pode circular para fora.

Não é necessário que, após a secagem, os cogumelos sejam crocantes ao toque; devem ser ainda ligeiramente flexíveis. A temperaturas altas, os cogumelos poderiam ser torrados e, portanto, uma secagem mais prolongada, a temperaturas baixas, é mais segura do que uma secagem mais rápida, a temperaturas altas. Contudo, se os cogumelos frescos estiverem muito húmidos, a temperatura inicial não deverá ser baixa, senão pode ser que comecem a apodrecer. Isto é particularmente importante para cogumelos inteiros de tamanho grande.

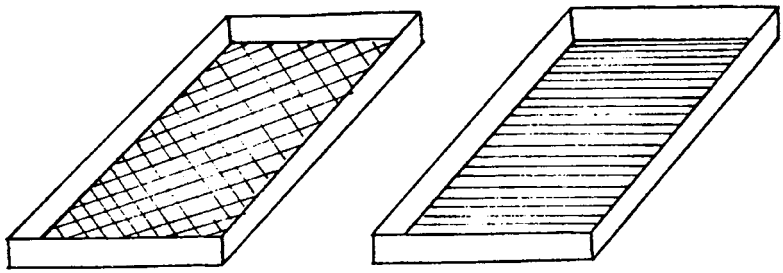


Figura 30: Tabuleiros de secagem

Secagem ao sol

A qualidade de cogumelos secos ao sol é geralmente inferior à dos secos de forma artificial. O teor de humidade de cogumelos secos ao sol é mais alto e, portanto, podem ser armazenados durante um período mais curto do que os cogumelos secos artificialmente.

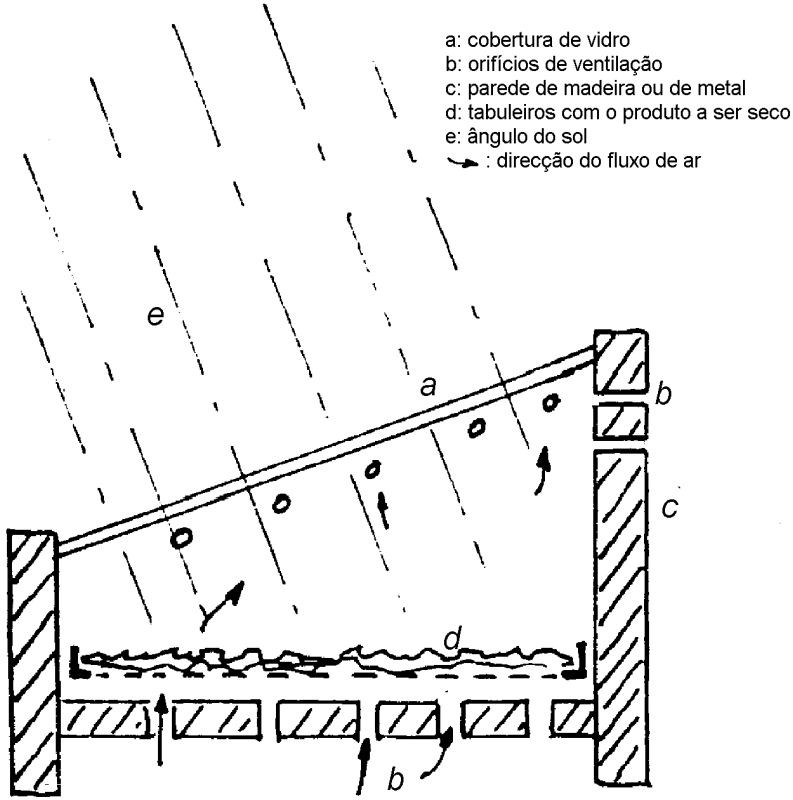


Figura 31: Estrutura de secagem directa ao sol

Secagem artificial:
Os secadores giratórios são apropriados para a produção em massa. A temperatura inicial para *shiitake* deve ser de 30°C e deve subir cada hora com 1 ou 2°C até se atingir 50°C dentro de 12 a 13 horas. Depois aplica-se o retoque final que é o aquecimento dos cogumelos até 60°C durante uma hora para aumentar o brilho do chapéu. Segundo produtores chineses, se ocorrerem flutuações na temperatura de secagem, estas darão origem ao enrugamento do chapéu.

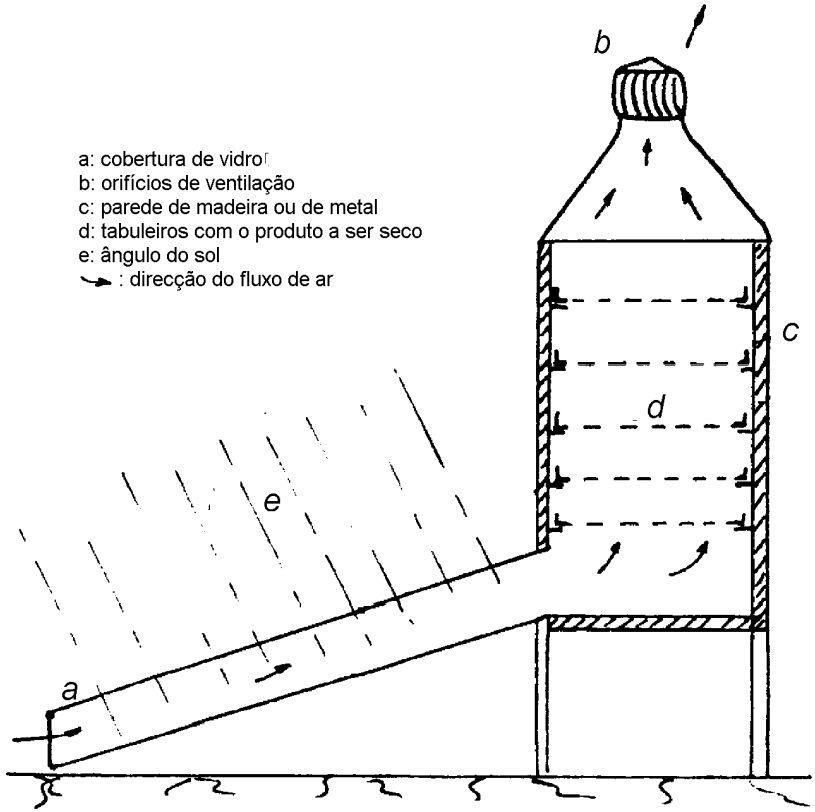


Figura 32: Estrutura melhorada de secagem indirecta ao sol

Secagem por ventilação:
Um método de secagem com insumos baixos de energia consiste na construção de um simples túnel de plástico, soprando-se ar fresco de forma a que entre por um lado. Os cogumelos mais frescos devem ser colocados no tabuleiro superior, visto que perdem muita humidade por evaporação.

Acondicionamento e armazenamento

Todo o material estranho deve ser removido ao final do processo de secagem. Os produtos secos absorvem facilmente humidade do ar ambiente, devido ao seu teor baixo de humidade. Por conseguinte, o acondicionamento deve ser realizado num recinto seco. Recomenda-se terminar a secagem durante o período mais quente do dia, quando a humidade relativa está no nível mais baixo. O produto pode ser arrefecido à sombra e, se o trabalho for realizado de forma higiénica, os produtos arrefecidos podem ser acondicionados imediatamente.

O material de acondicionamento deve ser à prova de água, hermético e à prova de insectos. Os produtos secos só continuarão em bom estado se forem armazenados de tal forma que estejam secos e protegidos contra insectos.

Os sacos normais de plástico (adequadamente fechados) servirão durante certo período, mas não são completamente à prova de gás e de água.

Também é possível utilizar sacos de celofane, revestidos com polímeros, que são à prova de água e herméticos. Estes podem ser fechados com um ferro quente ou uma máquina seladora (no caso de haver electricidade). Infelizmente, este tipo de plástico não pode ser obtido facilmente, nem é muito forte.

Um saco de plástico mais grosso (polietileno, 0,05 mm de espessura) é a melhor opção. Este tipo pode-se fechar bem com uso de um grampo/clipe metálico ou com fita de celofane.

Apêndice 1: Fórmulas

Fórmulas de meios de cultivo

BDA: meio de extracto de Batata-Dextrose-Ágar
200 g de batata cortada em cubos, 20 g de pó de ágar, 20 g de dextrose ou açúcar branco comum de cana, 1 litro de água.

Meio de caldo com farelo de arroz
200 g de farelo de arroz, 1 litro de água, 20 g de gelatina. Cozer o farelo de arroz durante, aproximadamente, 10 minutos em água. Filtrar, guardar o caldo, derreter a gelatina, verter em garrafas e esterilizar.

Fórmulas de substrato para semente

Substrato para semente em grãos de cereal
Os grãos de cereal podem ser humedecidos em pequenos recipientes até atingirem um teor mais alto do que os grãos de cereal em sacos de 15 litros. Para recipientes de 2 litros, usar a receita seguinte: 480 g de centeio, sorgo (mapira) ou trigo, 400 ml de água, 2 g de gesso (teor de humidade de 45%).

Substrato para semente em serradura
Serradura 10 kg, CaCo3 147,5 g, Farelo de arroz 1,25g, Gesso 0,1475g, Ureia 0,5 g, Água 1,5 litro

Apêndice 2: Preparação do substrato

Preparação do substrato (percentagens do peso)

1.	Serradura seca (teor de humidade 15-18%)	78 %
	Farelo fino de arroz (de primeira qualidade)	21 %
	$CaCO_3$	1 %
2.	Serradura	94 %
	Farelo de arroz	4 %
	Farinha de milho / farelo de trigo	1 %
	$CaCO_3$	1 %
3.	Serradura	89–73 %
	Resíduos de milho	10–25 %
	$CaCO_3$	1– 2 %

As receitas 1- 3 apenas podem ser usadas se o substrato for esterilizado. Os suplementos mencionados, como sejam farinha ou farelo de milho, contaminar-se-iam rapidamente em substratos somente pasteurizados.

4.	Palha de arroz	98 %
	$CaCO_3$	2 %
5.	Palha de trigo	99 %
	$CaCO_3$	1 %
6.	Palha de trigo	100 %

Leitura recomendada

Bibliografia sobre o cultivo de cogumelos

Cultivo de espécies de cogumelos comestíveis, e: *Doenças Fúngicas e Fungos Competidores de Cogumelos Comestíveis do gênero Agaricus*, Leila Nakati Coutinho – Instituto Biológico, Estado de São Paulo, Brasil.
http://www.geocities.com/~esabio/cogumelo/agaricus.htm

Micologia, Cultura de *Pleurotus ostreatus* para principiantes, João G.F. Batista –
http://www.angra.uac.pt/pessoais/docentes/jbatista/cogumelos/Pleurotus.pdf

Edible and poisonous mushrooms of the world, 2003, New Zealand Institute for Crop and Food Research, por I. Hall, et al. ISBN 0-478-10835-4. 370 páginas com informação geral sobre cogumelos: quais os cogumelos silvestres que se podem colher, como se cultivam, os cogumelos venenosos do mundo, e 250 fotografias coloridas de alta qualidade.

JUNCAO Technology, 2001, por Z.X. Lin e Z.H. Lin. China Agricultural Scientech Press, Beijing. ISBN 7-80167 210-0.
250 páginas sobre o uso de diferentes tipos de gramíneas para 13 tipos diferentes de cogumelos, incluindo *shiitake*, cogumelo branco de Paris e pleurotos. Tecnologia muito prometedora para países em desenvolvimento.
JUNCAO Research Institute, Universidade de Agronomia e Silvicultura de Fujian, Fuzhou, Província de Fujian, República Popular da China, 350002.
Telefone: 0086-591-83789223/83789208, Fax: 0086-591-83769269
E-mail: ljuncao@sina.com

Mushroom biology and mushroom products, 1993, redigido por S.T. Chang, J.A. Buswell e S.W. Chiu. Chinese University Press, Hong Kong. ISBN 962-201-610-3.
Contém os Procedimentos da Primeira Conferência Internacional sobre Biologia de Cogumelos e Produtos de Cogumelos em 1993, em Hong Kong, 37 artigos científicos sobre os aspectos fundamentais da biologia de cogumelos, nomenclatura de espécies de cogumelos comestíveis, tecnologia de cultivo e conversão biológica, tratamentos pós-colheita, e aspectos nutritivos e medicinais. Um tomo interessante para estações experimentais. Há dois artigos que tratam da implementação de projectos no que diz respeito a cogumelos.

Mushrooms: Cultivation, Nutrional Values, Medical Effects and Environmental Impact, segunda edição, 2004 por S.T.Chang e P.G.Miles. CRC Press (www.crcpress.com) ISBN 0849310431. $ 160.

Mushroom Cultivation, **Appropriate technology for mushroom growers,** terceira edição, 2003 por Peter Oei, Backhuys Publishers, Leiden, Países Baixos. Pode-se encomendar no CTA = no. 1146, 40 pontos de crédito. ISBN 90-5782-137-0

Mushroom Growers' Handbook 1 : Oyster Mushroom Cultivation, 2004. MushWorld (www.mushworld.com) Pode-se encomendar no Mushworld.

Mushroom Growers' Handbook 2 : Shiitake cultivation, 2005. MushWorld (www.mushworld.com) Pode-se encomendar no Mushworld.

Shiitake Growers Handbook: The Art and Science of Mushroom Cultivation, Paul Przybylowicz e John Donoghue. ISBN 0-8403-4962-9 Preço: aproximadamente US$ 25.
Fornece descrições detalhadas acerca do cultivo de *shiitake*, tanto em toros de madeira como em substratos de serradura. Não trata do cultivo e produção estéreis de semente, partindo-se do princípio que os produtores compram a semente.

Growing Gourmet and Medicinal Mushrooms, 2000 por Paul Stamets terceira edição 2000 por Paul Stamets, Ten Speed Press, Berkely, Estados Unidos.(www.tenspeed.com) ISBN 00-0242584

Bibliografia sobre taxonomia e identificação de cogumelos silvestres

The atlas of cultivated Pleurotus mushrooms, por J.T. Peng, et al. 1990. ISBN 957-9055-03-3. Descrição dos parâmetros de cultivo de 50 estirpes diferentes de pleurotos da colecção de culturas de CCRC em Taiuan.

The edible fungi south of the Sahara, 1993, por J. Rammeloo e R. Walleyn. Uma recensão bibliográfica. Scripta Botanica Belgica 5: 1-62.

The poisonous and useful fungi of Africa south of the Sahara, 1994, por R. Walleyn e J. Rammeloo. Uma recensão bibliográfica. Scripta Botanica Belgica 10: 1-56.

Endereços úteis

International society for mushroom science
ISMS Secretary
PO Box 11171, Centurion, Pretoria 0046, África do Sul
Telefone: +27 12 665 2210; Fax: +27 12 665 2212
Email: secretary@isms.biz, Website: www.isms.biz

Kali Mata Women's Group, Gezaulole, Tanzânia
Centro de desenvolvimento para mulheres na Tanzânia. Neste centro desenvolveu-se um projecto sobre o cultivo de cogumelos.
Kaifa Ally, secretary, POBox 36484, Dar es Salaam, Tanzânia
Telefone: 0744853351

Kali Mata Ki Jai! Foundation Netherlands
Informação disponível também em inglês e suaíli/swahili.
Trui Goslinga-Lindeboom, Houtlaan 25, 2334 CJ Leiden, Países Baixos
Telefone: 0031(071)5157279,
E-mail: kalimata@vrouwen.net, Website: www.vrouwen.net/kalimata

Mushroom Business
A Mushroom Business é uma revista bimestral, sobre o comércio internacional, dirigida à indústria mundial de cogumelos (produtores e fornecedores). Contém artigos sobre as técnicas de cultivo, mercados e comercialização, sugestões para o cultivo, investigação, notícias da indústria, opiniões, etc. No *site* de Mushroom Business encontram-se *links* com os fornecedores principais de equipamento para cogumelos, formação, etc.
Reed Business Information bv
P.O. Box 16500, 2500 BM Haia, Países Baixos
Telefone: +31 (0)70 441 5060, Fax: +31 (0)70 441 5902
www.mushroombusiness.com

Mushworld: www.mushworld.com
Organização sem fins lucrativos, dedicada ao alívio da pobreza no mundo através do cultivo de cogumelos, particularmente nos países em desenvolvimento.

Mycelia: produtor de semente
Jean Bethunestraat 9, 9040 Gent, Bélgica
Telefone: +32 (0)9 / 228 70 90, Fax: +32 (0)9 / 228 80 28
E-mail: info@mycelia.be, Website: www.mycelia.be

Spore Mushroom Products / Stichting ECO Consult
Gargouille 1, 4007 RE Tiel, Países Baixos
Telefone: + 31 (0)6 515 42 882, Fax 0344 630 225
Website: www.spore.nl *Website* do autor. Informação sobre sacos especiais de plástico para a produção de semente e sobre actividades internacionais de formação. Correio electrónico no que diz respeito a cursos de formação dirija-se a info@spore.nl.

World Mushroom Society: www.worldmushroomsociety.com
O objectivo da WSMBMP é promover o conhecimento em relação à biologia de cogumelos e produtos de cogumelos.
www.fungitec.com, *Website* em inglês e em espanhol.
Aconselhamento, *workshops* (oficinas de trabalho), cursos curtos e projectos com cogumelos.

ZERI (Zero Emission Research Initiative)
Esta iniciativa fomenta o desenvolvimento humano sustentável na África e também fornece informação sobre cogumelos.
ZERI Africa: UNDP/UNOPS Regional Project
Universidade de Namíbia, Private bag 13301, Windhoek, Namíbia
Telefone: 206 3340, Fax: 206 3505, Website: www.zeri.unam.na

PUM, Netherlands Senior Experts
No PUM destina-se especialistas *seniores* a mais de 70 países de África, Ásia, Oriente Médio, América Latina, Europa Central e Oriental.

Após petição, os especialistas do PUM oferecem a sua perícia e experiência a empresas e organizações nos lugares onde forem mais requeridos. No decorrer das suas carreiras profissionais, os consultores do PUM adquiriram ampla experiência em quase todos os campos concebíveis. Estes peritos são independentes e trabalham numa base voluntária (sem receberem remuneração).
P.O. Box 93078, 2509 AB Haia, Países Baixos
Telefone: (+31) (0)70 349 05 55, Fax: (+31) (0)70 349 05 90
E-mail: info@pum.nl, Website: www.pum.nl

Glossário

Ágar (gelose): Extracto duma alga marinha, usado para solidificar os meios de cultivo: como alternativa (mais barata) pode-se usar gelatina. Há ágar na forma de barras ou em pó.

Água livre: Quantidade de água realmente disponível para os microrganismos no substrato, enquanto que o teor de água é a medida absoluta. A água livre tem relação com a película de água presente à volta de cada partícula do substrato e com a concentração de sais na água.

Anaeróbio: Sem (uso de) oxigénio (O_2).

Asséptico: Sob condições estéreis, ausência de organismos indesejáveis.

Autoclave: Recipiente, cujo conteúdo pode ser aquecido até atingir 121°C. Deve ser resistente à sobrepressão de 1 bar, senão a temperatura não poderá subir suficientemente.

Bactérias: Microrganismos que podem provocar uma contaminação durante o trabalho com as culturas. A semente em grãos de cereal é muito facilmente contaminada por bactérias.

Cabeça de agulha: Termo para descrever um cogumelo muito jovem, quando o chapéu tem o tamanho duma cabeça de agulha.

Celulose: Composto orgânico presente na madeira, palha, etc. Decompõe-se mais facilmente do que a lignina. A celulose é provavelmente melhor conhecida como matéria-prima para a produção de papel. Os resíduos de algodão contêm grandes quantidades de celulose; a serradura contém celulose, hemicelulose e lignina.

Colonização micelial: Período de desenvolvimento vegetativo do micélio, através do substrato, após a inoculação.

Cultura de tecido: Cultura preparada do tecido de um cogumelo novo e saudável.

Cultura pura: Cultura isolada de microrganismos sem quaisquer outros microrganismos. As culturas puras são essenciais para o processo da produção de semente.

Cultura: Ver cultura-mãe.

Cultura-mãe: Estirpe pura de um fungo comestível que cresce num meio de cultivo.

Espécie: Unidade básica da taxonomia biológica. Em termos gerais, dois indivíduos pertencem à mesma espécie se podem produzir descendência fértil.

Esporos: Meio de reprodução dos fungos. Nos cogumelos cultivados, formam-se nas lamelas e dispersam-se no ar. Um cogumelo pode produzir milhões de esporos.

Estéril: ver Asséptico.

Esterilização: Destruição (completa) de todos os microrganismos presentes, pelo calor ou por substâncias químicas. O substrato para a semente deve ser sempre esterilizado antes da inoculação.

Estirpe: Grupo de indivíduos dentro de uma espécie, equivalente a “casta” ou “variedade” em plantas.

Fase de botões: Fase durante a qual os cogumelos novos ainda estão completamente fechados.

Fermentação: Processo de formação do composto. Os nutrientes facilmente acessíveis serão decompostos por microrganismos e, portanto, o substrato torna-se mais selectivo. Pode ocorrer uma fermentação indesejável se o composto ainda estiver muito ‘activo’ ou se se utilizarem camadas grossas ou sacos grandes. Caso assim seja, a subida da temperatura no interior do substrato será demasiadamente alta para o micélio desejado.

Fluxo: Desenvolvimento repentino, simultâneo, de muitos corpos de frutificação. Normalmente, há um período de repouso entre os fluxos.

Formol:	Solução de 30% de formaldeído, usada para esterilizar áreas. *Os gases destroem microrganismos e esporos vivos.*
Frutificação:	O micélio forma cogumelos durante a sua fase reprodutiva. A este processo chama-se frutificação, visto que os cogumelos são, em realidade, os corpos de frutificação do micélio.
Germinação:	Difusão de hifas a partir dos esporos.
Hifa, hifas:	Células individuais do micélio.
Humidade relativa:	Percentagem da humidade no ar, em comparação com a quantidade máxima que o ar pode conter a essa temperatura e pressão.
Incubação:	Período depois da inoculação (preferivelmente à temperatura óptima para o desenvolvimento micelial) durante o qual o micélio se desenvolve, lentamente, através do substrato.
Inoculação:	Transferência dum organismo para um substrato específico.
Lamelas:	Placas verticais, dispostas de forma radial, situadas abaixo do chapéu do cogumelo, nos quais se formam os esporos.
Lignina:	Substância orgânica, difícil de decompor que, em conjunto com a celulose, forma a base de madeira, palha, etc.
Meio de cultivo:	Como os microrganismos diferem nas suas necessidades nutritivas, desenvolveram-se uma grande quantidade de meios de cultivo diferentes; Ágar-BDA e Ágar-Malte podem ser usados para a maioria dos cogumelos cultivados.
Micélio:	Rede de hifas que formam o corpo vegetativo do fungo. Os cogumelos são os corpos de frutificação do micélio.
Micorrizos:	Relação simbiótica entre fungos e raízes de plantas.

Microrganismos: Organismos microscópicos, presentes em abundância no ar, que se aderem em qualquer superfície.

Parasita: Organismo que vive à custa de outros, normalmente provocando doenças nos seus hospedeiros. Por último, pode causar a morte do hospedeiro.

Pasteurização: Tratamento pelo calor aplicado ao substrato, de forma a destruir organismos indesejáveis, mantendo vivos os favoráveis. A amplitude de temperatura encontra-se entre 60-80°C. O tratamento é muito diferente da esterilização, cujo objectivo é destruir todos os organismos presentes no substrato.

Pé: Caule de cogumelo.

pH: Unidade de medida para descrever a acidez dum meio de cultivo. O pH 7 indica um nível neutro; valores superiores indicam um nível alcalino e valores inferiores indicam um nível ácido. A maioria dos cogumelos que habitam na madeira preferem um substrato ligeiramente ácido.

Placa de Pétri: Prato redondo de vidro ou de plástico com uma tampa, usado para observar o desenvolvimento de organismos microscópicos. Os pratos são enchidos parcialmente com um meio de cultivo, estéril (ou esterilizado após do seu enchimento). As placas de Pétri são usadas, correntemente, para cultivar micélio destinado a inocular a semente-mãe.

Primórdio: Corpo inicial de frutificação.

Semente: Micélio que se desenvolve num substrato, utilizado como material de plantio no cultivo de cogumelos.

Semente-mãe: Semente que não se destina à inoculação de substrato, mas para inocular um outro lote de semente.

Slant (amostra em posição inclinada): Tubo de ensaio com meio de cultivo, esterilizado, que foi inclinado para aumentar a sua superfície.

Subcultura:	Cultura derivada duma outra cultura.
Substrato residual:	Substrato restante após a colheita de cogumelos.
Substrato:	Material no qual o micélio se desenvolve.
Tubo de ensaio:	Tubo de vidro fino, transparente, fechado numa extremidade e usado em ensaios químicos e biológicos.