



DOSSIÊ TÉCNICO

Cultivo de cogumelos comestíveis

Luiz Henrique Rosa

Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais

CETEC

maio
2007



Sumário

1 Introdução	2
2 Alimentos nutracêuticos	4
3 O <i>Lentinula edodes</i> – Cogumelo Shiitake	5
4 O <i>Agaricus bisporus</i> - Champignon de Paris	5
5 O <i>Agaricus blazei</i> - Cogumelo do Sol	6
6 Técnicas de cultivo	6
7 Inóculo ou semente	7
8 Cultivo do Champignon de Paris e Cogumelo do sol	7
8.1 Compostagem	7
8.2 Colonização do composto	10
8.3 Formas de cultivo	10
8.4. Camada de cobertura	12
9 Cultivo do <i>Shiitake</i>	13
9.1 Preparo da madeira para o cultivo	13
9.2 Colonização das toras	13
9.3 Indução da frutificação	14
10 Colheita e processamento	14
10.1 Colheita do <i>Shiitake</i>	14
10.2 Colheita do Cogumelo do Sol	14
11 Cuidados com contaminações	15
12 Cultivo em ambiente protegido	16
13 Centro de Processamento para produção de cogumelos	17
13.1 Equipamentos	17
13.2 Mão-de-obra	18
Referências	19



DOSSIÊ TÉCNICO



Título

Cultivo de cogumelos comestíveis

Palavras chave

Agaricus blazei; agricultura; cogumelo; cogumelo champignon; cogumelo comestível; cogumelo do sol; cultivo; shiitake

Assunto

Cultivo de cogumelos

Resumo

Os cogumelos são alimentos de grande valor nutritivo, contendo poucas colorias, muitas fibras e propriedades tonificantes. Cresce em todo o mundo a valorização de alimentos livres de pesticidas, metais pesados e de origem não transgênica e, além disso, que apresentem algum tipo de benefício medicinal, ou seja, alimentos que possuam princípios ativos que previnam doenças. Neste contexto os cogumelos comestíveis e medicinais são exemplos destes alimentos. Várias pessoas com diabetes, estresse, distúrbios gástricos, hepatite crônica, arteriosclerose, osteoporose, envelhecimento e doenças que diminuem a atividade protetora do sistema de defesa vêm utilizando o chá, cápsula, o extrato concentrado ou pedaços desidratados em sopas ou molhos de cogumelos como fortalecedores do organismo. Este trabalho tem como foco o cultivo convencional do *Lentinula edodes* “shiitake”, *Agaricus bisporus* “champignon de paris” e *Agaricus blazei* “cogumelo do sol”; técnicas de cultivo; produção de inóculo ou “semente”; preparo do composto; colonização do composto; formas de cultivo; preparo da camada de cobertura; colheita e processamento; cuidados com contaminações e cultivo em ambiente protegido

Palavras chave

Agaricus blazei; agricultura; cogumelo; cogumelo champignon; cogumelo comestível; cogumelo do sol; cultivo; shiitake

Conteúdo

1 Introdução

Os fungos são seres vivos extremamente importantes e diversificados que estão presentes diariamente na vida do homem. Mofos, bolores, fermentos e cogumelos são termos utilizados para denominar os fungos. Apesar da importância dos fungos, no Brasil ainda não foi realizado um estudo aprofundado do potencial das espécies presentes em nossos ecossistemas (ROSA, 2001).

Existem milhares de fungos e, tal como outros seres vivos, agrupam-se de acordo com certas características semelhantes constituindo grupos distintos. Podem ser unicelulares (constituídos por apenas uma célula) ou multicelulares (constituídos por várias células) e são caracterizados por serem os organismos responsáveis por decompor a matéria orgânica presente no planeta.

São diferentes dos vegetais, pois não possuem clorofila, o que os torna incapazes de produzir seu próprio alimento.

Ao longo dos tempos os cogumelos têm sido apreciados pelo seu sabor, textura e atributos medicinais. Contudo, o reconhecimento como importantes fontes de substâncias biologicamente ativas vem tomando força atualmente (CHANG, 1999). Em todo o mundo, diferentes populações têm utilizado cogumelos para prevenir e até curar doenças. São conhecidas diferentes espécies de cogumelos, sendo algumas tóxicas, alucinógenas, afrodisíacas, nutricionais e medicinais. O termo cogumelo (FIG.1) é utilizado para caracterizar os fungos que produzem corpos de frutificação macroscópicos (basidiomas) que têm forma de guarda-chuva. Também são conhecidos como chapéus-de-sapo e orelha-de-pau. Os cogumelos são alimentos de grande valor nutritivo, contendo poucas calorias, apresentando-se como uma boa fonte alimentar (BONONI *et al.*, 1995).

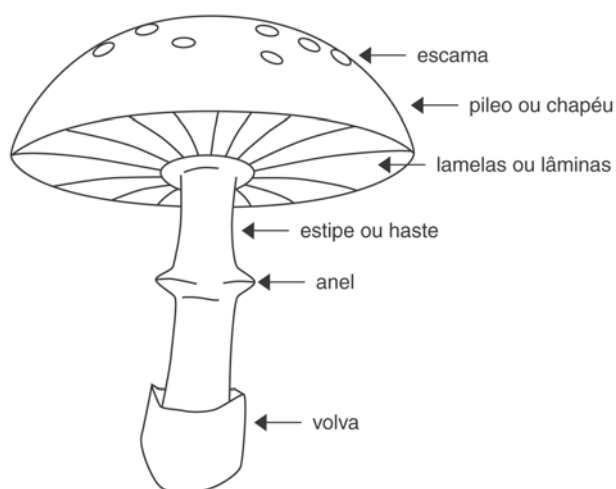


FIGURA 1 - Corpo de frutificação de um cogumelo e suas partes.
Fonte: ROSA, 2007.

A quantidade de proteínas, gorduras, vitaminas e sais minerais (TAB.1) varia de acordo com cada espécie de cogumelo e com os constituintes do substrato utilizado para seu cultivo.

TABELA 1

Composição nutricional dos cogumelos e outros alimentos em porcentagem de peso fresco.

Tipos	Água	Calorias	Proteína	Açúcar	Gordura
Cogumelos	90-98	28	2,8-4,8	4,4	0,3
Ovos	74	163	12,9	9	11,5
Leite	87	65	3,5	4,9	3,5
Cenoura	88	42	1,1	9,7	0,2

Fonte: BONONI *et al.*, 1995.

Os cogumelos são consumidos principalmente por europeus e asiáticos, sendo que em certos países mais desenvolvidos o seu consumo chega em média a 4kg por habitante por ano. No Brasil, o consumo ainda está distante de um potencial satisfatório, e é estimado em aproximadamente 70g por habitante por ano.

Nos últimos anos, o consumo de cogumelos vem aumentando e se destacando devido ao seu sabor refinado, grande valor nutritivo, pelo seu potencial medicinal e aumento da oferta e procura, tornando-se, gradativamente, um produto mais popular e acessível. Em 1994, o valor da produção mundial de cogumelos e seus produtos medicinais foi estimado em aproximadamente 14 bilhões de dólares, semelhante à produção mundial de café de 15 bilhões de dólares em 1997 (CHANG, 1999).

Os principais cogumelos cultivados atualmente no Brasil são o *Agaricus bisporus* Lange (Champignon de Paris), *Lentinula edodes* Berk. (Pegler) (Shiitake), espécies do gênero *Pleurotus* (shimeji e hiratake) e, atualmente o *Agaricus blazei* Murrill ("Cogumelo do Sol").

Os cogumelos se reproduzem sexuadamente por meio de esporos ou assexuadamente (reprodução vegetativa) pela multiplicação de qualquer parte do corpo de frutificação. Não formam sementes como os vegetais, mas sim esporos, que são estruturas microscópicas. Ao germinarem os esporos produzem células que se arranjam em filamentos denominados hifas. As hifas crescem no solo ou sobre outro substrato formando o micélio. Os primórdios são formados pela fusão de hifas de dois micélios de cargas genéticas distintas, e este dá origem ao corpo de frutificação, ou seja, o cogumelo propriamente dito (FIG.2).

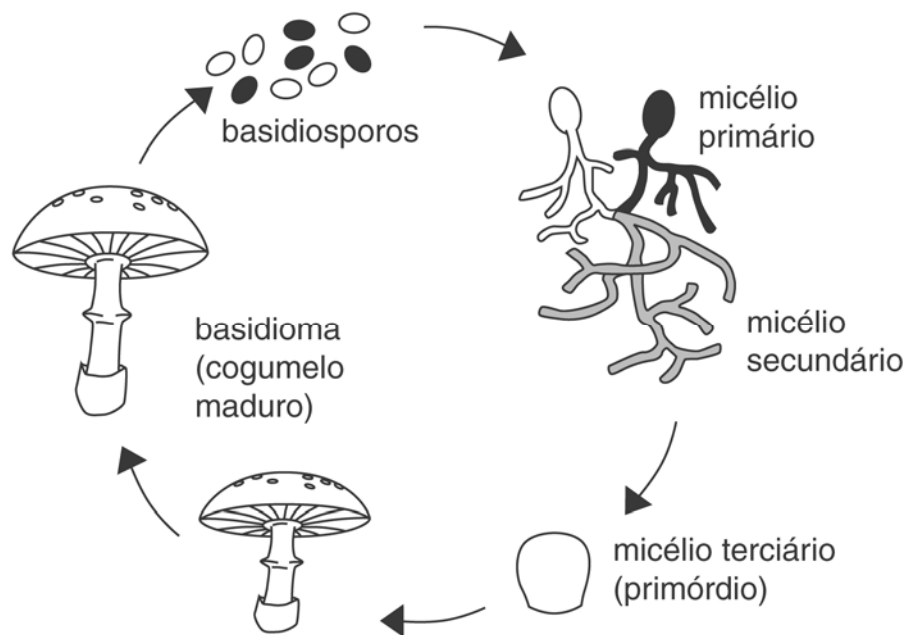


FIGURA 2 - Ciclo de vida de um cogumelo
Fonte: ROSA, 2007.

2 Alimentos nutracêuticos

A produção de alimentos com nutrientes e substâncias medicinais, essenciais para o funcionamento dos organismos, é cada vez mais crescente em diferentes países do mundo. Muitos especialistas em nutrição defendem o consumo de alimentos "medicinais" em lugar de remédios e consideram que um indivíduo bem alimentado não adoeceria por problemas de carência nutricional, ou seja, pessoas com uma alimentação adequada têm todos os nutrientes necessários para o equilíbrio do organismo.

Após a Revolução Industrial a grande preocupação dos profissionais da nutrição foi que houvesse alimentos suficientes para alimentar a população mundial. Neste contexto, vários procedimentos para o aumento da produção foram adotados tais como:

- Controle de pragas por meio de pesticidas;
- Estudos de novas formulações de fertilizantes;
- Utilização de corantes para maior durabilidade dos alimentos;
- Seleção genética de culturas resistentes;
- Modificação genética de alguns alimentos (alimentos transgênicos).

Atualmente se observa um panorama diferente. Cresce em todo o mundo a valorização de alimentos livres de pesticidas, metais pesados e de origem não transgênica e além disso, que apresentem algum tipo de benefício medicinal, ou seja, alimentos que possuam princípios ativos que previnem doenças crônico-degenerativas. São exemplos de alguns alimentos que podem ser citados: soja, aveia, linhaça, gergelim, peixe, azeite de oliva, alho, cebola, mel, tomate e os cogumelos comestíveis e medicinais.

Várias pessoas com diabetes, estresse, distúrbios gástricos, hepatite crônica, arteriosclerose, osteoporose, envelhecimento e doenças que diminuem a atividade protetora do sistema de defesa vêm utilizando o chá, cápsula, o extrato concentrado ou pedaços desidratados de cogumelos em sopas ou molhos, como forma de fortalecedores do organismo (TAKAKU *et al.* 2001). Entretanto, até o momento, no mercado brasileiro os cogumelos só podem ser comercializados como um suplemento alimentar devido às exigências da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA).

3 O *Lentinula edodes* – Cogumelo Shiitake

A produção de Shiitake, (*Lentinula edodes*) aumenta consideravelmente em todo o mundo e só é superada pelo do Champignon de Paris (*Agaricus bisporus*). No Brasil, o cultivo de Shiitake cresceu significativamente nos últimos anos devido, principalmente, ao bom retorno financeiro, a possibilidade de ser cultivado em pequenas áreas, e necessidade de baixo investimento, quando comparado a outros cogumelos comestíveis ou medicinais.

Tradicionalmente, o Shiitake é produzido em toras de eucalipto, mas também pode ser produzido em serragem enriquecida com determinados nutrientes. O cultivo em toras dura aproximadamente seis meses; já em serragem enriquecida pode ser reduzido a cerca de 40 dias.

O cultivo de Shiitake dispensa o uso de equipamentos sofisticados e ocorrem menos contaminações, o que o torna mais acessível ao produtor rural.

Dentro da classificação dos seres vivos, o Shiitake é classificado da seguinte maneira:

- Reino: Fungi
- Filo: Basidiomycota
- Classe: Basidiomycetes
- Ordem: Agaricales
- Família: Agaricaceae
- Gênero: *Lentinula*
- Espécie: *Lentinula edodes* (Berk.) Pegler

4 O *Agaricus bisporus* - Champignon de Paris

O cultivo do Champignon de Paris (*Agaricus bisporus*) foi iniciado na França casualmente. De acordo com Bononi *et al.* (1995), em 1650 produtores de melão em Paris (França) notaram o crescimento de cogumelos sobre a cama (palha e esterco) utilizada no cultivo de melões. Em 1707 foi descoberto que cavernas apresentavam um ambiente favorável para o cultivo de champignon.

Em 1865 o Champignon foi introduzido na América e passou a ser cultivado em instalações semelhantes a fábricas (estações de cultivo).

No Brasil o cultivo foi introduzido em 1953 por imigrantes chineses na cidade de Mogi das Cruzes-SP e italianos em Atibaia - São Paulo (BONONI *et al.* 1995). Atualmente, o

Champignon é cultivado, principalmente, nas regiões Sudeste e Sul do Brasil e é uma fonte rentável promissora dentro do agronegócio. Dentro da classificação dos seres vivos, o Champignon de Paris é classificado da seguinte maneira:

- Reino: *Fungi*
- Filo: *Basidiomycota*
- Classe: *Basidiomycetes*
- Ordem: *Agaricales*
- Família: *Agaricaceae*
- Gênero: *Agaricus*
- Espécie: *Agaricus bisporus* Lange

5 O *Agaricus blazei* - Cogumelo do Sol

William A. Murrill (1869-1957) foi o pesquisador que descreveu a espécie pela primeira vez em 1944 com material coletado em Gainesville na Flórida (EUA).

O “Cogumelo do Sol” (*Agaricus blazei*), também conhecido por “Golden *Agaricus*”, “cogumelos de Piedade”, “*Royal Agaricus*” “*Kawariharatake*”, “*Agarikusutake*” e “*Himematsutake*”, é nativo do Brasil e de ocorrência natural na Mata Atlântica do sul do estado de São Paulo.

O Cogumelo do Sol é alvo de vários estudos devido às suas propriedades medicinais, despertando grande interesse da comunidade científica e de compradores internacionais, principalmente Japão, China, Estados Unidos, Coreia, Alemanha, Holanda, Canadá e também o mercado nacional. De acordo com Takaku *et al.* (2001), o *A. blazei* é utilizado por cerca de 300 a 500 mil pessoas no Japão para a prevenção do câncer e/ou como produto natural medicinal complementar na quimioterapia após a remoção de tumores malignos.

Por se tratar de uma cultura recente, as técnicas de cultivo de *A. blazei* ainda estão sendo padronizadas com base no conhecimento das técnicas de produção do Champignon de Paris (BRAGA *et al.*, 1998). Recentemente foi realizado um estudo a partir de comparações da morfologia e de características genéticas entre os exemplares de *A. blazei* coletados nos Estados Unidos e no Brasil. Foi proposto que o exemplar brasileiro seja uma espécie nova denominada *Agaricus brasiliensis* (WASSER *et al.*, 2002). Esta constatação deve aumentar a valorização do produto brasileiro no mercado internacional, em relação aos competidores como a China, EUA, Coreia, entre outros. Dentro da classificação dos seres vivos, o “Cogumelo do Sol” é classificado da seguinte maneira:

- Reino: *Fungi*
- Filo: *Basidiomycota*
- Classe: *Basidiomycetes*
- Ordem: *Agaricales*
- Família: *Agaricaceae*
- Gênero: *Agaricus*
- Espécie: *Agaricus blazei* Murrill

6 Técnicas de Cultivo

O cultivo comercial de cogumelos comestíveis e medicinais no Brasil teve seu início em 1953 e envolve as seguintes etapas:

- Produção da “semente”;
- Compostagem (ou preparo do substrato de cultivo);
Fase I – fermentação sólida ao ar livre;

- Fase II – pasteurização em câmara fechada;
- Inoculação ou “semeadura”;
 - Colonização do substrato inoculado;
 - Cobertura do composto colonizado (*Agaricus*) ou choque (*Lentinula edodes*);
 - Colheita;
 - Processamento;
 - Comercialização.

A produtividade dos cogumelos está relacionada aos fatores associados às técnicas de produção tais como:

- Qualidade nutricional do substrato – madeira (*Lentinula*) e composto (*Agaricus*);
- Qualidade genética das linhagens utilizadas para produção da “semente”;
- Tipo de cultivo (a céu aberto, túnel ou protegido);
- Camada de cobertura;
- Fatores físico-químicos (temperatura, umidade, aeração e pH);
- Fatores biológicos (pragas e contaminações);
- Qualificação dos funcionários para manuseio do cultivo;
- Época de cultivo.

7 Inóculo ou semente

A “semente”, ou em inglês “*spawn*”, dos cogumelos é obtida a partir de fragmentos internos de um cogumelo sadio ou dos esporos sexuais denominados basidiosporos. Os fragmentos são inoculados em meios de cultura específicos para fungos e é formada uma matriz secundária. A “semente” nada mais é do que o crescimento do micélio dos cogumelos sobre grãos vegetais (arroz, painço, sorgo e centeio e principalmente o grão de trigo) para *Agaricus* e serragem para o Shiitake.

A produção de uma “semente” de boa qualidade exige conhecimentos específicos para sua produção em unidades especiais, além de infra-estrutura para trabalhos em microbiologia. Uma “semente” saudável não possui manchas coloridas ou aspecto leitoso (contaminações), tem aspecto cottonoso e cheiro parecido com o do cogumelo fresco.

8 Cultivo do Champignon de Paris e Cogumelo do sol

8.1 Compostagem

A capacidade de decompor matéria orgânica é a principal função dos cogumelos no meio ambiente (ROSA, 2002). O sucesso do cultivo de espécies de cogumelos comestíveis do gênero *Agaricus* depende em grande parte do preparo adequado do substrato aonde o micélio irá se desenvolver e frutificar. O composto nada mais é do que o substrato para o desenvolvimento e nutrição do cogumelo.

Para o preparo do composto, resíduos agro-industriais como palha de trigo, arroz, milho, feijão, algodão, bagaço de cana-de-açúcar, torta de algodão, entre outros, que constituem a fonte de carbono, podem ser utilizados, assim como a “cama” de cavalo ou frango, que é a mistura de esterco, urina e palha, que constituem a fonte de nitrogênio. Existem dois tipos de compostos, que são diferenciados de acordo com seus constituintes em “clássicos” ou “naturais” e sintéticos.

Nos compostos “clássicos” são utilizados esterco equino ou avícola e outros dejetos. A composição e concentração dos constituintes neste tipo de composto podem variar de acordo com o tipo e quantidade de esterco, número e dieta dos animais, bem como o tempo de permanência nas baias ou forma de armazenamento.

Os sintéticos possuem fontes de nitrogênio mais estáveis, como, por exemplo, farelos e uréia, possibilitando maior repetibilidade entre os ciclos de produção. Entretanto, os compostos sintéticos são mais caros que os “clássicos”. Os compostos “clássicos” são utilizados com mais frequência devido ao seu baixo custo e fácil aquisição nas diferentes regiões do Brasil. De acordo com BONONI *et al.* (2001), o composto mais utilizado pelas cooperativas que produzem o Cogumelo do Sol é constituído de:

- 11.000kg de bagaço de cana-de-açúcar;
- 6.000kg de “cama de cavalo”;
- 2.000kg de palha de arroz;
- 25kg de uréia;
- 100kg de sulfato de amônia;
- 200kg de carbonato de cálcio;
- 100kg de superfosfato simples;
- 200kg de farelo de soja;
- 400kg de gesso agrícola.

A compostagem apresenta duas fases. Durante a primeira fase, ocorre a fermentação do composto. Na segunda fase ocorre a pasteurização do composto. A compostagem pode ser definida como um processo de biodegradação ou decomposição do substrato onde o desenvolvimento de populações de microrganismos (bactérias e fungos) irá ocorrer. É caracterizada pelo aumento da temperatura no interior da pilha do composto. Diversas fórmulas têm sido propostas na literatura para compostos destinados ao cultivo do *Agaricus*. Entretanto, cada produtor de cogumelo ou grupo de produtores de uma mesma região escolhe um tipo de composto formado com produtos de fácil aquisição no local, em função da disponibilidade e custo do transporte. (QUADRO 1)

Quadro 1
Etapas do processo de compostagem

1º dia	Misturar o bagaço de cana-de-açúcar com a palha de arroz, que são molhados com água até se chegar a umidade de 70%;
4º dia	Adicionar a “cama” de cavalo, que é misturada à pilha chegando-se às dimensões de 1,5 m de largura x 1,8 m de altura x 15 a 17 m de comprimento;
7º dia	Adicionar uréia, sulfato de amônia e farelo de soja. A umidade deve estar em 70%;
10º dia	Adicionar o carbonato de cálcio. A pilha fica 10 cm menor na largura e na altura, em relação à pilha original;
13º dia	Adicionar superfosfato simples e água. A umidade deve ser mantida em torno de 70%;
16º dia	Virar o composto para promover a aeração;
19º dia	Virar o composto pela última vez.

Fonte: BONONI *et al.* (2001)

O composto constituído de materiais fibrosos deve possuir carbono (C) e nitrogênio (N) em proporções adequadas. No início da compostagem, a relação C/N deve estar entre 25 e 30, e no final do processo, a relação deve ser de aproximadamente 16 para o Champignon (BONONI *et al.*, 1995). De acordo com Kopytowski (2002) a relação ideal do composto para o crescimento do Cogumelo do Sol seria de 37/1 (inicial) e 20/1 (final).

O teor de umidade do composto pode ser avaliado apertando-se uma porção com as mãos. Um leve escorrimento de líquido entre os dedos indica umidade em torno de 70%, que é o ponto ideal para a obtenção de um bom composto. A quantidade de água utilizada vai depender das condições ambientais do local de cultivo (FIG.3), (vento, temperatura) e da umidade inicial dos resíduos utilizados.

O pH fica em torno de 9 no início da compostagem e é modificado para aproximadamente 7 no final do processo, que é o ideal para o desenvolvimento do micélio de *Agaricus* (BONONI *et al.*, 1995).

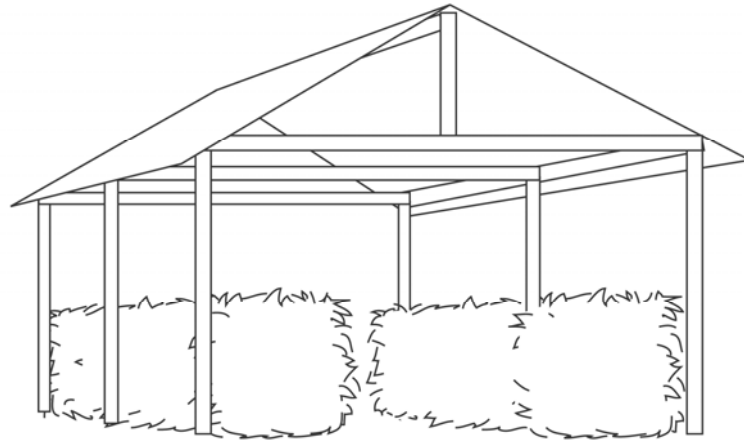


FIGURA 3 - Galpão de compostagem
Fonte: ROSA, 2007.

Na segunda fase ocorre a pasteurização do composto. Esta fase tem como objetivo eliminar bactérias, fungos, vírus, insetos e outras pragas presentes na fase I, além de promover o aquecimento da pilha entre 50 e 60°C o que garante a decomposição do composto por meio da atividade de microrganismos termófilos. Este procedimento torna o composto um substrato seletivo, favorecendo o crescimento do micélio do *Agaricus*.

A pasteurização é realizada em túnel ou câmara de pasteurização (FIG.4) construídos em alvenaria. O piso é vazado, e o ar deve passar através do composto com auxílio de um ventilador. Durante a ventilação o ar é circulado dentro do pasteurizador possibilitando o controle da temperatura da massa do composto. Terminada a fase II, o composto deve ser esfriado para temperaturas entre 26 e 28°C que são adequadas para a inoculação da “semente” e desenvolvimento do micélio.

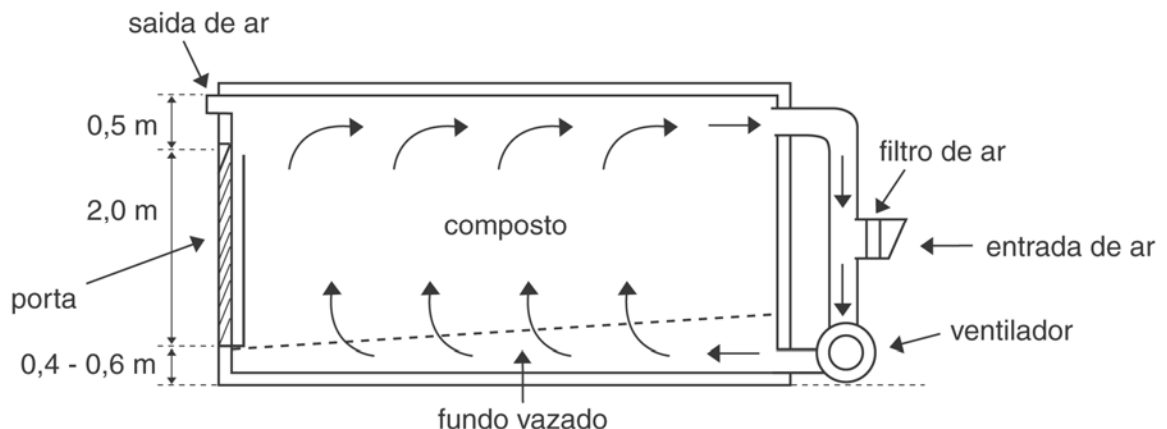


FIGURA 4 - Câmara de pasteurização
Fonte: ROSA, 2007.

8.2 Colonização do composto

Após o término do processo de pasteurização, o composto deve ser embalado em sacos de poliestireno contendo 10 ou 15kg e até uma altura de 20 a 25cm. A utilização de sacos plásticos é de baixo custo e prático, pois caso ocorra algum tipo de contaminação (com outros fungos, bactérias, vermes e insetos), o saco pode ser retirado da câmara de cultivo e descartado de forma adequada.

A quantidade de “semente” colocada varia de 1 a 2% do peso fresco do composto. A inoculação é feita manualmente, tomando-se o cuidado de proporcionar uma homogeneização entre composto e “semente”. As condições de higiene durante a inoculação se apresentam como um ponto crítico, pois podem ocorrer contaminações do composto. Desta forma, todos os utensílios, bem com as mãos do responsável pela inoculação devem ser desinfetados com álcool 70%.

A colonização do composto pelo micélio de *Agaricus* deve ocorrer em locais com temperatura entre 24 e 25°C e umidade relativa do ar entre 80 e 90%. Depois de 25 a 30 dias, o composto estará completamente colonizado com o micélio branco do *Agaricus*. Nesta etapa, possíveis contaminações podem ocorrer. Desta forma, todos os sacos que contenham alguma mancha colorida ou aspecto leitoso devem ser imediatamente removidos da estufa de colonização e destruídos.

Após a colonização, o composto pode ser transferido para prateleiras, caixas ou permanecer nos sacos de poliestireno. A escolha do local de cultivo e obtenção dos cogumelos vai depender da estrutura do produtor. Em geral são utilizadas estufas chamadas de câmaras de incubação que possuem prateleiras com dois ou mais andares para acomodação dos sacos de composto.

O *Agaricus* pode ser cultivado em sacos, caixas ou prateleiras. O cultivo nos sacos ou caixas tem como vantagem o controle mais efetivo de possíveis contaminações, o que não ocorre no cultivo direto em prateleiras. Os sacos e as caixas podem ser isolados, retirados e destruídos evitando a perda da produção por pragas e contaminações. Caso o produtor cultive o *Agaricus* diretamente nas prateleiras, o composto deve ser compactado por meio de máquinas ou de forma manual. Uma compactação correta gera maior uniformidade, pois colabora para o desenvolvimento individual dos cogumelos facilitando a colheita.

8.3 Formas de cultivo

O tipo de cultivo adotado por um produtor vai depender das condições de investimento, local do cultivo, da demanda e do tipo de produto que se pretende obter. Desta forma, o *Agaricus* pode ser cultivado a céu aberto, em túneis, barracões ou estufas.

Até um certo tempo, o cultivo a céu aberto (FIG.5) era a forma mais utilizada pelos produtores brasileiros do “Cogumelo do Sol”. Nesta forma de cultivo o composto fica sujeito às variações climáticas (chuvas, geadas e vento), contato com diferentes organismos (animais, insetos e vermes), e a possibilidade de ocorrer contaminações é muito grande. Neste cultivo, o composto previamente colonizado é retirado do saco plástico e colocado em covas no solo, de 40 a 50cm de largura por 10 a 15cm de profundidade (com o comprimento variável). As covas são feitas com pequeno declive para que ocorra drenagem da água, evitando poças e erosão do solo. O composto é então coberto com a terra de cobertura, previamente tratada para desinfecção, numa espessura de 6 a 10cm e coberta com capim, numa espessura de 30cm para propiciar umidade favorável. A terra de cobertura deve ser irrigada para manter a umidade. A quantidade de água necessária para esse fim varia de acordo com o clima da região de cultivo.

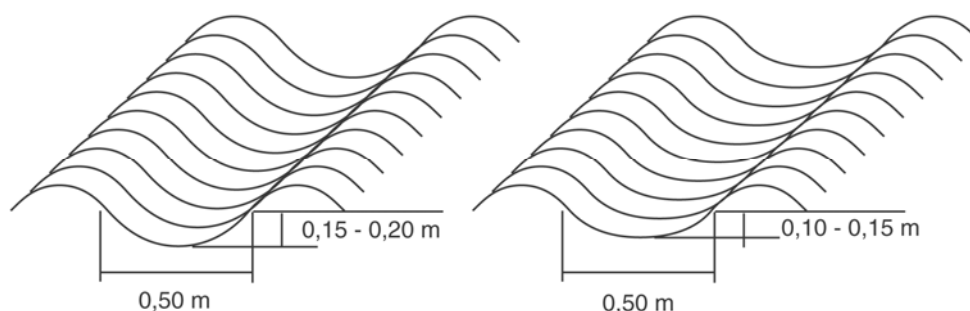


FIGURA 5 - Cultivo a céu aberto
Fonte: ROSA, 2007.

O cultivo de “Cogumelo do Sol” em túneis (FIG.6) é diferenciado do a céu aberto pela construção de uma estrutura de proteção contra as condições climáticas. Para construir um túnel, são utilizados arcos de ferro e canos plásticos com dimensões de 3m de altura x 7,5m de largura x 30m de comprimento. O túnel comporta cerca de 800 sacos de 15kg de composto colonizado nas valas cavadas no solo com as mesmas dimensões do cultivo a céu aberto. Após a distribuição do composto acrescenta-se terra de cobertura, previamente desinfetada, numa espessura de 6 a 10cm sobre o composto e 30cm de capim. A irrigação deve ser realizada somente na parte da manhã (BRAGA, 1999).

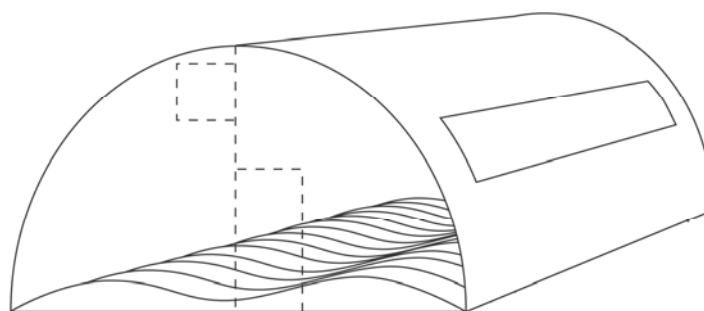


FIGURA 6 - Cultivo em túnel
Fonte: ROSA, 2007.

Estufas e barracões de cultivo são as estruturas mais seguras utilizadas pelos produtores de Cogumelo do Sol e Champignon. Para o Cogumelo do sol as estufas são construídas em alvenaria com janelas protegidas da luz solar por sombrite. Possuem altura de 3m e a parte superior deve ser protegida com telhas galvanizadas. Sobre o telhado são instalados microaspersores a cada 3,5m de distância para irrigação do composto. As laterais apresentam janelas cobertas com sombrite 80%. O piso é formado por brita ou cimento para que não ocorra acúmulo de água. Entre uma prateleira e outra deve ser deixado um espaço de 40cm de altura para facilitar a colheita. A temperatura interna da estufa deve permanecer entre 23 a 30°C e umidade de 80 a 90%. É necessário boa luminosidade e boa ventilação para manter a concentração de CO₂ abaixo de 0,2%.

Para o cultivo do Champignon as estufas (FIG.7) devem ser preferencialmente de alvenaria e possuir isolamento térmico para controle da temperatura (16-18°C). O piso deve ser de cimento liso, o que facilita a limpeza, e inclinado para evitar o acúmulo de água. A cobertura deve ser de material que retenha a temperatura. Desta forma, sobre o forro pode ser colocado uma camada isolante de lã de vidro, isopor ou outro material similar que exerça a mesma função (BONONI *et al.* 1995). O telhado pode ser de telha de barro que possibilita melhor isolamento térmico. Também podem ser utilizados ar condicionado e ventiladores para abaixar a temperatura e retirar o excesso de CO₂, respectivamente.

Entretanto, o investimento inicial para o cultivo do Champignon é alto e alguns produtores preferem abrir mão da produtividade e utilizar uma estufa simples até conseguir capital para maior investimento.



FIGURA 7 - Cultivo em estufa
Fonte: ROSA, 2007.

No QUADRO 2 são apresentadas informações sobre características dos sistemas de cultivo protegido e desprotegido.

Quadro 2

Características dos sistemas de cultivo protegido e desprotegido.

Cultivo protegido	Cultivo desprotegido
Relativo controle das condições ambientais;	Ausência de controle das condições ambientais;
Proteção contra chuvas, ventos fortes e granizo;	Ausência de proteção contra chuvas, ventos fortes e granizo;
Maior controle de pragas e contaminações;	Predisposto as incidências de pragas e contaminações;
Menores riscos para produção;	Maiores riscos para produção;
Custo de investimento elevado;	Custo de investimento baixo;
Necessário conhecimento técnico especializado;	Sistema de cultivo rotacional;
Ciclo de cultivo constante e previsível.	Ciclo de cultivo variável e imprevisível.

Fonte: ROSA, 2007.

8.4. Camada de cobertura

A camada de cobertura é utilizada para cobrir o composto após sua colonização pelo micélio do *Agaricus*. Nesta etapa pode ser adicionada terra e/ou outro material tais como: areia, vermiculita, carvão, serragem, xisto e turfa. A cobertura é responsável por variações ambientais e fisiológicas no micélio, promovendo sua passagem do estado vegetativo para o reprodutivo, ou seja, estimula a formação dos primórdios e frutificação dos cogumelos. A camada de cobertura também serve para:

- Sustentar os cogumelos;
- Uniformizar a superfície do composto;
- Manter o pH ao redor da neutralidade;
- Reter água;
- Permitir trocas gasosas;
- Funcionar como barreira contra quedas bruscas de temperatura;
- Proteção contra pragas e contaminações.

A camada de cobertura é responsável pela variação da produtividade e uniformidade na colheita. Sua composição deve apresentar em média 27 a 43% de teor de areia total, 11-22% de teor de silte e 49-55% de teor de argila.

Esta composição faz com que a terra de cobertura mantenha a quantidade de água e as trocas gasosas adequadas. O pH deve ficar em torno de 7-7,5, valores que podem ser obtidos pela adição de calcário.

Antes de sua aplicação sobre o composto colonizado, a terra de cobertura deve ser desinfetada. Para isso utiliza-se uma solução de formol a 10% (para 1 litro: 100ml de formol puro completado com 900ml de água). O processo de desinfecção consiste em amontoar a terra e injetar a solução de formol em furos uniformes distribuídos pela pilha. Em seguida, deve-se cobri-la com uma lona plástica por quatro dias. Após este período, verificar a ausência do cheiro de formol, o que indica o final do processo de desinfecção.

Outro processo utilizado é a descontaminação com brometo de metila. Para tanto, é utilizado 680ml de brometo para cada 1m³ de terra. Neste processo, após a aplicação do brometo, deve-se cobrir a terra com lona plástica por sete dias, antes do uso. A descontaminação da terra de cobertura evita a presença de bactérias, fungos competidores, vírus, insetos, larvas e vermes no composto. A camada de terra sobre o composto colonizado deve ter espessura entre 5-10 cm de altura e a umidade deve permanecer em torno de 70%.

9 Cultivo do Shiitake

9.1 Preparo da madeira para o cultivo

O cultivo do Shiitake no Japão, país pioneiro no cultivo deste cogumelo, é realizado em carvalho ou castanheiras. No Brasil podem ser utilizadas diferentes espécies de árvores, devendo ser evitado o uso de madeiras resinosas. A espécie mais utilizada é o eucalipto por ter tronco reto, ser de fácil manejo e também ser comercialmente acessível.

As toras devem ser obtidas em pedaços de 1m de comprimento com diâmetro de 5-15cm, o qual inclui a casca. Devem-se utilizar toras com umidade entre 40 a 50%. Para a inoculação da “semente” de Shiitake as toras devem ser furadas com auxílio de furadeiras comerciais. Os furos devem ter cerca de 10mm de diâmetro por 20-25 de profundidade. O espaçamento entre os furos deve ser de aproximadamente 100mm longitudinalmente e de 80mm lateralmente.

A inoculação é realizada com o micélio previamente crescido em serragem (“semente”), obtidos em laboratórios especializados e idôneos. O processo de inoculação deve ser realizado em locais de assepsia controlada para evitar possíveis contaminações com auxílio de um inoculador de “semente” e os buracos tampados com uma pincelada com mistura formada por parafina e 5% de breu.

9.2 Colonização das toras

A incubação das toras para colonização do micélio é realizada em locais sombreados com 10 a 30% de luminosidade e com ventilação razoável. As toras podem ser incubadas em matas ou sob uma cobertura de sombrite numa disposição horizontal para evitar a perda excessiva de umidade no formato de uma “fogueira de São João”. Para que ocorra uma ventilação adequada deve-se deixar um espaço entre uma tora e outra.

Após a montagem das pilhas, estas devem ser molhadas todos os dias para que a umidade permaneça entre 40-45% e a do ar entre 70-75%. Em épocas chuvosas as pilhas não precisam ser molhadas e nas secas devem ser molhadas mais vezes ao dia. A temperatura das toras deve permanecer em torno de 25°C para que o micélio do fungo colonize de forma efetiva o cerne da madeira.

Após seis meses de incubação as toras estarão completamente colonizadas. Contudo, o período de incubação pode variar caso ocorra uma variação da temperatura, umidade, contaminações, dureza da madeira, entre outros.

9.3 Indução da frutificação

Ao final da etapa de colonização os primórdios do cogumelo estarão visíveis na superfície das toras (semelhante a pipocas). Neste momento, as toras estarão prontas para a produção. Para obter uma uniformidade da frutificação as toras são submetidas a um processo de choque térmico e mecânico.

Para o choque térmico basta submergir as toras em tanques de água com baixas temperaturas por um período de 12 a 72 horas. Após este período as toras são jogadas de uma base fixa de uma altura de 50cm o que causa um forte impacto, ou seja, um choque mecânico. O processo de choque despertará a formação dos cogumelos.

Após o choque as toras devem ser colocadas em um ângulo de 45 graus com um espaço de cerca de 10 cm entre elas para que os cogumelos possam crescer sem danos físicos. A umidade deve ser mantida em torno de 95%, a temperatura do ar entre 15-20°C, com 10% de luminosidade e muita ventilação.

10 Colheita e processamento

10.1 Colheita do Shiitake

A colheita do Shiitake deve ser realizada quando o tamanho do chapéu estiver com diâmetro de 3-5cm. Para colher basta realizar uma torção na base do estipe do cogumelo e puxa-lo para cima. Após a colheita máxima dos cogumelos as toras devem ser empilhadas para repouso. As toras devem ser molhadas regularmente por cerca de 60 dias até o surgimento de novos primórdios e um novo choque térmico e mecânico é realizado.

Este procedimento é realizado por cerca de 10 vezes ou até que o micélio do Shiitake esgote os nutrientes da tora. O Shiitake pode ser comercializado fresco ou desidratado. Caso seja desidratado, a secagem deve ser realizada em temperaturas entre 40-45°C por 2 horas, 50 °C por 2 horas e 60°C por cerca de 6-8 horas.

10.2 Colheita do Cogumelo do Sol

A colheita dos cogumelos do Cogumelo do Sol ocorre, em média, 25 dias depois da colocação da terra de cobertura e a do Champignon entre o 16-35 dias. Contudo, o prazo de frutificação pode depender da qualidade da "semente", do composto utilizado e das condições de temperatura, umidade, ventilação e luminosidade dentro da estufa.

Os cogumelos devem ser colhidos diariamente, pois a frutificação não ocorre ao mesmo tempo. O cogumelo é colhido quando alcança seu tamanho máximo antes da abertura do chapéu, ou seja, ainda imaturo. A colheita é feita manual e cuidadosamente com uma leve torção no pé do cogumelo, sendo desprendido da terra de cobertura. Após a colheita os cogumelos são lavados e selecionados. Os corpos de frutificação do Cogumelo do Sol são separados de acordo com sua classe e cortados para serem desidratados e embalados.

Uma lavagem inicial é necessária para retirar o excesso da terra de cobertura presente no pé do cogumelo. Com o auxílio de uma escova e água corrente, o chapéu e o pé são limpos, garantindo um padrão de qualidade.

Os cogumelos, após lavagem, devem ser escorridos por meio de peneiras ou com o auxílio de uma estufa de pré-secagem (FIG.8) para retirada do excesso de água. A desidratação é feita em secadores específicos (FIG. 8) com temperatura entre 40-45°C, durante 12 horas e depois por mais 2 horas a 55°C.

Para adequação com as normas da Vigilância Sanitária local, a secadora e suas bandejas devem ser de aço para melhor limpeza ao final do processo. Após desidratação, os cogumelos devem estar com umidade entre 5 a 7%. Em média, cada cogumelo perde, após o processo de secagem, 90% de peso. Assim, para cada 1 kg de cogumelo fresco, obtém-se de 80 a 100g de cogumelos secos. De acordo com Bellini *et al.* (2004), os cogumelos frescos de *A. blazei* apresentam de 85-87% de água e quando desidratados são ricos em proteínas (40-45%) e carboidratos (3-4%), fibras (6-8%), lipídios (3-4%) e vitaminas, especialmente B1, B2 e niacina.

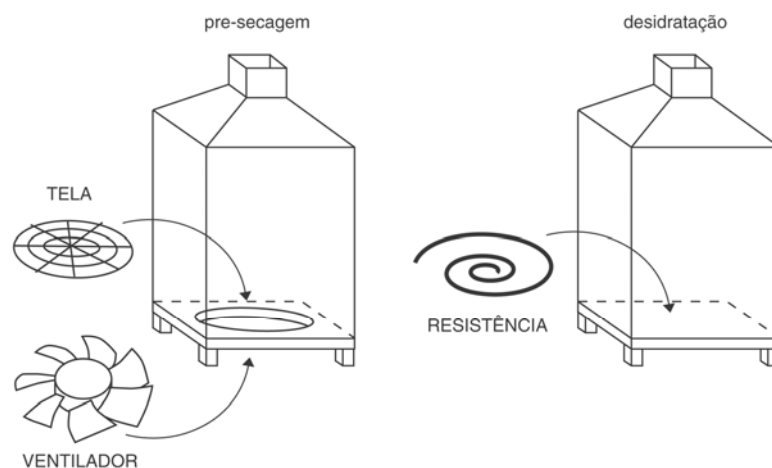


FIGURA 8 - Pré-secagem e desidratadora de cogumelos
Fonte: ROSA, 2007.

Para serem comercializados, os cogumelos Shiitake são classificados em três categorias segundo sua coloração, tamanho e umidade. Após o processo de secagem, os fragmentos de cogumelos são embalados em sacos de polipropileno contendo pacotinhos de sílica gel para impedir a hidratação e evitar contaminações com fungos, bactérias, entre outros. Os cogumelos devem ser embalados de forma homogênea, com o mesmo tamanho e coloração. Os sacos com os cogumelos secos devem ser selados e podem ser mantidos a temperatura ambiente por até dois anos.

Os corpos de frutificação do Champignon podem ser imediatamente comercializados *in natura*, pois são extremamente perecíveis. Também podem ser preservados em conserva de salmoura em frascos de vidro.

11 Cuidados com contaminações

Como o cogumelo é um produto natural, alguns cuidados devem ser tomados para evitar contaminações químicas e biológicas. A água utilizada durante o cultivo dos cogumelos deve ser isenta de metais pesados, agrotóxicos e microrganismos patogênicos. Isto pode ser controlado pela realização de análises periódicas em laboratórios idôneos.

Os cogumelos também sofrem ataques de formigas, moscas e lesmas, que devem ser retiradas de forma manual. Outra forma de contaminação ocorre por meio de bactérias, fungos competidores, parasitas e vírus. Recomenda-se evitar o uso de pesticidas, no entanto, caso não seja possível, seu uso deve se restringir aos canteiros durante o período que os cogumelos não são cultivados. As contaminações devem ser evitadas utilizando-se medidas como:

- Precauções sanitárias na chegada do composto;
- Controle da entrada de pessoas na estufa de colonização e cultivo;
- Monitoramento da qualidade da água durante o cultivo;
- Treinamento dos funcionários responsáveis pela condução do cultivo;
- Desinfecção dos utensílios e cestos de colheita utilizados dentro da estufa de cultivo;
- Retirada de sacos de composto contaminados;
- Precauções quanto ao destino do composto após a colheita do cogumelo;

Caso seja necessário realizar a desinfecção das estruturas de cultivo, se faz imprescindível evitar o uso constante ou prolongado de um mesmo agente desinfetante para que não ocorra a seleção de microrganismos resistentes, bem como o uso de fungicidas comerciais e agentes residuais, pois estes podem afetar o crescimento dos cogumelos.

12 Cultivo em ambiente protegido

Para o cultivo dos cogumelos comestíveis em ambientes protegidos a estufa pode ser pré-fabricada ou construída no local de cultivo em alvenaria. As opções pré-fabricadas (Plastubos e Tigre) podem agilizar o processo de implementação do negócio e já vem nas medidas corretas e com as especificações próprias para o cultivo de cogumelos.

A escolha do tipo de estufa depende principalmente do capital que o investidor terá à disposição. As estufas já construídas no local possuem, geralmente, uma aparência de improvisação que pode prejudicar a imagem da empresa junto aos possíveis compradores. A estufa deve ser coberta por lona “dupla face”, com a parte branca para fora e preta para dentro, de espessura mínima de 200 μ m (a lona de 150 μ m é a mais encontrada no mercado, contudo sua durabilidade é pequena).

Em um clima tropical ameno, como, não existe a necessidade de utilização de sombrite (tela) na superfície externa da estufa, desde que se tenha um mecanismo de resfriamento com água. Este processo aumenta a velocidade da produção, pois a estufa torna-se aquecida mais rapidamente ao amanhecer. O sombrite é indispensável nas janelas pois impede a entrada de animais e insetos, que além de levar contaminações ao cultivo, podem se tornar pragas de difícil controle durante a produção.

Para uma maior produtividade o cultivo deve ser feito em ambiente com temperatura, umidade e aeração controladas e em canteiros com dois níveis. Pode-se efetuar o plantio apenas ao nível do solo, desde que isolado por algum material (lona, madeira, entre outros). O aproveitamento do espaço da câmara de cultivo é maior quando executado em dois ou mais níveis.

A umidade do ambiente pode ser controlada por um aparelho que a corrige automaticamente mantendo-a entre 80 a 90% (automação). Para evitar problemas de gotejamento dos bicos nebulizadores, durante a automação, a bomba utilizada precisa ser de alta potência, bem como um filtro de partículas para impedir o entupimento dos bicos. O controle destas condições pode ser feito por um funcionário treinado e de confiança. A estufa deve ser disposta com a maior dimensão voltada para o leste. Assim ela aquecerá mais rapidamente, pois o sol atingirá toda a sua lateral.

O chão da estufa deve ser recoberto, preferencialmente, com brita calcária ou cimentado de modo a evitar a produção de lama e favorecer a manutenção da higiene e da umidade do ambiente, bem como facilitar o trânsito de equipamentos e funcionários. Os canteiros podem ser feitos de madeira ou estrutura metálica sendo que a segunda opção é mais fácil de desinfetar por ter a superfície lisa e ausência de frestas.

Os corredores centrais e laterais devem ter a largura mínima necessária para a passagem dos funcionários (60 cm), pois quanto maiores menos espaço útil terá a estufa. Os canteiros devem ter no máximo dois níveis para que a oxigenação não seja prejudicada e, conseqüentemente, a produtividade.

As janelas devem apresentar fixadores no chão para evitar que o vento as levante indevidamente evitando alterações de temperatura e umidade. A disposição das estufas deverá prever a facilidade de acesso ao centro de processamento, pois esta influi diretamente na agilidade da lavagem. Duas janelas devem ser dispostas no alto da estufa, pois, serão de grande eficácia quando se deseja diminuir sua a temperatura interna.

Para um projeto básico de estufa de cultivo é necessário levar em conta principalmente gastos com a terraplanagem, estrutura da estufa, fundação, montagem, lona dupla-face, ripas, parafusos, hidráulica, pulverizadores, brita para o piso, canteiros duplos, filtro de partículas, fiação, encanamento e automação.

13 Centro de Processamento para produção de cogumelos

O centro se processamento (FIG.9) deverá ter as dimensões mínimas necessárias para lavagem, secagem, embalagem e estoque do produto. O empreendedor deve prever uma ampliação futura, mas precisa estar consciente de que a maior parte do capital será investida no substrato para o cultivo e na mão-de-obra.

O centro deve ser confeccionado em alvenaria com piso cimentado. As paredes da área de lavagem devem ser pintadas com tinta lavável ou azulejadas para fácil limpeza. Estes cuidados são indispensáveis para adequar o centro às condições de processamento de alimentos, que devem possuir as condições de higiene exigidas pela Vigilância Sanitária local. (FIG.9)

13.1 Equipamentos

Um freezer deve ser mantido na área de lavagem, pois em caso de uma superprodução os cogumelos podem ser preservados por aproximadamente 15 horas.

A bomba para a lavagem deverá ter potência de 1,5HP e ser obrigatoriamente de pressurização (diferente das normais para bombeamento). Sugere-se a utilização de bicos tipo "faca" de número três e os cochos ou pias deverão ter 1m de altura e serem de aço inox ou plástico. O espaçamento mínimo entre cada bico deve ser de 80cm para que se possam apoiar bandejas com os cogumelos. A bandeja deve ter dois espaços separados para que os cogumelos já limpos não se sujem novamente. O espaço destinado à secagem precisa ter janelas em duas direções opostas, o que facilita o escoamento do ar úmido resultante da secagem, tornando o processo mais eficiente; e deverá ser isolado da umidade proveniente da lavagem dos cogumelos por uma porta. O estoque poderá ser feito em prateleiras com espaçamento de 30cm. O acesso ao centro deve ser restrito aos funcionários da empresa.

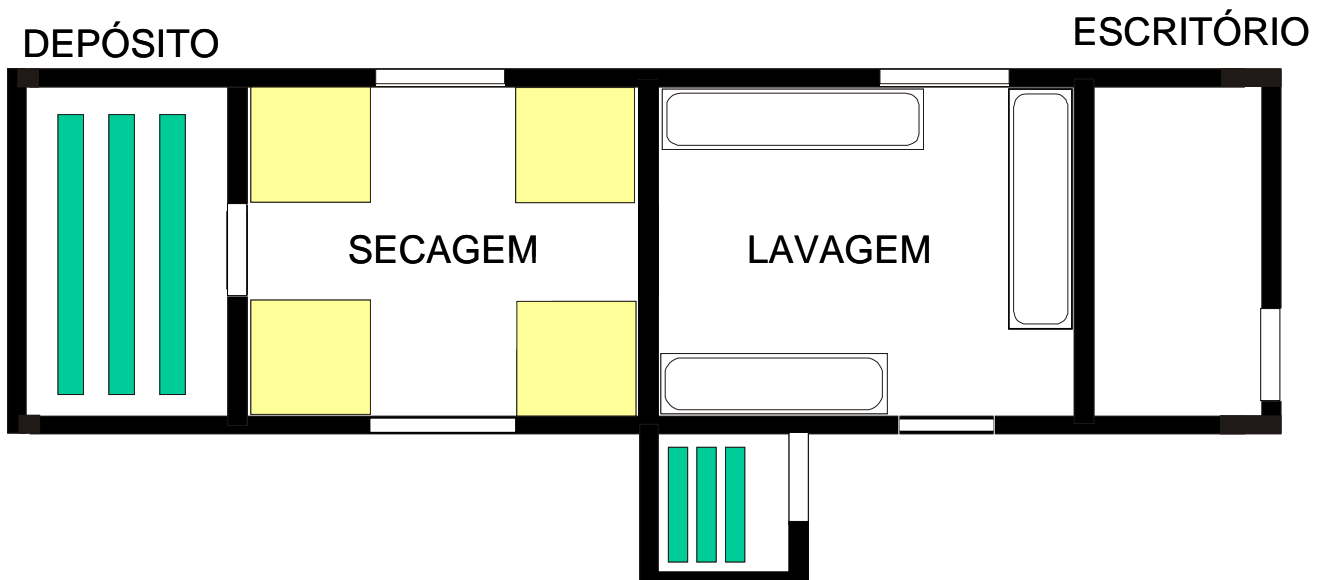


FIGURA 9 - Esquema de um centro de processamento profissional com capacidade de processamento de 250kg *in natura* por dia
 Fonte: ROSA, 2007

Para a implementação de um centro de processamento os gastos serão principalmente com a construção do galpão, tanques de lavagem, desidratadora, bomba, bicos de lavagem, fiação e prateleiras.

13.2 Mão-de-obra

Os trabalhadores, devidamente orientados, aprendem rapidamente a colher e processar os cogumelos de maneira a conseguir o máximo de qualidade e conseqüentemente o melhor preço. O principal fator a ser observado é o cumprimento de todos os cuidados necessários para a boa produção ao longo de vários cultivos. O funcionário responsável pelo gerenciamento da produção deve ser capaz de realizar tarefas distintas como “plantio” do composto ou inoculação das toras, controle de temperatura, umidade, ventilação, controle de pragas, organização dos outros trabalhadores, identificação de problemas, entre outros.

Além dos cuidados necessários, os funcionários devem ser constantemente submetidos a cursos de reciclagem para estarem integrados aos novos processos, tecnologias e cuidados de cultivo de cogumelos.

Conclusões e recomendações

O cultivo de cogumelos comestíveis implica em pesquisa e utilização de critérios detalhados em todas as suas etapas de produção. Antes da implementação de uma estação de cultivo de cogumelos é preciso buscar informações atualizadas na forma de cursos e visitas técnicas em instituições idôneas, bem como começar sua produção de forma gradativa e experimental. A compra de sementes e compostos deve ser criteriosa, pois corresponde a uma significativa parcela de sucesso na produção.

Referências

Referências

- BELLINI, M.F., GIACOMINI, N.L., EIRA, A.F., RIBEIRO, L.R. & MONTOVANI, M.S. Anticlastogenic effect of aqueous extrats of *Agaricus blazei* on CHO-k1 cells, studying different developmental phases of the mushroom. **Toxicology in Vitro**. 2004. In press.
- BONONI, V.L.R., CAPELARI, M., MAZIERO, R. & TRUFEM, S.F.B. **Cultivo de cogumelos comestíveis**. São Paulo. Ícone. 1995. 206p.
- BONONI, V.L.R., OKINO, L.K., TANAKA, J.H.; CAPELARI, M. **Cultivo de *Agaricus blazei* Murrill: o cogumelo do sol**. São Paulo: Instituto de Botânica. Manual 9. 2001. 21p.
- BRAGA, G.C., EIRA, A.F., CELSO, P.G.; COLAUTO, N.B. 1998. **Manual do cultivo de *Agaricus blazei* Murr: "cogumelo do sol"**. Universidade Estadual Paulista. 44p.
- BRAGA, G.C. **Produtividade de *Agaricus blazei* Murrill em função do ambiente de cultivo, massa do substrato e camada de cobertura**. Botucatu, 1999, 73p. (Tese, Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP).
- CHANG, S.T. 1999. Global impact of edible and medicinal mushrooms on human welfare in the 21st century: non-Greek revolution. **Internacional Journal of Medicinal Mushrooms**. v. 1, p.1-7.
- KOPYTIEWSKI, J. 2002. **Relação C/N e proporção das fontes nitrogenadas na produtividade de *Agaricus blazei* Murrill e poder calorífico do composto**. Dissertação de mestrado, PG em Energia na Agricultura, Botucatu, FCA/UNESP, 101p.
- ROSA, L.H. **Diversidade de fungos *Agaricales* (*Basidiomycota*) em dois fragmentos de Mata Atlântica do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte, 2002, 216f. (Dissertação, Instituto de Ciências Biológicas, UFMG).
- TAKAKU, T., KIMURA, Y.; OKUDA, H. 2001. Isolation of an antitumor compound from *Agaricus blazei* Murrill and its mechanism of action. **The Journal of Nutrition**. v. 131, p.1409-1413.
- WASSER, S.P, DIDUKH, M.Y., AMAZONAS, M.A.L.A., NEVO, E., STAMETS, P., EIRA, A.F. 2002. Is a widely cultivated culinary-medicinal royal sun *Agaricus* (the himematsutake mushroom) indeed *Agaricus blazei* Murrill? **International Journal of Medicinal Mushrooms**. v. 4, p.267-290.

Nome do técnico responsável

Luiz Henrique Rosa

Nome da Instituição do SBRT responsável

Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais – CETEC

Data de finalização

24 maio 2007