



RT 2160

RESPOSTA TÉCNICA

Título

Produção de Cogumelos em Piracicaba

Palavras-chave

Shimeji; substrato; basidiomiceto; *Pleurotus spp.*

Tema

Fungicultura

Demanda

Gostaria de obter informações sobre a produção de shimeji, com o objetivo de comercializar o produto seco afim de gerar maior valor agregado.

Solução apresentada:

Nos últimos anos, o consumo de cogumelos no Brasil tem apresentado crescimento consistente, conquistando espaço nas mesas dos brasileiros devido ao seu valor nutritivo e sabor único. Outro fator que possibilitou esse aumento foram os avanços nas técnicas de cultivo, que proporcionaram redução nos custos e aumento da produtividade.

Para ingressar nesse mercado é importante considerar diversos aspectos como capacitação da mão de obra, escolha apropriada de substratos e das variedades mais adaptadas ao clima local, de forma a minimizar custos com climatização.

Substrato

Muitos cogumelos alimentícios são decompositores de madeira, e tradicionalmente são cultivados, em serragem e toras. Esses materiais têm um custo mais elevado, são escassos em certas regiões e possuem um ciclo de renovação lento.



CASA DO PRODUTOR RURAL

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA

"LUIZ DE QUEIROZ" – ESALQ/USP

Av. Pádua Dias 11. Caixa Postal 9

CEP: 13400-970. São Dimas, Piracicaba – SP.

(19) 3429-4178 – cprural@esalq.usp.br

Com o objetivo de contornar esses desafios, os pesquisadores e professores Lin Zhanxi e Lin Zhanhua da Universidade Agrícola e Florestal de Fuzhou na China desenvolveram a técnica JunCao (jun = cogumelo e cao = gramínea), que consiste no cultivo em substrato feito a partir de gramíneas. Esse método lançado em 1983 representa um grande avanço devido ao uso de resíduos agroindustriais de baixo valor e boa produtividade alcançável através desta técnica. Além disso, o subproduto do processo pode ser utilizado como adubo. Essa técnica resultou em aumentos significativos na produtividade e lucratividade, além de viabilizar a produção em áreas com pouca experiência nesse tipo de cultivo, como é o caso do Brasil.

Substrato

A aquisição de substrato pronto para cultivo pode ser desafiadora, uma vez que os produtores são escassos no Brasil. Há pouca oferta em relação à demanda e os preços são frequentemente altos, afetando o lucro do fungicultor. Outro fator, é o transporte que pode resultar em contaminações e consequentes perdas de produtividade. Por esse motivo muitos optam por produzir o seu substrato, a partir de insumos e resíduos agroindustriais. A produção própria demanda investimento, mão de obra e conhecimento técnico, mas pode significativamente aumentar a lucratividade.

Para que a maior quantidade possível de substrato seja convertida em cogumelos, devem ser tomadas medidas para evitar a competição entre o fungo que está sendo produzido e outros microrganismos invasores que podem contaminar o substrato. O termo “contaminar” nesse contexto não se refere a questões de caráter sanitário, mas sim a microrganismos indesejados que possam estar presentes no substrato e prejudicar a produtividade.

Existem técnicas para limitar o desenvolvimento de fungos e outros microrganismos indesejáveis, todas elas consistem na eliminação ou diminuição desses microrganismos através da exposição a altas temperaturas por determinado período de tempo, sendo cada técnica utilizada para diferentes escalas.

Em laboratórios de propagação, é realizada a esterilização em autoclave a 121 °C durante uma hora, essa técnica é mais adequada para laboratórios pois esteriliza totalmente



CASA DO PRODUTOR RURAL

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA

“LUIZ DE QUEIROZ” – ESALQ/USP

Av. Pádua Dias 11. Caixa Postal 9

CEP: 13400-970. São Dimas, Piracicaba – SP.

(19) 3429-4178 – cprural@esalq.usp.br

quantidades pequenas de substrato, mas em escalas comerciais a operação normalmente não se apresenta economicamente viável.

Outra opção é a imersão em água aquecida a 65 °C durante 10 minutos, nesse processo a água penetra em profundidade no substrato eliminando estruturas de fungos e bactérias indesejáveis. É ideal para pequenos produtores devido ao baixo custo, mas se torna pouco viável em escalas maiores.

Por fim, a pasteurização é realizada em estruturas como contêineres, barris metálicos ou outras estruturas que sejam capazes de reter o calor. A técnica envolve aumentar a temperatura do substrato para entre 80 °C e 100 °C por um período de 3 a 4 horas, sendo sua principal vantagem a capacidade de processar maiores quantidades de substrato.



Figura 1. Pasteurizador (modelo artesanal).

Fonte: Embrapa.



CASA DO PRODUTOR RURAL

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA

"LUIZ DE QUEIROZ" – ESALQ/USP

Av. Pádua Dias 11. Caixa Postal 9

CEP: 13400-970. São Dimas, Piracicaba – SP.

(19) 3429-4178 – cprural@esalq.usp.br



Figura 2. Pasteurizador em contêiner utilizado em escala comercial.

Fonte: fotos de produtores locais.

Composição do substrato

Muitos fungos alimentícios, principalmente os do gênero *Pleurotus*, são naturalmente decompositores de madeira, e por isso necessitam de um substrato rico em carbono que servirá como “alimento” para os fungos e conseqüentemente formação dos cogumelos. Gramíneas apresentam um teor adequado de carbono para a formulação do substrato, mas além do carbono outros nutrientes também são necessários como: nitrogênio, enxofre e cálcio. Teores de 1,0% a 1,5% de Nitrogênio são ótimos para o crescimento do *Pleurotus*, sendo que o excesso de N tende a reprimir a degradação da lignina diminuindo a produtividade.

A formulação de substrato mais utilizada em cultivos comerciais de shimeji é feita a partir do bagaço da cana-de-açúcar, isso deve ao baixo custo e alta disponibilidade desse resíduo no estado de São Paulo, mas capins como Brachiaria, Tifton, Andropogon e Cameron também podem ser utilizados e apresentam produtividade mais elevada. O baixo teor de nitrogênio e outros nutrientes nessas palhadas requer a adição de farelo de cereais ao substrato, geralmente empregado numa proporção de 10 a 20% do peso seco do



CASA DO PRODUTOR RURAL

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA

"LUIZ DE QUEIROZ" – ESALQ/USP

Av. Pádua Dias 11. Caixa Postal 9

CEP: 13400-970. São Dimas, Piracicaba – SP.

(19) 3429-4178 – cprural@esalq.usp.br

composto. Também deve ser aplicado uma fonte de cálcio que seja capaz de gerar correção do pH para uma faixa de 5,5 a 6,0, para isso podem ser utilizados calcário, caulinita ou gesso. Os componentes devem ser misturados até que se obtenha um substrato uniforme, podendo ser realizado manualmente ou com o auxílio de equipamentos como betoneira ou pá carregadeira, dependendo da escala. Por último deve ser feito o umedecimento até que se atinja 70% umidade.

Inoculação do substrato

Após obter ou produzir o substrato tem início o processo de produção dos cogumelos, que começa a partir da inoculação do substrato com o micélio do cogumelo que se deseja produzir. Existem várias formas de fazer essa inoculação, mas a mais eficaz é usar "spawns" (ou sementes) feitas a partir de grãos colonizados pelo micélio. O micélio atua como uma espécie de "raiz" do fungo, se multiplicando pelo substrato para extrair seus nutrientes e, em seguida, gerar os cogumelos durante o período de frutificação.

A produção de "spawns" deve ser realizada em ambiente asséptico, com boas práticas e equipamentos laboratoriais, além de exigir certo grau de especialização na atividade. Como o estado de São Paulo possui um grande número de produtores de cogumelos e a produção desse insumo tem um ciclo rápido, o mercado é altamente desenvolvido e as sementes para o cultivo são relativamente fáceis de adquirir. A compra desses materiais de propagação é uma alternativa viável, pois não diminui os lucros da operação.



Figura 3. Spawn de *Pleurotus ostreatus* (Shimeji branco) pronto para a comercialização.

Fonte: ArtCogumelos.



CASA DO PRODUTOR RURAL

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA

"LUIZ DE QUEIROZ" – ESALQ/USP

Av. Pádua Dias 11. Caixa Postal 9

CEP: 13400-970. São Dimas, Piracicaba – SP.

(19) 3429-4178 – cprural@esalq.usp.br

O "spawn" deve ser adicionado ao substrato a uma proporção de 1.25% a 5% do peso úmido do substrato. Pesquisadores observaram que taxas mais altas de "spawn" por peso, associados a uma formulação adequada de substrato, podem gerar um aumento de até 50% na produtividade, devido a rápida colonização e diminuição da possibilidade de competição com outros organismos. Usualmente a inoculação é feita diretamente nos sacos de polipropileno que irão para a sala de cultivo.

Incubação e frutificação

O período de incubação, também chamado de corrida do micélio, é a etapa durante a qual o micélio coloniza o substrato. Durante esse período a exposição a luz é prejudicial, as temperaturas devem ser mantidas entre 15 e 25°C, e umidade na faixa de 80 a 90%. As aberturas e entradas para o ambiente de produção devem ser protegidas com telado para evitar a entrada de insetos que são atraídos pelo cheiro do micélio. Após um período de 25-35 dias o substrato estará completamente branco o processo de colonização terá terminado.

Quando a colonização do substrato pelo micélio se completa, se inicia o período de frutificação. Esse processo é induzido através de mudanças nos estímulos fornecidos. Os sacos devem ser abertos para entrada de oxigênio, normalmente, para sacos com 2Kg de substrato, se faz 6 aberturas em "X" e a luminosidade deve ser alterada, de forma natural ou artificial para 50 a 500 lux.

Tabela 1. Condições ideais de desenvolvimento vegetativo e reprodutivo para algumas espécies de cogumelos. Fonte: Embrapa.

Espécie	pH do composto	Crescimento do micélio			Frutificação e colheita			
		Temperatura (°C)	Umidade do composto	Luz (lux)	Temperatura (°C)	Umidade local	Luz (lux)	Período colheita
<i>Agaricus bisporus</i>	7,0–7,5	22–25	65%–67%	sem	16–20	85%–90%	sem	84 dias
<i>Pleurotus ostreatus</i>	5,5–6,0	20–25	65%	sem	20–26	85%–90%	50–500	30–35 dias
<i>Lentinula edodes</i>	4,0–5,5	24–27	58%–62%	sem	15–25	> 60%	300–500	6 meses
<i>Ganoderma lucidum</i>	4,0–6,0	24–30	60%	sem	22–25	80%–90%	moderada	5 meses
<i>Volvariella volvacea</i>	7,2–8,0	30–35	65%–70%	sem	29–32	80%–90%	moderada	30–40 dias



CASA DO PRODUTOR RURAL

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA

"LUIZ DE QUEIROZ" – ESALQ/USP

Av. Pádua Dias 11. Caixa Postal 9

CEP: 13400-970. São Dimas, Piracicaba – SP.

(19) 3429-4178 – cprural@esalq.usp.br

A alta umidade relativa tanto do substrato quanto do ambiente possui a função de impedir a dessecação dos cogumelos, e deve ser mantida na faixa de 85% a 90%, através da pulverização manual ou por microaspersores automatizados. A temperatura do ambiente deve ser mantida entre 20 °C a 25 °C.

Ambiente de cultivo

O ambiente de cultivo deve ser capaz de fornecer as condições adequadas para o desenvolvimento do micélio e a frutificação dos cogumelos. É possível adaptar estruturas como casas, galpões e túneis existentes ou construir instalações específicas para a produção. É necessário que a umidade, temperatura, ventilação e luminosidade sejam ideais para o cultivo.

A sala de frutificação deve ter essencialmente prateleiras, iluminação (natural ou artificial), aspersores para irrigação e aberturas com para ventilação (forçada ou natural). O piso do ambiente deve ser concretado e com leve declividade para facilitar a limpeza. As portas de acesso, devem ser duplas, para evitar a entrada de insetos, além disso devem ter um tamanho suficiente para a entrada dos equipamentos necessários. Aparelhos eletrônicos como luminárias e ventiladores instalados dentro da sala precisam ser resistentes a umidade.

As prateleiras podem ser confeccionadas com qualquer tipo de material disponível, desde que suportem o peso dos substratos e do cogumelo, e tenham boa longevidade. Na maioria das vezes são feitas de madeira, mas podem ser feitas de outros materiais como: bambu, borracha ou canos de PVC. Elas devem ser vazadas, para não acumular água na base dos sacos. A altura mínima entre a primeira prateleira e o solo, bem como entre prateleiras, deve ser de 45 cm para garantir uma boa circulação de ar e um fácil manuseio dos sacos.



CASA DO PRODUTOR RURAL

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA

"LUIZ DE QUEIROZ" – ESALQ/USP

Av. Pádua Dias 11. Caixa Postal 9

CEP: 13400-970. São Dimas, Piracicaba – SP.

(19) 3429-4178 – cprural@esalq.usp.br



Figura 4. Estante de madeira para suporte dos sacos de substratos colonizados.

As medidas de largura, comprimento, espaçamento entre estante e a quantidade de prateleiras por estante são definidas pelo espaço disponível e pela expectativa de produção. As dimensões dos sacos de substrato variam, por isso não há uma predefinição por estante ou prateleira, ou um espaçamento, é importante que não sejam colocadas muito perto umas das outras, para não prejudicar a circulação de ar e facilitar as operações de colheita, e entrada e saída de substrato,

Em média, uma sala de 100 m² pode abrigar de 8.000 kg a 10.000 kg de substrato colonizado. A produtividade média de uma sala que atenda aos requisitos da espécie é de 25% de cogumelos frescos, obtendo-se, portanto, de 2.000 kg a 2.500 kg de Shimeji para colheita. Recomenda-se um escalonamento de produção, para obtenção de colheitas mensais, o ciclo produtivo pode variar ente 50 e 80 dias.

Secagem, armazenamento e shelf-life

A secagem tem o objetivo de reduzir o teor de umidade dos cogumelos de 85% para 5 a 20%, aumentando o período de armazenamento seguro do alimento. Ha vários métodos de secagem, divididos em três grandes grupos: secagem natural, artificial atmosférica e a artificial a vácuo. A natural é o método mais antigo e consiste na exposição produto ao sol.



CASA DO PRODUTOR RURAL

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA

"LUIZ DE QUEIROZ" – ESALQ/USP

Av. Pádua Dias 11. Caixa Postal 9

CEP: 13400-970. São Dimas, Piracicaba – SP.

(19) 3429-4178 – cprural@esalq.usp.br

A artificial atmosférica é realizada em secador próprio e pode ser com ou sem ar forçado. A secagem artificial a vácuo também é feita em secador, mas com a redução de pressão no sistema.

O processo mais difundido para a secagem de cogumelos é a artificial atmosférica, por apresentar maior eficiência que a secagem natural e menor custo em relação à secagem artificial a vácuo. No secador, a redução da umidade do produto ocorre por convecção, ou seja, devido à passagem do ar aquecido através e sob a superfície do produto, evaporando a água presente em seu interior, e a retirando do equipamento através do fluxo de ar. Entre os tipos de secadores utilizados para esse processo estão os secadores de bandeja, batelada ou de esteira.

O processo de secagem, apesar de aumentar a vida útil dos cogumelos, tem efeitos variados sobre sabor, cor e capacidade de reidratação. Entre os efeitos o escurecimento é o mais visível. Recomenda-se a secagem na faixa entre 60 e 70°C, para reduzir o escurecimento durante o processo. O controle de temperatura neste processo precisa ser gradativo, inicia-se com 40°C a 45°C durante as duas primeiras horas, passando para 50°C nas duas horas seguintes e a partir disso 60°C até o final do processo, sempre com ventilação forçada. Nestas condições o tempo de secagem até o teor de umidade desejado (5-15%) varia de oito a doze horas.

Antes de iniciar o processo de secagem, é essencial avaliar o teor de umidade e de matéria seca de uma amostra do material a ser beneficiado. Nesta etapa é feita a secagem em estufa de uma pequena amostra do produto, previamente pesada, colocada em um recipiente forrado com papel filtro ou papel toalha, em temperatura de 105°C, por 24 horas e ventilação forçada.



Figura 5. Estufa para secagem de vegetais.
Foto: Sonia Maria Costa Celestino.

A secagem do cogumelo, para obtenção do valor de massa seca, também pode ser realizada no micro-ondas. Neste método, os cogumelos são colocados em um prato não metálico, forrado com uma camada de papel filtro ou papel toalha e em seguida são levados ao micro-ondas por 20 minutos em potência máxima. Após esse período, o eletrodoméstico deve ser aberto para a saída de toda umidade. Esse processo deve ser repetido até que o peso do material pare de reduzir. No final é obtida a massa da amostra livre de água, sendo essa a massa seca. Dividindo o valor de massa seca pela massa úmida e multiplicando o resultado por 100, encontramos o teor de umidade em porcentagem.

$$\text{Teor de Matéria Seca (\%)} = \frac{\text{Massa Seca}}{\text{Massa in Natura}} \times 100$$

Fórmula 1. Fórmula para cálculo de teor de matéria seca (MS%) em porcentagem

$$\text{Teor de Umidade (\%)} = 100 - \text{Teor de Matéria Seca}$$

Fórmula 2. Fórmula para cálculo de teor de umidade do produto in natura (%).



CASA DO PRODUTOR RURAL

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA

"LUIZ DE QUEIROZ" – ESALQ/USP

Av. Pádua Dias 11. Caixa Postal 9

CEP: 13400-970. São Dimas, Piracicaba – SP.

(19) 3429-4178 – cprural@esalq.usp.br

Após a determinação do teor de umidade, todo o material pode ser encaminhado a secagem, devendo ser pesado antes. A partir da terceira fase do processo de secagem, o peso da amostra deve ser monitorado, pois é ele que indicará o momento em que a umidade desejada foi alcançada e que a secagem poderá ser encerrada.

$$\text{Peso ao Final da Secagem (kg)} = \frac{\text{Massa Seca (kg)}}{100\% - \text{Teor de Umidade desejado (\%)}}$$

Fórmula 3. Cálculo do peso ao final do processo de secagem (kg).

Para ilustrar, se uma amostra de um lote de cogumelos apresentar 85% de umidade e 15% de massa seca isso significa que em 100 Kg de cogumelo 15 Kg são matéria seca. Para calcular o peso do cogumelo com 5% de umidade deve-se dividir o peso da matéria seca por 95%, ou seja, os cogumelos apresentaram a umidade desejada quando chegarem em uma massa de 15,8 kg.

Considerações finais

A fungicultura traz consigo diversos desafios, desde o planejamento do espaço de produção até o processamento final, envolvendo várias etapas de planejamento e execução. Essas etapas podem influenciar diretamente a lucratividade da operação, podendo torná-la viável ou inviável economicamente. É crucial selecionar cuidadosamente cada elemento do sistema, considerando os recursos financeiros, físicos e humanos disponíveis para realizar a atividade com sucesso.

Fontes consultadas

URBEN, Arailde Fontes. Produção de cogumelos por meio de tecnologia chinesa modificada: biotecnologia e aplicações na agricultura e na saúde. Embrapa, 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1077728/producao-de-cogumelos-por-meio-de-tecnologia-chinesa-modificada-biotecnologia-e-aplicacoes-na-agricultura-e-na-saude>

OEI, P. & van NIEUWENHUIJZEN, B. O cultivo de cogumelos em pequena escala.



CASA DO PRODUTOR RURAL

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA

"LUIZ DE QUEIROZ" – ESALQ/USP

Av. Pádua Dias 11. Caixa Postal 9
CEP: 13400-970. São Dimas, Piracicaba – SP.
(19) 3429-4178 – cprural@esalq.usp.br

Fundação Agromisa e CTA, 2006. Disponível em: <https://biowit.wordpress.com/wp-content/uploads/2010/11/agromisa-ad-40-p.pdf>

Elaborado por

Vitor Enzo Celestrino Oliveira Gregolin
Graduando em Engenharia Agrônômica
Estagiário da Casa do Produtor Rural
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – ESALQ- USP

Acompanhamento técnico

Prof. Nelson Sidnei Massola Junior
Departamento de Fitopatologia
Esalq/USP

Data de finalização

30/08/2024