



Produção de cogumelos comestíveis em substratos orgânicos

Gerusa Pauli Kist Steffen
Ricardo Bemfica Steffen
Vicente Guilherme Handte
Artur Fernando Poffo Costa
Angelo Piaia
Rosana Matos de Moraes



GOVERNO DO ESTADO
RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DA AGRICULTURA,
PECUÁRIA E IRRIGAÇÃO

GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E DESENVOLVIMENTO
RURAL
DEPARTAMENTO DE DIAGNÓSTICO E PESQUISA AGROPECUÁRIA

CIRCULAR

DIVULGAÇÃO TÉCNICA

PRODUÇÃO DE COGUMELOS COMESTÍVEIS EM
SUBSTRATOS ORGÂNICOS

Autores

Gerusa Pauli Kist Steffen
Ricardo Bemfica Steffen
Vicente Guilherme Handte
Artur Fernando Poffo Costa
Angelo Piaia
Rosana Matos de Moraes

Porto Alegre, RS

2020

Governador do Estado do Rio Grande do Sul: Eduardo Figueiredo Cavalheiro Leite.

Secretário da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural: Luis Antonio Franciscatto Covatti.

Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária

Rua Gonçalves Dias, 570 – Bairro Menino Deus

Porto Alegre | RS – CEP: 90130-060

Telefone: (51) 3288.8000

<https://www.agricultura.rs.gov.br/ddpa>

Diretor: Caio Fábio Stoffel Efrom

Comissão Editorial:

Bruno Brito Lisboa; Lia Rosane Rodrigues (presidente); Larissa Bueno Ambrosini; Loana Silveira Cardoso (vice-presidente); Marioni Dornelles da Silva; Rovaina Laureano Doyle.

Arte: Rodrigo Nolte Martins

Catálogo e normalização: Marioni Dornelles da Silva CRB-10/1978

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

P964 Produção de cogumelos comestíveis em substratos orgânicos / Gersa Pauli Kist...[et al]. – Porto Alegre : SEAPDR / DDPA, 2020. 36 p. ; il. – (Circular: divulgação técnica, ISSN 2675-1348; 3).

Continuação de Circular Técnica, 1995-2016.

1. Horticultura. 2. Fungos comestíveis. 3. Cogumelo Shimeji. 4. Substrato orgânico. I. Steffen, Gersa Pauli Kist. II. Série.

CDU 635.8

REFERÊNCIA

STEFFEN, Gersa Pauli Kist *et al.* **Produção de cogumelos comestíveis em substratos orgânicos.** Porto Alegre: DDPA, 2020. (Circular: divulgação técnica, 3).

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	09
2 OS FUNGOS	12
3 FUNGOS COMESTÍVEIS	13
4 MERCADO NACIONAL E INTERNACIONAL DE COGUMELOS	15
5 ESPÉCIES DE COGUMELOS MAIS PRODUZIDAS COMERCIALMENTE	16
6 FATORES DE PRODUÇÃO DE COGUMELOS	22
7 ESCOLHA DO SUBSTRATO	24
8 RESULTADOS DE PESQUISA SOBRE SUBSTRATOS..	26
9 ESTERILIZAÇÃO DO SUBSTRATO	29
10 ETAPAS DE CULTIVO	31
11 CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
AGRADECIMENTOS	35
REFERÊNCIAS	36

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Cogumelos comestíveis do tipo Shimeji em diferentes formas de preparos. Frescos (A) e fritos na manteiga (B) 13

Figura 2. Tipos de cogumelos mais consumidos e produzidos no Brasil: Champignon de Paris (A), Shimeji (B) e Shiitake (C) 17

Figura 3. Tipos de Shimeji mais produzidos e comercializados no Brasil e no mundo. Shimeji branco (A), Shimeji preto (B), Hiratake salmão (C), Shimeji marrom (D), Shimeji amarelo (E) e Shimeji rei (F) 19

Figura 4. Aspecto visual que diferencia Shimeji (A) de Hiratake (B) 21

Figura 5. Colonização do micélio fúngico (corrida micelial) de Shimeji em substrato em fase mais inicial (A) e mais avançada de colonização (B) 22

Figura 6. Inóculo de Shimeji preto (*Pleurotus ostreatus*) prontas para inoculação dos substratos de produção 23

Figura 7. Mistura dos resíduos utilizados no preparo do substrato 25

Figura 8. Preenchimento das unidades de produção com o substrato (A), detalhe do fechamento individual (B) e

distribuição no cesto metálico para realização do processo de esterilização com calor (C)	30
Figura 9. Inoculação dos substratos esterilizados	31
Figura 10. Substrato para produção de Shimeji 100% colonizado após a fase escura	32
Figura 11. Primórdios fúngicos observados após a fase de indução de desenvolvimento	33
Figura 12. Frutificações de Hiratake salmão ocorrendo pelo orifício superior da unidade de produção (A) e frutificações de Shimeji preto através de orifícios laterais	33
Figura 13. Etapa de realização de aberturas em formato de “X” nas unidades de produção de Shimeji	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Qualidade nutricional de cogumelos Shimeji, composição média 14

Tabela 2. Tipos de Shimeji mais produzidos e comercializados no Brasil e no mundo 18

Tabela 3. Composição de substratos adequados para a produção comercial de Shimeji 28

CIRCULAR

DIVULGAÇÃO TÉCNICA

PRODUÇÃO DE COGUMELOS COMESTÍVEIS EM SUBSTRATOS ORGÂNICOS

Gerusa Pauli Kist Steffen¹, Ricardo Bemfica Steffen²,
Vicente Guilherme Handte³, Artur Fernando Poffo Costa⁴,
Angelo Piaia⁵, Rosana Matos de Moraes⁶

¹Pesquisadora, Dr^a em Ciência do Solo, Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa em Florestas. ge.pauli@yahoo.com.br

²Pesquisador, Pós-doutor em Manejo Biodinâmico do Solo. agronomors@gmail.com

³Engenheiro Agrônomo, Produtor de Shimeji. vicenteghandte@gmail.com

⁴Engenheiro Agrônomo, Mestrando no Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo - UFSM. arturpoffo@gmail.com

⁵Engenheiro Agrônomo, Especialista no cultivo de cogumelos comestíveis, Consultor em agricultura orgânica. fitobioorganica@gmail.com

⁶Pesquisadora, Dr^a em Fitotecnia, Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa em Florestas. entomoraes@yahoo.com.br

APRESENTAÇÃO

Com um mercado em plena expansão na última década, principalmente pela busca de alimentação mais saudável e o crescente interesse pela culinária "gourmet", o cultivo de cogumelos comestíveis, produto de alto valor agregado, se apresenta como uma possibilidade de renda extra ao produtor rural.

Assim, esta publicação do DDPA/SEAPDR traz informações sobre a produção e comercialização de cogumelos comestíveis no Brasil, cultivo que exige atenção aos detalhes.

Nesta Circular de Divulgação Técnica do DDPA, respostas para perguntas como: quais as espécies podem ser produzidas? Que tipos de instalações são necessárias para a produção? Quais substratos são indicados para o crescimento dos cogumelos?

Conheça um pouco mais dos benefícios e possibilidades deste cultivo. Bom proveito!

Dr. Caio Fábio Stoffel Efrom

Diretor

Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária

1 INTRODUÇÃO

O consumo de cogumelos e o interesse pela atividade de cultivo vêm crescendo muito entre os brasileiros, o que tem despertado o interesse de muitos agricultores na produção comercial de fungos comestíveis.

A abertura deste novo nicho de mercado tem chamado a atenção dos públicos urbano e rural, seja com o objetivo de produção para consumo próprio ou para comercialização em feiras orgânicas e mercados especializados. As propriedades benéficas à saúde, a qualidade nutricional, o sabor diferenciado e único, denominado “umami” e o sucesso dos cogumelos em programas de culinária são alguns dos fatores responsáveis pelo aumento do interesse da população em consumir algumas espécies de fungos, principalmente na forma fresca.

O cultivo de cogumelos em substratos representa uma fonte interessante de renda para pequenas e médias propriedades rurais, pois cogumelos frescos possuem elevada demanda de mercado e alto valor agregado. Embora seja uma tecnologia, a técnica de cultivo é considerada simples, não exigindo investimento elevado, podendo ser realizada através da adaptação de estruturas já existentes na propriedade. No entanto, por ser uma técnica de cultivo que envolve a manipulação de organismos vivos e a produção de um alimento, exige capacitação prévia com profissionais especializados. A realização de um curso técnico ou consultoria especializada certamente assegurará o sucesso na atividade de cultivo de cogumelos.

Esta publicação técnica é fruto de trabalhos de pesquisa que vem sendo desenvolvidos no Centro de Pesquisa em

Florestas de Santa Maria/RS, desde o ano de 2018. A partir da realização de um curso técnico sobre o cultivo de cogumelos Shimeji em substratos, o qual foi ministrado pelo Engenheiro Agrônomo Angelo Piaia, formou-se um grupo de pessoas interessadas em desenvolver a técnica de forma eficiente através da colaboração mútua. Este grupo existe até os dias de hoje e possibilita a troca constante de informações, experiências e insumos, servindo de incentivo para todos os membros que buscam desenvolver este tipo especial de cultivo.

Embora existam diferentes tipos de cogumelos com possibilidade de produção em escala comercial, esta circular técnica abordará somente aspectos relativos ao cultivo de cogumelos Shimeji em substratos orgânicos. A escolha pelo cultivo de Shimeji levou em consideração a facilidade e a rapidez da técnica de produção, e a menor necessidade de investimentos quando comparado ao cultivo de outros tipos de cogumelos comestíveis, como o Shiitake e o Champignon de Paris.

Por se tratar de uma atividade econômica, é importante que sejam apresentados alguns números médios de produtividade e lucratividade esperada para o cultivo de Shimeji. A produtividade deste tipo de cogumelos frescos é estimada com base na massa úmida do substrato, sendo que a maioria dos substratos proporciona produção de cogumelos frescos na faixa de 20% da massa úmida do substrato. Ou seja, cada unidade de produção contendo 1 kg de substrato úmido produzirá 200 gramas de cogumelos frescos durante o ciclo produtivo, que é de 60 dias. Portanto, considerando que um produtor possua uma sala de 12 metros quadrados (4m x 3m), com capacidade média para 600 kg de substrato ou 600

unidades de produção contendo 1 kg de substrato cada, ao final de 60 dias terão sido produzidos em torno de 120 kg de cogumelos frescos.

Através do manejo de produção escalonada, estes 120 kg de cogumelos frescos serão colhidos durante oito semanas, correspondendo a 15 kg semanais. Se o produtor comercializar sua produção semanal ao custo de R\$ 40,00 o quilograma fresco, sua renda bruta semanal será de R\$ 600,00. Considerando que os custos médios de produção giram em torno de 40%, este produtor terá retorno líquido mensal de R\$ 1.440,00.

2 OS FUNGOS

Os fungos são seres extraordinários que habitam o planeta Terra há aproximadamente 500 milhões de anos. Por trás da diversidade fascinante e exuberante de formas e cores que exibem na natureza, escondem um mundo de finalidades e possibilidades, que aos poucos vem sendo desvendado pela ciência.

Essenciais para a manutenção das formas de vida do planeta, os fungos desempenham a importante função de transformar materiais orgânicos, ou seja, de decompor resíduos vegetais e animais em compostos assimiláveis pelas plantas (TIMM, 2018). Algumas espécies possuem habilidades que vão além da ciclagem de nutrientes, o que as tornam potenciais fontes de alimento e compostos benéficos para a saúde humana.

No mundo, existem em torno de 45 mil espécies de cogumelos, mas nem todas podem ser consumidas. Na verdade, é necessário ter muito cuidado ao coletar cogumelos diretamente na natureza sem o conhecimento das espécies, já que algumas são altamente tóxicas e facilmente confundidas com espécies comestíveis. Portanto, o recomendado é consumir espécies de fungos comprovadamente comestíveis e produzidas em condições controladas. Assim, além de evitar possíveis intoxicações, estará garantido o consumo de um alimento seguro, de alta qualidade e valor nutricional.

No Brasil, o banco de material genético de cogumelos conta com mais de 300 espécies e linhagens comestíveis. No entanto, apenas vinte espécies são cultivadas com fins comerciais e destinadas ao consumo humano.

3 FUNGOS COMESTÍVEIS

O consumo de cogumelos não é um hábito moderno, data de aproximadamente 1000 anos antes de Cristo. Há registros dos usos alimentar e medicinal de cogumelos por povos egípcios, pelo Império Romano e, na América Central, pelas civilizações pré-colombianas.

Além do sabor agradável, o consumo de cogumelos apresenta benefícios nutricionais e terapêuticos, sendo por este motivo considerado um alimento nutracêutico e de alto valor gastronômico (Figura 1). Em outras palavras, além do aspecto nutricional, os cogumelos possuem compostos que proporcionam benefícios à saúde (CHANG; MILES, 2004). Os efeitos positivos incluem a melhoria do sistema imunológico, redução na absorção do colesterol, efeitos sobre as atividades digestivas e regulação da coagulação do sangue. A redução do colesterol no sangue se deve à presença de um composto denominado lovastatina.



Figura 1. Cogumelos comestíveis do tipo Shimeji em diferentes formas de preparos. Frescos (A) e fritos na manteiga (B). Fonte: Gerusa Pauli Kist Steffen (A); Vicente Guilherme Handte (B).

Quanto ao valor nutricional, os cogumelos comestíveis apresentam alto teor de proteínas e fibras alimentares, reduzido teor de gordura, baixas calorias e elevada concentração de vitaminas do complexo B e minerais, como cálcio, potássio, fósforo e iodo (Tabela 1).

Tabela 1. Qualidade nutricional de cogumelos Shimeji, composição média. Fonte: Furlani e Godoy (2007).

Composição	Teor
Carboidratos (%)	65,82
Sólidos totais (%)	9,23
Proteína (%)	22,22
Lipídios (%)	4,30
Fibra alimentar (%)	39,62
Cinzas (%)	7,65
Ácido ascórbico (mg 100 g ⁻¹)	6,50
Fósforo (mg 100 g ⁻¹)	109,7

Certamente, as descobertas dos inúmeros benefícios que os cogumelos proporcionam à saúde humana têm contribuído para o aumento da demanda por este tipo de alimento. E é justamente o crescimento da demanda por fungos comestíveis que tem incentivado novos empreendedores a ingressarem nesta atividade ainda pouco explorada, mas que possui um vasto potencial mercadológico.

Mas por que cultivar fungos? Eles não podem ser coletados diretamente na natureza?

Algumas espécies comestíveis crescem de forma abundante na natureza, especialmente na estação do outono,

quando a temperatura e a umidade do solo e do ar se encontram em condições que favorecem seu desenvolvimento. No entanto, as pessoas que apreciam fungos desejam consumi-los como alimento o ano inteiro, não somente no outono. Aliado a isso, o fato de haver uma diversidade muito grande de espécies e dificuldade de diferenciação segura entre espécies tóxicas e comestíveis, a prática de caça aos cogumelos pode ser muito perigosa entre pessoas que não dominam o conhecimento das espécies. Portanto, a forma mais segura de consumir cogumelos é através da aquisição direta de produtores especializados ou estabelecimentos comerciais.

4 MERCADO NACIONAL E INTERNACIONAL DE COGUMELOS

A elevada aceitação e procura por cogumelos frescos para incrementar a dieta do dia-a-dia abriram as portas para um novo mercado no Brasil. O consumo de cogumelos pelos brasileiros ainda é baixo em comparação a outros países. Segundo informações publicadas pela Associação Nacional dos Produtores de Cogumelos (ANPC, 2018) o consumo anual de cogumelos no Brasil é de 360 gramas por pessoa, uma quantidade bem inferior à observada em países europeus e asiáticos, onde o consumo anual costuma ultrapassar os dois e oito quilogramas por pessoa, respectivamente.

O mercado mundial de cogumelos movimenta 35 bilhões de dólares anualmente. Estimativas apontam para um crescimento de 9 a 12% no volume comercializado até 2021. No Brasil, a maior produção de cogumelos está concentrada no estado de São Paulo, onde aproximadamente 500

produtores movimentam R\$ 21 milhões. De acordo com a Associação Brasileira de Produtores de Cogumelos (ABPC, 2020), a produção no Brasil gera em torno de 3000 empregos diretos.

O Brasil está longe de produzir o suficiente para abastecer o mercado interno. A produção de 12 mil toneladas de cogumelos *in natura* não suprem a demanda interna do país, sendo necessária a importação de cogumelos de países como China, que lidera o ranking dos países com maior produção. Estados Unidos, Itália e Holanda também estão no topo da lista dos maiores produtores (FAO, 2017). Estes dados apontam para um importante nicho de mercado em ascensão no Brasil, o qual possui potencial para diversificar as atividades e gerar novas fontes de renda no campo, fortalecendo a agricultura familiar.

5 ESPÉCIES DE COGUMELOS MAIS PRODUZIDAS COMERCIALMENTE

Dentre os tipos mais consumidos e produzidos no Brasil, destacam-se o Champignon de Paris (*Agaricus bisporus*), o Shimeji (*Pleurotus* spp.) e o Shiitake (*Lentinula edodes*) (URBEN, 2018), com produção de 9 mil, 8,5 mil e 5 mil toneladas anuais, respectivamente (Figura 2).

Cabe ressaltar, que cada um destes tipos de cogumelos possui especificidades para sua produção em escala comercial. Portanto, a escolha da tecnologia de cultivo, do tipo de instalação e dos insumos necessários dependerá do tipo de cogumelo que se deseja produzir. Ou seja, o primeiro passo é a definição da espécie que será produzida.

As diferentes variedades de Shimeji são produzidas em substratos orgânicos, através de uma técnica denominada de

cultivo axênico. Nesta forma de produção, os cogumelos são produzidos em substrato esterilizado e enriquecido com nutrientes, utilizando-se embalagens plásticas, de vidro ou policloreto de vinila (PVC). Desta forma, os fungos crescem sem competição com outros microrganismos e com maior produtividade.



Figura 2. Tipos de cogumelos mais consumidos e produzidos no Brasil: Champignon de Paris (A), Shimeji (B) e Shiitake (C). Fonte: Gerusa Pauli Kist Steffen (A, B, C).

Os cogumelos Champignon de Paris também são produzidos em substratos, porém através de outra técnica, que exige uma etapa prévia de compostagem.

Já os cogumelos conhecidos como Shiitake são mundialmente conhecidos pelo cultivo em toras de madeira, distribuídas em ambiente natural de floresta ou em meio artificial, em galpões rústicos. No entanto, devido ao longo período necessário para a frutificação do Shiitake produzido no sistema de toras, que normalmente leva em torno de nove meses para o início das frutificações, existe a possibilidade de

produzir Shiitake em substratos orgânicos, através de cultivo axênico.

Dentre as espécies de cogumelos comestíveis, as do gênero *Pleurotus*, popularmente conhecidas por Shimeji ou Hiratake, são as mais fáceis e baratas de cultivar (Tabela 2 e Figura 3).

Tabela 2. Tipos de Shimeji mais produzidos e comercializados no Brasil e no mundo.

Nome comum	Nome científico
Shimeji preto ou cogumelo ostra	<i>Pleurotus ostreatus</i>
Shimeji branco	<i>Pleurotus ostreatus</i>
Shimeji marrom ou cogumelo ostra marrom	<i>Pleurotus pulmonarius</i>
Shimeji salmão ou cogumelo ostra rosa	<i>Pleurotus djamor</i>
Shimeji amarelo ou cogumelo ostra dourado	<i>Pleurotus citrinopileatus</i>
Shimeji rei	<i>Pleurotus eryngii</i>

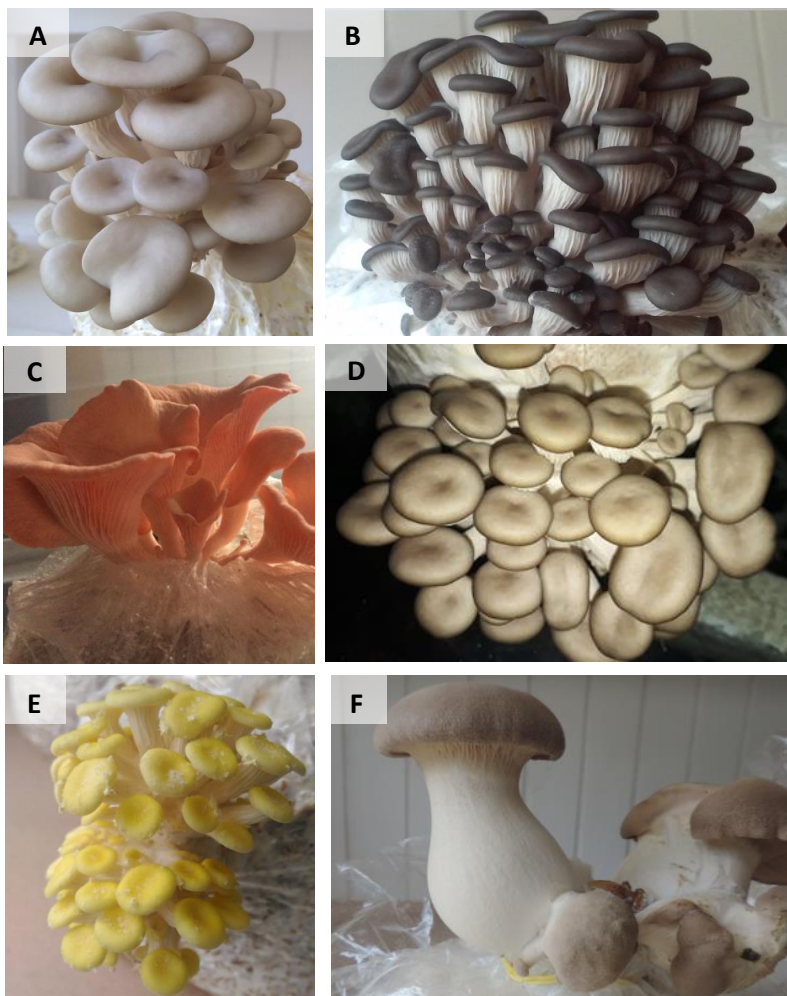


Figura 3. Tipos de Shimeji mais produzidos e comercializados no Brasil e no mundo. Shimeji branco (A), Shimeji preto (B), Hiratake salmão (C), Shimeji marrom (D), Shimeji amarelo (E) e Shimeji rei (F). Fonte: Gerusa Pauli Kist Steffen (A, B, E, F); Vicente Guilherme Handte (C); Angelo Piaia (D).

As diferenças entre as nomenclaturas Shimeji e Hiratake residem mais no campo gastronômico, já que as espécies são as mesmas. A diferença se dá pelo tamanho e pela forma do “chapéu” do cogumelo, sendo denominado de Shimeji quando os cogumelos forem pequenos, com chapéu medindo até 4 cm de diâmetro. Já o Hiratake é colhido em estágio mais avançado de crescimento, com tamanho do chapéu variando entre 4 e 10 cm. Por apresentarem crescimento rápido, o que demanda colheitas diárias para a comercialização, dependendo do momento da colheita dos cogumelos, o produtor poderá colher Shimeji ou Hiratake da mesma unidade de produção (Figura 4).

A opção pela produção de Shimeji ou Hiratake é uma escolha do produtor, o qual tomará a decisão conforme preferência dos seus clientes e do mercado.

Além das excelentes qualidades nutricionais e terapêuticas, os cogumelos Shimenji apresentam vantagens no processo de cultivo quando comparadas aos cogumelos Shiitake e Champignon, apresentando alta aceitação e potencial mercadológico.

Alguns dos fatores responsáveis pelo crescimento do cultivo de Shimeji são oriundos de características do fungo, que favorecem a produção em condições controladas. Dentre estas características estão a alta capacidade de adaptação ao meio, a rápida velocidade de crescimento do micélio fúngico e os elevados índices de produtividade. Naturalmente, são fungos decompositores de madeira, mas em condições controladas de cultivo, o Shimeji pode ser produzido em uma grande diversidade de substratos.



Figura 4. Aspecto visual que diferencia Shimeji (A) de Hiratake (B). Fonte: Gerusa Pauli Kist Steffen (A); Vicente Guilherme Handte (B).

É importante ressaltar que nem todo tipo de resíduo orgânico pode ser utilizado como substrato. É necessário utilizar composições adequadas e equilibradas para garantir a rápida “corrida micelial”, ou seja, a colonização do substrato pelo fungo (Figura 5), processo que irá refletir diretamente na qualidade e produtividade dos cogumelos.

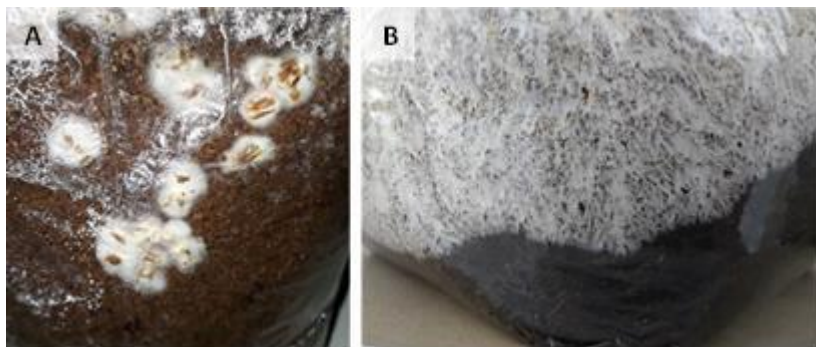


Figura 5. Colonização do micélio fúngico (corrida micelial) de Shimeji em substrato em fase mais inicial (A) e mais avançada de colonização (B). Fonte: Ricardo Bemfica Steffen (A, B).

6 FATORES DE PRODUÇÃO DE COGUMELOS

O sucesso no cultivo de cogumelos do tipo Shimeji depende de alguns fatores, que exigem o domínio da técnica e a escolha das instalações adequadas para o cultivo. Estes fatores podem ser divididos em nutricionais e ambientais, e interferem diretamente na qualidade e intensidade das frutificações.

Os fatores nutricionais estão relacionados à composição do substrato que será utilizado como fonte de crescimento e desenvolvimento dos cogumelos. Este é um fator fundamental, pois os substratos devem fornecer os nutrientes em quantidades adequadas, já que o excesso ou a escassez de nutrientes geram frutificações sem padrão comercial.

Dentre os fatores ambientais de maior importância estão a temperatura, a umidade relativa do ar, a concentração de gás carbônico (CO_2), a intensidade de iluminação e as trocas gasosas.

Além dos fatores relacionados à composição do substrato e às condições do ambiente, a qualidade do inóculo dos cogumelos (Figura 6) que será utilizado para inocular os substratos é fundamental para garantir o sucesso do empreendimento. Alguns produtores chamam o inóculo de semente ou “spaw”, por representar o princípio da técnica de cultivo em substratos.

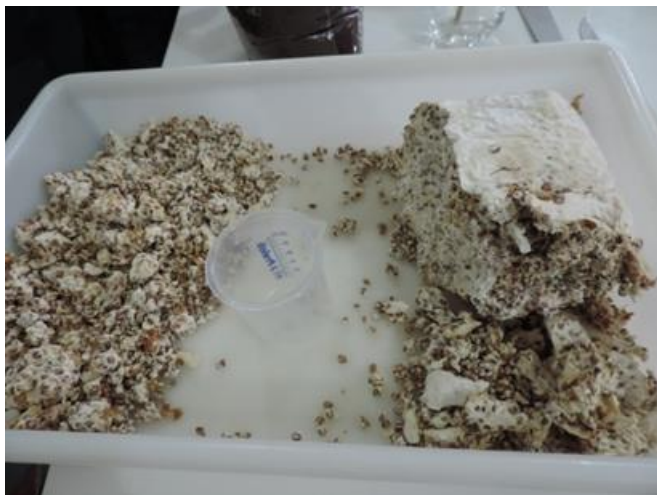


Figura 6. Inóculo de Shimeji preto (*Pleurotus ostreatus*) prontas para inoculação dos substratos de produção. Fonte: Gerusa Pauli Kist Steffen.

As culturas puras são produzidas em laboratório, utilizando materiais e ambiente esterilizados, para garantir que não haja presença de contaminantes, o que poderia comprometer e inviabilizar toda a técnica de produção pelos produtores. Por este motivo, normalmente os produtores de cogumelos adquirem o inóculo com empresas ou produtores

especializados, que conseguem garantir a qualidade do inóculo das diferentes espécies de cogumelos comestíveis.

7 ESCOLHA DO SUBSTRATO

Um dos aspectos de maior relevância para o sucesso da produção comercial de cogumelos é a composição do substrato, que pode representar um dos componentes de maior custo no processo produtivo, dependendo das escolhas do produtor. O balanço nutricional é fundamental, pois o substrato ideal deve suprir os nutrientes necessários adequadamente, já que tanto o excesso quanto a deficiência de nutrientes pode inviabilizar a produção de cogumelos.

Substratos muito ricos em nutrientes favorecem a multiplicação de microrganismos contaminantes, que competem com os fungos comestíveis, tornando os cogumelos impróprios para o consumo. Por outro lado, substratos muito pobres podem retardar ou impossibilitar o crescimento das espécies de Shimeji inoculadas, provocando prejuízos à produção.

Além da questão nutricional, os substratos ainda devem ser capazes de reter umidade em níveis adequados para o crescimento do micélio e favorecer o acondicionamento nas embalagens de produção, assim como apresentar alta disponibilidade e baixo custo para o produtor.

O preparo do substrato pode ser realizado sobre uma lona plástica, através da homogeneização e hidratação dos diferentes resíduos que irão compor o substrato final (Figura 7).

Os substratos normalmente utilizados pelos produtores de Shimeji são compostos por serragem, resíduos de culturas agrícolas, tais como palhas de gramíneas e leguminosas,

sabugo de milho, casca de arroz, bagaço de cana, feno, entre outros materiais, inclusive papelão. Farinhas de milho e soja são utilizadas nas composições para elevar a qualidade nutricional e assim, aumentar a produtividade e a eficiência biológica dos substratos.



Figura 7. Mistura dos resíduos utilizados no preparo do substrato. Fonte: Ricardo Bemfica Steffen.

No entanto, o uso dessas farinhas que são as mesmas utilizadas para o consumo humano, acaba elevando os custos de produção em até 50%. Porém, no caso do produtor de cogumelos ser também um produtor de cereais, tendo disponibilidade para beneficiar os grãos e produzir farinha de trigo, milho ou arroz na sua propriedade, certamente o custo final dos substratos será reduzido, viabilizando a utilização das farinhas.

Pensando em substituir o uso de farinhas na composição de substratos, pesquisadores do DDPA iniciaram

um projeto no Centro de Pesquisa em Florestas (Santa Maria, RS), o qual contou com a colaboração de profissionais técnicos ligados à atividade de produção de cogumelos comestíveis.

Inúmeros ensaios foram conduzidos com o objetivo de encontrar substratos eficientes, de baixo custo e, principalmente, sem o uso de farinhas utilizadas para consumo humano, apenas utilizando resíduos de outras atividades, para a produção comercial de três espécies de Shimeji (Shimeji preto, Shimeji marrom e Shimeji rei). Embora o uso de farinhas seja eficiente para elevar a qualidade nutricional dos substratos, é preferível e recomendável utilizar resíduos para a produção de alimentos, e não um alimento para produzir outro alimento.

8 RESULTADOS DAS PESQUISAS SOBRE SUBSTRATOS

Foram testados diversos resíduos orgânicos para a composição dos substratos: serragem, maravalha, pó de café, erva-mate, casca de arroz, grãos de arroz sem valor comercial⁷ e vermicomposto de esterco bovino. Todas as composições avaliadas foram comparadas ao substrato padrão usualmente utilizado e recomendado por consultores técnicos da área de cultivo de cogumelos. Este foi constituído por uma mistura de serragem (80%) e farinha de milho (20%)

⁷ Os grãos de arroz sem valor comercial correspondem a uma mistura de grãos quebrados de diferentes variedades e tipos de arroz, que ficam retidos nas peneiras durante o processo de beneficiamento. Por não apresentarem valor comercial, acabam se tornando um resíduo sem utilidade em indústrias de beneficiamento de arroz.

e foi utilizado no ensaio com o objetivo de proporcionar uma comparação entre a eficiência produtiva dos substratos propostos e a formulação padrão.

Alguns dos substratos avaliados apresentaram eficiência biológica igual ou superior ao substrato padrão recomendado para o cultivo de Shimeji, demonstrando que é possível substituir o uso de farinhas próprias para consumo humano, por resíduos orgânicos sem valor comercial. Os substratos que proporcionaram rápida corrida micelial, cogumelos com padrão comercial, eficiência biológica e longevidade produtiva⁸ estão listadas na Tabela 3.

A eficiência biológica é uma variável importante para definição do substrato a ser utilizado nos cultivos, pois estima a produtividade média de cogumelos frescos em relação à massa fresca de substrato úmido. É recomendável o uso de substratos que apresentam eficiência biológica próxima a 20%, o que significa que para cada 100 kg de substrato úmido, espera-se uma produtividade de 20 kg de cogumelos frescos.

Dentre os substratos sugeridos e avaliados pela equipe do Centro de Pesquisa em Florestas, um em especial apresentou relevante destaque, por resultar em eficiência biológica de 27,84%. Este resultado foi obtido para o substrato composto por serragem de eucalipto (50%), grãos de arroz sem valor comercial (20%), casca de arroz (20%) e vermicomposto (10%), sendo que o substrato padrão apresentou eficiência biológica de 17,93%.

⁸ O termo longevidade produtiva refere-se à capacidade do substrato frutificar mais vezes e por um período mais longo de tempo.

Tabela 3. Composição de substratos adequados para a produção comercial de Shimeji.

Substratos adequados para produção de Shimeji	
1	Serragem de eucalipto (50%), grãos de arroz sem valor comercial (50%), cal hidratada e água
2	Serragem de eucalipto (50%), grãos de arroz sem valor comercial (20%), casca de arroz (20%), vermicomposto (10%), cal hidratada e água
3	Grãos de arroz sem valor comercial (50%), casca de arroz (50%), cal hidratada e água
4	Maravalha de eucalipto (50%), grãos de arroz sem valor comercial (50%), cal hidratada e água
5	Substrato padrão: Serragem de eucalipto (80%), farinha de milho (20%), cal hidratada e água

Os resultados alcançados representam um avanço importante da pesquisa na busca por substratos alternativos e eficientes para a produção de cogumelos comestíveis. São importantes do ponto de vista econômico e sustentável da atividade de produção de cogumelos, por possibilitar significativa redução dos custos de produção e o melhor aproveitamento de resíduos orgânicos.

9 ESTERILIZAÇÃO DO SUBSTRATO

O processo de esterilização dos substratos possui o objetivo de eliminar microrganismos contaminantes presentes nos resíduos que irão compor o substrato final de produção. É recomendada a técnica de pasteurização, que utiliza o calor gerado pela exposição ao vapor como forma de eliminação dos microrganismos.

Nesta técnica, diversas unidades de produção preenchidas com substrato são colocadas dentro de um cesto metálico, o qual é colocado dentro de uma panela contendo água. A panela permanece no fogo durante cinco a seis horas. Durante este processo, deve-se acompanhar o volume de água no interior da panela para evitar que o nível de água fique muito baixo devido à evaporação. Passado este período, as unidades de produção são retiradas do cesto e armazenadas em superfície limpa até atingirem temperatura do ambiente (Figura 8).

O processo de pasteurização difere da esterilização em autoclave pela inexistência de aumento de pressão, que acelera a morte dos microrganismos presentes.

Alguns produtores de Shimeji utilizam cal hidratada para proporcionar a redução da atividade de microrganismos nos substratos. Embora não seja suficiente para esterilizar completamente os substratos, a técnica inibe o crescimento da maioria dos microrganismos que poderia contaminar o substrato e prejudicar o cultivo de cogumelos. A técnica consiste no preparo de uma solução de cal na concentração de 2 a 3%. Os resíduos utilizados para a composição dos substratos devem permanecer imersos na solução de cal durante 24 horas, sendo posteriormente drenada.



Figura 8. Preenchimento das unidades de produção com o substrato (A), detalhe do fechamento individual (B) e distribuição no cesto metálico para realização do processo de esterilização com calor (C). Fonte: Gerusa Pauli Kist Steffen (A, B, C).

10 ETAPAS DE CULTIVO

São três etapas de cultivo: inoculação, colonização e desenvolvimento dos cogumelos.

A) **Inoculação:** corresponde à adição da cultura pura (inóculo) da espécie de cogumelos que se deseja produzir na porção superior do substrato esterilizado. Em uma superfície previamente limpa e desinfestada com solução de álcool 70%, abrir as embalagens contendo o substrato esterilizado e adicionar o inóculo na quantidade de 2 a 5% da massa fresca do substrato úmido. Na sequência, as embalagens são fechadas e transferidas para ambiente escuro.



Figura 9. Inoculação dos substratos esterilizados. Fonte: Gerusa Pauli Kist Steffen.

B) **Colonização:** esta fase de cultivo também é conhecida como fase escura por ser realizada em ambiente com completa ausência de luz. O tempo de duração varia de acordo com o tipo de substrato. Geralmente, são necessários de 15 a 25 dias para que ocorra a completa colonização do micélio fúngico na parte externa do substrato (Figura 10).

Nesta fase, a temperatura ideal para Shimeji é de 24 °C e a umidade relativa do ar em torno de 70%.



Figura 10. Substrato para produção de Shimeji 100% colonizado após a fase escura. Fonte: Vicente Guilherme Handte.

C) Desenvolvimento dos cogumelos: esta fase compreende o período produtivo, que pode durar até 60 dias, de acordo com a qualidade do substrato e das condições ambientais. É realizada em presença de luminosidade natural ou artificial (1000 a 1500 lux) com períodos intercalados de luz e escuro. A temperatura ideal encontra-se entre 18 a 25 °C dependendo da espécie de Shimeji e umidade relativa do ar entre 90 e 95%. Inicia com a observação do surgimento dos primórdios fúngicos, que são as estruturas responsáveis pelo início das frutificações (Figura 11).

Dependendo do tipo de embalagem utilizada pelo produtor, as frutificações podem crescer a partir de um único orifício ou a partir de aberturas realizadas nas laterais da embalagem (Figura 12).



Figura 11. Primórdios fúngicos observados após a fase de indução de desenvolvimento. Fonte: Ricardo Bemfica Steffen.



Figura 12. Frutificações de Hiratake salmão ocorrendo pelo orifício superior da unidade de produção (A) e frutificações de Shimeji preto através de orifícios laterais. Fonte: Angelo Piaia (A); Artur Fernando Poffo Costa (B).

No caso do produtor optar pelas frutificações laterais, pequenos cortes em forma de “X” devem ser realizados nas laterais das unidades de produção com auxílio de lâmina previamente esterilizada em solução de álcool 70%. Podem ser realizadas 4 incisões equidistantes na porção superior do substrato, logo abaixo do filtro de algodão.



Figura 13. Etapa de realização de aberturas em formato de “X” nas unidades de produção de Shimeji. Fonte: Ricardo Bemfica Steffen.

11 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos últimos dez anos, a produção de cogumelos comestíveis no Brasil se profissionalizou, criando mercado interessante tanto para a produção e comercialização dos cogumelos, quanto para fornecedores de insumos necessários para o desenvolvimento da técnica. Dentre estes insumos, a multiplicação do inóculo ou culturas puras das espécies comestíveis e a produção de substratos inoculados e não inoculados, são os mais procurados pelos produtores

comerciais que visam ampliar seu negócio ou facilitar as atividades de produção.

Como toda atividade técnica, o sucesso do cultivo de cogumelos exige capacitação prévia, para que os futuros produtores dominem a técnica e alcancem o êxito em seu empreendimento.

Um dos gargalos mais relevantes e frequentemente enfrentados pelos produtores artesanais e comerciais de Shimeji é o custo do substrato. Esta foi a principal motivação do projeto desenvolvido no DDPA, que resultou na descoberta de composições alternativas, eficientes e de baixo custo para a constituição de substratos de cultivo de Shimeji. A equipe espera dar continuidade à realização de ensaios de pesquisa, visando contribuir ainda mais com a cadeia produtiva de cogumelos comestíveis no Brasil.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária (DDPA) da Secretaria da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural (SEAPDR) pelo suporte financeiro aos ensaios de pesquisa, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelas bolsas de iniciação científica.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PRODUTORES DE COGUMELOS - ANPC. **Cogumelos ganham mercado**. 2018. Disponível em: <https://www.opopular.com.br/noticias/economia/cogumelos-ganham-o-mercado-1.1710231>. Acesso em: 16 abr. 2020.

CHANG, S. T.; MILES, P. G. **Mushrooms - Cultivation, nutritional value, medicinal effect, and environmental impact**. Boca Raton: CRC Press LLC, 2004. 240 p.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA - FAO. **Faostat – Statistics Database**. 2017. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 5 maio 2020.

FURLANI, P. Z.; GODOY, H. T. Valor nutricional de cogumelos comestíveis. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 1, p. 154-157, jan./mar. 2007.

TIMM, J. M. **Primavera fungi: guia de fungos do Sul do Brasil**. Porto alegre: Via Sapiens, 2018. 333 p.

URBEN, A. F. **Produção de cogumelos por meio de tecnologia chinesa modificada**. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2018. 272 p.

Secretaria de Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural do RS
Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária

Avenida Getúlio Vargas, 1384 - Menino Deus
CEP 90150-004 - Porto Alegre - RS
Fone: (51) 3288-8000

www.agricultura.rs.gov.br/ddpa