

**CENTRO PAULA SOUZA  
ETEC BENEDITO STORANI  
Técnico em Agropecuária**

**Ana Luiza Montagner Teixeira  
Beatriz Silva Novais  
Keila Santos de Oliveira  
Laura Santos Alcântara  
Tiago Alvarenga Pedroso**

**ESTUDO DO DESENVOLVIMENTO DO COGUMELO SHIMEJI  
(*Pleurotus ostreatus*) EM SUBSTRATO DE BAGAÇO DE CANA-  
DE-AÇÚCAR (*Saccharum officinarum*)**

**Jundiaí  
2023**

**Ana Luiza Montagner Teixeira**

**Beatriz Silva Novais**

**Keila Santos de Oliveira**

**Laura Santos Alcântara**

**Tiago Alvarenga Pedroso**

**ESTUDO DO DESENVOLVIMENTO DO COGUMELO SHIMEJI  
(*Pleurotus ostreatus*) EM SUBSTRATO DE BAGAÇO DE CANA-  
DE-AÇÚCAR (*Saccharum officinarum*)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico de Agropecuária Integrado ao Ensino Médio da Etec Benedito Storani, orientado pela Prof.<sup>a</sup> Suzana C. Quintanilha, como requisito parcial para obtenção do **Título de Técnico em Agropecuária**.

**Jundiaí**

**2023**

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, agradecemos a Deus pela força, saúde e proteção durante esses três anos.

Aos nossos pais pelo amor incondicional e apoio durante a nossa jornada acadêmica.

Aos nossos irmãos por sempre estarem conosco e pelo auxílio nos momentos difíceis.

Aos nossos professores, em especial Suzana Cristina Quintanilha e João Paulo Lopes, pela orientação e suporte.

Ao professor Daniel pela ajuda na parte prática do nosso trabalho de conclusão de curso.

A Maiara pela ajuda na formatação desse trabalho.

Aos motoristas da linha 942, Lourival e a professora Alejandra pelas caronas.

A empresa Funghi e Flora pela palestra e a doação dos micélios para a realização do trabalho.

Ao vendedor de caldo de cana local que nos doou seu bagaço.

## RESUMO

A produção de cogumelos tem crescido de forma exponencial pelo mundo nos últimos anos. O cogumelo shimeji, objeto de estudo dessa monografia, é o terceiro mais produzido no mundo. Esse alimento é uma fonte de nutrientes e proteínas com baixo teor de lipídios. Para a sua produção é necessário um substrato que apresente condições ideais para o seu desenvolvimento. O substrato de bagaço de cana-de-açúcar provou atender esses requisitos, apresentando bons resultados e sendo de fácil aquisição. Desse modo, esse trabalho teve como objetivo estudar o desenvolvimento inicial do cogumelo shimeji (*Pleurotus ostreatus*), linhagem shimeji branco, em substrato de bagaço de cana-de-açúcar. Para isso, foi necessário seguir metodologias pré-existentes na produção desse substrato, seguindo todas as etapas necessárias: aquisição da matéria-prima; regularização do pH e da relação carbono/nitrogênio; esterilização do substrato e inoculação dos micélios dentro do laboratório de microbiologia da Etec Benedito Storani. O micélio utilizado foi doado pela empresa especializada "Funghi e Flora". Após esse processo, foi observado a importância das condições ambientais, físicas e químicas para o desenvolvimento inicial do cogumelo shimeji no substrato de cana-de-açúcar. Por fim, os resultados obtidos exibem um estudo que ainda não foi finalizado, uma vez que não foi possível atingir todos os parâmetros recomendados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa).

**Palavras-chave:** cana-de-açúcar; cogumelo; produção; shimeji; substrato.

## ABSTRACT

Mushroom production has experienced exponential growth worldwide in recent years. The subject of this final paper is the shimeji mushroom, which ranks as the third most produced mushroom globally. This food item serves as a source of nutrients and proteins with low lipid content. Its production necessitates a substrate that provides ideal conditions for its development. The sugarcane bagasse substrate has proven to meet these requirements, demonstrating good results and being easily obtainable. Therefore, this work aimed to examine the initial development of the shimeji mushroom (*Pleurotus ostreatus*), specifically the white shimeji strain, in sugarcane bagasse substrate. To achieve this, it was essential to follow established methodologies for producing this substrate, encompassing all necessary steps: acquiring the raw material, adjusting the pH and carbon/nitrogen ratio, sterilizing the substrate, and inoculating the mycelia in the microbiology laboratory at Etec Benedito Storani. The mycelium used was donated by the specialized company 'Funghi e Flora.' Following this process, the significance of environmental, physical, and chemical conditions for the initial development of the shimeji mushroom in the sugarcane substrate was evaluated. Finally, the results obtained show a study that has not yet been finalized, since it was not possible to achieve all the parameters recommended by the Brazilian Agricultural Research Corporation (Embrapa).

**Keywords:** mushroom; shimeji; substrate; sugar cane; production.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Tabela 1 - Classificação taxonômica do <i>Pleurotus ostreatus</i> (cogumelo shimeji) .....	09
Tabela 2 - Componentes principais do bagaço de cana e seus respectivos teores energéticos.....	12
Figura 1- Representação do <i>P. Ostreatus</i> .....	09
Figura 2 - Obtenção do bagaço de cana do produtor local de garapa .....	17
Figura 3 - Trituração do bagaço no setor de bovinocultura .....	17
Figura 4 – Pesagem do bagaço de cana-de-açúcar triturado .....	18
Figura 5 – Correção do pH do substrato.....	18
Figura 6 - Sacos de polipropileno com a mistura do substrato .....	19
Figura 7 - Sacos de polipropileno com inóculos .....	19
Figura 8 - Sacos no germinador .....	19
Figura 9 - Início da frutificação .....	20
Figura 10 - Píleo fechado .....	21
Figura 11 - Píleo formado.....	21

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	07
2 DESENVOLVIMENTO .....	08
2.1 Revisão bibliográfica.....	08
2.1.1 <i>Taxonomia e características</i> .....	08
2.1.2 <i>Consumo e produção</i> .....	10
2.1.3 <i>Importância do cultivo</i> .....	10
2.1.4 <i>Substrato de Bagaço de cana-de- açúcar</i> .....	11
2.1.5 <i>Etapas do cultivo</i> .....	12
2.1.5.1 <u>Preparo do substrato</u> .....	12
2.1.5.2 <u>Produção de bagaço de cana-de-açúcar termo explodido</u> .....	13
2.1.5.3 <u>Preparo dos substratos para a inoculação</u> .....	13
2.1.5.4 <u>Preparo da semente, inoculação e incubação do substrato</u> .....	14
2.1.5.5 <u>Frutificação e colheita</u> .....	15
3 METODOLOGIA .....	16
3.1 Localização e descrição do trabalho .....	16
3.2 Desenvolvimento da parte prática.....	16
4 RESULTADOS.....	21
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	22
REFERÊNCIAS.....	23

## 1 INTRODUÇÃO

Através de registros fósseis é possível saber que os fungos estão presentes no mundo desde o Período Siluriano, tendo surgido entre 408 e 438 milhões de anos atrás, na era Paleozóica. Sua diversidade aumentou durante o Período Pensilvaniano, em torno de 300 milhões de anos atrás, e já incluía Basidiomicetos e Ascomicetos, com alguns corpos de frutificação, os cogumelos (ALEXOPOULOS, 1996).

Os fungos são microrganismos eucarióticos, pertencentes ao domínio Eukarya, podendo ser unicelulares (leveduras) ou multicelulares, micro ou macroscópicos. São os principais decompositores da natureza, desdobrando os produtos orgânicos e reciclando carbono, nitrogênio e outros compostos do solo (TORTORA et al., 2013). O cultivo de cogumelos comestíveis se trata de um sistema de bioconversão ecológica, uma vez que determinados fungos transformam resíduos agrícolas e vegetais em um alimento altamente nutritivo, sendo rico em proteínas, fibras, vitaminas, minerais, além de possuírem baixos teores de lipídios (ALBERTÓ, 2008).

Segundo Matilla et al. (2001) o consumo de cogumelo tem aumentado bastante na cultura ocidental. Isso se dá em parte, por causa da maior disponibilidade de recursos para produzir substratos.

Segundo Steffen (2020), a composição do substrato é um dos aspectos de maior relevância para o sucesso da produção comercial de cogumelos, 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 podem inviabilizar a produção de cogumelos.

Os substratos normalmente utilizados pelos produtores de Shimeji são compostos por serragem, resíduos de culturas agrícolas, tais como palhas de gramíneas e leguminosas, sabugos 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 (STEFFEN, 2020).

Diante deste contexto, o objetivo deste trabalho foi estudar o desenvolvimento inicial do fungo em substrato de bagaço de cana de açúcar (*Saccharum officinarum*).



## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 Revisão bibliográfica

#### 2.1.1 *Taxonomia e características*

Segundo Raven (2007), os fungos são organismos heterotróficos que, tempos atrás, foram considerados plantas primitivas sem clorofila. Evidências moleculares recentes sugerem que os fungos são mais próximos filogeneticamente aos animais do que aos vegetais. Os fungos têm forma de vida bem distinta dos outros seres vivos, o que os faz pertencer a um reino próprio – o reino Fungi. Embora alguns fungos sejam unicelulares, a maioria são pluricelulares formados por filamentos conhecidos como hifas, sendo o conjunto de hifas chamado de micélio. Nos filos Ascomycota e Basidiomycota as hifas são divididas por paredes transversais chamadas septos. Em Chytridiomycota e Zygomycota, os septos ocorrem somente na base de estruturas reprodutivas e em porções mais velhas e vacuolizadas das hifas (RAVEN, 2007).

A maioria dos fungos são multicelulares formando uma rede de lamentos denominados hifas, as quais podem ser septadas ou asseptadas (cenocíticas). O conjunto de hifas recebe o nome de micélio, um tecido próprio dos fungos responsável por todas as funções vegetativas do organismo. O componente principal da parede celular dos fungos é a quitina, porém outros polissacarídeos como mananas, galactanas e quitosanas substituem a quitina em algumas paredes celulares fúngicas (DUNLAP et al., 2010).

O *Pleurotus ostreatus* é um fungo pertencente ao reino Fungi, filo Basidiomycota, subfilo Agaricomycotina, classe Agaricomycetes, subclasse Agaricomycetidae, ordem Agaricales, família Pleurotaceae e gênero *Pleurotus*. Adicionalmente, é classificado como fungo da podridão branca da madeira, devido à forma que suas enzimas degradam a lignina, celulose e hemicelulose presentes em palhas, bagaços, serragens e diversos outros resíduos (ABREU et al., 2007).

O *P. ostreatus* é conhecido pelos orientais como Hiratake e, e no restante do mundo como Shimeji. Pode também ser chamado de cogumelo ostra, devido a sua forma. O shimeji é um dos cogumelos comestíveis mais nutritivos e saborosos (BONONI et al., 1995; COHEN et al., 2002). Este fungo é classificado segundo Oliveira et al; 2001 da seguinte forma (Tabela 1).

Tabela 1 - Classificação taxonômica do *P. ostreatus* (cogumelo shimeji)

---

Reino:	Fungi
Filo:	Basidiomycota
Classe:	Basidiomycetes
Subclasse:	Holobasidiomycetidae
Ordem:	Agaricales
Família:	Pleurotaceae
Gênero:	Pleurotus
Espécie:	<i>Pleurotus ostreatus</i>

---

Fonte: ABREU et al., 2007.

*P. ostreatus* é caracterizado por apresentar píleo em forma de ostra, de coloração muito variável, o qual varia desde cinza claro até café acinzentado escuro. O tamanho do chapéu é determinado pelo tempo de crescimento do cogumelo, entre 3 a 5 dias após a aparição dos primórdios, a variação de coloração se dá pela soma de fatores genéticos e métodos de cultivo (VIEIRA, 2016), (Figura 1).

Figura 1 – Representação do *P. ostreatus*

Fonte: FRANÇA, 2017.

### **2.1.2 Consumo e Produção**

Nota-se que no Brasil está havendo um crescimento no consumo dos cogumelos e, conseqüentemente, na sua produção e comercialização. Esse fato deve-se à maior divulgação de seu valor nutritivo e medicinal para a população e porque o preço está se tornando mais acessível em algumas partes do país (DIAS et al., 2003; URBEN et al., 2001). Além disso, o desenvolvimento deste mercado também indica que o Brasil possui um grande potencial na comercialização deste produto e que a redução dos custos para o produtor com a utilização de substratos mais baratos pode ser um dos pontos que irá contribuir para a ascensão deste produto no mercado brasileiro (CEITA, 2009).

### **2.1.3 Importância do cultivo**

Os cogumelos desempenham papel fundamental na ciclagem de nutrientes na natureza, principalmente no ciclo do carbono, já que são capazes de degradar a lignina, o segundo biopolímero mais abundante sobre a Terra. Também contribuem para a manutenção do ciclo de outros elementos como nitrogênio, fósforo e potássio, incorporados aos componentes insolúveis das paredes celulares. (CARLILE, 1996).

Os fungos basidiomicetos de podridão-branca são conhecidos na literatura por produzirem eficientes enzimas linolíticas. Tais enzimas são excelentes quanto ao seu potencial de degradação da lignina facilitando o acesso das celulasas e hemicelulasas, também produzidas por esses fungos, aumentando o rendimento da sacarificação. (LOMASCOLO et al., 2011). As enzimas capazes de promover a biodegradação da celulose são as pertencentes ao complexo de celulasas, a hemicelulose é degradada pela xilanase e a lignina pelas lacases e peroxidases (SOUZA, 2016).

Os fungos secretam enzimas sobre a fonte de nutrientes a qual absorve pequenas moléculas que são liberadas e utilizadas como alimento. Os fungos absorvem o alimento principalmente pelo ápice da hifa e ou nas proximidades dessa região. Para obtenção do alimento eles agem como sapróbios (decompõem matéria orgânica morta), como parasitas ou como simbiontes (relação mutualística benéfica com outros organismos) (RAVEN, 2007).

Outro importante papel ecológico é a simbiose entre vegetais e fungos. Eles são denominados fungos micorrízicos arbusculares, microrganismos simbiontes obrigatórios em raízes de plantas. A simbiose ocorre através de uma “troca”: a planta cede ao fungo carboidratos (seiva elaborada) e este aumenta a superfície de exploração e de absorção das raízes através do micélio, auxiliando na obtenção de fosfato e outros nutrientes para as plantas (SCHÜßLER, 2001).

As principais funções dos fungos no solo são atividade quimio-heterotrófica sobre os restos vegetais, formação de relações simbióticas mutualísticas (micorrizas) e parasitárias (doenças) na maioria das plantas e produção de antibióticos. São ainda agentes de controle biológico de fungos fitopatogênicos e nematóides fitoparasitas (ex: *Arthrobotrys*, *Dactylaria* e *Dactylella*) (GRAMINHA et al., 2001).

Outra demanda que existe nos dias atuais é a de produtos de conveniência, com alta praticidade, que requerem menor tempo para o preparo, em função dos hábitos e necessidades da vida moderna (PAULO et al., 2015).

O *Pleurotus spp* pertence ao grupo de fungos que possuem alto valor nutricional, com diversas propriedades terapêuticas e biotecnológicas. Conhecidos como fungos da podridão branca da madeira por serem eficientes na degradação da lignina devido a sua capacidade de produzir enzimas lignocelulolíticas, principalmente lacases, Mn peroxidase e peroxidase versátil, que têm numerosas aplicações industriais (COHEN et al; 2002).

#### **2.1.4 Substrato de Bagaço de cana-de-açúcar**

Muitos resíduos agrícolas têm sido utilizados para o cultivo de *Pleurotus spp.*, tais como palha de vários cereais, resíduos de cana-de-açúcar, resíduos de algodão, bagaço de mandioca entre outros (MIZUNO & ZHUANG, 1995; PANDEY et al., 2000). O cultivo de espécies de *Pleurotus* é relativamente fácil, podendo-se utilizar resíduos umedecidos e pasteurizados (ELLIOT, 1997). Dentre os resíduos utilizados, o bagaço de cana-de-açúcar permite a produção de um produto de alto valor nutricional, com conteúdo proteico de mais de 40% em matéria seca (RAJARATHNAM S BANO, 1989).

O emprego mais comum deste material destina-se à produção de energia, servindo como combustível em termelétricas para a produção de energia pelas próprias usinas sucroalcooleiras. Porém cerca de 28% do montante deste resíduo é utilizado para fins diversos. Entre eles pode-se citar as caldeiras das indústrias

cítricas, produção de papel e celulose, utilização na alimentação animal (SILVA, et al; 2010).

O valor nutritivo do bagaço é baixo devido a sua composição que é constituída principalmente de celulose, hemicelulose e lignina, respectivamente 41; 25 e 20% (Tabela 2). Devido a sua composição, o material mesmo depois de fragmentado apresenta-se de difícil digestão dado a resistência das fibras (TEIXEIRA et al; 2007).

Tabela 2 - Componentes principais do bagaço de cana e seus respectivos teores energéticos.

Componentes	%em massa no bagaço integral seco	Poder calorífico (MJ/kg)
Celulose	41	17,0
Hemicelulose	25	17,5
Lignina	20	20,1
Bagaço	-	18,5

Fonte: SANTOS, 2011.

A lignina envolve as fibras de celulose e hemicelulose e apresentam difícil biodegradação (CUNHA, 2003). Além disso, a lignina está presente em maior quantidade em plantas lenhosas e mais velhas, sendo depositada na parede celular, o que resulta em uma maior rigidez e resistência, pois torna a parede celular das plantas mais impermeáveis à água e protegidas contra os efeitos de possíveis patógenos (SUHAS et al, 2007).

### **2.1.5 Etapas do Cultivo**

#### **2.1.5.1 Preparo do substrato**

Produzir um substrato para o cultivo de cogumelos é o primeiro passo. O substrato mal preparado resultará em menor rendimento e má qualidade dos produtos, e vai impactar negativamente a rentabilidade da exploração (BEYER, 2008).

Na prática do cultivo de cogumelos comestíveis não se utilizam esporos. O seu tamanho reduzido faz com que sejam difíceis de manusear e as suas características

genéticas podem diferir das do seu progenitor. O cogumelo desejado deve ser capaz de colonizar o substrato antes de outros fungos ou bactérias. Para realizar tal processo, o micélio pré-cultivo do cogumelo (isento de quaisquer contaminantes) é inoculado num substrato esterilizado ou “semente”. A utilização de semente dá uma vantagem de desenvolvimento ao cogumelo cultivado em comparação com outros fungos (OEI, 2003).

No Brasil, tradicionalmente utiliza-se sacos de polipropileno para acomodar o composto nas fases de colonização e produção, pois são de baixo custo e práticos, facilitando a erradicação de possíveis focos de contaminação (EIRA E BRAGA, 1997). A inoculação deve ser realizada em capela de fluxo laminar, ou diretamente na sala de inoculação, à temperatura de 15°C e a umidade relativa do ar de 60%. Orifícios com 1,5 a 2,0 cm de diâmetros são providenciados nos sacos de polipropileno. Inocula-se e onde se deposita o inóculo sela-se com fita adesiva ou com uma mistura preparada a partir de parafina (20%), resina (70%) e óleo mineral (10%) (URBEN, 2004).

#### **2.1.5.2 Produção de bagaço de cana-de-açúcar termo explodido**

Depois do processo de extração do caldo de cana, o bagaço resultante é submetido à temperatura de 121°C e 1 atm de pressão e a seguir despressurizado processo denominado “steam explosion” ou termo explosão. Neste processo ocorre produção de compostos fenólicos, furfural, 5-hidroximetilfurfural que são inibidores da fermentação, etanólica (NADALINI, 1991). Tais compostos afetam ainda o crescimento de bactérias (FONSECA, 2009).

#### **2.1.5.3 Preparo dos substratos para a inoculação**

Por se tratar de um substrato com pouca umidade, pH ácido e baixo valor nutricional, houve necessidade de correções desses fatores como a adição de CaCO<sub>3</sub>, água, levedura seca objetivando complementar o valor nutricional do bagaço e facilitar a colonização dos fungos. Também foram ensaiadas diferentes porcentagens de inóculos tanto de *P. ostreatus* como de *L. edodes* objetivando encontrar a quantidade ideal para o desenvolvimento fúngico nesse substrato. (SOUZA, 2016).

Para cada amostra foram utilizados 500 g de bagaço de cana termo hidrolisado (SOUZA, 2016). A umidade, que deve ser de 60 a 65% - é disposto por água durante a mistura - e então, esteriliza-se o substrato logo após a mistura. (OEI, 2006). Segundo Souza (2016), a inoculação deve ser realizada adicionando a quantidade de semente desejada em cada amostra. Em seguida as embalagens de polipropileno devem ser fechadas com um tampão de algodão, que permite trocas gasosas do ambiente para o interior dos sacos.

#### **2.1.5.4 Preparo da semente, inoculação e incubação do substrato**

Como este trabalho está centrado na produção de cogumelo shimeji no substrato escolhido, não foi produzida a semente, e sim, adquirido de um produtor especializado nesta área da produção. Segundo Gonçalves (2012), a produção da semente é iniciada com a introdução de uma pequena parcela do corpo de frutificação para uma primeira colonização do micélio em grãos de arroz, por exemplo.

O art.10 (Anvisa) diz que, os inóculos adquiridos fora da unidade de produção deverão ter origem de produtor regularizado para tal fim e devem ser acompanhados dos documentos de comprovação da origem do produto. Deve-se lembrar que é proibida a utilização de inóculo transgênico.

Após a ocorrência de resfriamento dos substratos, são inoculados com aproximadamente 50 g de inóculo para cada saco de substrato (MACHADO, 2019). Não se deve ultrapassar um peso de 20 kg por saco na hora de enchê-los, pois isso pode ocasionar uma fermentação espontânea que faria com que a temperatura dos sacos subisse acima de 30°C (OEI, 2006).

Após a inoculação, os sacos são levados para o local de incubação e devem ser mantidos sem movimentação por 7 a 8 dias. A sala de incubação deve ser mantida limpa, seca, bem ventilada, escura ou com luz fraca. Nesta fase, a temperatura ideal para Shimeji é de 24 °C e a umidade relativa do ar em torno de 70%. (STEFFEN, 2020).

No local do cultivo, um microclima deve ser mantido de maneira a possibilitar a diferenciação do primórdio e o crescimento do corpo de frutificação. O galpão de cogumelo deve permitir o ajuste de temperatura, da iluminação e da umidade (URBEN, 2004).

### **2.1.5.5 Frutificação e colheita**

Em condições ambientais favoráveis, o micélio cresce através de aberturas realizadas nos sacos de polipropileno. Nessa fase ocorre mudança na cor do substrato. Os micélios crescem e se desenvolvem em corpos de frutificação. O aumento da temperatura induz a transformação na fase de crescimento vegetativo para reprodutivo (URBEN, 2004).

A umidade pode ser mantida entre 70 a 90%, através de irrigações diárias no piso e nas paredes, com uso de uma mangueira de jardim ou algo que possa borrifar água no espaço (VIEIRA, 2012).

Então, após o tempo de reprodução, e quando aparecerem as primeiras brotações de frutificações, o saco é exposto a pequenos cortes de estilete esterilizado. Deve ser levado em consideração que não é possível realizar cortes muito grandes para que não haja hiperventilação e conseqüentemente a falta de umidade no substrato (OEI, 2006). E então permanecerão inertes por três a quatro semanas até sua primeira florada, apenas realizando se os manejos indiretos (GONÇALVES, 2012).

O período entre o surgimento do primórdio e a maturação do corpo de frutificação varia de acordo com a linhagem e as condições ambientais. Assim, cuidados devem ser tomados quanto à época de colheita, que interferem no rendimento e na qualidade. Cogumelos devem ser colhidos antes da total expansão do chapéu (URBEN, 2004).

A colheita deve ocorrer em dias ensolarados, pois dias chuvosos dificultam a secagem. O procedimento adequado para a colheita consiste em segurar a base do estipe fazendo um giro suave de 180° com a mão e arrancar gentilmente, ou cortando o talo com objeto cortante previamente esterilizado. Os primórdios devem ser protegidos, a fim de não prejudicar o rendimento das colheitas futuras (URBEN, 2004).



### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 Localização e Descrição do trabalho**

Este trabalho foi conduzido na Etec Benedito Storani em Jundiaí- SP no período de janeiro a dezembro de 2023. O trabalho foi estruturado levando-se em consideração o Manual para a elaboração do Trabalho de Conclusão de Curso das Escolas Técnicas do Centro Paula Souza. Seu desenvolvimento foi dividido em duas etapas, sendo a primeira, um estudo bibliográfico por meio de livros, artigos científicos, sites da internet e monografias pertinentes ao tema em que o respectivo trabalho se desenvolveu, e a segunda, uma parte prática.

Foi decidido que o trabalho de conclusão de curso seria sobre o estudo do desenvolvimento inicial do cogumelo shimeji (*P. ostreatus*) em substrato de bagaço de cana-de-açúcar (*S. officinarum*), visto que sua eficiência já foi comprovada por estudos anteriores e a produção e consumo vem aumentando exponencialmente no mercado brasileiro nos últimos anos. Além disso, a escolha do substrato levou em conta um uso sustentável desse recurso, produzido em abundância no estado de São Paulo.

#### **3.2 Desenvolvimento da parte prática**

A condução desta etapa foi realizada em um germinador, previamente higienizado e vedado com fita isolante. Para monitorar a temperatura e umidade, fatores extremamente importantes no cultivo do cogumelo, utilizou-se um termo-higrômetro. Em seguida, foram solicitados inóculos de cogumelo shimeji, da linhagem shimeji branco, à empresa especializada “Funghi e flora”, que ministrou uma palestra na unidade escolar no dia 31 de agosto de 2023.

Para a produção do substrato de cana-de-açúcar foi adquirido o bagaço com um comerciante de garapa local, no dia 4 de setembro (Figura 2).

Figura 2 – Obtenção do bagaço de cana do produtor local de garapa.



Fonte: Do próprio autor, 2023.

Logo após, no dia 5 de setembro, o resíduo foi levado para o setor de bovinocultura da Etec Benedito Storani e triturado na picadeira (Figura 3).

Figura 3 – Trituração do bagaço no setor de bovinocultura.



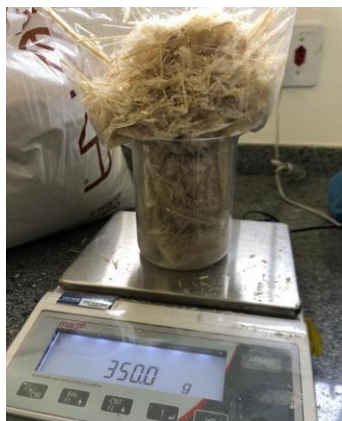
Fonte: Do próprio autor, 2023.

Para assegurar que a relação carbono/nitrogênio do composto fosse mantida, foi solicitado ao almoxarifado da escola farelo de trigo.

No dia 6 de setembro, no laboratório de microbiologia da instituição escolar, foi realizado o processo de produção do substrato, seguindo a metodologia de URBEN 2004. Inicialmente, pesou-se 350g de bagaço de cana triturado (Figura 4) e adicionou-se 200 mL de água destilada. Com base nessa mistura, o peso úmido resultou em

cerca de 550g. Desse modo, calculou-se 5% desse valor, aproximadamente 30g, correspondente ao peso do farelo de trigo, usado para equilibrar a relação carbono/nitrogênio do substrato.

Figura 4 – Pesagem do bagaço de cana-de-açúcar triturado.



Fonte: Do próprio autor, 2023.

Em seguida, adicionou-se 45 g de carbonato de cálcio para ajustar o pH do substrato (Figura 5).

Figura 5 – Correção do pH do substrato.



Fonte: Do próprio autor, 2023.

Por fim, essa mistura foi inserida em um saco de polipropileno com um micropore, responsável por permitir a troca gasosa. No total, produziu-se 12 sacos com a mistura (Figura 6) que foram esterilizados na autoclave à temperatura de 121°C

e 1 atm de pressão, a fim de eliminar possíveis microrganismos patogênicos do substrato.

Figura 6 - Sacos de polipropileno com a mistura do substrato



Fonte: Do próprio autor, 2023.

Após esse processo, o inóculo, doado pela “Funghi e flora”, foi dividido e adicionado aos doze sacos de polipropileno com o substrato de bagaço de cana-de-açúcar devidamente esterilizado (Figura 7). Posteriormente, foi levado ao germinador com a temperatura entre 25 a 27° C e umidade relativa de 60% a 70% (Figura 8).

Figura 7 - Sacos de polipropileno com inóculos



Fonte: Do próprio autor, 2023.

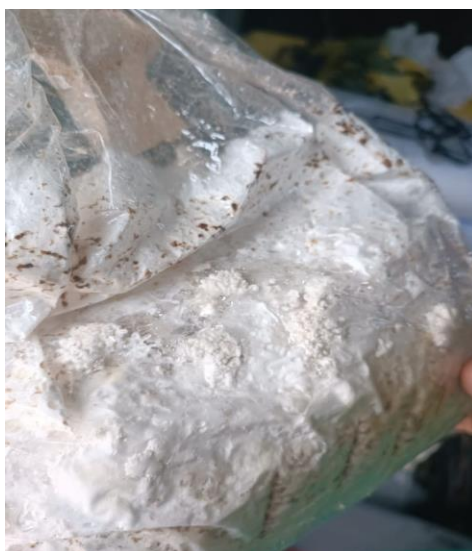
Figura 8 - Sacos no germinador



Fonte: Do próprio autor, 2023.

Para manter a umidade alta dentro do germinador utilizou-se um borrifador com água cerca de 3 vezes ao dia. Após 12 dias, foi observado o início da frutificação do shimeji branco (Figura 9). No dia 25 de setembro realizou-se cortes no saco com um canivete esterilizado com álcool seguindo o padrão de 3cm por furo.

Figura 9 - Início da frutificação.



Fonte: Do próprio autor, 2023.

#### 4 RESULTADOS

No dia 2 de outubro, foi realizada a colheita dos cogumelos que estavam na fase de botão: com a estipe (haste) formada, mas com o píleo (chapéu) fechado (Figura 10). Para isso, necessitou higienizar as mãos e torcer em 180° o cogumelo. Depois de deixar a porta da germinadora aberta, observou-se que os novos cogumelos germinados após a colheita anterior, estavam com a formação completa do píleo (Figura 11).

Figura 10 - Píleo fechado



Fonte: Do próprio autor, 2023

Figura 11- Píleo formado



Fonte: Do próprio autor, 2023.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a revisão bibliográfica e a condução dos testes, pode-se considerar:

Pela análise qualitativa, observou-se o desenvolvimento do microrganismo no bagaço de cana, garantidos pelos processos observados de colonização e frutificação que ocorreram dentro da normalidade indicada nos estudos realizados.

É salutar a atenção em relação às boas práticas de manejo do substrato considerando a relação direta entre a garantia da qualidade do produto e as condições de sanidade do meio de cultura, mesmo com a alta adaptabilidade do shimeji.

O teste de frutificação realizado evidenciou a dificuldade no controle de parâmetros fundamentais de produção na germinadora, como a umidade do ar, a concentração de CO<sub>2</sub> e a luminosidade. Para aproximar do melhor controle das condições do ambiente podem ser necessárias alterações nos processos, como no caso, em que o uso do recipiente com água foi substituído por um borrifador e a porta foi mantida entreaberta.

Recomenda-se, ao final, a continuidade dos estudos e novos testes, buscando as condições ideais de temperatura e umidade da germinadora para uma produção nos parâmetros recomendados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa).

## REFERÊNCIAS

ABREU, L.D.; Marino, R.H.; Mesquita, J.B. Ribeiro, G.T. **Degradação da madeira de Eucalyptus sp. por basidiomicetos de podridão branca.** Arquivos do Instituto Biológico, 2007.

ALBERTÓ, E. Cultivo intensivo de los hongos comestibles: cómo cultivar champiñones, gírgolas, shiitake y otras especies. 1a ed. Buenos Aires. 2008.  
ALEXOPOULOS, C.J., MIMS, C.W., AND BLACKWELL, M. **Introductory Mycology**, 4th ed., John Wiley & Sons, New York, 1996.

BEYER, D. M.; PECCHIA, J.; BERTSCH, P. L. **Mushroom Substrate Preparation Odor-Management Plan**, 2008.

BONONI, V.L. CAPELARI, M.; MAZIERO, R.; TRUFEM, S.F.B. **Cultivo de cogumelos comestíveis.** São Paulo: Ícone, 1995.

CARLILE, M. J., WATKINSON, S.C. **The Fungi**.3rd ed. London: Academic Press, 482p, 1996.

CEITA, GERUZADE OLIVEIRA. **emprego de substratos convencionais e alternativos para produção de cogumelos comestíveis: uma breve revisão**, Departamento de Ciências Biológicas, Km 03, BR 116, 44031-460, Feira de Santana, Bahia, 2009. Disponível em:  
<http://periodicos.uefs.br/index.php/sitientibusBiologia/article/view/7991/6586>. Acesso em: 23 mar. 2023.

COHEN, R. L.; PERSKY, L.; HADAR, Y. **Biotechnological applications and potential of wood-degrading mushrooms of the genus Pleurotus.** *Applied Microbiological Biotechnology*, v. 58, n. 5 p. 582-594, 2002.

CUNHA, M. B, **Atividade enzimática, Cinética e Modelagem Matemática da decomposição de Utricularia breviscapa da Lagoa do Óleo** (Estação Ecológica de Jataí, Luiz Antônio - SP). (Tese de Doutorado) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP. 133p, 2003.

DIAS ES, EM KOSHIKUMO, RF S CHAWAN & R SILVA. **Cultivo do cogumelo Pleurotus sajor-caju em diferentes resíduos agrícolas.** *Ciência e Agrotecnologia* 6: 1363-1369, 2003.

DUNLAP, P. V.; MADIGAN, M. T.; MARTINKO, J. M. **Microbiologia de Brock**. 12. ed. Porto Alegre: Artmed, 2012.

ELLIOTT, T. **Mushrooms.** *SGM Quarterly*, v. 24, n. 1, p. 9-10, London, 1997.

FONSECA, B.G. **Destoxificação biológica de hidrolisado hemicelulósico de bagaço de cana-de-açúcar empregando as leveduras Issatchenkia occidentalis e Issatchenkia orientalis-** Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo, 2009.



FRANÇA, Valter. **Cogumelo Shimeji Branco**: mushroom - (pleurotus ostreatus). Flickr, 2017. Disponível em: <https://www.flickr.com/photos/artesvaf/32980192722>. Acesso em: 10 nov. 2023.

FURLANI, R. P. Z.; GODOY, H. T. **Valor nutricional de cogumelos comestíveis: uma revisão**. Revista do Instituto Adolfo Lutz, v. 64, n. 2, p. 149-154, 2005.

GONÇALVES Jailey M. **Espécies comestíveis de cogumelos: Perfil mineral, Bioacumulação de metais e procedimento de preparo de material de referência certificado**. Rio de Janeiro, p. 109, 2012. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/8320/2/3.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2023.

GRAMINHA, E. B. N. et al. **Avaliação in vitro da patogenicidade de fungos predadores de nematóides parasitos de animais domésticos**. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 22, n. 1, p. 11-16, 2001.

LOMASCOLO, A., UZAN-BOUKHRIS, E., HERPOËL-GIMBERT, I., SIGOILLOT, JC., LESAGE-MEESSEN, L. **Peculiarities of Pycnoporus species for application in biotechnology**. Applied Microbiology Biotechnology 92: 1129-1149, 2011.

MATILLA, P. et al. **Contents of vitamins, mineral elements and phenolic compounds in cultivated mushrooms**. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2011.

MATHEUS, D. R. & OKINO, L. K. **Utilização de basidiomicetos em processos biotecnológicos**. In: Zigomicetos, basidiomicetos e deuteromicetos – noções básicas de taxonomia e aplicações biotecnológicas. São Paulo: Instituto de Botânica, Secretaria de Estado de Meio Ambiente, 1998.

MIZUNO T & C ZHUANG. **Houbitake, Pleurotus sajor-caju -antitumoractivity and utilization**. Food Reviews International 11: 185-187, 1995.

NADALINI, M.F.C. **Ação do furfural sobre microrganismos em culturas puras na fermentação etanólica**. Dissertação C.B. Biologia Vegetal, I.B. UNESP, 1991.

OLIVEIRA, H.C.B. URBEN, A.F. **Cultivo de Pleurotus sp. utilizando a técnica “Jun-Cao”**. In: URBEN, A.F. Produção de cogumelos por meio da tecnologia chinesa modificada. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 151p, 2001.

PAULO, Tainara A. **SHIMEJI FAST-FOOD SAUDÁVEL**. 2015. 6 f. Tese (Aluna da Faculdade de Tecnologia de Itapetininga) - Faculdade de Tecnologia de Itapetininga, Botucatu-SP, 2015.

RAJARATHNAM S & Z BANO. **Pleurotus mushrooms: Part III. Biotransformations of natural lignocellulosic wastes commercial applications and implications**. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 28: 31-113, 1989.

RAVEN, P.H., EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. **Biologia Vegetal**. 7. ed. Coord. Trad. J.E. Kraus. Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2007.

SANTOS, M.T.; LIMA, O.J.; NASSAR, E.J.; CIUFFI, K.J.; CALEFI, P.S. **Estudo das condições de estocagem do bagaço de cana de açúcar por análise térmica.** Química Nova.v.34, n.3, p.507-511, 2011.

SCHÜßLER, A., SCHWARZOTT, D. & WALKER, C. **A new fungal phylum, the Glomeromycota: phylogeny and evolution.** Mycol, 2001.

SILVA, Vanessa S.; GARCIA, Carla A.; SILVA, Clandio M. **O destino do bagaço da cana de açúcar: um estudo a partir das agroindústrias sucroalcooleira do Paraná.** Revista em Agronegócios e Meio Ambiente. Curitiba, v.3, n.1, p. 59-76, 2010.

SOUZA, Leticia Gomes. **Cultivo de Lentinula edodes e Pleurotus ostreatus em bagaço de cana-de-açúcar.** Orientador: Dejanira de Franceschi de Angelis. 2016. 67 f. Dissertação (Mestre em Ciências Biológicas) - Instituto de Biociências do Câmpus de Rio Claro, [S.l.], 2016. Disponível em:  
<file:///C:/Users/Usu%C3%A1rio/Downloads/Cultivo%20de%20Lentinula%20edodes%20e%20Pleurotus%20ostreatus%20em%20baga%C3%A7o%20de%20cana%C3%A7ucar.pdf> Acesso em: 31 mar. 2023.

STEFFEN, Gerusa Pauli Kist et al. **Produção de cogumelos comestíveis em substratos orgânicos.** Porto Alegre: DDPa, 2020.

SUHAS, P. J. M. C.; CARROTT, M. M. L. R. **Lignin - from natural adsorbent to activated carbon: A review.** Bioresource Technology, v.98, p.2301-2312, 2007.

TEIXEIRA F.A.; PIRES A.V. NASCIMENTO P.V.N. **Bagaço de cana-de-açúcar na alimentação de bovinos REDVET.** Revista Electrónica de Veterinária 1695-7504, Volume VIII Número 6, 2007.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiologia.** 12. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

URBEN, A. F. **Produção de cogumelos por meio de tecnologia chinesa modificada.** 2. Ed. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2004.

OEI, P. **Manual on mushroom cultivation: techniques species and opportunities for commercial application in developing countries.** TOOL Publications, Amsterdam, 2003.

VIEIRA, F. R. **Potencial de uso de gramíneas como substrato pasteurizado no cultivo do cogumelo Pleurotus Ostreatus.** Botucatu – São Paulo, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho Faculdade de Ciências Agrônômicas Campus de Botucatu, 2012. p. 115. Disponível em:  
[https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/90516/vieira\\_fr\\_me\\_botfca.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/90516/vieira_fr_me_botfca.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso em: 31 mar. 2023.