

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO

RIO GRANDE DO SUL

Campus Ibirubá

**PRODUÇÃO DE COGUMELO SHIMEJI (*Pleurotus ostreatus*) POR MEIO DA
TÉCNICA DE CULTIVO JUNCAO**

(Trabalho de Conclusão de Curso)

LUCIANO BRAATZ

Ibirubá

2023

LUCIANO BRAATZ

**PRODUÇÃO DE COGUMELO SHIMEJI (*Pleurotus ostreatus*) POR MEIO DA
TÉCNICA DE CULTIVO JUNCAO**

(Trabalho de Conclusão de Curso)

Trabalho de conclusão de curso apresentado junto ao curso de Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Ibirubá como requisito parcial da obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Ben Hur Costa De Campos

Ibirubá

2023

“Não é a força, mas a constância dos bons resultados que
conduz os homens à felicidade.”

Friedrich Nietzsche.

RESUMO

Os cogumelos são alimentos funcionais devido à presença de uma grande quantidade de componentes nutracêuticos. Os cogumelos shimeji abrangem uma série de espécies de fungos comestíveis encontrados principalmente no Japão e em outras partes da Ásia. No Brasil, o seu consumo vem aumentando nos últimos anos, embora ainda seja pequeno quando comparado a outros países, como a China, por exemplo. Diante disso, o objetivo deste estudo foi a produção de cogumelos, buscando entender a melhor técnica a ser utilizada, para disponibilizar ferramentas eficientes que proporcionem as melhores condições de adaptabilidade de técnicas e substratos a realidades da região do Alto Jacuí (RS), com foco no melhor manejo dos recursos naturais e humanos, tendo ênfase nos processos de produção e manejos de clima do local de produção, tornando as atividades da propriedade deste modo mais sustentáveis com o incremento de uma nova atividade. O experimento foi conduzido no campo experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS), localizado no município de Ibirubá (RS). Foi utilizada a técnica denominada de "JunCao", em dois substratos distintos, o que permitiu a produção do cogumelo shimeji, bem como a comparação do seu cultivo. As etapas do estudo seguiram a descrição da literatura, quanto a escolha de substrato, trituração e adição de insumos umedecidos, ensacamento, tratamento térmico, adição de sementes, inoculação, incubação, produção e colheita. Como resultado, a produção no substrato de azevém foi muito superior ao substrato de tifton e algumas alternativas para tal diferença acredita-se ser na relação C/N do material, assim como na relação de lignina do material e a presença de sementes no material de azevém. Por fim, foi possível concluir que a escolha do substrato é uma das determinantes para a produção do shimeji, é preciso entender as características regionais, a técnica JunCao demonstrou ser eficaz, é uma alternativa viável para os produtores rurais, pois exige baixo investimento e resulta em alta produtividade.

Palavras chave: Cultivo de cogumelos; Substrato de feno; Técnica de produção.

ABSTRACT

Mushrooms are functional foods due to the presence of a large amount of nutraceutical components. Shimeji mushrooms encompass a number of edible fungus species found primarily in Japan and other parts of Asia. In Brazil, its consumption has been increasing in recent years, although it is still small when compared to other countries, such as China, for example. Therefore, the objective of this study was the production of mushrooms, seeking to understand the best technique to be used, to provide efficient tools that provide the best conditions for adapting techniques and substrates to the realities of the Alto Jacuí region (RS), with a focus on in the better management of natural and human resources, with emphasis on production processes and climate management at the production site, thus making the property's activities more sustainable with the increase of a new activity. The experiment was conducted in the experimental field of the Federal Institute of Education, Science and Technology of Rio Grande do Sul (IFRS), located in the municipality of Ibirubá (RS). The so-called "JunCao" technique was used in two different substrates, which allowed the production of the shimeji mushroom, as well as the comparison of its cultivation. The study stages followed the description in the literature, regarding the choice of substrate, crushing and addition of moistened inputs, bagging, thermal treatment, addition of semen's, inoculation, incubation, production and harvest. As a result, the production in the ryegrass substrate was much higher than the Tifton substrate and some alternatives for such a difference are believed to be in the C/N ratio of the material, as well as in the lignin ratio of the material and the presence of seeds in the material of ryegrass. Finally, it was possible to conclude that the choice of substrate is one of the determinants for the production of shimeji, it is necessary to understand the regional characteristics, the JunCao technique has proven to be effective, it is a viable alternative for rural producers, as it requires low investment and results in high productivity.

Keywords: Mushroom cultivation; Hay substrate; Production technique.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Componentes bioativos relatados em diferentes cogumelos comestíveis.....	17
Figura 2: Espécies do gênero <i>Pleurotus</i>	19
Figura 3: Micrografia eletrônica dos basídios e basidiósporos de <i>Pleurotus ostreatus</i>	22
Figura 4: Sala para a produção do cogumelo shimeji No IFRS, Ibirubá, RS.....	27
Figura 5: Aferição de temperatura.....	28
Figura 6: Fluxograma das etapas para a produção do cogumelo.	29
Figura 7: Recolhimento de feno de azevém safra (2021).....	30
Figura 8: Feno de tifton em processo de umidificação	32
Figura 9: Saco de polipropileno para o cultivo de cogumelos.	33
Figura 10: Tratamento térmico.....	33
Figura 11: Inoculação do inoculo inicial.	35
Figura 12: Incubação e início do processo de formação do micélio.	36
Figura 13: Produção (frutificação) e ponto de colheita.	36
Figura 14: Comparação da amostra AZ07 (azevém repetição 7) com a amostra TF03 (tifton repetição 3)	40

LISTA DE SIGLAS

ANPC	Associação Nacional dos Produtores de Cogumelos
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations (ou Organização para a Alimentação e Agricultura)
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFRS	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul
OCDE	Organization for Economic Cooperation and Development (ou Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico)
ONU	Organização das Nações Unidas
RS	Rio Grande do Sul

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 DESENVOLVIMENTO	12
2.1 IMPORTÂNCIA DOS COGUMELOS COMESTÍVEIS	13
2.2 CARACTERIZAÇÃO DE COGUMELOS COMESTÍVEIS	16
2.3 CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA DO FUNGO <i>Pleurotus</i> spp.	21
2.4 CARACTERIZAÇÃO MORFOAGRONÔMICA DO GÊNERO <i>Pleurotus</i>	23
2.5 MATERIAIS E MÉTODOS	26
2.5.1 LOCAL DA PESQUISA.....	26
2.5.3 DESCRIÇÃO DA TÉCNICA JUNCAO	26
2.5.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
3. CONCLUSÃO DEVE SER DIRETA. RESPONDER AOS OBJETIVOS.	42
REFERÊNCIAS	43

1 INTRODUÇÃO

Há um grande déficit entre a quantidade de alimentos produzidos hoje e a quantidade necessária para alimentar a todos em 2050. Segundo Thorstensen (2022) dados da Organização para a Alimentação e Agricultura (FAO), órgão vinculado à Organização das Nações Unidas (ONU), estimam que em 2050 a população seja de nove bilhões habitantes, desta forma, o planeta Terra terá que produzir alimento para 1,5 bilhões de pessoas a mais em apenas 30 anos. Esta demanda expressiva por alimento cresce em um ritmo constante e acelerado (THORSTENSEN, 2022).

De acordo com a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE, qual ano dessa citação?), a demanda por alimento gera uma série de dúvidas e, de modo geral, diversas barreiras tanto físicas, quanto relacionadas às áreas de produção, assim como a quantidade produzida por área. Para garantir que a agricultura produza alimentos suficientes, respeitando o meio ambiente, é imprescindível incentivos, conhecimento e tecnologia adequados.

Destaca-se que, os sistemas alimentares não são adequados para este propósito. Eles não atendem às necessidades de segurança alimentar e nutricional de uma população global crescente e geram custos ambientais e de saúde significativos. Como tal, é necessária uma transformação abrangente na forma como os alimentos são produzidos, abrangendo novas práticas pecuárias, o cultivo de frutíferos e outros vegetais comestíveis, incluindo a produção de fungos, que tem se perpetuado pelos séculos, acompanhando a história da evolução humana.

Sobre o tema, Rodrigues (2021) cita que só no Brasil, a carência nutricional alcança 20% dos índices de obesidade em crianças e que cerca de 30% da população adulta, o que se considera como um dos fatores de insegurança alimentar, 19 milhões passam fome, ou seja, 7,3% da população, entre os anos de 2019 e 2021.

Isso revela que cerca de 30% da população adulta, o que se considera como um dos fatores de insegurança alimentar, sendo que 116,8 milhões de pessoas convivem com algum grau de insegurança alimentar no contexto da Pandemia da Covid-19. Ao mesmo tempo, dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), divulgado em outubro de 2022, apontam a necessidade urgente de políticas públicas para conter o avanço da obesidade. A obesidade é um problema sério em todas as regiões do país, mas a situação é ainda mais crítica no Sul.

Conforme os dados revelados em 12 de junho de 2023 pela ONU, a fome no Brasil tem mais de 21 milhões de pessoas que não têm o que comer todos os dias e 70,3 milhões em insegurança alimentar. São 735 milhões de pessoas passando fome e 2,3 bilhões em situação de insegurança alimentar no mundo (ONU, 2023).

Kosachenco (2017) em sua coluna periódica em Zero Hora, importante Jornal Gaúcho, destaca a crescente demanda por cogumelos, que se justifica pelo fato de o alimento ser um grande substituto para a proteína de origem animal. A população que se considera vegetariana em 2018, segundo IBGE, atinge cerca de 14% dos brasileiros. Considerando a estimativa oficial do IBGE sobre o total da população, são cerca de 29,2 milhões de vegetarianos ou veganos atualmente no Brasil. Este índice não leva em consideração os adeptos parciais ao movimento, ou seja, aqueles que substituem apenas uma ou algumas refeições durante o mês por proteínas de origem vegetal.

A partir desses argumentos, o aumento da produção de cogumelos surge como forma de preencher parte da lacuna referente a insegurança alimentar, que para Zang et al. (2014) contém uma grande variedade de nutrientes e outros fitoquímicos naturais que possuem ampla gama de benefícios nutricionais e de saúde. Os cogumelos são recomendados por nutricionistas como forma de substituir três pratos (carne(s), legumes ou proteína de soja) em uma refeição padrão.

Além disso, segundo Rodrigues e Okura (2022) um importante fator de qualquer produção é entender as características regionais, mais especificamente considerar as necessidades e adaptações do cultivo nas propriedades, em particular na região do Planalto Rio-grandense, mais especificamente na região do Alto Jacuí, cujas principais atividades agrícolas encontradas são as culturas anuais de grãos (soja, milho, trigo e aveia), bovinocultura de leite e de corte e a suinocultura, constituídos por pequenas e médias propriedades, que ainda se deparam com diversas dificuldades nesse tipo de cultivo, tendo assim um elevado potencial para a produção de cogumelos comestíveis.

Em vista disso, a produção de cogumelos comestíveis em pequenas e médias propriedades pode ser uma alternativa econômica e viável, possibilitando mais uma forma de produção agrícola e um processo de diversificação de uma cultura de baixo uso de área, de elevado poder de revenda (reais por kg) e ainda de comércio in natura, que não demanda processamento.

Muito relevante para Figueiró e Graciolli (2011) é o fato que a produção de feno importante matéria-prima para o substrato, conseqüentemente para a produção de cogumelos, assim como a utilização de palhas de culturas como palha de arroz, palha de feijão, palha de

trigo, folha de bananeira, palha de sorgo e sabugo de milho, são comuns nesta região em questão.

Em termos de economia global, a produção de cogumelos movimentava aproximadamente 42 bilhões de dólares por ano, principalmente na China (46%), Estados Unidos (11%), Holanda (7%) (PRESCOTT et al., 2018). No Brasil, a produção de cogumelo é desenvolvida principalmente nos estados de São Paulo e Minas Gerais sendo estes responsáveis por mais de 60% da produção do Brasil. Os estados de Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul também são expressivos em produção (IBGE, 2022).

Por isso a expansão do cultivo de cogumelos pode proporcionar impacto significativo nos demais estados brasileiros por um elevado número de possíveis consumidores ainda não atingido pelo comércio do fungo in natura. No Rio Grande do Sul, a produção de cogumelo é desenvolvida principalmente na pequena propriedade familiar e está presente em apenas dezessete (17) municípios, segundo dados do IBGE (2022).

Portanto, a realização deste trabalho justifica-se pela escassez de informações sobre esta atividade, principalmente na região do Alto Jacuí (RS). Caracterizar este tipo de produto pode torná-lo ainda mais atrativo para serem cultivados diretamente por novos produtores e através de características técnicas, agronômicas e culturais credenciam o cultivo como excelente alternativa de exploração e fonte de renda na pequena propriedade.

2 DESENVOLVIMENTO

Embora os cogumelos sejam explorados desde a antiguidade devido ao seu sabor particular e propriedades terapêuticas, o interesse por espécies comestíveis como fonte de alimento é recente no ocidente. Os cogumelos são consumidos há muitos anos e são considerados uma valiosa fonte de nutrição e medicina, e a demanda por alimentos à base de cogumelos está crescendo constantemente (ZIED et al., 2020).

Nos últimos anos, segundo Predanócyová, Arvay e Šnirc (2023) a procura por cogumelos aumentou principalmente devido aos seus efeitos medicinais, estilo de vida saudável e preferência pelo veganismo e vegetarianismo. Neste período houve um aumento no consumo de cogumelos nos Estados Unidos, Índia e países europeus.

Vale mencionar que, no oriente a cultura de consumo é muito mais difundida, não somente pela demanda interna, fomentada pela exportação de cogumelos *in conserva*. De modo geral, o cultivo e o consumo pelos orientais são difundidos há séculos, pois conforme Zahang et al. (2021) a China é famosa por suas abundantes diversidades de cogumelos silvestres comestíveis e uma rica fonte dos mercados de cultivo e distribuição comercial.

No Brasil o consumo vem ganhando notoriedade impulsionada pela demanda dos adeptos ao vegetarianismo e ou por aqueles que buscam substituir a forma de proteína visando uma alimentação mais saudável. Conforme Kumanaya, Rugay e Bonini (2018), a Associação Nacional dos Produtores de Cogumelos (ANPC), destaca que a produção de cogumelos comestíveis está centralizada no Estado de São Paulo, sendo que o champignon alcançou maior popularidade no país (KUMANAYA; RUGAI; BONINI, 2018).

Os cogumelos comestíveis são um grupo grande de fungos, com aproximadamente 3.283 espécies de cogumelos identificados como comestíveis ou condicionalmente comestíveis, que para Zahang et al. (2021) respondem por 20% de todos os táxons de cogumelos registrados em fontes globais. Esses cogumelos comestíveis incluem formadores de micorrizas, patógenos de plantas e saprofíticos. Eles adotaram uma gama diversificada de corpos frutíferos de diferentes tamanhos, núcleos e formas.

Lindequist, Niedermeyer e Jülich (2005) e Zahang et al. (2021) destacam que, os cogumelos comestíveis apresentam valores nutricionais e medicinais, apresentando ação antitumoral e imunestimulantes, compostos antibacterianos, antifúngica, efeitos antivirais, e uma complexa ação antioxidante e genoprotetora. Ainda, para referir sobre os processos biotecnológicos de cultivo de cogumelos pelo processo de fermentação em estado sólido resultam em alimentos de alto valor nutricional de resíduos agroindustriais e pode ser uma

fonte de proteína e outras substâncias de interesse como minerais (Ca, P, Fe, Mg). A produção de cogumelos pode converter os enormes resíduos lignocelulósicos em uma ampla diversidade de produtos (alimentos comestíveis ou medicinais, rações e fertilizantes), protegendo e regenerando o meio ambiente (SILVA; COSTA; CLEMENTE, 2002).

Conforme a ANPCC o shitake (*Lentinula edodes*) é o segundo mais consumido e figura entre os mais produzidos, sendo ideal para controlar pressão arterial e os níveis de colesterol. Esse tipo de cogumelo ganhou um espaço maior na alimentação dos brasileiros através da alimentação e produção japonesa, principalmente na cidade de Mogi das Cruzes (KUMANAYA; RUGAI; BONINI, 2018).

O cogumelo shimeji (*Pleurotus* spp.), comumente conhecido como “cogumelo ostra”, está em terceira posição na produção comercial de cogumelos no mundo e são decompositores primários de madeira e resíduos vegetais lignocelulolíticos. São naturalmente encontrados nas florestas úmidas tropicais e subtropicais, e podem ser artificialmente cultivados (BONATTI-CHAVES et al; 2004).

O cultivo de espécies de cogumelo em sacos plásticos, conhecido como técnica Jun-Cao, tem possibilitado o aproveitamento de diferentes resíduos agroindustriais para essa atividade com bastante vantagem, na preparação do substrato e em especial no aumento da velocidade de miceliação e conseqüente redução no tempo de frutificação (URBEN, 2017).

Com essas informações o presente capítulo discorre sobre a caracterização botânica, morfoagronômica dos cogumelos comestíveis, sua importância econômica, bem como o uso tecnológico para a produção do schimeji (*Pleurotus* spp.).

2.1 IMPORTÂNCIA DOS COGUMELOS COMESTÍVEIS

O cultivo de *Pleurotus* spp. adquire cada vez mais interesse nos países da América. De modo geral, a importância e o potencial econômico da produção dos cogumelos são bem conhecidos em muitas esferas da vida humana, bem como nas funções do ecossistema. A ciência do cogumelo tem o potencial de resolver muitos problemas, como demanda por alimentos de qualidade, poluição ambiental, desemprego e certas questões ecológicas de maneira amigável e significativa (URBEN, 2017).

O cultivo de cogumelos comestíveis apresenta-se atualmente como uma alternativa ideal para obtenção de alimentos, principalmente em países com economias emergentes. O desenvolvimento desse tipo de tecnologia requer o isolamento e avaliação do crescimento

micelial das espécies relatadas como comestíveis para promover seu cultivo nas condições locais (USMAN; MURTAZA; DITTA, 2021). É um dos grupos mais importantes de cogumelos comestíveis cultivados comercialmente, ocupando o segundo lugar no mundo. Cerca de 99% da produção de *Pleurotus* está concentrada no continente asiático, principalmente na China (CABRERA et al., 2020).

O cogumelo produz em quantidade suficiente alimentos de qualidade, de alto valor biológico e adequados para todas as faixas etárias, desde crianças até idosos. Muitos cogumelos medicinais são a solução para muitos dos problemas de saúde humana. A criação de cogumelos melhora a socio economia da comunidade agrícola por meio de receita adicional, utilizando resíduos agrícolas (ZAHANG et al., 2021).

A produção de várias espécies de *Pleurotus* permite ao produtor aproveitar seu cultivo para fins de comercialização, no entanto, mais pesquisas são necessárias para prolongar a vida útil dos cogumelos e diminuir a esporulação durante o cultivo. Como complemento nutricional, o cogumelo é considerado um alimento completo e saudável e adequado para todas as faixas etárias, desde crianças até idosos, pois contém todos os nutrientes necessários para o ser humano na proporção desejada (LESA et al., 2022).

O valor nutricional do cogumelo é afetado por inúmeros fatores, como espécie, variedade, estágio de desenvolvimento e condições ambientais. Cogumelos são ricos em proteínas, fibras alimentares, vitaminas e minerais. A maior proporção de carboidratos é ocupada por fibras dietéticas e fermentáveis e não contém amido com proporção insignificante de açúcares (URBEN, 2017).

No campo da saúde, como já descrito, os compostos bioativos específicos em cogumelos medicinais, polissacarídeos, triterpenóides, proteínas de baixo peso molecular, glicoprotinas e compostos imunomoduladores possuem propriedades medicinais. Portanto, os cogumelos demonstraram promover a função imunológica; aumentar a saúde; diminuir o risco de câncer; inibir o crescimento do tumor; ajudar a equilibrar o açúcar no sangue; afastar vírus, bactérias e fungos; reduzir a inflamação; e apoiar os mecanismos de desintoxicação do corpo (KUMANAYA; RUGAI; BONINI, 2018). Os cogumelos desempenham um papel importante na economia, exibindo efeitos benéficos na vida diária.

Para Cabrera et al. (2020) os compostos que restringem a atividade tumoral, como Kresin, são amplamente utilizados como um dos principais medicamentos contra o câncer nas indústrias farmacêuticas. A ergotioneína é um antioxidante específico encontrado em *Flammulina velutipes* e *Agaricus bisporus*, que é necessário para olhos, rins, medula óssea, fígado e pele saudáveis e, conseqüentemente, reduzindo o processo de envelhecimento.

Os antioxidantes presentes no cogumelo eliminam os radicais livres presentes no sistema do corpo e reduzem a maturidade celular, atuando como um agente antienvhecimento. Uma coleção diversificada de polissacarídeos (beta-glucanos) e minerais, isolados do cogumelo, é responsável pela regulação e fortalecimento do sistema imunológico humano. A contribuição dos cogumelos para as indústrias medicinais é significativa. Muitos medicamentos valiosos para o tratamento de câncer, diabéticos, colesterol alto, depressão e baixa imunidade são obtidos a partir de cogumelos (SILVA et al., 2020).

Além disso, segundo Nunes (2022) o valor econômico ambiental, refere-se à soma total de todos os componentes bióticos e abióticos que envolvem o organismo. Na terra, os seres vivos coexistem juntos de uma ou outra forma. Da mesma forma, para Bisen et al. (2010) os macrofungos, também conhecidos como cogumelos, desempenham muitos papéis significativos no meio ambiente. Cogumelos degradam compostos complexos ricos em lignina e, assim, decompõem todos os resíduos orgânicos ricos em lignina do ambiente, levando a condições ambientais limpas.

O cogumelo contribui com diferentes ciclos de nutrientes em vários ecossistemas, participando da decomposição de detritos orgânicos. Poucos fungos têm associação micorrízica simbiótica com certas plantas e árvores. Os cogumelos selvagens atuam como fonte de alimento para muitas vidas selvagens, que incluem insetos (besouros, moscas, mosquitos, colêmbolos, centopéias, etc.), lesmas, esquilos, entre outros. O cogumelo parasita influencia negativamente a saúde do ecossistema por causar doenças, reduzindo o crescimento e a fertilidade de muitas floras silvestres (POKHREL et al., 2013)

Como agentes de decomposição, os fungos desempenham um papel importante junto com as bactérias. São responsáveis pela decomposição da matéria orgânica causando a decomposição de plantas e animais mortos e formam o húmus. Também envolvem a reciclagem de elementos nutritivos como nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre, ferro, cálcio liberados que então utilizado por plantas verdes porque esses elementos são essenciais para o crescimento das plantas. Dióxido de carbono também liberado para a atmosfera durante a decomposição que é usado pelas plantas na fotossíntese (PREDANÓCYOVÁ; ARVAY; ŠNIRC, 2023).

O cultivo de cogumelos, tanto de natureza sazonal quanto comercial, está gerando uma renda considerável para os produtores. A geração de empregos através do cultivo e atividades associadas é imensa. A agregação de valor aos cogumelos em termos de produtos de qualidade é outra via econômica. O uso positivo de substrato de cogumelo, ou seja, biocombustível, produção de biogás, estrume, meio de envasamento, etc., também gera receita

adicional para o agricultor (SILVA, 2011). O desenvolvimento de tecnologia aprimorada para cultivar cada espécie de maneira mais eficiente permitirá que os preços diminuam enquanto a qualidade do produto aumenta em resposta à demanda.

O consumo de cogumelos pelos brasileiros ainda é baixo em comparação a outros países. Segundo informações publicadas em 2018 pela Associação Nacional dos Produtores de Cogumelos (ANPC) “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 ser entre dois e oito quilogramas por pessoa”, respectivamente (STEFFEN et al., 2020, p. 15). Por isso a expansão do cultivo de cogumelos especiais pode proporcionar impacto significativo nos demais estados brasileiros por um elevado número de possíveis consumidores ainda não atingido pelo comércio do fungo in natura.

No Rio Grande do Sul, a produção de cogumelo é desenvolvida principalmente na pequena propriedade familiar e está presente em apenas dezessete (17) municípios, segundo dados do IBGE (2022). O trabalho de Silva (2011) identificou que o cultivo de cogumelos se concentra nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, destacando-se *Agaricus bisporus* (champignon), *Lentinula edodes* (Shiitake), *Pleurotus sajor-caju* (hiratake), *Pleurotus ostreatus* (shimeji), e mais recentemente *Agaricus brasiliensis* (himematsutake).

O estudo de Silva et al. (2017) realizado em Pelotas, RS, mostrou que na região, as formas mais comercializadas de fungo foram o Champignon Paris (*Agaricus bisporus*) (72,9%), Shitake (*Lentinula edodes*) (10,2%), shimeji (*Pleurotus ostreatus*) (10,2%) e outros (6,7%).

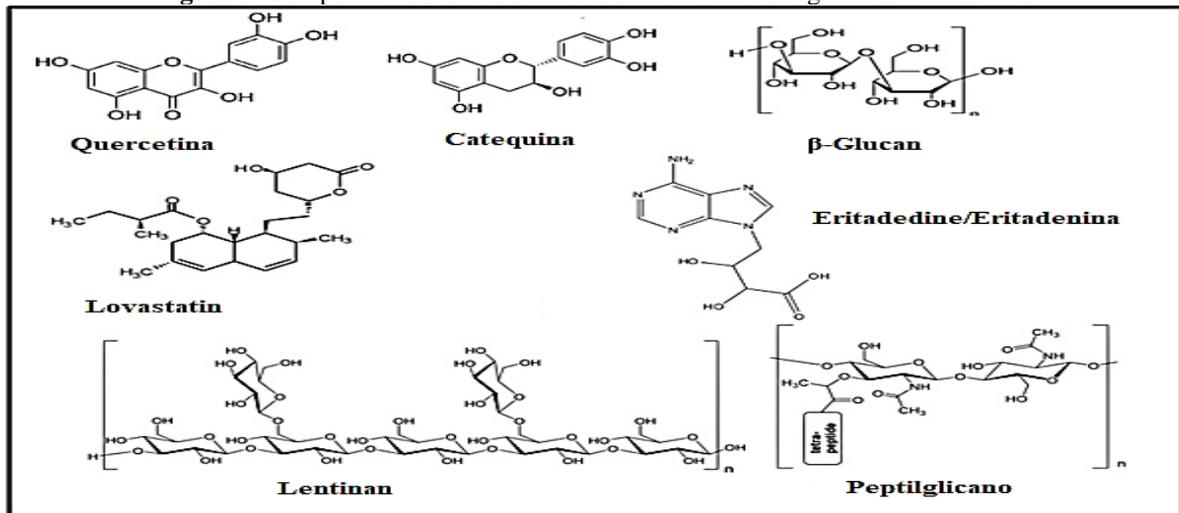
2.2 CARACTERIZAÇÃO DE COGUMELOS COMESTÍVEIS

Para Bernardi et al. (2010) os cogumelos são bem reconhecidos por sua importância nutricional, como alto teor de proteína, baixo teor de gordura e baixo teor de energia. Estes são ricos em minerais como ferro, fósforo, bem como em vitaminas como riboflavina, tiamina, ergosterol, niacina e ácido ascórbico.

Segundo Lindequist, Niedermeyer e Jülich (2005), os cogumelos também contêm constituintes bioativos, metabólitos secundários (terpenóides, ácidos, alcalóides, sesquiterpenos, compostos polifenólicos, lactonas, esteróis, análogos de nucleotídeos, vitaminas e agentes quelantes de metais) e polissacarídeos principalmente β -glucanas e glicoproteínas.

Além disso, estes compreendem muitos componentes nutricionais, como ferro, fósforo e vitaminas como ácido ascórbico, tiamina, riboflavina, niacina e ergosterol. Os componentes bioativos, presentes em diferentes tipos de cogumelos (URBEN, 2017). As estruturas químicas de alguns compostos bioativos comuns encontrados em diferentes cogumelos são apresentadas na Figura 1.

Figura 1: Componentes bioativos relacionados em diferentes cogumelos comestíveis.



Fonte: Kumar et al. (2021).

Devido à ocorrência de substâncias biologicamente ativas, os cogumelos podem servir como agentes hepatoprotetores, potencializadores do sistema imunológico, anticancerígenos, antivirais e hipocolesterolêmicos. Eles têm grande potencial para prevenir doenças cardiovasculares devido ao seu baixo teor de gordura e alto teor de fibras, além de serem as principais fontes de antioxidantes naturais úteis na redução dos danos oxidativos. No entanto, os cogumelos permaneceram subutilizados, apesar de seu amplo potencial nutricional e bioativo (MILIĆEVIĆ et al., 2020).

Cogumelos comestíveis são geralmente usados como fonte para a preparação de nutracêuticos e drogas com propriedades antitumorais, antioxidantes e antimicrobianas. Além de suas propriedades farmacêuticas, os cogumelos também são essenciais em nossa dieta, devido ao seu baixo teor de gordura, alto teor de proteína e baixo teor de energia. As proteínas dos cogumelos compreendem todos os aminoácidos essenciais obrigatórios para os seres humanos (KUMANAYA; RUGAI; BONINI, 2018; SILVA et al., 2020).

Os cogumelos são fontes ricas de componentes nutricionalmente importantes, como proteínas, polissacarídeos, lipídios, componentes polifenólicos, vitaminas e outros micronutrientes (SILVA, 2022). As indústrias de processamento de cogumelos produzem uma

gama diversificada de subprodutos durante o enlatamento, decapagem e processamento. Em particular, eles são ricos em vitaminas do grupo B e podem ser uma boa fonte dessas vitaminas para vegetarianos (NUNES, 2022).

De acordo com Cabrera et al. (2020, p. 4) “os principais cogumelos produzidos no Brasil são o champignon de Paris (*Agaricus bisporus*), o shiitake (*Lentinula edodes*), o shimeji (*Pleurotus ostreatus*) e o hiratake (*Pleurotus sajor caju*)”. Sobre o tema, Feng et al. (2020) caracteriza o champignon de Paris (*Agaricus bisporus*), como cogumelos cujas lâminas, livres, são rosa quando o cogumelo é jovem, depois marrom-escuro a preto quando envelhece. Os esporos são castanho-escuros ou pretos. O chapéu, carnudo, geralmente liso e branco nos espécimes jovens, é então coberto por fibrilas ou escamas de cor ocre (WASSER, 2010).

As espécies de *Agaricus* são fungos saprotróficos e freqüentemente gregários em bosques, florestas, jardins, beira de estradas, campos, pastagens, solos aluviais, entre outros (USMAN; MURTAZA; DITTA, 2021). É um cogumelo basidiomiceto comestível nativo de pastagens na Índia, Europa e América do Norte, constitui 90% do total de cogumelos consumidos e cultivados no mundo. Sua importância cresceu rapidamente desde o final dos anos 1990, e seu valor nutricional e altos níveis de ergotioneína, selênio e polissacarídeos, sua estrutura química e bioatividade são multifuncionais (FENG et al., 2020).

No contexto da caracterização de cogumelos comestíveis, e no tema deste estudo, para Kumar et al. (2022) o shimeji (*Pleurotus ostreatus*), é conhecido vulgarmente como cogumelo-ostra, cogumelo-gigante, possui características peculiares. Seu corpo frutífero é pouco atacado por doenças e pragas e pode ser cultivado de forma simples e barata, com alto rendimento, maior aproveitamento do substrato, ausência de esporos, ampla tolerância a temperatura e produtos químicos.

O gênero *Pleurotus* da classe dos basidiomicetos pertence a um grupo conhecido como “fungos da podridão branca” (TSUJIYAMA; UENO, 2013), pois produzem um micélio branco e geralmente são cultivados em substratos lignocelulósicos não compostados em que várias espécies de *Pleurotus*, como *Pleurotus ostreatus* (shimeji branco), *Pleurotus ostreatus* (shimeji cinza), *Pleurotus ostreatusroseus*, *Pleurotus ostreatus* (shimeji salmão) *Pleurotus sajor-caju*, são cultivados comercialmente e têm considerável valor econômico (Figura 2).

Figura 2: Espécies do gênero *Pleurotus*.



Fonte: Bezerra; Souza in Urben (2017, p. 32-33).

Este gênero cliva celulose, hemicelulose e lignina da madeira, enquanto os fungos da podridão parda clivam apenas celulose e hemicelulose. A sobrevivência e multiplicação de cogumelos estão relacionadas a uma série de fatores, que podem atuar individualmente ou ter efeitos interativos entre eles (MACHADO et al., 2016).

Zhu et al. (2022) descreveram que as bactérias fixadoras de nitrogênio para aumentar o teor de nitrogênio do solo é significativamente melhorado. Também é relatam que um suprimento adequado de fertilizante nitrogenado pode promover o alongamento/divisão da célula vegetal, prolongar o período de crescimento da parte aérea e aumentar significativamente o rendimento.

São considerados como fatores químicos, físicos e biológicos a composição química, atividade de água, relação carbono/nitrogênio, minerais, surfactante, pH, umidade, fontes de nitrogênio, tamanho de partícula e quantidade de inóculo, agentes antimicrobianos e a presença de interações entre microrganismos que estão ligados à produção de cogumelos (PAZZA et al., 2019). Além disso, Lesa et al. (2022) citam que os corpos de frutificação do shimeji (*Pleurotus ostreatus*) não são frequentemente atacados por doenças e pragas, podem ser cultivados em geral de maneira simples e seu cultivo precisa apenas de pasteurização que é barata e não requer um método mais caro como a esterilização.

É um cogumelo comestível e também possui diversos efeitos biológicos, pois contém importantes moléculas bioativas. O shimeji (*Pleurotus ostreatus*) é caracterizado por alto teor de água e baixo valor calórico (1510 kJ kg^{-1} partes comestíveis), tornando-o adequado para inclusão em dietas com controle calórico (JAWORSKA; BERNÁS, 2009). O shimeji é utilizado como suplementos dietéticos, nutracêuticos e vai além dos benefícios usuais dos cogumelos para a saúde, estão se tornando mais populares.

O cogumelo ostra, para Urben (2017) a espécie possui efeitos multidirecionais de promoção da saúde dos cogumelos do gênero *Pleurotus* resultam da presença de metabólitos secundários, que foram isolados tanto dos corpos frutíferos quanto dos micélios do cogumelo ostra. Os compostos bioativos identificados em *Pleurotus* incluem polissacarídeos, substâncias quitinosas, aminoácidos, ésteres de ácidos graxos, esteróis e polifenóis. Essas substâncias bioativas exibem propriedades antiateroscleróticas, antiinflamatórias, hepatoprotetoras e antioxidantes.

O cultivo de *Pleurotus ostreatus* tem muitas vantagens sobre outros cogumelos comestíveis, conforme Lesa et al. (2022, p. 2) entre eles:

(1) cresce rapidamente sob uma ampla gama de temperaturas (10°C a 30°C) e pH (6-8); (2) secreta uma ampla gama de enzimas que são capazes de degradando a biomassa lingoceulósica de substratos; (3) tem alto potencial de rendimento e alto valor nutricional e importância medicinal, (4) exige pouco controle ambiental; (5) pode colonizar substratos em um tempo mais curto e (6) não necessita de compostagem de seu substrato.

O píleo ou chapéu ou de modo geral tudo aquilo que é consumido de *Pleurotus ostreatus* são valorizados não só pelo seu sabor mas também pelas suas qualidades nutricionais, especialmente nas dietas vegetarianas. Os substratos utilizados no cultivo de cogumelos têm efeito nas características químicas, funcionais e sensoriais dos cogumelos. O *Pleurotus ostreatus*, conforme Urben e Oliveira (2017) extrai seus nutrientes do substrato (ervas, madeira e resíduos agrícolas) através de seu micélio, obtendo substâncias necessárias ao seu desenvolvimento, como carbono, nitrogênio, vitaminas e minerais (Tabela 1).

Tabela 1: Composição centesimal (em 100 gramas de base seca) de *Pleurotus ostreatus* em 3 amostras (triplicata).

Composto				Média*	VD**
Energia (kcal)	390,86	276,2	385	350,89	2000
Proteínas (g)	22,22	37,51	20,3	26,68	100 a 175
Carboidratos (g)	65,82	28,57	54,8	49,73	225 a 325
Lipídios (g)	4,3	1,32	9,4	5,01	22 ^a 77
Fibras (g)	39,62	21,49	56,3	39,14	25 a 30
Cinzas (g)	7,65	11,11	6,8	8,52	-

* Valores diários para uma dieta de 2000kcal seguindo a distribuição recomendada pela DRI 2002/2005, onde a quantidade da energia proveniente de proteínas deve ser de 20 a 35%, carboidratos 45 a 65% e lipídios 10 a 35%.

** Valores em média de triplicata.

Fonte: Pazza et al. (2019).

Pazza et al. (2019) demonstraram na Tabela 1, uma variação significativa dos macronutrientes, destacando-se o carboidrato, e a composição de lipídeos. Essas diferenças contribuem significativamente no valor energético do cogumelo estudado. Nessa linha, o cultivo de cogumelos tem relação com a conversão de resíduos agrícolas e agroindustriais em alimentos de alto valor nutricional; inclusive como uma opção ambientalmente sustentável (ZIED et al., 2020).

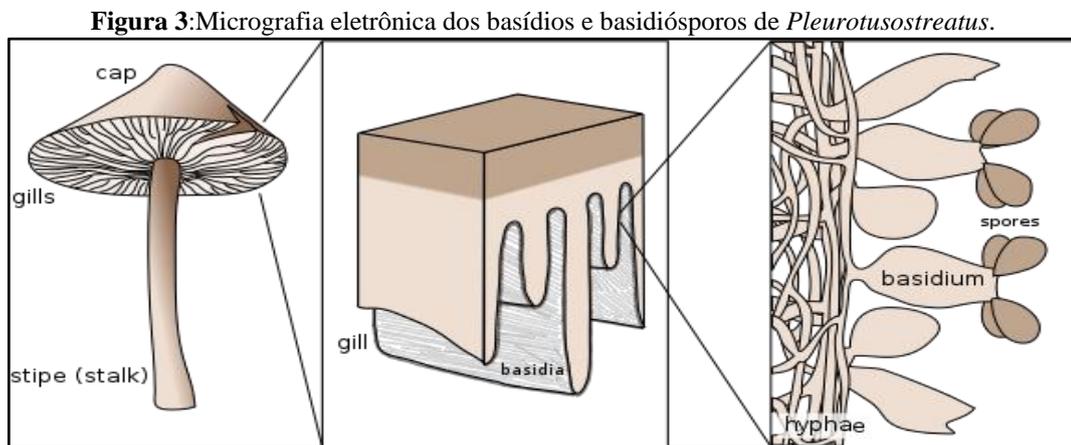
2.3 CARACTERIZAÇÃO DO FUNGO *Pleurotus* spp.

Os cogumelos do gênero *Pleurotus* spp. pertencem ao Reino Fungi, filo *Basidiomycota*, Classe *Homobasidiomycetes*, Ordem *Agaricales*, Família *Pleurotaceae*, sendo que as espécies são distribuídas em uma ampla variedade de cores, como: marrom (*P. ostreatus*), amarelo (*P. citrinopileatus*), salmão (*P. djamor*) e branco (*P. florida*) (SANTI, 2021).

A maioria dos fungos produtores de cogumelos são membros desta classe *Homobasidiomycetes*, sendo a exceção como membros do filo *Ascomycota*, subclasse *Agaricomycetidae*, ordem *Agaricales*, são tradicionalmente conhecidos como cogumelos guelrados. Mas novas pesquisas sugerem que os *Agaricales* são mais diversos, pois as guelras evoluíram em várias instâncias dentro dos *Agaricomycetes* (SANTANA, 2022).

O agrupamento macroscópico de cogumelos guelrados não é monofilético, então os *Agaricales* são uma classe definida filogeneticamente. Os *Agaricomycetes* são fungos produtores de cogumelos. A maioria dos fungos produtores de cogumelos são membros desta classe, com *morels* e trufas sendo a exceção como membros do filo *Ascomycota* (MENDOZA, 2022).

O fungo shimeji carrega seus esporos sexuais externamente em estruturas em forma de clube chamadas basídios. A Figura 3 representa uma micrografia eletrônica de varredura dos basídios e basidiósporos de *Pleurotus ostreatus*.



Fonte: Debivort (2006).

A espécie *P. ostreatus* é da família *Pleurotaceae* de cogumelos, caracterizado por guelras, a maioria dos quais são saprotróficos em substrato de madeira, com alguns membros da família capazes de se alimentarem de nematóides. Do gênero *Pleurotus*, são nematófagos, sendo a maioria saprotrófica na madeira (FARES, 2022). Os corpos de frutificação são geralmente planos com a tampa deslocada do caule, ou o caule quase não está presente. Os esporos deixam uma impressão de esporos lilás, cinza ou branco (MENDOZA, 2022).

A maioria das espécies conhecidas do gênero *Pleurotus* é comestível, sendo o *Pleurotus ostreatus* (“shimeji”; cinza) um dos mais consumidos. Outras espécies como *P. ostreatus* variedade florida (“hiratake”; branco), *P. ostreatoroseus* (Salmão) e *P. eryngii*, também são comumente encontrados (SANTI, 2021).

Pleurotus ostreatus representa o segundo cogumelo comestível mais cultivado depois de *Agaricus bisporus* devido ao seu valor econômico (comestíveis), ecológico (agentes de biorremediação) e medicinal (atividade antioxidante e fonte de biocompostos). A maioria desses fungos produz um micélio bem desenvolvido, com septos simples ou doliporosos, dependendo da ordem taxonômica. Sob condições adversas, eles podem permanecer dormentes até que condições favoráveis para o crescimento apareçam novamente (SANTI, 2022).

Para Fares (2022), as diferentes espécies de *Pleurotus* são consideradas uma importante fonte de fibra alimentar, contém inúmeros nutrientes importantes e polifenóis, que garantem seu caráter antioxidante e capacidade de inibir os radicais livres. Esses cogumelos

são considerados uma fonte barata de proteína, pois convertem resíduos agrícolas em alimentos.

2.4 CARACTERIZAÇÃO MORFOAGRONÔMICA DO GÊNERO *Pleurotus*

A caracterização morfológica é o método mais acessível e utilizado para quantificar a diversidade genética do germoplasma disponível. Segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa, qual ano?) consiste em uma ferramenta baseada em observações de caracteres facilmente observados a olho nu, coletando informações que descrevam, identifiquem e diferenciem acessos de uma mesma espécie. Essa avaliação deve permitir discriminar de forma simples os fenótipos e fornecer estimativas de variabilidade dentro de uma coleção (EMBRAPA 2022).

A caracterização utilizando descritores morfoagronômicos possibilita a replicação do material genético, os experimentos são de baixo custo e a maioria desses caracteres é de fácil avaliação quando comparados a dados moleculares, por exemplo. Independente das características analisadas, os resultados devem possibilitar distinção dos acessos, identificar aqueles que possuem características relevantes e de interesse agrônomo como resistência a doenças, arquitetura de planta, potencial produtivo, entre outras (COSTA et al., 2022).

O desenvolvimento desse tipo de tecnologia requer o isolamento e avaliação do crescimento micelial das espécies relatadas como comestíveis para promover seu cultivo nas condições locais. As características agrônômicas são as que fornecem informações sobre o desempenho agrônomo de uma espécie ou subamostra, como por exemplo, produtividade, época de floração, tamanho do fruto, além de outros (USMAN; MURTAZA; DITTA, 2021).

Através das análises de morfologia da planta é possível definir com maior eficiência os genótipos promissores para trabalhos de melhoramento, as variáveis que são relevantes para o estudo da diversidade genética e os caracteres que não contribuem para a separação dos genótipos. Cabrera et al. (2020) caracterizaram a diversidade genética de genótipos crioulos, através da morfologia e dos componentes do rendimento, para a seleção de caracteres de interesse para os estudos de melhoramento.

No tema deste estudo, o cogumelo *Pleurotus* é um fungo carnoso, comestível e utilizado em todo o mundo. O chapéu (pileus) do cogumelo ostra tem coloração esbranquiçada à cinza e carnoso. Estipe creme e superfície lisa. Os esporos são esbranquiçados a cinza lilás em massa, de forma cilíndrica a oblonga (COSTA et al., 2022).

Tradicionalmente, as espécies de *Pleurotus* são identificadas usando algumas características únicas, como margem do carpóforo, textura do estipe, cor dos basidiocarpos, superfície com esporos e quaisquer outras características do corpo de frutificação (SANTI, 2022). Este método de caracterização tradicional pode ser impreciso e enganoso, devido à grande semelhança de diferentes espécies do gênero *Pleurotus* no estágio de corpo de fruto (SANTANA, 2022).

Sobre o crescimento dos fungos, segundo Steffen (2020), é um aumento ordenado de componentes celulares que envolve um aumento de biomassa. É um processo equilibrado que geralmente implica a manutenção mais ou menos constante da composição química de um organismo, é acompanhado por processos de desenvolvimento e diferenciação e é muito diferente da simples acumulação de reservas, alongamento ou espessamento físico.

Em geral, o crescimento em fungos é um fenômeno pouco compreendido. Sabe-se que a síntese de componentes celulares, a absorção de água pelas hifas e a pressão de turgor desempenham um papel importante no alongamento do ápice. No entanto, pouco se sabe sobre o fenômeno de ramificação. Certamente o fato de a taxa de síntese em toda a hifa ser maior que a taxa de incorporação no ápice é um fator envolvido nesse fenômeno, embora muito ainda precisa ser esclarecido (SILVA; COSTA; CLEMENTE, 2002).

O crescimento ocorre apenas na parte apical da hifa, que tem a capacidade de se alongar para longe do centro da colônia. O ápice penetra em novos territórios e estabelece novas fronteiras. Devido a esta característica, dependendo do tamanho e idade da colônia, um fungo pode apresentar simultaneamente uma zona de crescimento, uma zona de pouco ou nenhum crescimento e até uma zona de autólise (MOSTAFA; ALLAH; AWAD-ALLAH, 2019).

O crescimento de um fungo varia dependendo se ocorre em meio líquido ou em meio sólido. Em meio líquido cresce apenas na superfície quando o líquido está em repouso; mas se o meio estiver permanentemente agitado, eles podem crescer em todo o volume. As principais características de exploração agrícola de cogumelos são apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1: Características de exploração agrícola de cogumelos.

Características de exploração agrícola de cogumelos	
A escolha dum local de exploração	Ao escolher um local para a exploração de cultivo de cogumelos, deve-se ter em consideração que os seguintes fatores: -Disponibilidade de substrato de boa qualidade; -Disponibilidade de água limpa; -Disponibilidade de mão-de-obra; -Transporte adequado do produto para o mercado.
Temperatura e ventilação	Os recintos de cultivo numa exploração agrícola de cogumelos devem fornecer condições climáticas adequadas. Particularmente a ventilação e a temperatura são essenciais para garantir uma produção razoável.
Chão	Muitas das vezes, as salas de cultivo de baixo custo são construídas tendo um chão de terra. Contudo, é melhor serem construídas sobre um chão cimentado ou de Betão, ligeiramente inclinado. Estes tipos de chão podem ser limpos adequadamente e permite o fácil escoamento da água em excesso. Ter cuidado para que o sistema de drenagem de cada recinto individual não esteja ligado a um outro recinto, visto que uma doença presente num recinto de cultivo pode propagar-se facilmente através de um cano de drenagem.
Higiene da exploração	A higiene é essencial numa exploração de cogumelos. Como o controlo químico de pragas e doenças não é possível no cultivo de cogumelos em pequena escala, as únicas medidas preventivas são a higiene e, até a certo ponto, a desinfecção. Isto aplica-se à unidade de produção de semente, ao local de produção de substrato, aos recintos de incubação e às unidades de produção.
Local da exploração	A inspeção de um local potencialmente apropriado para o estabelecimento de uma exploração de cogumelos reveste-se de muita importância. As áreas que circundam uma exploração devem estar limpas e isentas duma contaminação potencial por insetos, bolores, entre outros. O laboratório de semente deve estar separado do local de cultivo. Os recintos de cultivo devem ser separados entre si por paredes fechadas (de plástico) para que as diferentes fases de cultivo fiquem separadas. Com efeito, não se deve realizar uma incubação ou colonização micelial no mesmo recinto onde se faz a colheita dos cogumelos.
Disponibilidade de semente	A disponibilidade de semente de boa qualidade constitui um fator limitante para o cultivo de cogumelos em muitos países em vias de desenvolvimento. A importação é geralmente entravada pela burocracia alfandegária, os custos altos de transporte e a dificuldade de manter a semente refrigerada durante o transporte. Portanto, pode ser necessário que o produtor de cogumelos produza o seu próprio material de inoculação (semente).
Preparação dos meios de cultivo	A maioria das espécies desenvolvem-se nos seguintes meios de cultivo: Meio de extrato de Batata-Dextrose-Ágar (BDA) Ingredientes: 200 g de batata cortada em cubos, 20 g de pó de ágar, 20 g de dextrose ou açúcar branco comum, 1 litro de água.

Fonte: Nieuwenhuijzen (2007).

Dependendo das condições, o fungo pode ou não formar pequenas esferas de micélio chamadas “bolas”. Em meio líquido agitado, os fungos costumam apresentar um desenvolvimento típico, semelhante ao apresentado por outros organismos, e que consiste nas seguintes fases: latência, exponencial, declínio, estacionário e morte (MATA; SALMONES; PÉREZ-MERLO, 2016)

Quando o crescimento de um fungo ocorre em meio sólido, ao invés de uma fase exponencial, ocorre uma fase de crescimento mais ou menos linear (FÉLIX, 2020) e se for um basidiomiceto, também pode ocorrer uma fase de frutificação, dependendo das condições. Além disso, existem muitas maneiras de medir o crescimento de um organismo (pelo aumento de massa, devido à variação na concentração de algum componente celular, devido à produção de CO₂, entre outros).

Os mecanismos que dirigem e regulam a formação dos corpos de frutificação não são totalmente conhecidos e ainda são difíceis de explicar. No entanto, é claro que, para o desenvolvimento do *Pleurotus*, os resíduos agrícolas, agroindustriais e urbanos, de origem vegetal, possuem alto teor de celulose, um polímero de glicose, que é o principal componente

da parede celular das plantas. O cultivo de *Pleurotus* apresenta-se como uma opção de aproveitamento desses, devido à abundância de matéria prima para seu desenvolvimento, bem como pela relativa facilidade e versatilidade na gestão das condições para a sua produção.

2.5 MATERIAIS E MÉTODOS

Nas seções subsequentes foram descritos os procedimentos utilizados para atender aos objetivos da pesquisa.

2.5.1 LOCAL DA PESQUISA

O experimento foi conduzido em uma sala localizada no campo experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS) – Campus Ibirubá, localizado no município de Ibirubá (RS). Tendo sido executado no primeiro semestre do ano de 2021 entre os dias oito de março e seis de abril.

O delineamento experimental foi delineamento inteiramente casualizado (DIC), onde executou-se dois tratamentos e quinze repetições para cada tratamento totalizando trinta repetições mais duas repetições para cada tratamento que não sofreram inoculação, a fim de ser mecanismo de teste do processo de tratamento térmico. Os sacos inoculados foram dispersos sobre um palete não respeitando ordem aleatória para não favorecer nenhuma das repetições

2.5.3 DESCRIÇÃO DA TÉCNICA JUNCAO

Para a execução do experimento, foi utilizada a técnica denominada de JunCao, descrita por Urben (2017) para o cultivo de fungos comestíveis. Destaca-se que a EMBRAPA iniciou vários estudos para a diversificação da produção rural brasileira, adaptando a tecnologia JunCao (ou tecnologia de junção) chinesa, conhecido internacionalmente para resíduos orgânicos mais abundantes em nosso país que vinham na contramão do uso de resíduos orgânicos florestais.

Originalmente, a técnica JunCao (Jun significa fungo, Cao sinônimo de grama) significa planta herbácea, que pode ser usada como substrato de cultura para o cultivo de

fungos comestíveis e medicinais, desenvolvida pelo Professor Lin Zhanxi e pelo Centro Nacional de Pesquisa em Engenharia para Tecnologia JunCao da Universidade Agrícola e Florestal de Fujian (FAFU) da China. Refere-se a métodos que utilizam Junção ou JunCao como meio ou matéria-prima, através da geração, promoção e simbiose de fungos, para produzir cogumelos, rações, fertilizantes, energia de biomassa, materiais biológicos e aplicar na proteção ambiental.

A maioria dos tipos de JunCao foi introduzida em áreas tropicais, pois torna-se mais vulnerável a baixas temperaturas, não sendo adequado para ser plantado em áreas de clima frio, pois, a baixa temperatura pode diminuir a taxa de germinação do restolho, o rendimento e as taxas de absorção de nutrientes. Aqui, é necessário examinar suas características de hibernação para selecionar espécies apropriadas de JunCao para plantio em áreas subtropicais com baixa temperatura no inverno. O nitrogênio é um dos principais fatores que afetam a qualidade e o rendimento da JunCao.

Neste contexto, desde a primeira etapa do cultivo do presente estudo foi a escolha do local de produção e sua adaptação, considerando que não há necessidade de controle rigoroso da temperatura para a produção do cogumelo shimeji, optou-se por uma sala arejada e de boa ventilação (Figura 4).

Figura 4: Sala para a produção do cogumelo shimeji no IFRS, Ibirubá, RS.



Fonte: o autor (2023).

O local escolhido para o experimento foi higienizado, lavado com água e alvejante a base de cloro para a sua desinfecção. Posteriormente, foi aferida a temperatura para o cultivo, sendo que a mesma se manteve dentro dos parâmetros considerados ideais sendo estas

temperaturas não acima dos 30 graus, resultando assim, a dispensabilidade de controle da temperatura e umidade relativa do ar (Figura 5).

Figura 5: Aferição de temperatura.

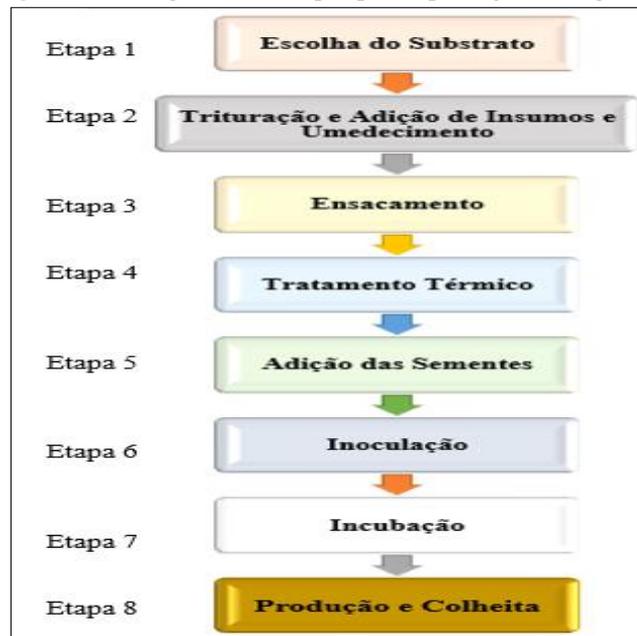


Fonte: o autor (2023).

Igualmente, foi possível verificar que durante o teste e cultivo a umidade relativa do ar manteve-se dentro da considerada ideal, entre 60 e 95% e os valores foram facilmente manipulados com uma adição de água sobre o piso, para que ao evaporar a água fosse parte do sistema e elevasse os teores de umidade relativa do ar, sendo assim elevando rapidamente a umidade relativa que persistia por vários dias até voltar a cair, o que demonstra a facilidade do controle efetivo da umidade relativa do ar.

O fluxograma abaixo apresenta as etapas da técnica escolhida para a produção do cogumelo (Figura 6).

Figura 6: Fluxograma das etapas para a produção do cogumelo.



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Etapa 1 - Escolha do substrato: para a escolha do substrato, as gramíneas possibilitam um curto ciclo vegetativo, e rápido desenvolvimento. São altamente produtivas em relação à biomassa por hectare e podem ser colhidas diversas vezes ao ano tanto no período de verão como as gramíneas de clima frio nos estados de clima subtropical.

No presente estudo, optou-se pela produção de duas espécies muito comuns e com comércio na região de estudo, feno de tifton uma espécie de *Cynodon* desenvolvida nos Estados Unidos e adaptada ao Brasil e feno de azevém (*Lolium multiflorum*), planta originária da Europa e típica do inverno na região sul do País (Figura 7).

Figura 7: Recolhimento de feno de azevém safra (2021)



Fonte: o autor (2023).

Os fenos foram adquiridos de um produtor da região, este produtor faz o uso deste feno para a alimentação de bovinos de leite e deste modo são necessários rigoroso processo de armazenagem, e que o material de origem tenha alta qualidade que respondam as exigências tanto de produção uma vez que eles serão ofertados a animais de alta produção. Como se trata de um material de fácil oferta ambas as amostras de enfenamento da última safra, uma vez que para fenos de tifton acabara de ser colhido em janeiro deste ano.

O tifton é uma gramínea perene de verão muito adaptada ao Brasil, desenvolvida nos Estados Unidos em uma estação de pecuária da United States Department of Agriculture (USDA) no estado da Georgia, e muito utilizado na pecuária leiteira principalmente no Rio Grande do Sul e Paraná. A planta muito abundante na região deste trabalho, sendo bem comercializada na forma de feno e produção elevada. Esta responde a adubação e a irrigação, e possibilita vários cortes durante o período quente do ano, deste modo este feno tende a ter uma boa relação de colmo e folha, para Azevedo et al a relação C/N de tifton 85 e de 35;1, apesar de que não se possa quantificar esta relação de forma específica pois há uma grande variância dentro das áreas a serem enfenadas, a literatura é bastante variada.

O feno oriundo da produção de azevém (*Lolium multiflorum*), por sua vez provém de uma planta anual de clima inverno, o que confere a ela segundo S.J. Giacomini (2003) uma

relação C/N muito semelhante a de aveia que é de 26;1 por ser uma gramínea de ressemeadura natural e este provavelmente é um fato importantíssimo na produção de um bom feno, uma vez que a relação de folha colmo e semente interferira diretamente na produção e qualidade do produto final. Conforme Steffen et al. (2020) para o cultivo de shimeji 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. Segundo Bernardi (2010) a velocidade de crescimento (cm/dia) do *Pleurotus ostreatus* no substrato de azevém é de 10 cm/dia.

O feno é de elevada aceitação pelos animais por ser muito palatável. Este tem um custo inferior se comparado ao feno de tifton, pois geralmente não requer investimentos de adubação e irrigação, e muito encontrado na região, principalmente de setembro a outubro, quando o azevém encontra-se em ponto de corte.

Etapa 2 - Trituração e adição de insumos e umedecimento: Nesta fase do processo de produção deu-se previamente com o encharcamento por mergulho de ambos os fenos, permanecendo por 24 horas mergulhados em água potável (Figura 8), após este processo os fenos foram triturados por um triturador de partículas PRODUFORT 600 onde as partículas tem tamanho bem variado mas média 8 centímetros de tamanho deve-se ter o cuidado para que as partículas não ficassem muito pequenas uma vez que isso reduziria a perda excessiva de água proporcionando assim zonas de baixa quantidade de oxigênio favorecendo bactérias fermentadoras anaeróbicas, o que não é desejável para o processo.

A trituração também facilita a adição de insumos e o ensaque do material uma vez que quanto menor a partícula maior será o contato dela com o inoculo. Como insumo foi adicionado farelo de trigo na proporção de 10 % do peso a amostra, ou seja, para cada saco foram adicionados 80 gramas, este insumo foi adicionado ao mesmo tempo que se fazia o ensacamento e a pesagem dos sacos.

Deve-se ter o cuidado para que as partículas não ficassem muito pequenas uma vez que isso reduziria a perda excessiva de água proporcionando assim zonas de baixa quantidade de oxigênio favorecendo bactérias fermentadoras anaeróbicas, o que não é desejável para o processo (Figura 8).

Figura 8: Feno de tifton em processo de umidificação



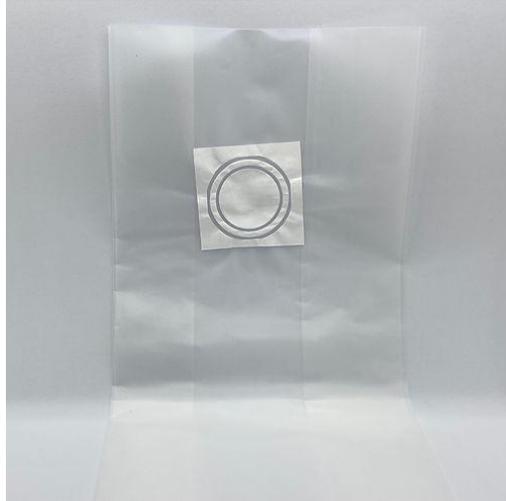
Fonte: o autor (2023).

É importante que o cogumelo tenha uma fonte de arranque inicial para que ele saia na frente de seus competidores uma vez que a palha após ser pasteurizada ficará com menor incidência fungos concorrentes.

Etapa 3 – Ensacamento: o substrato foi então colocado em sacos de aproximadamente dois litros de volume tendo capacidade de até dois kg de substrato, mas para fins estatísticos foram preenchidos e pesados cada um com 800 gramas de substrato mais 80 gramas de farelo de trigo e 16 gramas de inoculo inicial tendo assim peso total de 896 gramas. Estes sacos permitem um processo primordial para a produção de cogumelos que é o tratamento térmico. Estes sacos foram adquiridos pela internet e teve um custo de R\$ 0,21 a unidade, podendo chegar a R\$ 0,18 a unidade em compras maiores de 1000 unidades (Figura 9).

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, por serem matérias estéreis, pode se utilizar sacos de polipropileno de baixa espessura ou de material reciclados (saco para lixo).

Figura 9: Saco de polipropileno para o cultivo de cogumelos.



Fonte: o autor (2023).

O substrato foi esterilizado, conforme descrito no estudo de Silva (2011), buscando minimizar ou eliminar microrganismos ou insetos indesejáveis, que competem por alimento ou atacam diretamente o cogumelo.

Foram preenchidos 34 sacos, sendo realizado 15 repetições para cada um dos substratos mais 2 sacos de cada um dos substratos que seriam as amostras de testemunha da fase de tratamento térmico visando a observação da eficiência deste importante processo.

Etapa 4 - Tratamento térmico: esta etapa seguiu o protocolo descrito por Urben (2017), utilizando água ou vapor de água para a pasteurização do substrato, visando a eliminação por calor de fungos já existentes nos substratos, os sacos de cultivo nesta fase demonstram sua necessidade de qualidade uma vez que são submetidos a calor (Figura 10).

Figura 10: Tratamento térmico.



Fonte: o autor (2023).

O processo de tratamento neste caso também foi adaptado, mas seguiu os princípios básicos do processo descrito por Silva (2011) e Urben (2017), onde 1/3 de um tonel de metal com capacidade para duzentos litros, medindo um metro e vinte de altura e diâmetro de sessenta e oito centímetros. Foi completado com água e após o início da fervura manteve-se os sacos por uma hora sob temperatura máxima de 120 °C graus e temperatura mínima de 85°C graus, após esperou-se 24 horas para que o substrato se resfriasse e após foi feito a inoculação dos sacos com as sementes para que ocorresse a fase de incubação.

Etapa 5 - Inoculação do substrato: nesta etapa seguiu-se as instruções de Urben (2017) que recomenda que os inóculo seja depositado em diferentes profundidades, temperatura máxima de 12 °C do substrato, controlando limpeza ou higienização, a umidade, a técnico seguiu os parâmetros desenvolvidos por Urben (2017), produzidas por técnicas estéreis, com a distribuição simétrica nos substratos, evitando qualquer risco de contaminação. Ou seja, foi observado que o inóculo estivesse da maneira mais uniforme possível, sendo dispersa dentro do saco de produção, e que o substrato não esteja mais aquecido pelo processo de tratamento térmico e que se tenha um bom controle da limpeza ou higienização, Outro fator importante e que se tenha cuidado com a umidade, pois o excesso de água e muito prejudicial, deve-se evitar ao máximo qualquer risco de contaminação

Como o intuito do trabalho era a viabilidade de produção escolheu-se por fazer a aquisição de sementes de uma empresa especializada, uma vez que os processos de produção de inóculos requerem elevada qualidade e assepsia. Deste modo, escolheu-se pela empresa Funghi e Flora, empresa que é referência na área de produção de inóculos para várias culturas de cogumelos além de trabalharem com pequenas demandas e assessoria técnica a produtores iniciantes (Fonte: <https://www.funghiefloira.com.br/>).

Neste caso quando ao citar ‘‘sementes’’, refere-se as de trigos que foram preparadas e inoculadas com esporos do fungo em questão, estas sementes servem como alimento para o transporte e a dispersão do inóculo inicial do processo de produção de cogumelos, este veículo e utilizado comumente por produtores pois possibilita a esterilização do trigo pré inoculação dos esporos e ainda serve como facilitador de transporte para o envio de sementes uma vez que retem umidade e fornece alimento ao fungo.

A inoculação foi realizada na sala de cultivo pré limpa, a temperatura de 22°C e a umidade relativa do acima de 60%. Diretamente nos sacos de cultivos de polipropileno, inoculou-se em diferentes profundidades e após a adição do inóculo selou-se com fita adesiva (Figura 11).

Figura 11: Inoculação do inoculo inicial.



Fonte: o autor (2023).

Os sacos com substratos inoculados após o tratamento térmico com quantidade de inóculo pesados para fins estatísticos, é um dos fatores que definirá a velocidade de crescimento do micélio no composto. Quanto mais uniforme e mais rápido o micélio irá colonizar o substrato, está diretamente ligada à qualidade do substrato uma vez que todas as amostras apresentam mesmo peso e condições de incubação. Urben (2017) cita que para a adequada colonização, a quantidade de inoculante deve ser de 10 a 20 kg por tonelada de composto, ou seja, 1 a 2 % da massa de composto (16 gramas por saco neste caso), deste modo a evolução do inoculo só dependera das condições dos substratos.

Etapa 7 – Incubação: após a inoculação, os sacos foram acondicionados no local de incubação e mantidos sem movimentação por sete dias. A sala de incubação foi mantida limpa, seca, ventilada, com luz fraca. A temperatura foi mantida entre 22 e 30° e a umidade relativa do ar em torno de 70%, seguindo as indicações de Urben (2017). No local do cultivo, criou-se naturalmente um microclima que possibilita a diferenciação do primórdio e o crescimento do corpo de frutificação (Figura 12).

Pode se notar na imagem que o maior fator de correção e preocupação foi a umidade relativa do ar que embora controlada necessitou cuidado com adição de água no piso para elevar seus parâmetros.

Figura 12: Incubação e início do processo de formação do micélio.



Fonte: o autor (2023).

Etapa 8 – Produção (frutificação) e colheita: Determinar exatamente a rapidez com que o cogumelo estará pronto para a colheita é muito difícil, uma vez que os vários fatores podem mudar o tempo de incubação. O micélio cresce no interior dos sacos e os corpos de frutificação crescem geralmente por meio de aberturas realizadas nos sacos de polipropileno. Nessa fase pode ocorrer mudança na cor do substrato, no crescimento dos micélios e dos corpos de frutificação (URBEN, 2017).

O período entre o aparecimento do primórdio e o amadurecimento do corpo de frutificação altera-se de acordo com a linhagem e as condições ambientais. Assim, cuidados devem ser tomados quanto à época de colheita, que intervêm no proveito e na qualidade de cogumelo produzidos assim como na segunda época de colheita.

Os cogumelos precisam ser colhidos antes da total expansão do chapéu. Na Figura 13 são apresentados cogumelos shimeji em ponto de colheita.

Figura 13: Produção (frutificação) e ponto de colheita.



Fonte: o autor (2023).

O método apropriado para a colheita consiste em segurar a base fazendo um giro leve de 180° com a mão, arrancando-o suavemente, ou cortando o talo com objeto previamente esterilizado. Além disso, devem-se proteger os primórdios, com a finalidade de não prejudicar o rendimento/produção nas colheitas futuras.

Foram colhidos os primeiros cogumelos após 8 dias de inoculação (16/03/21) e a segunda colheita se deu 17 dias (03/04/21) após a primeira colheita totalizando assim vinte e cinco dias do início ao fim da colheita e 33 dias de cultivo.

Os cogumelos foram pesados ao lado da sala de produção com a utilização de uma balança de cozinha do modelo SF-400 e posteriormente distribuídos a alunos e professores do IFRS. Deste modo a variável utilizada para comparação de produtividade foram as pesagens em ambas as colheitas de cogumelo.

Para análise estatística os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e comparação das médias pelo teste de Tukey ($\alpha \leq 5\%$).

2.5.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A quantidade de cogumelos colhida por substrato está diretamente ligada à sua qualidade, mas economicamente viável. Usman, Murtaza e Ditta (2021) citam que é possível fazer até três colheitas pois neste momento o cogumelo perde sua eficiência de produção e de transformação de substrato em estruturas comestíveis. De modo geral fazem-se duas colheitas, conforme a tabela 2.

Pode-se perceber que a grande variação entre os dois tratamentos onde o tratamento AZ (azevém) foi muito superior quando comparado ao tratamento TF (tifton), há também uma variação dentro do próprio tratamento e isso se caracteriza devido aos sacos que produziram mais na primeira colheita produziram menos na segunda colheita, pois a produção é diretamente comparativa entre medias.

Deste modo explica-se o alto CV (46,43) da análise devida a alta heterogeneidade das análises obtidas em relação a produção em gramas de cogumelo por kg de substrato inoculado. Destaca-se ainda a baixa produção do substrato TF em relação a ele mesmo onde algumas amostras tiveram certa produção e outras foram muito aquém a elas mesmo.

Tabela 2: Tratamento (colheita 1 e 2).

Tratamento	Colheita 1	Colheita 2	Total
TF Tifton	11,80 B	29,66 B	41,4 B
AZ Azevém	103,93A	60,87A	164 A
Média		57,88	
CV		46,43	

Fonte: dados da pesquisa (2023).

O cultivo de espécies de cogumelo em sacos plásticos, conhecido como técnica JunCao, tem possibilitado o aproveitamento de diferentes resíduos de cultivos ou sobras de cultivos assim como alguns resíduos agroindustriais para essa atividade com bastante vantagem, na preparação do substrato e em especial no aumento da velocidade de miceliação e conseqüente redução no tempo de frutificação (URBEN, 2017).

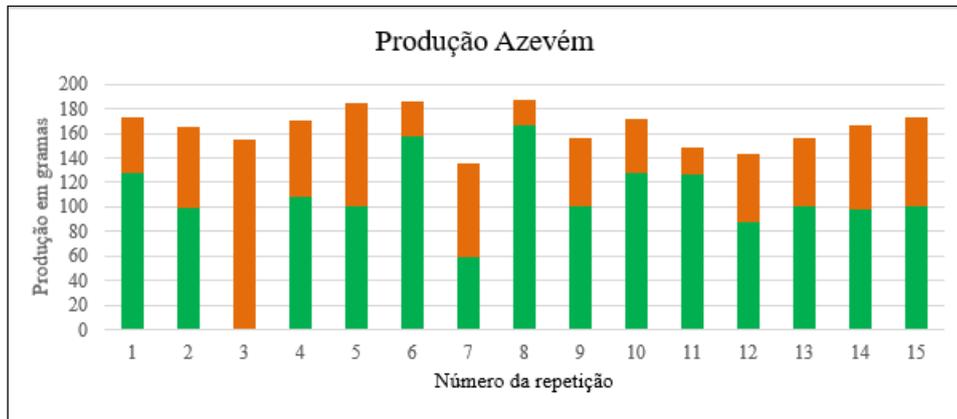
A partir da escolha do substrato fez-se um comparativo entre os dois substratos, feno de tifton e feno de azevém (Gráfico 1 e Gráfico 2) a fim de demonstrar sua eficiência. Os dois substratos tiveram produções distintas. A produção no substrato de azevém foi muito superior ao substrato de tifton. Neste estudo, a produção no substrato de azevém foi muito superior ao substrato de tifton e algumas alternativas para tal diferença acredita-se ser na relação C/N do material, assim como na relação de lignina do material e a presença de sementes no material de azevém.

Para Queiroz, Marino e Eira,.(2004) obtiveram melhores resultados no crescimento radial das linhagens quando os meios de cultivo foram suplementados com fontes de nitrogênio, demonstrando a dependência da relação C/N do micélio durante o desenvolvimento, fato que pode ser evidenciado neste trabalho. Urben (2017) cita que as substâncias essenciais são C (carbono), N (nitrogênio), minerais e vitaminas. O C é o elemento de maior conteúdo nos cogumelos secos, compreendendo cerca de 50% a 60% de sua composição.

Segundo Urben (2017) a produtividade o substrato de tifton é de 78% = 3,90 kg. Para o crescimento do micélio o pH do composto deve ser mantido entre 5,5–6,0; temperatura 20–25°C, 65% de umidade do composto. Para frutificação e colheita, a temperatura deve ser mantida entre 20–26°C; umidade local entre 85%–90%, e o período de colheita ocorrerá de 30 a 35 dias.

Além disso, Urben (2017) destaca que o sistema de cultivo de cogumelo pela técnica JunCao possibilita o uso de resíduos orgânicos (restos culturais e resíduos industriais), acumulados no ambiente, a uma velocidade muitas vezes superior à capacidade de degradação, graças aos seus sistemas enzimáticos (lignina e celulose).

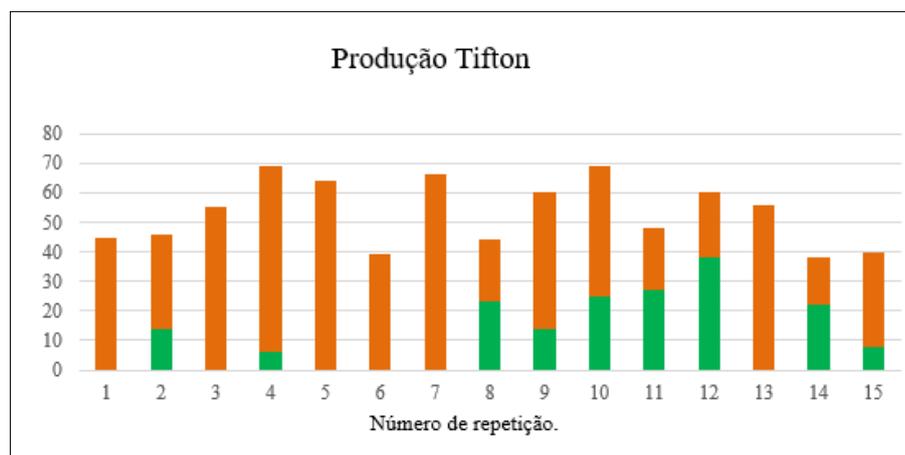
Gráfico 1: Produção de cogumelos em substrato de azevém.



Fonte: autor (2023).

O gráfico 1 mostra a diferença de produtividade dos substratos, onde as cores demonstram a primeira e a segunda colheita (verde primeira e laranja segunda) e o gráfico faz a soma de produção demonstrando que as médias de produtividades de ambos os substratos, onde o composto de azevém apresentou média de produção de 164 gramas por pacote. Isso significa uma produção de 20,5% do seu peso do saco de substrato em cogumelos colhidos. Este resultado está muito próximo a média encontradas na literatura, que segundo Urben (2017) produz de 15 a 25 % em produções não tenrificadas onde se utilizam técnicas computadorizadas para o controle de umidade e temperatura do ar.

Gráfico 2: Produção Tifton



Fonte: dados da pesquisa (2023).

No gráfico 2, apresenta-se a produção feita à base de feno de Tifton, observa-se a força necessária para a colonização do micélio fez para percorrer a amostra, ou seja, o trabalho no

qual se teve para poder colonizar o substrato muito baseado na sua formação e seus compostos. Este fato fez com que a produção muito provavelmente seja menor nas repetições de tifton oito dias após o período de incubação. Na Figura 14 pode-se perceber que o micélio na amostra AZ07 (azevém repetição 7) já está totalmente colonizado enquanto a amostra no pacote de TF03 (tifton repetição 3) está parcialmente mesmo condições iguais para colonizada e isso mostrou-se diretamente na produtividade posteriormente (Figura 14).

Figura 14: Comparação da amostra AZ07 (azevém repetição 7) com a amostra TF03 (tifton repetição 3) .



Fonte: o autor (2023).

Na amostra TF03 de cultivo demonstra o cultivo de shimeji (Figura 14), e o desenvolvimento do fungo não alcançou o resultado esperado, apresentando menor produção, quebra ou menor rendimento em comparação com o substrato de azevém (AZ07). Esse resultado é similar ao estudo de Barbosa et al. (2005), pois para que o fungo se desenvolva corretamente, é preciso ficar atento a relação C/N e a lignina do material, o que ocasionou uma multiplicação lenta do shimeji, interferência que vai ao encontro do presente estudo (Figura 14). Essa aparente desvantagem pode, no entanto, ser tema para futuros estudos. Pazza et al. (2019) demonstraram uma variação significativa dos macronutrientes, destacando-se o carboidrato e a composição de lipídeos. Essas diferenças contribuem significativamente no valor energético do cogumelo estudado. Resultado similar também pode ser verificado no estudo de Steffen et al. (2020) ao referirem que a produtividade e a eficiência biológica para a produção do shimeji, estão associadas diretamente ao substrato em atender às exigências nutricionais e ambientais e à diferença nos teores de celulose, hemicelulose e lignina.

A pesquisa de Kumar et al. (2022) demonstraram que os cogumelos podem ser cultivados em diferentes tipos de substratos, como forma de produção sustentável. Entre

esses materiais, o shimeji (*Pleurotus ostreatus*), possui características peculiares e pode ser cultivado de forma simples e barata, com alto rendimento, maior aproveitamento do substrato, ausência de esporos, ampla tolerância a temperatura e produtos químicos, além de biorremediação ambiental.

Deste modo a escolha do feno de azevém, um dos substratos usados na produção de shimeji, é abundante acessível na região de estudo. Pois ele consiste em uma das principais forrageiras de inverno cultivadas no sul do Brasil.

Na produção de cogumelos os principais fatores ambientais englobam temperatura, umidade, luminosidade e composição do substrato circundante, como concentração de oxigênio e dióxido de carbono. O estudo de Cabrera et al. (2020) demonstrou que o shimeji satisfaz um tempo de crescimento curto, em comparação com outros cogumelos. Seu corpo frutífero é pouco atacado por doenças e pragas e pode ser cultivado de forma simples e barata, com alto rendimento, maior aproveitamento dos substratos, ausência de esporos, ampla tolerância a temperatura e produtos químicos.

A pesquisa de Steffen et al. (2020) ao avaliar a eficiência do substrato para o cultivo de shimeji, demonstrou que a sobrevivência e multiplicação dos cogumelos está relacionada a uma série de fatores, que podem atuar individualmente ou ter efeitos interativos entre eles. A combinação das melhores condições de temperatura do ar, umidade, nutrientes do substrato e outras variáveis, proporciona um efeito sinérgico otimizando a produção de cogumelos.

3 CONCLUSÃO

Foi possível produzir cogumelos de forma satisfatória, muito além de conhecer a técnica observando que não se fez necessário cuidados complexos com temperatura e umidade relativa do ar. Observou-se que a produção de cogumelo shimeji no substrato de azevém e viável em pequenas propriedades pode ser possível e acessível, e uma alternativa viável para pequenos produtores da região do Alto Jacuí.

Pode-se, deste modo observar que a produção de cogumelos não requer muito espaço físico, alia a utilização de produtos (feno) já produzidos na região com uma nova forma de renda para pequenas propriedades e ainda traz qualidade de vida devido ao alto poder de revenda assim como qualidade de vida por ser um alimento saudável e muito nutritivo.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, Nelson M. N; et al; Casca de pinus: avaliação da capacidade de retenção de água e da fitotoxicidade. **Colloquium Agrariae**, v.1, n.1, p. 19-24, set., 2005.
- BERNADI, Eduardo. Entomofauna associada ao cultivo de *Pleurotussajor-caju* (FR.) singer (*Agaricales: Agaricaceae*) no município do Capão do Leão, RS, Brasil. *Arq. Inst. Biol.*, São Paulo, v.77, n.3, p.465-469, jul./set., 2010.
- BISEN, Philip S; et al. *Lentinus edodes*: a macrofungus with pharmacological activities. **Current Medicinal Chemistry - Bentham Science Publisher**, v. 17, n. 22, p. 2419-2430, 2010.
- BONATTI-CHAVES, Mariene; et al. Evaluation of the nutritional characteristics of *Pleurotostreatus* and *Pleurotussajor-caju* when cultivated in different lignocellulosic residues. **Food Chemistry**, v.88, n. 3, p. 425–428, dec., 2004.
- CABRERA, Lilian Cervo; et al. Caracterização da produção de cogumelos comestíveis: estudo de caso na região de Londrina, Paraná. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, e612974416, p. 1-14, 2020.
- COSTA, Laura Amália Miranda; et al. Avaliação da produção e da atividade antioxidante de *Pleurotus ostreatus* cultivado em substratos lignocelulósicos. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 39, n. 2, e26933, p. 1-12, 2022.
- EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Pesquisadores desenvolvem cultivar mais produtiva de capim azevém**. 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/73057999/pesquisadores-desenvolvem-cultivar-mais-produtiva-de-capim-azevem>. Acesso em: 07 jul. 2023.
- FARES, Assia Ghattas. **Efeito da concentração de diferentes cogumelos e de goma xantana nas propriedades tecnológicas do pão de forma**. 2022. 62 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Alimentos), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2022.
- FÉLIX, Aline Priscila. **Efeitos da fragmentação da restinga na estrutura genética populacional de *Dichotomius schiffleri* e suas implicações para conservação**. 2020. 65 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Biociências, Programa de Pós-graduação em Genética, Recife, 2020.
- FENG, Yugin; et al. Recent advances in polysaccharides from *Agaricus Bisporus*: extraction, purification, physical-chemical characterization and bioactivities. **Process Biochemistry**, v. 94, p. 39-50, apr., 2020.
- FIGUEIRÓ, Gláucia Garcia; GRACIOLLI, Luiz Antônio. Influência da composição química do substrato no cultivo de *Pleurotus florida*. *Ciênc. agrotec.*, Lavras, v. 35, n. 5, p. 924-930, set./out., 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Tabela 6953-Produtores de cogumelos no RS.** 2022. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6953#resultado>. Acesso em: 24 mai. 2023.

JAWORSKA Gerard; BERNÁS Elbhrant. Qualitative changes in *Pleurotostreatus* (Jacq.: Fr.) Kumm. mushrooms resulting from different preliminary processing methods and periods of frozen storage. **Journal of Food and Agriculture Science**, v. 89, p. 1066-1075, 2009.

KOSACHENCO, Camila. **Cogumelos são fonte de proteínas, vitaminas, minerais e fibras.** Coluna Zero Hora de 17 julho de 2017. Online. 2017. Disponível em <https://gauchazh.clicrbs.com.br/saude/vida/noticia/2017/06/cogumelos-sao-fonte-de-proteinas-vitaminas-minerais-e-fibras-saiba-mais-9826356.html>. Acesso em: 02 abr. 2023.

KUMANAYA, Daniele R; RUGAI, Thábata D. A. S; BONINI, Luci M. A cultura e a territorialidade do cultivo de cogumelos em Mogi das Cruzes. **Revista Eletrônica Anima Terra**, Mogi das Cruzes-SP, n. 7, p.1-13, ago./nov., 2018.

KUMAR, Pnakj; et al. Biotransformation of spent substrate from *Shiitake Mushroom* (*Lentinula edodes* Berk.): a synergistic approach to biogas production and fertilization of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). **Horticulturae**, v. 8, n. 6, p. 479-494, may., 2022.

LESA, Kaisun Nesa; et al. Nutritional value, medicinal importance, and health-promoting effects of dietary mushroom (*Pleurotus ostreatus*). **Journal of Food Quality**, v. 2022, e2454180, p. 1-9, 2022.

LINDEQUIST, Ulrike; NIEDERMEYER, Timo H. J; JÜLICH, Wolf-Dieter. The pharmacological potential of mushrooms. **Evidence Based Complementary Alternative Medical**, v. 2, n. 3, p. 285-99, sep., 2005.

MACHADO, Ana Rita Gaia; et al. Nutritional value and proteases of *Lentinus citrinus* produced by solid state fermentation of lignocellulosic waste from tropical region. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 23, p. 621-627, 2016.

MATA, Gerardo; SALMONES, Dulce; PÉREZ-MERLO, Rosalía. Atividades de enzimas hidrolíticas em cepas de hongos *shiitake* (*Lentinula edodes*) cultivadas em pulpa de café. **Revista Argentina de Microbiologia**, v. 48, n. 3, p. 191-195, jul./set., 2016.

MENDOZA, Anita Yris Garcia. **Levantamento de fungos do filo Basidiomycota e etnomicologia na Reserva Natural de Palmari no município de Atalaia do Norte-AM.** 2022. 115 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal do Amazonas, Humaitá (AM), 2022.

MILIĆEVIĆ, Natasa; et al. Physico-chemical properties of low-fat cookies containing wheat and oat bran gels as fat replacers. **Journal of Cereal Science**, v. 95, e103056, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2020.103056>. Acesso em: 15 abr. 2023.

MOSTAFA, Doaa M; ALLAH, Sherin F. A. Awd; AWAD-ALLAH, Eman F. A. Potential of *Pleurotussajorcaju* compost for controlling *Meloidogyne incognita* and improve nutritional status of tomato plants. **Journal of Plant Science and Phytopathology**, v. 3, p. 118-127, 2019.

NUNES, Júlia Lima. **Farinha de estipe do cogumelo *Shiitake* (*Letinulaedodes*): caracterização e desenvolvimento.** 2022. 81 f. Dissertação [Mestrado], Faculdade de Ciências Agrônomicas da Universidade Estadual Paulista - Unesp, Botucatu, SP. 2022.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU. **Relatório da insegurança alimentar no Brasil.** <https://brasil.un.org/pt-br>. Acesso em 13 jul. 2023.

PAZZA, Aline Carina Vieira; et al. Composição nutricional e propriedades funcionais fisiológicas de cogumelos comestíveis: *Agaricus brasiliensis* e *Pleurotus ostreatus*. **FAG Journal of Health**, v.1, n.3, p. 240-265, 2019.

POKHREL, Chandra; et al. Cultivation of *Pleurotussajor-caju* using different agricultural residues. **International Journal of Agricultural Policy and Research**, v. 1, n. 2, p. 19-023, apr., 2013.

PREDANÓCYOVÁ, Kristina; ARVAY, Július; ŠNIRC, Marek. Exploring consumer behavior and preferences towards edible mushrooms in Slovakia. **Foods**, v. 12, n. 3, p. 637-875, fev., 2023.

PRESCOTT, Tom. Useful fungi. State of the World's Fungi. Report. **Royal Botanic Gardens**, Kew, p. 24-31, 2018.

QUEIROZ, Elvio Cardoso; MARINO, Regina Helena; EIRA, Augusto Ferreira da. Mineral supplementation and productivity of the shiitake mushroom on eucalyptus logs. **Scientia Agricola**, v. 61, n. 3, p.260-265, 2004. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162004000300003>

RODRIGUES, Karine. **Fome e obesidade são indicadores de desigualdade social e econômica.** 2021. Disponível em: <https://coc.fiocruz.br/>. Acesso em: 27 mar. 2023.

RODRIGUES, Gabriela de Moura; OKURA, Mônica Hitomi. Cogumelos comestíveis no Brasil: uma revisão bibliográfica. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 8, e24711830830, p. 1-9, 2022.

ROYSE, Daniel J; BAARS, Johan; TAN, Qi. **Current overview of mushroom production in the world.** Technology and Applications. Edible and Medicinal Mushrooms, p. 300. 2017. Disponível em: <https://research.wur.nl/en/publications/current-overview-of-mushroom-production-in-the-world>. Acesso em: 15 abr. 2023.

SANTANA, Romário da Silva. **Produção, pré-purificação e caracterização bioquímica de enzimas proteolíticas com ação fibrinolítica de cogumelos comestíveis.** 2022. 75 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus. 2022.

SANTI, Eduarda Maria Trentin. **Atividade de *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus florida* e *Pleurotus djamor* sobre larvas e adultos de *Lucilia cuprina*.** 2021. 54 f. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria/RS. 2021.

SILVA, Sueli Oliveira; COSTA, Sandra Maria Gomes; CLEMENTE, Edmar. Chemical composition of *Pleurotuspulmonaris* (Fr.) Quél., substrates and residue after cultivation. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 45, n. 4, p. 531-535, 2002.

SILVA, Michelle Madureira e. **Cultivo de cogumelos comestíveis pela técnica Jun-Cao**. 2011. 41 f. Monografia (Especialização em Microbiologia), Departamento de Microbiologia do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte/MG, 2011.

SILVA, Augusto Henrique Maciel; et al. Mercado consumidor de cogumelos na região sul do RS. In: **II Congresso de Ensino de Graduação, 3ª Semana Integrada da Universidade Federal de Pelotas**, Pelotas/RS, 2017. Disponível em: https://cti.ufpel.edu.br/siepe/arquivos/2017/CA_00699.pdf. Acesso em: 15 abr. 2023.

SILVA, Tiago Roque Benotoli da; et al. Response of chia (*Salvia hispanica*) to sowing times and phosphorus rates over two crop cycles. **Heliyon**, v. 6, n. 9, e05051, p. 1-8, 2020.

SILVA, Jefte Farias da. **Caracterização físico-química e atividade imunomoduladora de polissacarídeos de *Lentinusstrigosus* (Schwein.) Fr., cultivado sob fermentação submersa**. 2022. 88 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus (AM), 2022.

STEFFEN, Gerusa, et al. **Produção de cogumelos comestíveis em substratos orgânicos**. Porto Alegre: SEAPDR / DDP, 2020. 36 p.

TSUJIYAMA, Sho-Ichi; UENO, Hitomi. Performance of wood-rotting fungus-based enzymes on the enzymatic saccharification of rice straw. **Journal Science Agricultural Food**, v. 93, p. 2841-2848, 2013.

THORSTENSEN, Vera. (Coord.). **OCDE: sustentabilidade e crescimento verde**. São Paulo: Centro de Estudos do Comércio Global e Investimentos e VT Assessoria Consultoria e Treinamento Ltda, 2022.

URBEN, Arailde Fontes. **Produção de cogumelos por meio de tecnologia chinesa modificada; biotecnologia na agricultura e saúde**. Brasília, DF: Embrapa. 2017. 276 p. ISBN 85-87697-27-7.

URBEN, Arailde Fontes; OLIVEIRA, Haroldo César Bezerra de. Formulações e preparo de meios de cultura para a produção de “sementes. In: URBEN, Arailde Fontes. **Produção de cogumelos por meio de tecnologia chinesa modificada; biotecnologia na agricultura e saúde**. Brasília, DF: Embrapa. 2017. 276 p. Cap. 2. p. 49-62.

USMAN, Muhammad; MURTAZA, Ghulam; DITTA, Allah. Nutritional, medicinal and cosmetic value of the bioactive compounds of the mushroom (*Agaricus Bisporus*): a review. **Applied Sciences**, v. 11, n. 13, p. 1-16, 2021.

WASSER, Solomon P. Science of medicinal mushrooms: History, current situation, future trends and unresolved problems. **International Journal of Medicinal Mushrooms**, v. 12, n. 1, p. 1-16, 2010.

ZAFFRIE, Mohd; AMIN, Marzuki; HARUN, Azahar. **Competitiveness of the mushroom industry in Malaysia**. 2015. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org>. Acesso em: 18 abr. 2023.

ZAHANG, Ying; et al. Exploring the diversity of edible mushroom species in Yunnan, Southwest China, by DNA barcoding. **Journal Fungi**, Basileia, v. 7, n. 4, p. 310-, abr., 2021.

ZIED, Diego Cunha; et al. Use of spent mushroom substrate in new mushroom crops to promote the transition towards a circular economy. **Agronomy**, v. 10, n. 1239, p. 1-21, 2020.

ZHANG, Yaoqi; et al. Edible mushroom cultivation for food security and rural development in China: bio-innovation, technological dissemination and marketing. **Sustainability**, v. 6, n. 5, p. 2961-2973 2014.

ZHU, Senlin; et al. JUNCAO typical hibernation performance and optimized growing conditions of Pennisetum sp. in Guizhou, southwest China. **Sustentabilidade**, v. 14, n. 7, p. 4086-4097, 2022.

AZEVEDO et al. Diógenes Manoel Pedroza de, Decomposição de palha de cultivos para plantio de período de safrinha em solos tabuleiros costeiros. **Comunicado Técnico EMBRAPA V 147** Teresina Pi, n 1 p 5.

S.J. Giacomini et al Matéria seca, relação C/N e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em misturas de cobertura de solo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo** V27 abril 2003 p 4