



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS E FLORESTAIS
ENGENHARIA FLORESTAL

Francisca Rayane Matos Teixeira

Produção de *Pleurotus djamor* utilizando resíduos agrícolas no semiárido

MOSSORÓ

2025

Francisca Rayane Matos Teixeira

Produção de *Pleurotus djamor* utilizando resíduos agrícolas no semiárido

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientadora: Poliana Coqueiro Dias Araujo
Coorientador: Vinicius Gomes de Castro

MOSSORÓ

2025

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

T266p Teixeira, Francisca Rayane Matos. Produção de
Pleurotus djamor utilizando resíduos agrícolas no
semiárido / Francisca Rayane Matos Teixeira. -
2025.
43 f. : il.

Orientadora: Poliana Coqueiro Dias Araujo.
Coorientador: Vinicius Gomes de Castro.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia
Florestal, 2025.

1. economia circular. 2. cultivo de cogumelos.
3. segurança alimentar. 4. semiárido brasileiro.
I. Araujo, Poliana Coqueiro Dias , orient. II.
Castro, Vinicius Gomes de, co-orient. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

Francisca Rayane Matos Teixeira

Produção de *Pleurotus djamor* utilizando resíduos agrícolas no semiárido

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Defendida em: 07/03/2025.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **POLIANA COQUEIRO DIAS ARAUJO**
Data: 27/03/2025 20:05:25-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Poliana Coqueiro Dias Araujo (UFERSA)
Presidente

Documento assinado digitalmente
 **FRANCOYSE DAVILLA DE SOUZA SILVA**
Data: 31/03/2025 19:34:43-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Eng. Ftal. Françoyse Dávilla de Souza Silva (UFERSA)
Membro Examinador

Documento assinado digitalmente
 **LARISSA RAYANNY SILVA DA FONSECA**
Data: 31/03/2025 18:16:48-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Eng. Ftal. Larissa Rayanny Silva da Fonseca (UFERSA)
Membro Examinador

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a minha mãe Rita Maria Matos (presentes). Pelo amor incondicional e por nunca desistir de lutar.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por estar presente em todos os momentos, me dando forças para continuar e mudar minhas perspectivas.

Agradeço ao meu melhor amigo e companheiro Alex Jesuíno Dantas, por me salvar tantas vezes, por não desistir de mim mesmo quando eu mesma já havia desistido, por sua dedicação incondicional, pelo seu esforço em cuidar de mim em todos os momentos. Por mostrar que há momentos incríveis e que vale a pena passar pelos momentos ruins para alcançá-los. Por sua generosidade, amor e compreensão, pois sem eles eu não teria chegado até aqui.

Agradeço a minha mãe Rita Maria Matos pelo amor incondicional e por nunca desistir de lutar por todos nós.

Agradeço a Sinhá (*in memoriam*) por ter surgido em minha vida, mesmo que de forma breve, você sempre estará no meu coração, me fazendo lembrar que sou importante para aqueles que amo.

Agradeço a minha irmã Dayane e a meu cunhado Rubens por estarem ao meu lado, pelo carinho e por sempre me ajudarem quando preciso.

Agradeço a minha orientadora Poliana Coqueiro Dias Araujo pela oportunidade de trabalhar com uma área apaixonante. Pelo apoio em meio às crises, pela paciência e dedicação.

Agradeço aos meus Amigos Kleisson, Ludimila, Eduarda, Tércia, Stefany e Laura pelo apoio nos momentos difíceis e por me proporcionarem momentos bons ao longo do curso.

Agradeço ao grupo de pesquisa de propagação e melhoramento florestal em especial aos colegas Fran, Marcos, Leandro, Cleo, Pedro, Mikael e Tarlei, que me ajudaram nas atividades do experimento.

Agradeço a Banca Examinadora por se fazerem presente em um momento tão importante e por aceitarem o convite.

Agradeço aos professores do curso de Engenharia Florestal pelo trabalho excelente que exercem, em especial aos professores Poliana Coqueiro Dias Araujo, Marco Antônio Diodato, Gabriela Salami, Vinicius Gomes de Castro e Ane Cristine Fortes da Silva.

ÉPIGRAFE

Então, acho que somos quem somos por várias razões. E talvez nunca conheçamos a maior parte delas. Mas mesmo que não tenhamos o poder de escolher quem vamos ser, ainda podemos escolher onde iremos a partir daqui. Ainda podemos fazer coisas. E podemos tentar ficar bem com elas. Talvez seja bom colocar as coisas em perspectiva, mas às vezes acho que a única perspectiva é estar aqui.

As vantagens de ser invisível.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a viabilidade do cultivo de cogumelos comestíveis da espécie *Pleurotus djamor* utilizando substratos provenientes do semiárido brasileiro. Foram utilizados três tipos de substratos: capim-elefante (*Pennisetum purpureum*), palha de sorgo (*Sorghum bicolor*) e palha de carnaúba (*Copernicia prunifera*). O experimento foi conduzido em ambiente controlado, empregando três tratamentos, cada um composto por oito repetições, além de controles sem inoculação. Foram monitorados indicadores como o início do crescimento micelial, a emissão dos primórdios, o tempo de frutificação e caracteres morfológicos dos basidiomas (diâmetro do píleo, diâmetro e comprimento do estipe). Adicionalmente, foram calculados índices de eficiência biológica, rendimento e produtividade. Os resultados evidenciaram que todos os substratos permitiram o crescimento e a formação dos corpos de frutificação, com diferenças quanto ao tempo de desenvolvimento e às dimensões morfológicas dos cogumelos. Destaca-se que a palha de carnaúba, material abundante na região, se mostrou tão eficaz quanto os substratos mais convencionais, mostrando seu potencial como alternativa viável para a produção de cogumelos. A análise estatística revelou que, embora as variações de eficiência biológica, rendimento e produtividade não tenham apresentado diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos, as variações observadas corroboram a adaptabilidade da espécie *P. djamor* aos resíduos regionais. Conclui-se que a utilização de resíduos agrícolas na produção de cogumelos representa uma estratégia sustentável para agregar valor à subprodutos que, de outra forma, teriam baixa destinação econômica. Além de contribuir para a segurança alimentar por meio da oferta de um alimento nutritivo e de baixo custo, o cultivo de *P. djamor* pode incentivar o desenvolvimento socioeconômico local. Recomenda-se, portanto, a realização de estudos complementares que explorem aprimoramentos nos métodos e a padronização dos processos, aumentando a produtividade e a qualidade dos resultados produzidos.

Palavras-chave: economia circular; cultivo de cogumelos; segurança alimentar; semiárido brasileiro.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the feasibility of cultivating edible mushrooms of the species *Pleurotus djamor* using substrates from the Brazilian semi-arid region. Three types of substrates were tested: elephant grass (*Pennisetum purpureum*), sorghum straw (*Sorghum bicolor*), and carnauba straw (*Copernicia prunifera*). The experiment was conducted in a controlled environment, employing three treatments with eight replicates each, along with uninoculated controls. Key indicators such as the onset of mycelial growth, primordia formation, fruiting time, and morphological characteristics of the basidiomata (pileus diameter, stipe diameter, and length) were monitored. Additionally, biological efficiency, yield, and productivity indices were calculated. The results demonstrated that all substrates supported fungal growth and fruiting body formation, with differences in developmental time and morphological dimensions. Notably, carnauba straw, an abundant regional material, proved to be as effective as more conventional substrates, highlighting its potential as a viable alternative for mushroom production. Statistical analysis revealed that although variations in biological efficiency, yield, and productivity were not statistically significant among treatments, the observed differences confirmed the adaptability of *P. djamor* to regional agricultural residues. The study concludes that using agricultural waste for mushroom cultivation represents a sustainable strategy to add value to by-products that would otherwise have limited economic use. In addition to contributing to food security by offering a nutritious and low-cost food source, *P. djamor* cultivation can promote local socioeconomic development. Further studies are recommended to refine methods and standardize processes to enhance productivity and product quality.

Keywords: circular economy, mushroom cultivation, food security, Brazilian semi-arid region.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Características morfológicas de um cogumelo adulto da família <i>Agaricaceae</i>	18
Figura 2 - Processo de obtenção de matriz primária e secundária. Iniciando com a esterelizacao do meio de cultura e utensílios, seguido de repicagem do meio inicial para formação da matriz primária, as placas oriundas da matriz primária após repicagem formaram a matriz terciária.	25
Figura 3 - Processo de obtenção da matriz terciária (Pesagem dos grãos de sorgo, esterilização em autoclave, inoculação do funo <i>Pleurotus djamor</i> nos grãos de sorgo, acondicionamento, desenvolvimento do spawn e grãos de sorgo totalmente miceliado, pronto para a repicagem nos substratos).....	26
Figura 4 - Processo de preparo dos substratos (trituração dos substratos em forrageira, pesagem em balança digital, substrato umedecido e esterilizado pronto para inoculação, substrato inoculado com o fungo <i>Pleurotus djamor</i> , substratos na câmara de produção adaptada).....	27
Figura 5 - Obtenção da massa fresca e seca dos cogumelos (cogumelos no ponto de colheita, desagrupados, pesagem da massa fresca, secagem e pesagem dos basidiomas secos em balança analítica).	28
Figura 6 - Evolução do desenvolvimento do fungo <i>Pleurotus djamor</i> quando cultivados nos substratos capim elefante, palha de sorgo e palha de carnaúba.....	30
Figura 7 - Características morfológicas dos cogumelos <i>Pleurotus djamor</i> nos tratamentos capim elefante, palha de sorgo e palha de carnaúba.....	32
Figura 8 – Eficiência biológica, rendimento e produtividade dos diferentes substratos empregados no cultivo de <i>Pleurotus djamor</i>	34
Figura 9 - Número de cogumelos, massa fresca e seca dos cogumelos nos substratos capim elefante, palha de sorgo e palha de carnaúba.....	36
Figura 10 - Massa fresca e Massa seca dos substratos capim elefante, palha de sorgo, palha de carnaúba e seus respectivos controles.	37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BDA	Agar Batata Dextrose Ágar
BOD	Demanda Bioquímica de Oxigênio
CE	Comprimento do Estipe
cm	Centímetros
DE	Diâmetro do Estipe
DP	Diâmetro do Píleo
EB	Eficiência Biológica
g	Gramas
mL	Mililitros
mm	Milímetros
P	Produtividade
R	Rendimento
RN	Rio Grande do Norte
UFERSA	Universidade Federal Rural do Semiárido

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	16
2.1 Objetivo Geral.....	16
2.2 Objetivos Específicos	16
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	17
3.1 Fungos.....	17
3.2 Cogumelos	18
3.3 Cogumelos comestíveis	19
3.4 Produção de cogumelos <i>Pleurotus spp.</i>	21
4 MATERIAL E MÉTODOS	23
4. 1 Matriz Primária	24
4. 2 Matriz Secundária	24
4. 3 Matriz Terciária ou Spawn.....	25
4.4 Preparo dos Substratos e Cultivo	26
4.5 Colheita	27
4.6 Etapa Experimental	29
5 RESULTADO E DISCUSSÃO	30
5.1 Características morfológicas.....	32
5.2 Eficiência Biológica, Rendimento e Produtividade	34
5.3 Quantidade, Massa fresca e Massa seca dos cogumelos.....	35
5.4 Massa fresca e Massa seca dos Substratos.....	37
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	39
REFERÊNCIAS	40

1 INTRODUÇÃO

Os cogumelos, também chamados de corpos de frutificação, pertencem ao reino Fungi. Eles são estruturas macroscópicas reprodutivas dos fungos que realizam a dispersão dos esporos pelo vento, água ou animais (Zhanxi; Zhanhua, 2001; Madigan *et al.*, 2016). Os cogumelos possuem propriedades alimentícias e são considerados uma fonte nutricional extremamente saudável, pois apresentam baixos níveis de gorduras e açúcares, além de altas concentrações de proteínas, fibras e vitaminas. Algumas espécies também apresentam propriedades medicinais, sendo componentes importantes nas indústrias de saúde e bem-estar devido às suas atividades antioxidantes, antitumorais e imunomoduladoras (Niela *et al.*, 2019; Soccol *et al.*, 2017; Targino *et al.*, 2022).

Cinco gêneros principais constituem cerca de 85% do suprimento mundial de cogumelos comestíveis. O principal gênero cultivado no mundo é o *Lentinula* com aproximadamente 22%. O *Pleurotus* possui cinco ou seis espécies cultivadas, constituindo cerca de 19% da produção, enquanto o *Auricularia* contribui com cerca de 17%. Os outros dois gêneros, *Agaricus* e *Flammulina*, são responsáveis por 15% e 11% do volume, respectivamente (Royse; Baas; Tan, 2017). As espécies de cogumelos mais cultivados no Brasil são *Agaricus bisporus* (champignon-de-paris), *Lentinula edodes* (shiitake), *Agaricus blazei* (cogumelo-piedade), *Pleurotus ostreatus* (cogumelo-ostra), *Pleurotus sajor-caju* (cogumelo-gigante), *Pleurotus ostreatoroseus* (cogumelo-salmon) (Urban, 2017).

O cultivo de cogumelos pode ser realizado em duas circunstâncias, em condições naturais não estéreis e condições axênicas, ou seja, em substratos esterilizados e com a utilização de técnicas de cultivos assépticas até a colonização completa do substrato pelo cogumelo (Eira, 2000). No cultivo de cogumelos são utilizados resíduos da agroindústria, como palhas, serragens, bagaços de cana-de-açúcar e uma diversidade de cascas, devido à riqueza de nutrientes dessas matérias - primas, sendo uma fonte valiosa para este tipo de produção (Urban, 2017).

Nesse sentido, a produção de cogumelos é facilitada com a utilização de resíduos da agroindústria inserindo-se dentro da economia circular. O mercado de cogumelos comestíveis é um ramo promissor no setor agroindustrial global, em 2020 foi estimado em 46,1 bilhões de dólares (Sganzerla; Todorov; Silva, 2022). No Brasil, o consumo per capita anual de cogumelos comestíveis em 2018 era de cerca de 160 g, um valor considerado baixo em comparação com os países asiáticos, que lideram o ranking com uma média de 8 quilos por habitante ao ano

(ANPC, 2018). Embora ainda apresentem baixo consumo, esses valores vêm crescendo, principalmente devido à divulgação de seus benefícios nutritivos e medicinais, além da redução no preço, que os tornaram mais acessíveis aos consumidores (Furlani; Godoy, 2007). Como reflexo nos últimos 20 anos, o consumo per capita de cogumelos comestíveis no Brasil quintuplicou, passando de 50 para 288 g/habitante (Capra; Tonin, 2019).

A importância da produção e consumo de cogumelos comestíveis no Brasil se dá devido à promoção da melhoria na segurança alimentar, nutrição, sustentabilidade e economia. A inserção dos cogumelos na alimentação melhoraria sensivelmente a dieta alimentar e a nutrição da população brasileira, devido à sua composição rica em proteínas, vitaminas, minerais e carboidratos. Além disso, o cultivo de cogumelos surge como uma alternativa de renda para pequenos proprietários rurais, trazendo benefícios diretos à população de baixo poder aquisitivo, com a obtenção de empregos gerados pelo cultivo e pela indústria de cogumelos (Urban, 2017).

O cultivo de cogumelos no Nordeste do Brasil apresenta uma grande importância, especialmente no semiárido, devido a diversos fatores que se interligam, promovendo benefícios econômicos, sociais e ambientais. A região possui um vasto potencial inexplorado para a produção de cogumelos, impulsionado pela disponibilidade de resíduos agrícolas que podem ser convertidos em substratos de cultivo. Além disso, a produção de cogumelos pode representar uma alternativa viável para o desenvolvimento regional, agregando valor aos resíduos e gerando renda para a população local.

Adicionalmente, o semiárido nordestino, apesar de suas condições climáticas desafiadoras, pode se beneficiar da produção de cogumelos, visto que existem espécies com alto potencial produtivo que podem se adaptar a essas condições. O gênero *Pleurotus*, por exemplo, possui espécies que se desenvolvem em uma ampla faixa de temperatura, o que permite seu cultivo em diferentes regiões climáticas (Stamets, 2000). Além disso, possui valor gastronômico, capacidade de colonizar e degradar diversos resíduos lignocelulósicos, e seu ciclo é relativamente curto em comparação a outros gêneros de cogumelos comestíveis e há a possibilidade de cultivo em ambientes rústicos de produção (Bonatti *et al.*, 2004; Eira, 2004; Pedra; Marino, 2006). O cultivo de cogumelos comestíveis em substratos agrícolas locais é uma alternativa capaz de fortalecer um sistema de produção de alimentos sustentável, além de minimizar os impactos ambientais e fornecer alimentos nutritivos (Crispim, 2023).

A população mundial gera milhões de toneladas de resíduos agroindustriais anualmente que, apesar de biodegradáveis, exigem um tempo mínimo para sua completa mineralização.

Grande parte desses resíduos é destinada à produção de ração animal ou simplesmente descartada no solo. Contudo, novas soluções podem agregar valor a esses materiais, sendo a bioconversão com microrganismos, especialmente fungos, uma alternativa promissora (Fan *et al.*, 2003; Villas-Bôas; Esposito; Mitchell, 2002).

O aproveitamento de resíduos lignocelulósicos provenientes da produção agrícola podem ser utilizados para a produção de cogumelos comestíveis do gênero *Pleurotus*. No cultivo podem ser utilizadas matérias-primas abundantes e baratas como palhas, capins e bagaços (Eira, 2004; Moda *et al.*, 2005).

A alta variedade de substratos que podem ser utilizados na produção de cogumelos comestíveis do gênero *Pleurotus* e o crescente mercado neste ramo proporciona a possibilidade de complementaridade da renda de pequenos produtores, reaproveitando resíduos que seriam posteriormente descartados. Esse tipo de produção gera uma finalidade sustentável para os resíduos agrícolas e um impacto econômico positivo na renda de pequenos produtores. Diante disso, substratos naturalmente produzidos e muitas vezes descartados, como a palha de carnaúba, capim elefante e a palha de sorgo são opções viáveis para a produção de cogumelos do gênero *Pleurotus* no semiárido brasileiro, com destaque para *Pleurotus djamor*, espécie no estudo em questão.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O presente estudo teve como objetivo a produção de cogumelos comestíveis da espécie *Pleurotus djamor* em diferentes resíduos agrícolas da região do semiárido brasileiro.

2.2 Objetivos Específicos

Avaliar o efeito da utilização de diferentes substratos na produção de *Pleurotus djamor*.

Realizar a análise das características morfológicas dos cogumelos comestíveis *Pleurotus djamor*.

Caracterizar o cultivo de cogumelos com base no rendimento, eficiência biológica e produtividade.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Fungos

Os fungos pertencem ao reino Fungi e são organismos heterotróficos, ou seja, necessitam obter seu alimento a partir de outro organismo, uma vez que não são capazes de sintetizá-los. Assim, na sua alimentação, eles secretam enzimas sobre o alimento e, em seguida, absorvem as moléculas menores que são liberadas (Evert; Eichhorn, 2014; Gonçalves, 2012). Existem fungos que são saprófitas, isto é, fazem a digestão de matéria orgânica morta e resíduos orgânicos, e parte deles são parasitas pois conseguem nutrientes por meio dos tecidos de outros organismos vivos (Black; Black, 2021). A micologia classifica os fungos em cinco filos: *Chytridiomycota*, *Zygomycota*, *Glomeromycota*, *Ascomycota* e *Basidiomycota*, sendo que os fungos comestíveis estão presentes principalmente nos filos *Ascomycota* e *Basidiomycota* (Raven; Evert; Eichhorn, 2007).

Os fungos são amplamente utilizados na indústria alimentícia, farmacêutica, biorremediação, biosorção (remoção de metais pesados e radioativos), agricultura, especialmente por meio dos fungos micorrízicos arbusculares, em que são utilizadas técnicas que favorecem o desenvolvimento de plantas de interesse econômico. Além disso são utilizados no controle biológico, na biodegradação de xenobióticos, biorremediação de solos, no tratamento de efluentes industriais e na bioconversão de resíduos lignocelulósicos (Trufem, 1999; Matheus; Okino, 1999).

Juntamente com as bactérias, são responsáveis pela decomposição da matéria orgânica morta e pela ciclagem de nutrientes no ambiente. Além disso, fungos filamentosos e leveduras possuem ampla aplicação biotecnológica na produção de fármacos (como antibióticos, a exemplo da penicilina), bebidas, enzimas e cogumelos comestíveis. A principal função ecológica dos fungos, em especial os basidiomicetos, é a decomposição de madeira, papel, tecido e outros materiais derivados dessas fontes naturais. Contudo, alguns desses microrganismos podem estabelecer interações ecológicas de parasitismo com plantas e animais, causando patologias que impactam significativamente diferentes tipos de culturas (Madigan *et al.*, 2016; Hyde *et al.*, 2019).

Dentre os fungos comestíveis, as espécies comumente conhecidas pertencem à ordem *Agaricales* pertencente à classe *Hymenomycetes*. Dentre os *Agaricales* cultivados para fins alimentares, quatro espécies são as mais apreciadas mundialmente: *Agaricus brunnescens*

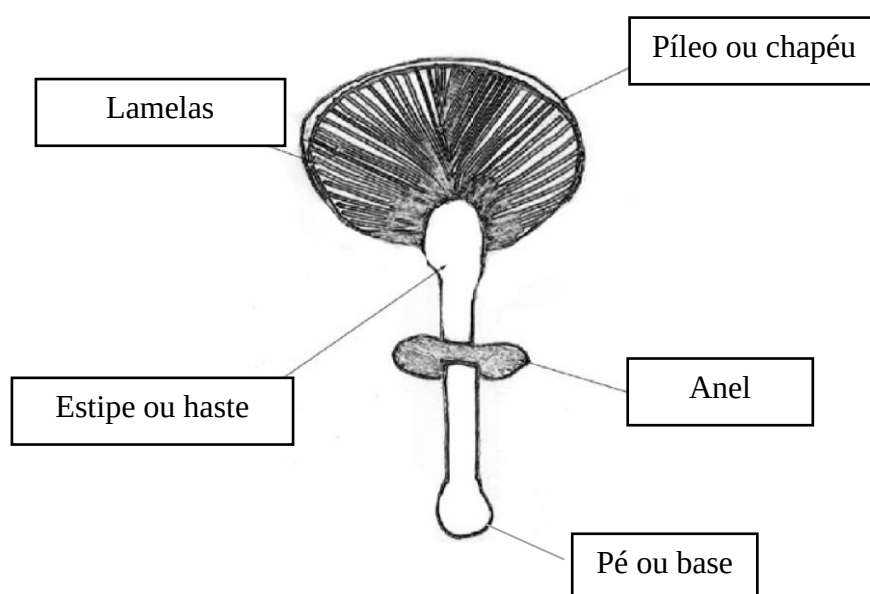
(*bisporus*) (Agaricaceae), conhecida como champignon-de-paris, *Lentinula edodes* (Tricholomataceae), ou shitake, *Pleurotus ostreatus* (Tricholomataceae) também chamado de cogumelo-ostra e o *Volvariella volvacea* (Volvariaceae) (Urban, 2017).

Os cogumelos comestíveis fazem parte do reino Fungi, na natureza desempenham papel fundamental na bioconversão de resíduos agroflorestais e industriais, degradando durante seu crescimento micelial, materiais lignocelulósicos geralmente insolúveis em água (Miles; Chang, 1997; Pazza *et al.*, 2019).

3.2 Cogumelos

Os cogumelos são fungos pertencentes ao grupo Basidiomycetes, que abrange mais de 30.000 espécies descritas. Alguns fungos formam estruturas reprodutivas microscópicas denominadas corpos de frutificação ou cogumelos em que ocorre a dispersão de milhões de esporos pelo vento, água ou animais (Madigan *et al.*, 2016). Algumas estruturas celulares compõe os cogumelos, como o pé (ou base), a estipe, o chapéu (ou píleo) (Figura 1), e os rizomorfos que são micélios que possuem a função de absorver água e nutrientes do solo ou do substrato no qual está sendo cultivado. Alguns podem apresentar, ainda, anel e véu (Lindner; Martin, 2022). Mostrado na figura 1.

Figura 1 - Características morfológicas de um cogumelo adulto da família Agaricaceae.



Fonte: Adaptado de Urban, 2017.

O ciclo de vida dos cogumelos envolve três etapas principais: esporo, micélio e corpo de frutificação. Os fungos se propagam através da produção de esporos que sob condições adequadas germinam formando hifas, estruturas filamentosas, e o conjunto dessas estruturas é denominado micélio. Micélios primários compatíveis podem se fundir (plasmogâmia), formando micélio secundário, capaz de produzir corpos de frutificação. Na região do himênio dos carpóforos, ocorre fusão e recombinação nuclear, gerando novos esporos e fechando o ciclo (Nieuwenhuijzen, 2007; Socol *et al.*, 2017).

Os cogumelos estão associados a florestas e áreas de gramíneas, ambientes ricos em umidade e matéria orgânica. Em uma área ecologicamente definida, os cogumelos podem preferir substratos específicos. Neste caso, alguns desenvolvem seus basidiocarpos no solo, sendo referidos como formas terrestres, outros crescem em folhas mortas (folícolas), em húmus (humícolas), em madeira (lignícolas) ou em fezes (coprófilos). Há ainda os que se desenvolvem no basidiocarpo de outros macrofungos, sendo conhecidos como fungícolas (Urban, 2017).

O carpóforo dos cogumelos visíveis na superfície representa apenas uma fração do organismo completo. Há uma vasta rede de hifas que se espalham pelo solo ou por resíduos orgânicos. Os cogumelos desempenham um papel importante para a decomposição de tecidos lenhosos, e certas espécies estabelecem relações simbióticas com as raízes das plantas (Brady; Weil, 2013). Os cogumelos podem se desenvolver isoladamente (solitários), em grupos (acervados ou aglomerados), fasciculados, cespitosos ou em tufo e em círculos de fadas (Urban, 2017).

Dentre os cogumelos existem aqueles que são comestíveis, algumas espécies também podem ser tóxicas, alucinógenas e venenosas. Os cogumelos comestíveis são corpos de frutificação de macrofungos cuja ingestão é segura e adequada para o consumo humano (Li *et al.*, 2020). Enquanto os demais produzem substâncias alucinógenas, como a psilocibina (cogumelos do gênero *Psilocybe*) e a muscarina (*Amanita muscaria*) e substâncias que podem ser fatais como a alfa amanitina, produzida por *Amanita phalloides* (o chapéu-da-morte) e *Galerina marginata* (Stamets, 1996; Sator *et al.*, 2005; Kaya, 2013).

3.3 Cogumelos comestíveis

Cogumelos comestíveis são corpos de frutificação de macrofungos que são seguros e adequados para o consumo humano (Li *et al.*, 2020). Eles são apreciados tanto por suas características gastronômicas quanto por seus benefícios nutricionais e medicinais (Chang, 1996; Ferreira; Almeida Neto; Assunção, 2020). Esses macrofungos são ricos em fibras,

proteínas e aminoácidos essenciais, e apresentam compostos bioativos e fenólicos, vitaminas, além de possuírem propriedades antioxidantes e antibacterianas (Pérez-Montes *et al.*, 2021).

A produção comercial de cogumelos comestíveis é uma aplicação da tecnologia microbiana, que realiza a bioconversão de resíduos agrícolas, industriais, florestais e domésticos em alimentos nutritivos (cogumelos) (Gupta *et al.*, 2018). Em 2020, o mercado global de cogumelos comestíveis foi avaliado em 46,1 bilhões de dólares, consolidando-se como um setor promissor na agroindústria, com a China liderando a produção mundial, respondendo por 87% do total. Os gêneros mais cultivados mundialmente são *Letinula* (22%), *Pleurotus* (19%), *Auricularia* (17%), *Agaricus* (15%) e *Flamulina* (11%) (Royse; Baas; Tan, 2017; Sganzerla; Todorov; Silva, 2022).

A produção de cogumelos comestíveis no Brasil foi estimada em apenas 12.000 toneladas/ano, concentrada principalmente nos estados de São Paulo e Paraná (ANPC, 2013). As espécies mais cultivadas incluem *Agaricus bisporus* (champignon-de-paris), *Lentinula edodes* (shiitake), *Agaricus blazei* (cogumelo-piedade), *Pleurotus ostreatus* (cogumelo-ostra), *Pleurotus sajor-caju* (cogumelo-gigante) e *Pleurotus ostreatoroseus* (cogumelo-salmão) (Urban, 2017). O consumo de cogumelos tem aumentado nos últimos anos, quintuplicou nos últimos 20 anos, passando de 50g para 288g/habitante por ano (Capra; Tonin, 2019).

O mercado de cogumelos comestíveis apresenta um grande potencial de crescimento, tanto no Brasil quanto no mundo. O desenvolvimento de técnicas de cultivo mais eficientes e sustentáveis, o aproveitamento de resíduos, e a divulgação dos benefícios dos cogumelos são essenciais para expandir esse mercado e torná-lo mais acessível à população. A produção de cogumelos surge como uma alternativa de renda para pequenos produtores, promovendo a segurança alimentar, a nutrição e a sustentabilidade (Ferreira; Almeida Neto; Assunção, 2020).

Segundo Oliveira *et al.* (2019), os resíduos lignocelulósicos da região Nordeste possuem grande potencial para aplicação industrial, tanto na geração de energia de forma direta, como combustíveis, quanto na elaboração de novos produtos ou bioprodutos, sendo capazes de gerar produtos com maior valor agregado. Em 2019, foram geradas 416.135,55 toneladas de resíduos provenientes de tecidos vegetais na região Nordeste e, no Rio Grande Norte, 200.010,00 toneladas foram geradas (MICROSOFT, 2019). Esses resíduos podem ser utilizados na produção de cogumelos, como uma alternativa no incremento da renda e melhoria da nutrição das pessoas que vivem em regiões bioclimáticas desafiadoras como o semiárido, auxiliando na promoção da sustentabilidade ambiental e social.

O semiárido brasileiro apresenta características que colocam a população em risco de insegurança alimentar, como altos índices de desigualdade social e econômica, uma economia dependente da disponibilidade de recursos naturais e várias adversidades ambientais, como a irregularidade das chuvas, solos e corpos de água salinizados (Rocha; Lima; Almeida, 2014). Nesse contexto, embora não haja relatos significativos do consumo de cogumelos comestíveis por populações tradicionais da região, esses recursos podem se tornar grandes aliados para a segurança alimentar local (Lima; Braga, 2021).

Dentre os cogumelos comestíveis, o gênero *Pleurotus* inclui espécies que se desenvolvem em uma ampla faixa de temperatura, permitindo seu cultivo em diversas regiões climáticas (Stamets, 2000). Além disso, esse gênero possui valor gastronômico, capacidade de colonizar e degradar diversos resíduos lignocelulósicos, e seu ciclo é relativamente curto em comparação a outros cogumelos comestíveis. Outro benefício é a possibilidade de cultivo em ambientes rústicos de produção (Bonatti *et al.*, 2004; Eira, 2004; Pedra; Marino, 2006). São exemplo as espécies *Pleurotus djamor* (24-30 °C) e *Pleurotus ostreatus* (20-34 °C) que se desenvolverem em ampla faixa de temperatura, o sistema de cultivo relativamente simples, rápido e de baixo custo (Belletini *et al.*, 2019; Estrada; Pechia, 2017; Mata; Salmones; Savoie, 2017; Urban, 2017).

3.4 Produção de cogumelos *Pleurotus* spp.

O cultivo de cogumelos comestíveis é um sistema de bioconversão ecológica que transforma resíduos lignocelulósicos, aparentemente sem valor agregado, em alimento nutritivo (Albertó, 2008). O gênero *Pleurotus* faz parte do filo Basidiomycota, da ordem Agaricales e família Pleurotaceae, esses fungos desenvolvem basidiomas, conhecidos como corpos de frutificação que apresentam formato semelhante ao de uma orelha ou ostra, conforme descrito por Bernardi (2010). O cogumelo *Pleurotus* não possui alta especificidade quanto ao substrato, podendo ser cultivado em diversos resíduos agrícolas, como palha de cereais, bagaço de cana-de-açúcar, serragem, gramíneas secas e papel descartado (Gupta *et al.*, 2018).

O cultivo de cogumelos comestíveis geralmente envolve as seguintes etapas: obtenção da matriz primária, produção da “semente” ou “spawn”, preparo do substrato ou composto, inoculação e colonização do substrato, indução dos primórdios, frutificação e colheita (Campos, 2010). O preparo da matriz consiste na transferência de fragmentos do micélio, provenientes de tubos de ensaio, para um meio de cultivo em placas de Petri e, em seguida, para grãos de cereais, para a produção da semente que atua como fonte de inóculo a ser incorporado ao substrato de

cultivo (Urben, 2017). O preparo do substrato inclui a trituração dos resíduos e a adição de outros insumos como farelo de arroz e gesso agrícola, seguido de umedecimento e armazenamento em sacos de polipropileno (Silva, 2023).

O crescimento do fungo se inicia com a inoculação e com a expansão do micélio no substrato. Ao completar a colonização micelial no substrato, é realizada a indução da saída dos primórdios através da modificação das condições ambientais por meio de cortes verticais de 3 a 5cm na superfície dos sacos de cultivo. Dessa forma, a concentração de CO₂ é reduzida, promovendo a troca gasosa. A frutificação é induzida pela mudança das condições ambientais, reduzindo a temperatura, fornecendo iluminação alternada escuro/claro, fazendo o fungo entrar em contato com oxigênio e aumentando a umidade do ambiente. Para a etapa de frutificação, ou seja, aparecimento de primórdios com consequente desenvolvimento dos basidiomas, deve haver iluminação por um período de 8 a 12 horas com umidade relativa do ambiente por volta de 90%. Por fim, é realizada a colheita quando o píleo está estendido e apresenta margens enroladas (Estrada; Pechia, 2017; Belletini *et al.*, 2016; Urben, 2017).

A maior parte das espécies do gênero *Pleurotus* cresce melhor em temperaturas entre 20 e 30 °C com umidade relativa acima de 85%. Durante o período de incubação, as espécies requerem 25 - 30 °C e a umidade relativa por volta de 70%. Na fase da frutificação, em 20 - 25 °C com umidade relativa por volta de 80 a 90 % e pode ser mantida pela aspersão de água (Eira; Minhoni, 1997; Sales-Campos, 2008; Urben, 2017; Gupta *et al.*, 2018; Lunardi, 2019).

Em condições adequadas de incubação a miceliação completa do gênero *Pleurotus* leva de 20 a 45 dias (Urben, 2017). A fase de incubação desse gênero pode durar entre 14 e 28 dias (Belletini *et al.*, 2019). A frutificação ocorreu de 2 a 3 dias após a emissão dos primórdios para a espécie *P. ostreatus* no trabalho de Sales-Campos (2008). Na pesquisa de Miranda (2024) com as espécies *P. ostreatus* e *P. djamor* a frutificação iniciou aos 22 dias de cultivo.

A composição química dos cogumelos varia conforme a espécie, a linhagem e o estágio de desenvolvimento do corpo de frutificação. Além disso, o tipo de substrato utilizado no cultivo pode influenciar significativamente sua composição, especialmente nos teores de proteínas e minerais, além de afetar o aroma e o sabor (Urben *et al.*, 2004).

Os cogumelos são constituídos por aproximadamente 90% de água. Geralmente a composição da matéria seca das espécies de *Pleurotus* contam com 2,85% de gordura, 46,60% a 81,80% de carboidratos e 7,50% a 27,60% de fibras. As vitaminas presentes nesse gênero de cogumelo geralmente são tiamina (1,16 mg/100 g a 4,80 mg/100 g), niacina (46,00 mg/100 g a 108,70 mg/ 100 g), ácido ascórbico (90,00 mg/100 g a 144,00 mg/100 g), vitamina B12 (1,40

mg/1.000 g). Ocorre ausência de vitamina D, porém presença de ergosterol, que na ocorrência de luz ultravioleta se transforma em vitamina D. Os minerais presentes são K e P (principais constituintes das cinzas), Ca em pequenas quantidades, Fe conteúdo apreciável, Zn (dos metais pesados é o que mais ocorre, apresentando tendência ao acúmulo nas frutificações). E proteínas com 19,80%. Contém diversos aminoácidos, inclusive os considerados essenciais (Maziero, 1990; Urben, 2017).

No cultivo das espécies do gênero *Pleurotus* vem sendo utilizados resíduos gerados pela agroindústria como substratos. Os resíduos utilizados são o bagaço de uva, palhas de trigo e arroz, gramíneas, serragens de madeira, polpa e casca de frutas, folhas de bananeira, polpa de café e bagaço de cana-de-açúcar (Moda *et al.*, 2005; Moura, 2008; Gambato *et al.*, 2016).

No trabalho de Silva (2023), o tratamento com 25% de bagaço de cana + 75% de folhas de bananeira forneceram as melhores condições nutricionais para o desenvolvimento de *Pleurotus djamor*. Já para Zwirtes (2021), em sua pesquisa com *Pleurotus ostreatus*, destacou-se o ensaio com 25 % de bagaço de cana-de-açúcar e 5 % de farelo, que obteve Rendimento e Eficiência Biológica (EB) de 34,36 % e 6,41 % respectivamente. No trabalho de Sales-Campos (2010) com *Pleurotus ostreatus*, os substratos SIAPP preparado a partir do resíduo da pupunheira se destacou, em função da alta produtividade que foi evidenciada pela eficiência biológica acima de 100%, superando a EB da maior parte dos substratos consultados na literatura pela autora.

Na pesquisa de Figueiró e Graciolli (2011), o cultivo de *Pleurotus florida* em palha de arroz e palha de feijão proporcionou as melhores produções e eficiências biológicas. Enquanto na pesquisa dos autores Costa *et al.*, (2022) com a espécie *Pleurotus ostreatoroseus* cada substrato testado, obteve resultados positivos em relação à colonização micelial, caracteres morfológicos como diâmetro do píleo, do estipe e comprimento total do estipe, foram adequados para a produção, o substrato a base de serapilheira da conífera *P. elliottii* (80%) junto ao de serragem de *Eucalyptus grandis* (20%) foi o mais promissor.

4 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa em questão foi conduzida no Laboratório de Patologia e Biotecnologia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), no campus sede localizado no município de Mossoró no Rio Grande do Norte. Inicialmente foi realizada a coleta das folhas da carnaúba (*Copernicia prunifera*) em uma propriedade rural do município de Carnaubais no

estado do Rio Grande do Norte e posteriormente foi feita a secagem das palhas em pleno sol. As palhas de sorgo (*Sorghum bicolor*) foram obtidas por meio de doações de produtores de assentamentos nas regiões de Assu-RN e Apodi-RN. O *Pennisetum purpureum* ou capim elefante foi coletado nas dependências da universidade, em local de descarte de resíduos vegetais. A cultura líquida do fungo *Pleurotus djamor* foi obtida através da loja virtual do laboratório Fungicultura, situado no estado de São Paulo.

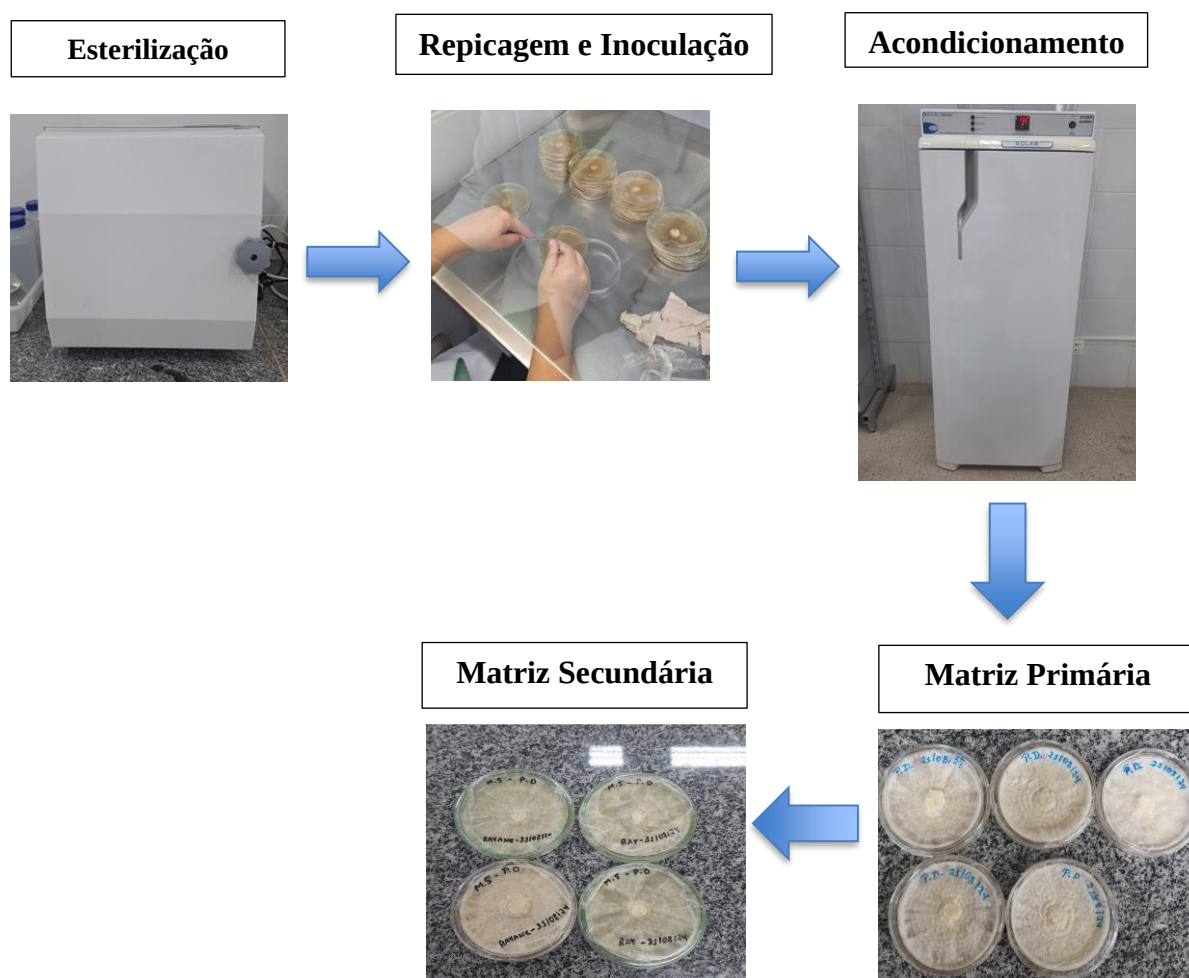
4. 1 Matriz Primária

A metodologia utilizada seguiu conforme os métodos empregados por Urben (2017) e Campos-Sales (2010), com algumas adaptações. A cultura líquida do fungo *Pleurotus djamor* foi inoculada em meio BDA (Ágar Batata dextrose) e acondicionada em BOD (Demanda Bioquímica de Oxigênio) e no período de 20 dias ocorreu a colonização em 80% do diâmetro das placas, posteriormente foi iniciado o processo para a obtenção da matriz primária. O meio BDA foi previamente esterilizado em autoclave à 121 °C por cerca de 90 minutos, em seguida, realizou-se a adição do meio de cultura em placas de Petri. Todo o processo de repicagem foi conduzido na Câmara de Fluxo Laminar, retirando-se da cultura pura um disco de 9 mm de diâmetro que foi alocado no centro das placas. As placas foram revestidas com papel alumínio e dispostas em câmara BOD com temperatura de 25 ± 2 °C e mantidas no escuro por um período de 10 dias.

4. 2 Matriz Secundária

Logo após a obtenção da matriz primária foi iniciada a formação da matriz secundária. Seguindo as mesmas etapas da matriz anterior, o meio de cultura foi preparado e esterilizado em autoclave juntamente com os instrumentos utilizados, em temperatura de 121 °C por 90 minutos. Na câmara de fluxo laminar o BDA foi vertido em placas de Petri, e em seguida a repicagem foi efetuada utilizando discos de 9 mm de diâmetro com a cultura pura proveniente da matriz primária. As placas foram envolvidas com papel alumínio e acondicionadas em BOD com temperatura de 25 ± 2 °C por 10 dias no escuro. Representadas na Figura 2.

Figura 2 - Processo de obtenção de matriz primária e secundária. Iniciando com a esterilização do meio de cultura e utensílios, seguido de repicagem do meio inicial para formação da matriz primária, as placas oriundas da matriz primária após repicagem formaram a matriz secundária.



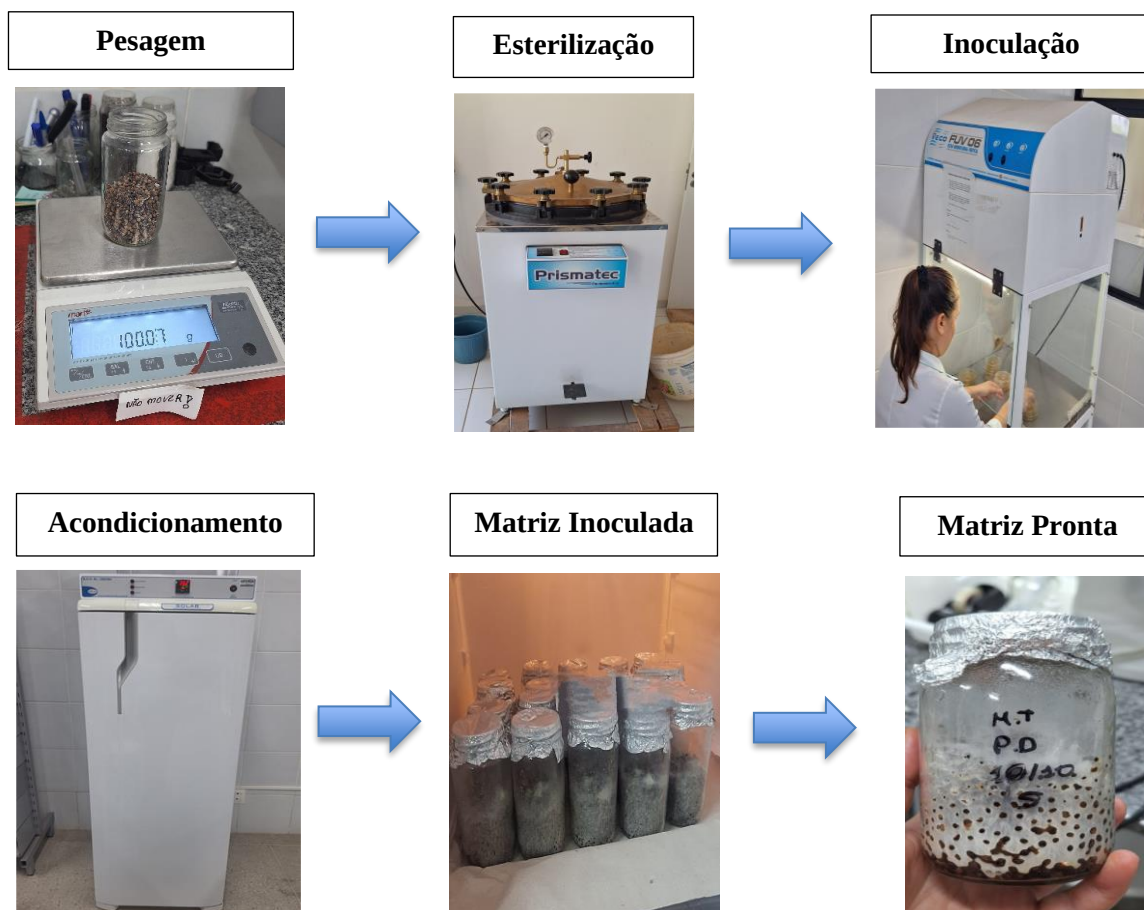
Fonte: Autor (2025).

4. 3 Matriz Terciária ou Spawn

Para a produção do spawn foram utilizados grãos de sorgo (*Sorghum bicolor*) como substrato. Os grãos foram fervidos por cerca de 15 minutos, filtrados em peneira, e então foi adicionado 2% de CaCO_3 (em relação ao peso seco do grão) para a correção do pH para 6,5. Em seguida, 100g dos grãos de sorgo foram alocados em frascos de vidro com capacidade de 300 mL, posteriormente autoclavados a 121 °C por 45 minutos. Após o resfriamento dos grãos à temperatura ambiente, foi realizado na Câmara de Fluxo Laminar a inoculação dos grãos por meio de dois discos de 9 mm de diâmetro obtidos da cultura secundária colonizada pelo fungo

Pleurotus djamor. Em seguida os frascos foram fechados com papel alumínio e acondicionados em BOD, mantidos no escuro a 25 ± 2 °C por oito dias. Processo representado na Figura 3.

Figura 3 - Processo de obtenção da matriz terciária (Pesagem dos grãos de sorgo, esterilização em autoclave, inoculação do fungo *Pleurotus djamor* nos grãos de sorgo, acondicionamento, desenvolvimento do spawn e grãos de sorgo totalmente miceliados, pronto para a repicagem nos substratos)



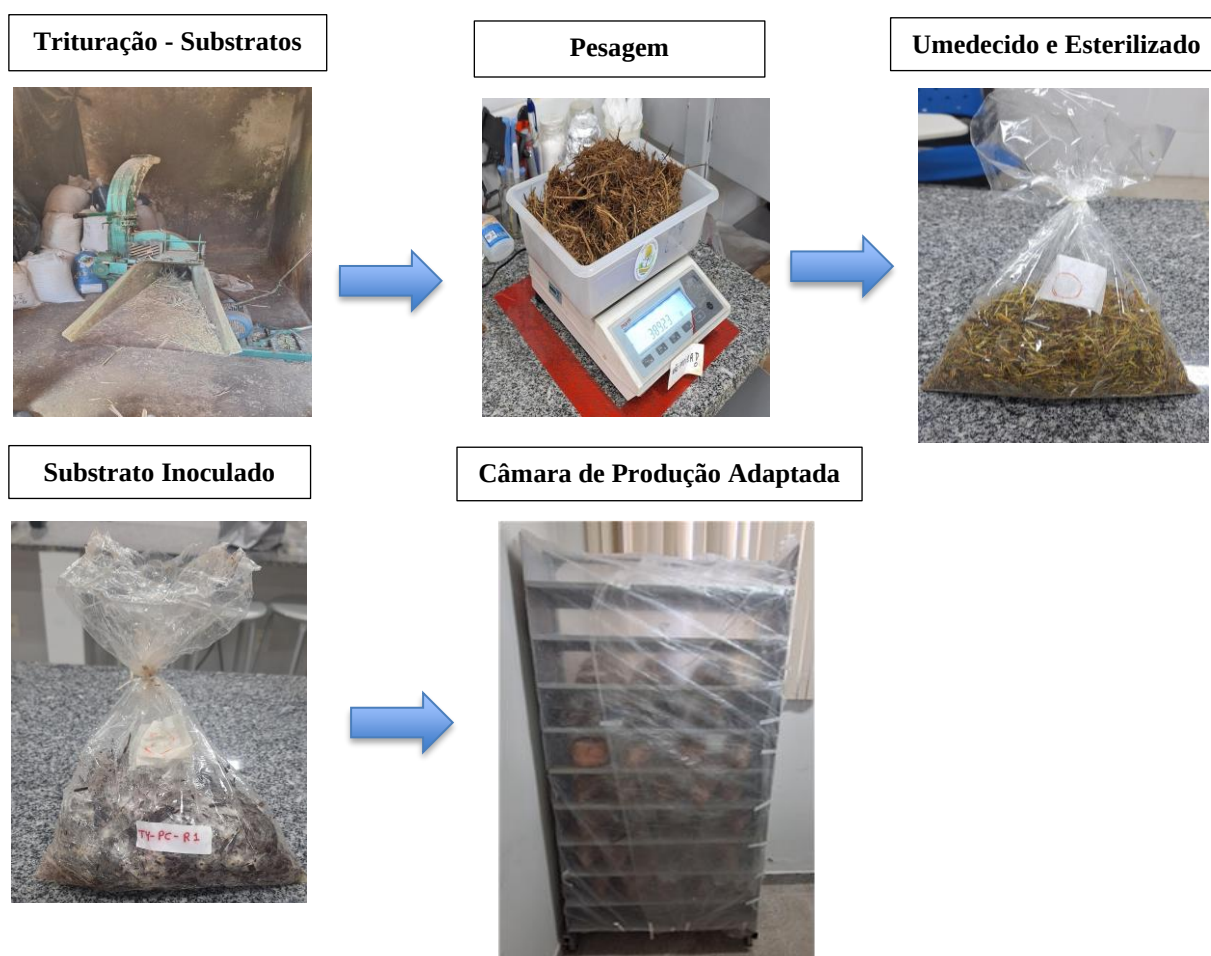
Fonte: Autor (2025).

4.4 Preparo dos Substratos e Cultivo

Os substratos palha de carnaúba (*Copernicia prunifera*), palha de sorgo (*Sorghum bicolor*) e o capim elefante (*Pennisetum purpureum*) foram preparados individualmente. Inicialmente os substratos foram triturados em forrageira atingindo cerca de 2cm de tamanho, cada substrato foi umedecido a aproximadamente 75%, com posterior adição de 2% de carbonato de cálcio para manter o pH em cerca de 6,5. Em sequência, foi colocado 500g de cada substrato em sacos de polietileno com capacidade de 1 litro e em seguida foram

autoclavados em temperatura de 121 °C por 2 horas. Logo após o resfriamento dos substratos à temperatura ambiente, foi conduzida a repicagem da matriz terciária para os substratos em condições axênicas. Cada substrato utilizado recebeu cerca de 3% do inóculo (em relação ao peso fresco do substrato), os sacos foram acondicionados em câmara de produção adaptada (contendo um termohigrômetro e um umidificador) com temperatura por volta de 25 ± 2 °C em sala climatizada. Os sacos inoculados foram mantidos parcialmente no escuro, com umidade em torno de 70% a 85% até a emissão dos primórdios. Após a emissão, a temperatura foi mantida em torno de 22 ± 2 °C para a indução da frutificação, em fotoperíodo de 12h de luz/dia e umidade de aproximadamente 80% a 90%. Processo representado na Figura 4.

Figura 4 - Processo de preparo dos substratos (trituração dos substratos em forrageira, pesagem em balança digital, substrato umedecido e esterilizado pronto para inoculação, substrato inoculado com o fungo *Pleurotus djamor*, substratos na câmara de produção adaptada).



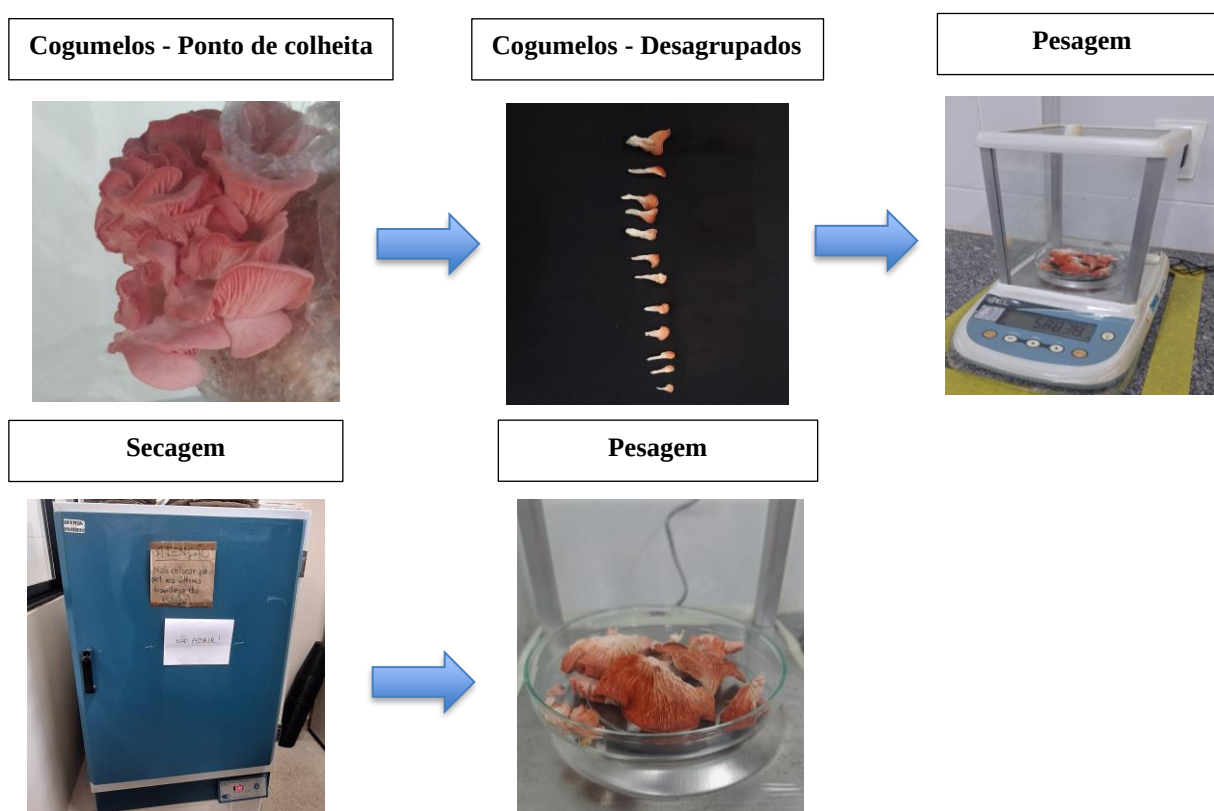
Fonte: Autor (2025).

4.5 Colheita

Após o desenvolvimento completo, os cogumelos foram colhidos manualmente no estágio em que o píleo passou de côncavo para convexo, mas antes que suas margens se tornassem completamente planas. A colheita foi realizada colocando a base dos basidiomas entre os dedos e girando a 180 graus, para remover as frutificações garantindo que nenhum resíduo dos cogumelos permanecesse no substrato (Silva, 2023).

Os cogumelos foram dispostos em bandejas, organizados em ordem decrescente de tamanho e fotografados. Em seguida, suas características morfológicas foram registradas, incluindo Diâmetro do Píleo (DP), Diâmetro do Estipe (DE) e Comprimento do Estipe (CE), utilizando um paquímetro digital. Foram computadas a quantidade de cogumelos, após essa etapa, foram pesados os cogumelos e os substratos em balança digital para a obtenção da massa fresca de ambos. Posteriormente, foram submetidos tanto os basidiomas como os substratos à secagem em estufa de circulação de ar forçada a 40 °C por 24 horas para determinação da massa seca (Zwirtes, 2021), processo representado na Figura 5.

Figura 5 - Obtenção da massa fresca e seca dos cogumelos (cogumelos no ponto de colheita, desagrupados, pesagem da massa fresca, secagem e pesagem dos basidiomas secos em balança analítica).



Fonte: Autor (2025).

4.6 Etapa Experimental

Foram testados 3 tratamentos dispostos no delineamento inteiramente ao acaso, com o total de oito repetições para cada tratamento. Os tratamentos foram, respectivamente, o capim elefante, palha de sorgo e palha de carnaúba como substrato, nos quais foram inoculados o fungo *Pleurotus djamor*. Para cada tratamento, foram realizadas quatro repetições de controle, sem inoculação do fungo. O cálculo da massa seca do substrato inicial foi realizado através das amostras do controle.

Ao longo da condução do experimento foram coletados dados quanto ao início do desenvolvimento micelial, primórdios, frutificação e desenvolvimento completo dos cogumelos nos diferentes substratos.

Durante a fase final do cultivo, foram avaliadas as variáveis: eficiência biológica (EB) em relação aos diferentes substratos, produtividade (P) e o rendimento (R). Tendo em vista que estes índices são os mais utilizados pelos pesquisadores na literatura (Sales-Campos, 2010; Silva, 2023; Zwirtes, 2021), eles foram usados para fins de comparação dos resultados.

A eficiência biológica foi utilizada para expressar a produtividade, esse índice representa o percentual de conversão dos substratos em biomassa fúngica, ou seja, os cogumelos (Martins *et al.*, 2018). Expressa pela equação 1:

$$EB(\%) = \frac{\text{Massa fresca total de cogumelos(g)}}{\text{Massa seca do substrato inicial(g)}} \times 100$$

O rendimento foi determinado pela relação da massa fresca dos cogumelos e a massa fresca do substrato, determinado pela equação 2, expressa abaixo de acordo com Aguiar (2016):

$$R(\%) = \frac{\text{Massa fresca de cogumelos(g)}}{\text{Massa fresca do substrato (g)}}$$

A produtividade (Pr) é definida como a relação entre a massa dos corpos de frutificação e o tempo total de cultivo, considerando o período em dias desde a inoculação até a colheita (Holtz *et al.*, 2009), expressa pela equação 3.

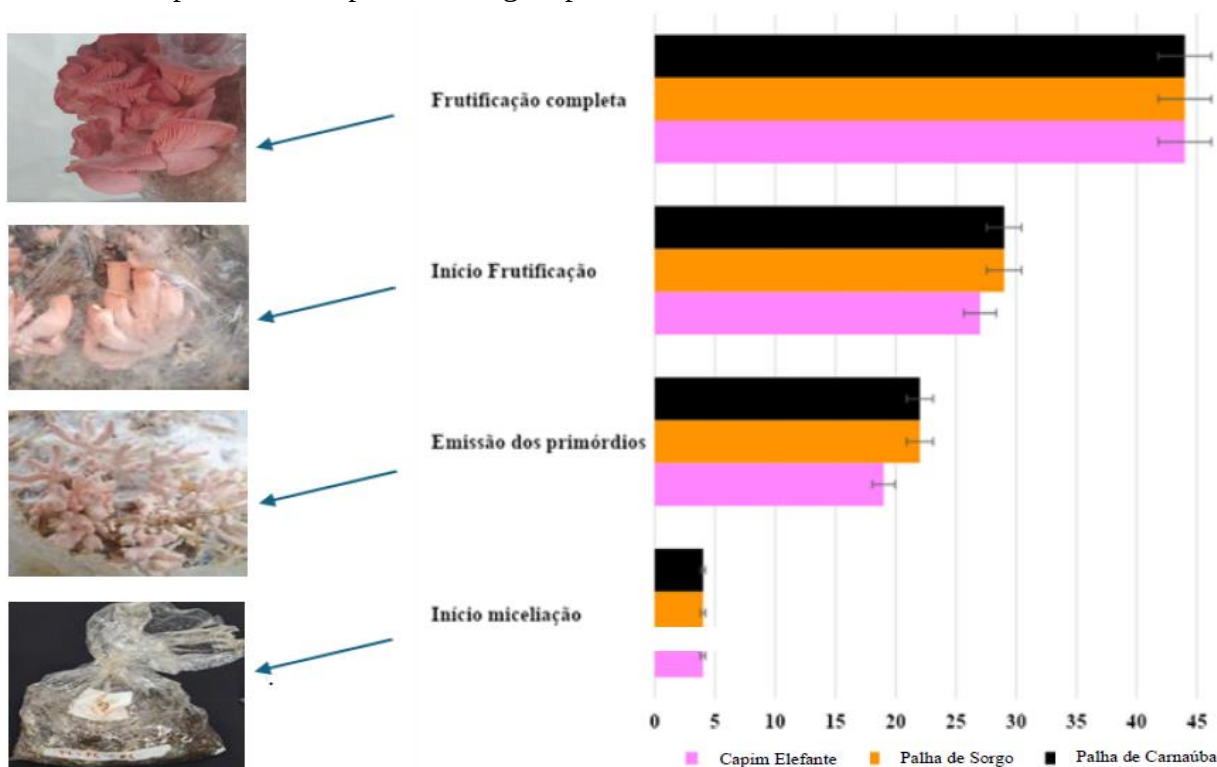
$$Pr(\text{g/dia}) = \frac{\text{Massa úmida dos corpos de frutificação(g)}}{\text{Tempo total de cultivo(dias)}}$$

Os dados referentes às características morfológicas dos cogumelos, eficiência biológica, rendimento e produtividade foram submetidos à análise de variância utilizando o programa PRISMA, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey com intervalo de confiança de 95%.

5 RESULTADO E DISCUSSÃO

Foi possível visualizar o crescimento micelial do fungo *Pleurotus djamor* em todos os substratos já no quarto dia de incubação, com exceção do tratamento controle. Dentre os substratos testados, o capim elefante iniciou a emissão dos primórdios aos 19 dias após a inoculação do fungo e os demais aos 22 dias. Já a frutificação iniciou aos 27 dias para o substrato capim elefante e aos 29 dias nos tratamentos palha de sorgo e palha de carnaúba. Os cogumelos se desenvolveram completamente aos 44 dias nos substratos testados. Como mostra a Figura 6.

Figura 6 - Evolução do desenvolvimento do fungo *Pleurotus djamor* quando cultivados nos substratos capim elefante, palha de sorgo e palha de carnaúba.



Fonte: Autor (2025)

No estudo de Campos-Sales (2010) o desenvolvimento micelial do fungo do gênero *Pleurotus* foi observado ao terceiro dia, resultado semelhante em comparação com o estudo em questão, onde o desenvolvimento micelial iniciou ao quarto dia após a inoculação, já os primórdios surgiram entre 28 à 30 dias e a frutificação entre 29 a 33 dias em sua pesquisa, a emissão dos primórdios no presente estudo se deu entre 19 à 22 dias, período menor e a frutificação entre 27 e 29 dias, resultado similar ao estudo de Campos-Sales (2010). No estudo de Cardoso, Demenjour e Da Paz (2013) com espécie do gênero *Pleurotus* foi observado o surgimento dos primórdios aos 58 dias de cultivo, com diferença expressiva de 36 dias em relação ao estudo presente. Na pesquisa de Reis (2024) com o gênero *Pleurotus* também mostra diferença no período de surgimento dos primórdios variando entre 27 e 32 dias, levando entre 8 e 10 dias a mais do que o estudo em questão.

Figueiró e Graciolli (2011) no cultivo de *Pleurotus florida* observaram que, ao utilizar o substrato palha de sorgo, a formação dos primórdios ocorreu aos 27 dias. Já Donini (2006), ao empregar o substrato capim-elefante suplementado com farelos no cultivo de *Pleurotus ostreatus*, registrou o início da formação dos primórdios aos 23 dias. Comparando esses dados com os resultados obtidos no presente estudo, verifica-se que o primeiro apresenta um intervalo de cinco dias superior ao observado para o substrato de palha de sorgo nesta pesquisa, enquanto o segundo revela um comportamento semelhante ao registrado para o substrato capim-elefante.

A precocidade no desenvolvimento do fungo *Pleurotus djamor* no presente estudo pode estar relacionada as condições ambientais. Os cogumelos foram cultivados em câmara adaptada onde não foi possível ter o total controle quanto a temperatura, ventilação, iluminação e umidade, podendo ocorrer variações. Segundo Urban (2017), a variação de temperatura provoca a transição da fase de crescimento vegetativo para reprodutivo.

Além disso a precocidade indica que o *Pleurotus djamor* se adapta a ambientes rústicos de produção onde ocorre variações de temperatura, umidade, ventilação e iluminação. Os autores Bonatti *et al.*, (2004) e Eira (2004) corroboram esse fato e relatam a viabilidade do cultivo rústico para esse gênero.

Apesar da impossibilidade de um controle total do ambiente, foi realizado um controle parcial, buscando manter a temperatura e a umidade próximas das ideais para cada fase de desenvolvimento do fungo. Além disso, o presente estudo evidencia que a palha de carnaúba é um resíduo vegetal viável para a produção de cogumelos *Pleurotus djamor*, com valores similares a substratos comumente utilizado nesse tipo de cultivo, como a palha de sorgo e o

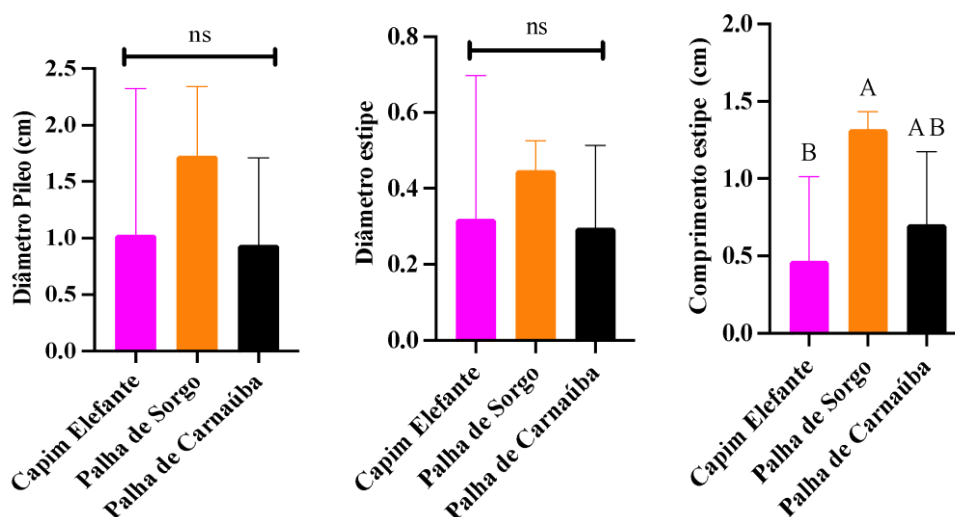
capim elefante. Esse fato é relevante para inserção da produção de cogumelos no semiárido, pois a palha de carnaúba é uma matéria prima abundante na região.

A possibilidade do cultivo de cogumelos *Pleurotus djamor* na região do semiárido utilizando uma matéria prima rica na região como a palha de carnaúba, surgiria como uma alternativa na renda dos produtores locais, e se tornaria um grande aliado na segurança alimentar local, promovendo a nutrição e a sustentabilidade (Ferreira; Almeida Neto; Assunção, 2020; Lima; Braga, 2021).

5.1 Características morfológicas

O diâmetro do píleo dos cogumelos do substrato capim elefante teve média de 1,029cm, no substrato palha de sorgo a média foi de 1,727cm e a palha de carnaúba 0,938cm. O diâmetro do estipe para os substratos, capim elefante, palha de sorgo e palha de carnaúba obtiveram as médias de 0,319, 0,448 e 0,296cm respectivamente. O comprimento do estipe obteve as seguintes médias: 0,468, 1,190 e 0,705cm, para os substratos capim elefante, palha de sorgo e palha de carnaúba (todas as médias foram obtidas por repetição). Representados na Figura 7.

Figura 7 - Características morfológicas (diâmetro do píleo, diâmetro do estipe e Comprimento do estipe) dos cogumelos *Pleurotus djamor* nos tratamentos capim elefante, palha de sorgo e palha de carnaúba.



Fonte: Autor (2025).

A característica diâmetro do píleo quando submetida ao teste de Tukey no intervalo de confiança de 95% não apresentou diferença significativa em relação aos diferentes tratamentos. Quanto ao diâmetro do estipe também não houve diferença estatística significativa em relação aos tratamentos, capim elefante, palha de sorgo e palha de carnaúba. A característica comprimento do estipe apresentou diferença estatística significativa entre os tratamentos capim elefante e palha de sorgo, demonstrando aumento do comprimento quando empregado o substrato palha de sorgo, o tratamento palha de carnaúba não obteve diferença estatística significativa entre os demais tratamentos demonstrando comportamento similar ao tratamento palha de sorgo.

No estudo de Costa et al., (2022), com espécie do gênero *Pleurotus*, dentre as características morfológicas avaliadas dos cogumelos para os diferentes tratamentos, a média do diâmetro do píleo teve uma variação de 0,8cm até 2,8cm. O diâmetro do estipe variou em média de 0,2cm até 0,4cm, e o comprimento do estipe, teve uma média de variação de 0,3cm até 0,8cm. Campos-Sales (2010), evidenciou em seu estudo com cogumelos do gênero *Pleurotus* variação de 2,5 a 19,5cm do diâmetro do píleo para os diferentes substratos utilizados, e o comprimento do estipe variou de 0-3cm. O primeiro estudo mostra valores similares com o presente estudo em todas as características morfológicas analisadas, enquanto a segunda pesquisa difere quanto às características, diâmetro do píleo, com valores superiores, porém o comprimento do estipe se mostra inferior aos valores obtidos neste estudo. Além disso, foi observado um ganho de comprimento quando empregado os substratos palha de carnaúba e palha de sorgo e ainda o substrato capim elefante obteve resultado satisfatório segundo a literatura consultada.

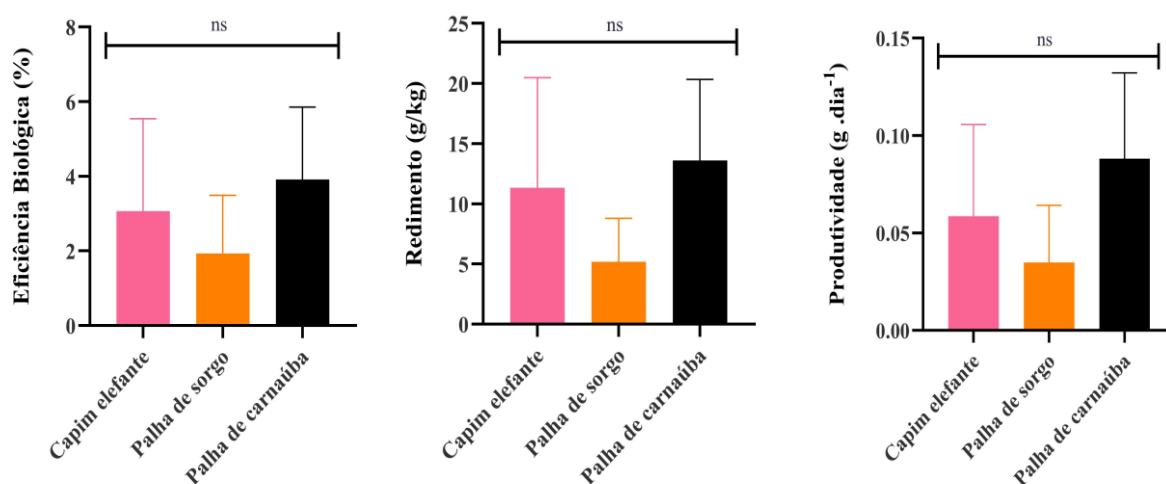
Segundo Urben (2017), a estipe, ou haste, tem a função de transportar nutrientes e água. Seu comprimento é um dos principais fatores que determinam a qualidade das espécies ou linhagens. Os resultados promissores encontrados neste estudo quanto ao comprimento do estipe, especialmente com o tratamento palha de carnaúba podem indicar a qualidade da espécie utilizada neste estudo, e ainda sua adaptabilidade a substratos não convencionais.

Desta forma, é evidenciado que a utilização da palha de carnaúba se compara com os substratos rotineiramente utilizados na produção de cogumelos, como a palha de sorgo e o capim elefante. Estes resultados corroboram com a possibilidade do emprego do substrato palha de carnaúba no cultivo de cogumelos *Pleurotus djamor*, essa evidência traz uma alternativa interessante para a produção desses cogumelos na região do semiárido, devido a abundância dessa matéria prima na região.

5.2 Eficiência Biológica, Rendimento e Produtividade

A Eficiência Biológica, rendimento e a produtividade não apresentaram diferença estatística significativa quanto aos diferentes tratamentos empregados no cultivo de *Pleurotus djamor*. Os tratamentos capim elefante, palha de sorgo e palha de carnaúba empregados no cultivo de *Pleurotus djamor* foram avaliados quanto às variáveis Eficiência Biológica, Rendimento e Produtividade. As médias obtidas quanto às variáveis mencionadas para o tratamento capim elefante foram, 3,071%, 11,335(g/Kg) e 0,059(g/dia), respectivamente. Para o tratamento palha de sorgo as médias de Eficiência Biológica, Rendimento e Produtividade foram: 1,933%, 5,182(g/Kg) e 0,035(g/dia). A palha de carnaúba apresentou os seguintes valores: 3,918%, 13,622(g/Kg) e 0,088(g/dia). Apresentados na Figura 8.

Figura 8 – Eficiência biológica, rendimento e produtividade dos diferentes substratos empregados no cultivo de *Pleurotus djamor*.



Fonte: Autor (2025).

Os resultados da eficiência biológica no trabalho de Silva (2023) com a espécie *Pleurotus djamor*, variou entre 60,50%, 52,78% e 40,09%. Os autores Cardoso, Demenjour e Da Paz (2013) no estudo com *Pleurotus ostreatus* as médias de eficiência biológica dos tratamentos foram, 30,81±9,23% e 37,51±9,45%. Os autores Siqueira, Martins e Andrade (2019) quando trabalharam com variedades de sorgo no cultivo de *Pleurotus ostreatus* obtiveram resultados entre 69,80% 72,76% e 51,72% para os diferentes tratamentos. No trabalho de Zwirter (2021), com espécie do gênero *Pleurotus*, os resultados de eficiência biológica foram entre 6,41% e 4,05%. Na pesquisa de Campos-Sales (2010), com espécie do gênero *Pleurotus* os índices de eficiência biológica média dos substratos no estudo foram entre

125,6; 99,8; 94,0 e 64,6%. Os resultados de eficiência biológica deste estudo estão abaixo dos padrões encontrados na literatura, mas apresentam valores próximos aos do trabalho de Zwirtes (2021).

Para a variável rendimento, Sales-Campos(2008) estudando o gênero *Pleurotus ostreatus* obteve rendimento médio nos diferentes substratos entre 451,80; 250,40; 242,80 e 161,40 g/kg para o menor rendimento médio. Aguiar (2016), ao estudar espécie do gênero *Pleurotus* encontraram rendimentos entre 208,50; 143,08; 105,08; 56,2; 75,7; 32,9 e 46,0 g/Kg. O presente estudo obteve resultados inferiores às pesquisas apresentadas.

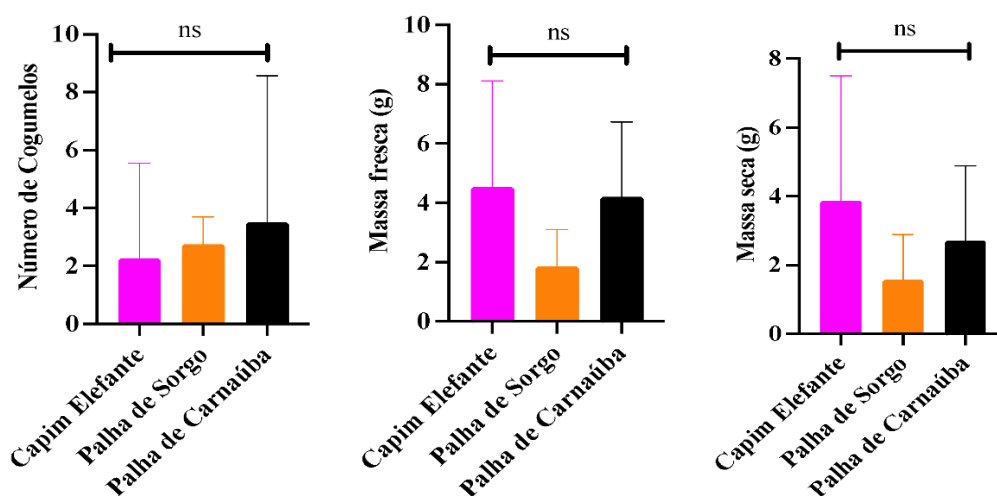
No cultivo de *Pleurotus djamor* Rampinelli (2009) encontrou os seguintes valores: 0,29 a 0,33; 0,33 a 0,36 g/dia. O maior valor de produtividade encontrado foi de 3,52 g/dia e o menor valor foi 1,91 g/dia para o cultivo de *Pleurotus* em diferentes substratos na pesquisa conduzida por Zwirtes (2021). No estudo conduzido por Chilanti (2016) com *Pleurotus spp.* a produtividade média observada foi de $0,25 \pm 0,01$; $0,43 \pm 0,01$; $1,09 \pm 0,04$ g/dia. O estudo em questão demonstra resultados abaixo dos encontrados na literatura.

Os valores abaixo dos observados na literatura quanto a eficiência biológica, rendimento e produtividade podem estar diretamente relacionados à contaminação que ocorreu durante a fase experimental final, pois no início do desenvolvimento do fungo *Pleurotus djamor* obtivemos resultados promissores quanto ao início da miceliação, formação dos primórdios e frutificação. Além disso, justifica-se devido à falta de um ambiente completamente controlado durante a fase de frutificação.

5.3 Quantidade, Massa fresca e Massa seca dos cogumelos

Os resultados da análise de variância dos cogumelos produzidos nos tratamentos capim elefante, palha de sorgo e palha de carnaúba estão representados na Figura 9.

Figura 9 - Número de cogumelos, massa fresca e seca dos cogumelos nos substratos capim elefante, palha de sorgo e palha de carnaúba.



Fonte: Autor (2025).

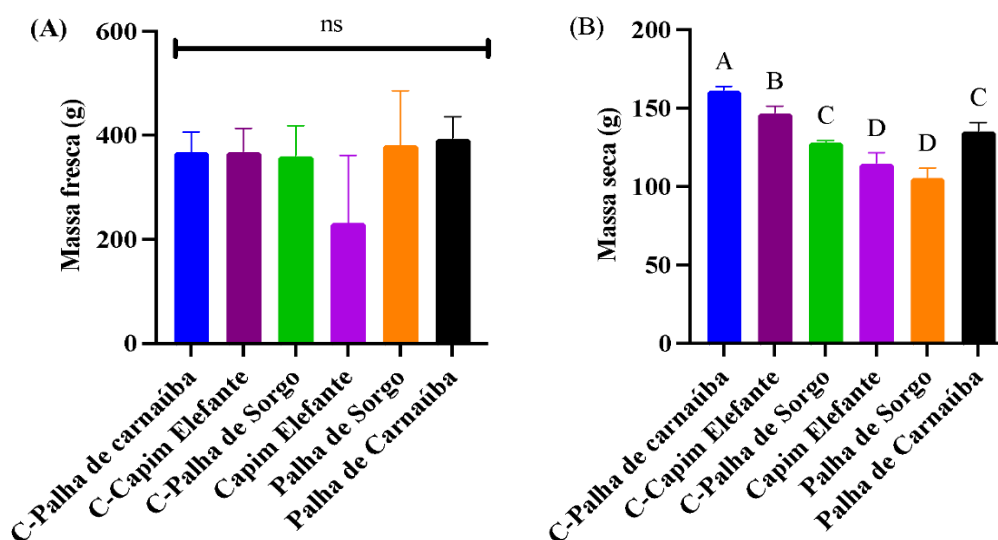
Em relação a quantidade de cogumelos os tratamentos capim elefante, palha de sorgo e palha de carnaúba apresentaram médias de 2,5, 2,75 e 3,5 cogumelos, respectivamente. Os resultados não deferiram estatisticamente entre si. Quando empregado o substrato capim elefante no cultivo de *Pleurotus djamor* foram produzidos 31 cogumelos, na palha de sorgo 32 e na palha de carnaúba 45 cogumelos. No estudo conduzido pelos autores Costa *et al.*, (2022) com o *Pleurotus ostreatoroseus* sing em serrapilheira de *Eucalyptus grandis* e *Pinus elliottii*, a quantidade de cogumelos variou conforme a composição do substato (32 a 58). Resultados similares quando comparado ao presente estudo.

A massa fresca total e a massa seca total dos cogumelos cultivados nos substratos capim elefante, palha de sorgo e palha de carnaúba não obtiveram diferença estatística significativa quando submetidos no teste de Tukey a 95% de confiança. A massa fresca total dos cogumelos teve as seguintes médias: 4,5375, 1,8554 e 4,2008g, e para a massa seca total 3,8679, 1,5793 e 2,7194g para os tratamentos capim elefante, palha de sorgo e palha de carnaúba, respectivamente. No estudo dos autores Costa *et al.*, (2022) com o *Pleurotus ostreatoroseus* sing em serrapilheira de *Eucalyptus grandis* e *Pinus elliottii*, em cada substrato utilizado, os valores da massa fresca total variaram de 0,0918g à 5,6818g. Corroboram com os resultados do presente estudo.

5.4 Massa fresca e Massa seca dos Substratos

A média da massa fresca dos tratamentos e dos seus respectivos controles não deferiram estatisticamente ($p>0,05$). A média dos controles dos tratamentos capim elefante, palha de sorgo e palha de carnaúba foram 368,64g, 360,91g, 368,19g, respectivamente. O tratamento capim elefante teve a média 325,66g, a palha de sorgo 381,28g e a palha de carnaúba 394,09g.

Figura 10 - Massa fresca e Massa seca dos substratos capim elefante, palha de sorgo, palha de carnaúba e seus respectivos controles.



Fonte: Autor (2025).

No entanto, a massa seca dos substratos capim elefante, palha de sorgo e palha de carnaúba apresentaram diferença estatística significativa, isso pode ser explicado devido a maior retenção de umidade por parte dos tratamentos. A média do controle do tratamento capim elefante foi de 146,88 g, do controle da palha de sorgo 128,19g e para palha de carnaúba 161,53 g. A média do tratamento capim elefante foi de 114,71g, para a palha de sorgo 105,79g e a palha de carnaúba 135,45g. O tratamento que apresentou maior retenção de umidade foi a palha de sorgo.

O substrato palha de carnaúba apresentou resultados semelhantes aos substratos rotineiramente usados, o que é um achado relevante, especialmente considerando seu elevado teor de lignina. Esse fator sugere que o fungo possui um amplo espectro de colonização,

conseguindo colonizar e frutificar em diferentes tipos de substratos e suas respectivas composições.

Além disso, a carnaúba é uma matéria-prima extremamente disponível no semiárido, o que torna uma opção acessível e sustentável para a produção de cogumelos na região. Sua utilização como substrato poderia representar uma alternativa viável tanto do ponto de vista econômico quanto ambiental, favorecendo o aproveitamento de um recurso de abundância regional e, ao mesmo tempo, incentivando a introdução e o desenvolvimento de um novo segmento produtivo na cadeia produtiva local.

A possibilidade de utilizar um substrato como palha de carnaúba também pode contribuir para a diversificação da produção agrícola no semiárido, agregando valor a um subproduto que, de outra forma, poderia ser subutilizado ou desperdiçado. Dessa forma, o uso desse substrato não apenas se mostra eficiente para o cultivo de cogumelos, mas também pode favorecer práticas mais sustentáveis e economicamente vantajosas para os produtores da região.

Tendo em vista, que os cogumelos comestíveis são alimentos nutritivos, ricos em proteínas, fibras e vitaminas (Gupta *et al.*, 2018; Niela *et al.*, 2019; Soccol *et al.*, 2017; Targino *et al.*, 2022), a produção e o consumo desses cogumelos no semiárido poderiam proporcionar segurança alimentar e uma alternativa de renda à população local. Isso se torna especialmente relevante, considerando que a população do semiárido brasileiro enfrenta fatores que aumentam o risco de insegurança alimentar, como altos índices de desigualdade social e econômica, uma economia dependente dos recursos naturais e diversas adversidades ambientais, incluindo a irregularidade das chuvas e a salinização dos solos e corpos d'água (Rocha, Lima e Almeida, 2014; Urban, 2017).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo demonstra que é possível o cultivo do cogumelo comestível *Pleurotus djamor* nos substratos utilizados, com destaque para o substrato palha de carnaúba, que apresentou desempenho promissor nas diferentes fases do cultivo, evidenciando seu potencial como matéria-prima para este tipo de produção, especialmente considerando sua ampla disponibilidade no semiárido nordestino.

A notável eficiência da palha de carnaúba no cultivo sugere a necessidade de investigações mais aprofundadas para compreender os fatores que influenciaram seu bom desempenho. Seria interessante a realização de estudos que explorem sua composição química, capacidade de retenção de umidade e possíveis interações microbiológicas que favorecem o crescimento dos cogumelos. Além disso, a precocidade observada no desenvolvimento dos cogumelos pode estar associada a variações ambientais, o que sugere a importância de pesquisas externas para a adaptação do cultivo a condições mais rústicas. Essa abordagem pode contribuir para o desenvolvimento de sistemas produtivos mais simples e acessíveis, especialmente para comunidades rurais do semiárido, permitindo maior autonomia na produção e diversificação das fontes alimentares locais.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, L.V.B. **Cultivo e avaliação nutricional de *Pleurotus ostreatus* de ocorrência na Amazônia, em condições ambientais não controladas**. 2016. 123f. Dissertação. INPA, Manaus. 2016.
- ALBERTÓ, E. **Cultivo intensivo de los hongos comestibles: cómo cultivar champiñones, girgolas, shiitake y otras especies**. Buenos Aires: Hemisferio Sur. 2008. 250p.
- ANPC - Associação Nacional de Produtores de Cogumelos. **Cogumelos no Brasil, *Pleurotus* spp. - Cogumelo Ostra**. 2018. Disponível em: <https://www.anpccogumelos.org>. Acesso em 11 de janeiro de 2025.
- BELLETTINI, M. B.; FIORDA, F; A.; MAIEVES, H.A.; ÁVILA, G.T.L.; HORNING, P.S.; JÚNIOR, A.M; RIBANI,R.H. Factors affecting mushroom *Pleurotus* spp. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 26, n. 4, p. 633–646, 2019.
- BERNARDI, E. **Utilização de substrato para cultivo axênico e pasteurizado do cogumelo *Pleurotus* spp.** 2010. 108f. Tese. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 2010.
- BLACK, J.G.; BLACK, L.J. **Microbiologia - Fundamentos e Perspectivas**. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2021. 888p.
- BONATTI, M.; KARNOPP, P.; SOARES, H.M.; FURLAN, S.A. Evaluation of *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus sajor-caju* nutritional characteristics when cultivated in different lignocellulosic wastes. **Food Chemistry**, v.88, p.425-428, 2004.
- BRADY, N.C.; WEIL, R.R. **Elementos da Natureza e Propriedades dos Solos**. 3ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2013. 407p. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788565837798/>. Acesso em: 20 novembro de 2024.
- CAPRA, R.S.; TONIN, F.B. Ascensão do cultivo de cogumelos comestíveis no Brasil. In: JORNACITEC-Jornada Científica e Tecnológica, 8. **Anais eletrônicos [...]** Botucatu: Fatec. 5p. 2019.
- CARDOSO, J. C. P.; DEMENJOUR, P.L.M.M.; DA PAZ, M.F. Cultivo do cogumelo comestível *Pleurotus ostreatus* em bagaço de bocaiúva pela técnica Jun-Cao. **Evidência**, v. 13, n. 1, p. 31-40, 2013.
- CHANG, R. Functional properties of edible mushrooms. **Nutrition Reviews**, v. 54, n. 11, p. S91, 1996.
- CHILANTI, G. **Avaliação da produção, composição química, compostos bioativos e atividade antioxidante de linhagens autóctones de *Pleurotus* spp.** 2016. 110f. Dissertação. UCS, Caxias do Sul. 2016.
- COSTA, A.L.; LOPES, C.F.; FERRAZ, K.R.; FERRAZ, J.S.; PUTZKE, J. Produção do Cogumelo Comestível *Pleurotus ostreatus* a partir de Serrapilheira de *Eucalyptus*

grandi e *Pinus elliottii*. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 12, n. 1, p. 164-173, 2022.

CRISPIM, R.B.. **Potencial nutricional de cogumelos comestíveis (*Pleurotus djamor*) cultivados em resíduos agrícolas**. 2023. 37f. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Campina Grande: Cuité. 2023.

DONINI, L.P. **Cultivo de shimeji [*Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kummer] em capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) suplementado com farelos**. 2006. 80f. Dissertação de Mestrado. UFPel: Pelotas, 2006.

EIRA, A.F. Cultivo de cogumelos (compostagem, condução e ambiente). Reunião Itinerante de Fitossanidade do Instituto Biológico, 3. **Anais [...]** Mogi das Cruzes: IB. p.83-95. 2000.

EIRA, A.F. Fungos comestíveis. In: ESPÓSITO, E. ; AZEVEDO, J.L. (Ed.). **Fungos uma introdução à biologia, bioquímica e biotecnologia**. Caxias do Sul: Educs, 2004. p.379-448.

EIRA, A.F.; MINHONI, M.T.A. **Manual do cultivo do “Hiratake” e “Shimeji” (*Pleurotus spp*)**. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais-UNESP, 1997. 63p.

ESTRADA, A.E.; PECCHIA, J. Cultivation of *Pleurotus ostreatus*. Edible and medicinal mushrooms: technology and applications. In: DIEGO, C.Z.; PARDO-GIMÉNEZ, A. (Ed) **Edible and medicinal mushrooms: Technology and applications**, Nova York: John Wiley & Sons. 2017. p.339-360.

EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. **Biologia Vegetal** . Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2014. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/978-85-277-2384-8/>. Acesso em: 08 novembro de 2024.

FAN, L.; PANDEY, A.; SOCCOL, A.T.; SOCCOL, C. Cultivation of *Pleurotus* mushrooms on Brazilian coffee husk and effects of caffeine and tannic acid. **Micologia Aplicada International**, v.15, p.15-21, 2003.

FERREIRA, D.G.; ALMEIDA NETO, O.B.; ASSUNÇÃO, L. S. Utilização da técnica Jun-Cao para o cultivo de cogumelos comestíveis no Brasil. **Caderno de Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia**, v. 2, n. 1, p. 52-63, 2020.

FIGUEIRÓ, G.G.; GRACIOLLI, L.A. Influência da composição química do substrato no cultivo de *Pleurotus florida*. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, p. 924-930, 2011.

FURLANI, R.P.Z.; GODOY, H.T. Valor nutricional de cogumelos comestíveis. **Food Science and Technology**, v. 27, p. 154-157, 2007.

GAMBATO, G.; TODESCATO, K; PAVÃO, E.M.; SCORTEGAGNA, A.; FONTANA R.C.; SALVADOR, M.; CAMASSOLA, M.. Evaluation of productivity and antioxidant profile of solid-state cultivated macrofungi *Pleurotus albidus* and *Pycnoporus sanguineus*. **Bioresource technology**, v. 207, p. 46-51, 2016.

GONÇALVES, J.M. **Espécies comestíveis de cogumelos: perfil mineral, bioacumulação de metais e preparo de material de referência certificado**. 2012. 99f. Tese. Fundação Oswaldo Cruz: Rio de Janeiro. 2012.

GUPTA, S.; SUMMUNA, B.; GUPTA, M.; ANNEPU, S.K.. Edible mushrooms: cultivation, bioactive molecules, and health benefits. **Bioactive molecules in food**, v. 1, p. 1-33, 2018.

HOLTZ, M.; BORGES, G. M.; FURLAN, S.A.; WISBECK, E. Cultivo de *Pleurotus ostreatus* utilizando resíduos de algodão da indústria têxtil. **Revista de Ciências Ambientais**, Canoas, v.3, n.1, p. 37 a 51, 2009.

HYDE, K.D.; XU, J.; RAPIOR, S.; JEEWON, R. *et al.* The amazing potential of fungi: 50 ways we can exploit fungi industrially. **Fungal Diversity**, v. 97, p. 1-136, 2019.

KAYA, E.; YILMAZ, I.; SINIRLIOGLUC, Z.A.; KARAHANA, S.; BAYARAMD, R.; YAYKASLIE, K.O, *et al.* Amanitin and phalloxin concentration in *Amanita phalloides* var. alba mushroom. **Toxicon**. v. 76, p. 225-233, 2013.

LI, F.; KONG, Q.; ZHANG, Q.; WANG, H.; WANG, L.; LUO, T. Spent mushroom substrates affect soil humus composition, microbial biomass and functional diversity in paddy fields. **Applied soil ecology**, v. 149, p. 103489, 2020.

LIMA, F.T.; BRAGA, J.P.V. Cogumelos comestíveis do semiárido brasileiro. **Ciências Rurais em Foco Volume 5**, p. 7. 2021.

LINDNER, J.D.; MARTIN, J.G.P. **Microbiologia de alimentos fermentados**. São Paulo: Editora Blucher, 2022. 756p. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786555061338/>. Acesso em: 08 de novembro de 2024.

LUNARDI, J.S. **Cultivo de *Pleurotus ostreatus* utilizando bagaço de malte, serragem e casca de arroz**. 2019. 60f. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Porto Alegre. 2019.

MADIGAN, M.T.; MARTINKO, J.M.; BENDER, K.S.; BUCKLEY, D.H.. **Microbiologia de Brock**. 14^a edição. Porto Alegre: ArtMed, 2016. 555P. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788582712986/>. Acesso em: 17 de novembro de 2024.

MARTINS, O.G.; ABILIO, D.P.; SIQUEIRA, O. A. P. A.; RONCHESEL, M; ANDRADE, M.C.N. Sobra de alimentos como alternativa para a formulação de novos substratos para o cultivo de *Pleurotus ostreatus* (Basidiomycota, Fungi). **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 11, n. 2, p. 505-518, 2018.

MATA, G.; SALMONES, D.; SAVOIE, J.M. Las enzimas lignocelulolíticas de *Pleurotus* spp. In: SÁNCHEZ, J. E.; ROYSE, D. **La biología, el cultivo y las propiedades nutricionales y medicinales de las setas *Pleurotus* spp.** Chiapas, México D. F. ECOSUR, 2017. p 63-82.

MATHEUS, D. R. OKINO, L. K. Utilização de basidiomicetos em processos biotecnológicos. In: BONONI, V. L. **Zigomiceto, Basidiomicetos e Deuteromicetos**: noções básicas de taxonomia e aplicações biotecnológicas. São Paulo: Instituto de Botânica/Secretaria do Meio Ambiente, 1999. p.107-139.

MAZIERO, R. **Substratos alternativos para o cultivo de *Pleurotus* spp.** 1990. 136 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas/Botânica). Instituto de Biociências. USP: São Paulo, 1990.

MICROSOFT. **Resíduos Sólidos - Geração por Unidade da Federação**. 2019. Disponível em: <<https://app.powerbi.com/view/>>. Acesso em: 3 nov. 2024.

MILES, P.G.; CHANG, S.T. **Mushroom biology: concise basics and current developments**. Singapore: World Scientific, 194 p., 1997.

MIRANDA, G.S. **Resíduos agroindustriais de cerveja e amendoim como substrato para *Pleurotus* spp.** 2024. 42f. Trabalho de Conclusão de Curso. UNESP: Dracena. 2024.

MODA, E. M.; SPOTO, M. H. F.; HORII, J.; ZOCCHI, S. S. Uso de peróxido de hidrogênio e ácido cítrico na conservação de cogumelos *Pleurotus sajo-caju* in natura. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, n.2, p.291-296, 2005.

MODA, E.M.; HORII, J.; SPOTO, M.H.F. Edible mushroom *Pleurotus sajor-caju* production on washed and supplemented sugarcane bagasse. **Scientia Agricola**, v. 62, p. 127-132, 2005.

MOURA, P.L.C. **Determinação de elementos essenciais e tóxicos em cogumelos comestíveis por análise por ativação com nêutrons**. 2008. 105f. Dissertação. USP: São Paulo, 2008.

NIELA, G.R.; COSTA, A.Z.M.; MELO, C.A.A.; BEZERRA, J.L.; TEIXEIRA, S.L.F.; GRAMACHO, R.T.; SODRÉ, M.G.; UETANABARO, A.P.T; CASTELIANO, G.A.; CAPIZZI, L.S. **Produção do cogumelo comestível *Pleurotus ostreatus* utilizando casca do fruto de cacau (*Theobroma cacao* L.) Ilhéus, BA**. CEPLAC/CEPEC. Boletim Técnico, nº 216. 38p. 2019

NIEUWENHUIJZEN, B. **O cultivo de cogumelos em pequena escala-2**. *Agaricus* e *Volvariella*. Wageningen: Fundação Agromisa e CTA, 2007. 93p.

OLIVEIRA, G.K.C.; SANTOS, C.V.M.; SILVA, I.P.; SILVA, D.P.; RUZENE, D.S. Resíduos agrícolas do nordeste brasileiro e seu potencial lignocelulósico. In: SILVA, G.S. (Org.) **Energias alternativas: tecnologias sustentáveis para o nordeste brasileiro**. Aracaju: Associação Acadêmica de Propriedade Intelectual. 2019. p. 163-188.

PAZZA, A.C.V.; ZARDO, C.; KLEIN, R.C.M.; CAS, T.M.S.; BERNARD, D.M. 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.

PEDRA, W.N.; MARINO, R.H. Cultivo Axênico de *Pleurotus* spp. em serragem da casca de coco (*Cocos nucifera* Linn.) suplementada com farelo de arroz e/ou trigo. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.73, n.2, p.219-225, 2006.

PÉREZ-MONTES, A.; RANGEL-VARGAS, E.; LORENZO, J.M.; ROMERO, L.; SANTOS, E.M. Edible mushrooms as a novel trend in the development of healthier meat products. **Current Opinion in Food Science**, v. 37, p. 118-124, 2021.

RAMPINELLI, J. R. **Produção de *Pleurotus djamor* e avaliação de seu potencial nutricional**. 2009. 124f. Dissertação. UFSC. Florianópolis. 2009.

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

REIS, J.M.S. de **cogumelo comestível tipo PleurCultivo otus em substratos orgânicos no norte da Bahia, Brasil**. Trabalho de Conclusão de Curso. UNEB. Paulo Afonso. 33f. 2024.

ROCHA, E.M.B.; LIMA, R.T.; ALMEIDA, P.. Insegurança alimentar relacionada à área de residência em município do Semiárido brasileiro. **Cadernos Saúde Coletiva**, v. 22, p. 205-211, 2014.

ROYSE, D.J.; BAARS, J.; TAN, Q. Current overview of mushroom production in the world. In: DIEGO, C.Z.; PARDO-GIMÉNEZ, A. (Ed) **Edible and medicinal mushrooms: Technology and applications**, Nova York: John Wiley & Sons. p. 5-13, 2017.

SALES-CAMPOS, C. **Aproveitamento de resíduos madeireiros e da agroindústria regional para o cultivo de fungos comestíveis de ocorrência na região amazônica**. 2008. 182f. Tese. UFAM: Manaus. 2008.

SALES-CAMPOS, C.; MINHONI, M.T.A; ANDRADE, M.C.N. Produtividade de *Pleurotus ostreatus* em resíduos da Amazônia. **Interciencia**, v. 35, n. 3, p. 198-201, 2010.

SATORA, L.; PACH, D.; BUTRYN, B.; HYDZIK, P.; BALICKA-SLUSARCZYK, B. Fly agaric (*Amanita muscaria*) poisoning, case report and review. **Toxicon**, v. 45, n. 7, p. 941-943, 2005.

SGANZERLA, W.G.; TODOROV, S.D.; SILVA, A.P.G. Research trends in the study of edible mushrooms: Nutritional properties and health benefits. **International journal of medicinal mushrooms**, v. 24, n. 5, p.1-18, 2022.

SILVA, S.A. **Capacidade produtiva e biodegradativa de cogumelos do gênero pleurotus cultivados em resíduos lignocelulósicos**. 2023. 74f. Trabalho de Conclusão de Curso. UFPB: Areia. 2023.

SIQUEIRA, O.A.P.A; MARTINS, O. G; DE ANDRADE, M.C.N. Palha de variedades de sorgo na formulação de novos compostos para o cultivo do cogumelo *Pleurotus ostreatus*. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 12, n. 1, p. 273-285, 2019.

SOCCOL, C.R.; VÍTOLA, F.M.D.; RUBEL, R.; FALBO, M.K.; LETTI, L.A.J.; BELLETTINI, M.; SOCCOL, V.T. Cogumelos: uma fonte promissora de compostos ativos para o desenvolvimento de produtos farmacêuticos e nutracêuticos. In: SOCCOL, C.R.; FRANÇA, L.R. **Biotechnology Aplicada à Agro&Indústria - Vol. 4**. São Paulo: Blucher, 2017. p. 315-360

STAMETS, P. **Growing gourmet and medicinal mushrooms**. 3 ed. Barkeley: Ten Speed Press, 2000, 574 p.

STAMETS, P. **Psilocybin mushrooms of the world**. Berkeley: Ten Speed Press; 1996.

TARGINO, A.B.C.; MOTA, A.A.R.; LONGATTI, S.C.; NASCIMENTO, G.P.V.. Imunomodulação com cogumelos: *Cordyceps sinensis*, *Ganoderma lucidum* e *Grifola frondosa*. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 10, p. 66097-66112, 2022.

TRUFEM, S. F. B. Utilização de zigomicetos em processos biotecnológicos. In: BONONI, V. L. **Zigomiceto, Basidiomicetos e Deuteromicetos: noções básicas de taxonomia e aplicações**

biotecnológicas. São Paulo: Instituto de Botânica/Secretaria do Meio Ambiente, 1999, p.51-67.

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

URBEN, A. F.; OLIVEIRA, H. C. B.; VIEIRA, W.; CORREIA, M. J.; URIARTT, H. A.; SANTOS, J. K. P.; RIBEIRO, V. L. **Produção de cogumelos por meio de tecnologia chinesa modificada.** Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2004. 187 p.

URBEN, A.F. **Produção de cogumelos por meio de tecnologia chinesa modificada: biotecnologia e aplicações na agricultura e na saúde.** Brasília: Embrapa, 2017. 274p.

VILLAS-BÔAS, S.L.; ESPOSITO, E.; MITCHELL, D. A. Microbial conversion of lignocellulosic residues for production of animal feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v. 98, n. 1, p. 1-12, 2002.

ZHANXI, L., ZHANHUA, L. **Juncao Technology**-Texbook for International Training Class. Fujian: Agricultural University. 142p. 2001.

ZWIRTES, L.S. **Influência da composição do substrato na produção de cogumelos do tipo *Pleurotus Ostreatus*.** 2021, 55f. Trabalho de Conclusão de Curso. UNIPAMPA: Bagé. 2021.