

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA**

**FLAVIA HELENA AIRES SOUSA**

**EFEITO DE SUBSTRATOS ALTERNATIVOS NO CULTIVO DE *Pleurotus* spp.:  
NOVOS MÉTODOS E PERSPECTIVAS**

**São Gabriel, RS**

**2024**

**FLAVIA HELENA AIRES SOUSA**

**EFEITO DE SUBSTRATOS ALTERNATIVOS NO CULTIVO DE *Pleurotus* spp.:  
NOVOS MÉTODOS E PERSPECTIVAS**

Dissertação apresentada no Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas *stricto sensu* da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ciências Biológicas.

Orientador: Jair Putzke

**São Gabriel, RS**

**2024**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos  
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do  
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais).

S719e Sousa, Flavia Helena Aires  
EFEITO DE SUBSTRATOS ALTERNATIVOS NO CULTIVO DE *Pleurotus*  
spp.: NOVOS MÉTODOS E PERSPECTIVAS / Flavia Helena Aires Sousa.  
118 p.

Dissertação (Mestrado)-- Universidade Federal do Pampa, MESTRADO EM  
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS, 2024.  
"Orientação: Jair Putzke".

1. Cultivo. 2. Crescimento micelial. 3. Morfologia. 4. Cogumelos. 5. Fungos. I.  
Título.

**FLAVIA HELENA AIRES SOUSA**

**EFEITO DE SUBSTRATOS ALTERNATIVOS NO CULTIVO DE *Pleurotus* spp.:  
NOVOS MÉTODOS E PERSPECTIVAS**

Dissertação apresentada no Programa de Pós Graduação em Ciências Biológicas *stricto sensu* da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ciências Biológicas.

Área de concentração: Ecologia e Sistemática

Dissertação defendida e aprovada em 29 de outubro de 2024.

Banca examinadora:

---

Prof. Dr. Jair Putzke  
Orientador  
UNIPAMPA

---

Prof. Dra. Bruna Lucia Laindorf  
SESI

---

Prof. Dra. Evelise Leis Carvalho  
UNIPAMPA



Assinado eletronicamente por **JAIR PUTZKE, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 31/10/2024, às 06:11, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.

---



Assinado eletronicamente por **Evelise Leis Carvalho, Usuário Externo**, em 31/10/2024, às 08:40, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.

---



Assinado eletronicamente por **Bruna Lucia Laindorf, Usuário Externo**, em 31/10/2024, às 17:53, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.

---



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **1569121** e o código CRC **7B87458A**.

Dedico este trabalho aos meus pais, Joel e Marilda, e às minhas irmãs, Raqui, Jo e Bi, que são a luz da minha vida.

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais que sempre lutaram e trabalharam incansavelmente para me proporcionar uma boa educação, muitas vezes deixando suas próprias necessidades de lado para que as minhas fossem atendidas. Sou profundamente grata pelo amor, pela confiança e pela coragem que sempre me deram.

Às minhas irmãs que são minhas melhores amigas e que são minhas maiores incentivadoras. Sem vocês, nada disso seria possível.

À Deus, por nunca me abandonar e guiar todo o meu caminho.

Ao Prof. Dr. Jair Putzke que, por inúmeras vezes, confiou na minha capacidade e fez o possível para me proporcionar ótimas oportunidades e experiências, sempre me incentivando e compartilhando muito conhecimento em toda essa jornada.

Aos meus colegas de laboratórios e amigos Jorge e Marcos, que, desde a graduação, foram incansáveis em me ajudar.

Às minhas colegas de laboratórios e amigas, Evelise e Laura que fizeram tudo ficar mais leve. Aos demais colegas de laboratório por todo carinho e auxílio.

Aos IC's do LATAF, em especial ao Caio, Milene e Mariane, por todo auxílio que possibilitou a realização desse trabalho.

Aos meus amigos de São Gabriel, em especial ao Guilherme, Alícia, Luiz e Thais que fazem os meus dias mais felizes.

À Tia Cris que me incentivou a fazer o mestrado.

Às minhas amigas de Candelária, em especial a Alícia Boeck por sua amizade e fidelidade.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pelo apoio financeiro durante período do mestrado;

À banca examinadora da dissertação pela disponibilidade.

À Universidade Federal do Pampa que permite que eu realize os meus sonhos.

"A ciência é a melhor ferramenta para descobrir como o mundo funciona, e, de todas as coisas que o homem inventou, é a que mais me encanta."

Carl Sagan

## RESUMO

O gênero *Pleurotus* inclui mais de 200 espécies saprofíticas, sendo um dos grupos de cogumelos comestíveis mais conhecidos do mundo. Esses fungos são reconhecidos por sua alta capacidade de sintetizar enzimas, notável adaptabilidade climática e habilidade para crescimento e desenvolvimento em múltiplos substratos lignocelulósicos, devido à sua produção de enzimas lignolíticas e capacidade de bioconversão de resíduos agroindustriais. No entanto, ainda existem muitas lacunas a serem preenchidas sobre todas as funcionalidades e benefícios desses cogumelos. Sendo assim, essa dissertação apresenta diferentes perspectivas sobre o gênero. Primeiramente, é apresentada uma revisão abrangente sobre o cultivo de *Pleurotus* no Brasil nos últimos 30 anos, indicando as principais descobertas relacionadas a produção comercial no país. No segundo capítulo, foi investigado o potencial do meio de cultura a base de vinho apreendido pela Receita Federal do Brasil, utilizando uma nova metodologia de mensuração do crescimento micelial da espécie *Pleurotus ostreatus*. Os resultados abordados nesse estudo demonstram que o T1 (20% de vinho) se mostrou mais eficaz para a promoção do crescimento micelial, seguido por TC (controle com água apenas), T2 (60%) e T3 (100% -no qual não houve crescimento). Ainda, quando avaliadas as duas metodologias de medição de crescimento, verificou-se que a nova metodologia proposta, denominada como crescimento quadrático (QG) é mais apropriada para acompanhar o crescimento pois se aplica a área total ocupada, sem fazer-se médias nas avaliações. Para o terceiro capítulo, foi analisada a utilização de milho descartado como substrato alternativo para o cultivo de diferentes espécies de *Pleurotus*, demonstrando o potencial desse resíduo na degradação do substrato. Nesse estudo, todas as espécies avaliadas demonstraram excelente produtividade sem a adição de suplementos. A eficiência biológica variou de 47% (*P. eryngii*) a 76,4% (*P. columbinus*). O substrato de milho de descarte mostrou-se adequado para o cultivo das espécies de cogumelos analisadas, oferecendo uma solução simples e econômica para o aproveitamento de milho perdido ou apreendido. Por último, é relatado a ocorrência de *Pleurotus cystidiosus* em um novo hospedeiro para a Amazônia brasileira, sendo essa a primeira vez em que essa espécie é registrada em raiz de cupuaçuzeiro. Essa pesquisa inclui uma descrição morfológica e ecológica da espécie, evidenciando que foi possível realizar a identificação do material através desses índices. Os resultados apresentados nessa dissertação contribuem para a ampliação do conhecimento sobre o cultivo de *Pleurotus*, sugerindo novas estratégias sustentáveis.

Palavras-chave: cultivo; crescimento; morfologia; micélio; cogumelos.

## ABSTRACT

The genus *Pleurotus* includes more than 200 saprophytic species, making it one of the world's best-known groups of edible mushrooms in the world. These fungi are recognized for their high capacity to synthesize enzymes, remarkable climatic adaptability, and ability to grow and develop on multiple lignocellulosic substrates, due to their production of lignolytic enzymes and capacity for the bioconversion of agro-industrial waste. However, there are still many gaps regarding the functionalities and benefits of these mushrooms. Therefore, this dissertation presents different perspectives on the genus. First, a comprehensive review of *Pleurotus* cultivation in Brazil over the last 30 years is provided, indicating the main discoveries related to commercial production in the country. In the second chapter, the potential of a culture medium based on wine seized by the Federal Revenue Service was investigated, using a new methodology for measuring the mycelial growth of the species *Pleurotus ostreatus*. The results presented in this study demonstrate that T1 was the most effective in promoting mycelial growth, followed by TC, T2, and T3 (in which there was no growth). Furthermore, when the two growth measurement methodologies were evaluated, it was found that the newly proposed methodology, called quadratic growth (QG), is more appropriate for monitoring growth because it accounts for the total area occupied, without averaging in the evaluations. For the third chapter, the use of discarded corn was analyzed as an alternative substrate for the cultivation of different species of *Pleurotus*, demonstrating the potential of this residue in the degradation of the substrate. In this study, all species evaluated demonstrated excellent productivity without the addition of supplements. Biological efficiency ranged from 47 (*P. eryngii*) to 76.4 (*P. columbinus*). The discarded corn substrate proved to be suitable for the cultivation of the analyzed mushroom species, offering a simple and economical solution for the use of lost or seized corn. Finally, the occurrence of *Pleurotus cystidiosus* in a new host for the Brazilian Amazon is reported, marking the first time that this species has been recorded in the cupuaçu root. This research includes a morphological and ecological description of the species, demonstrating that it was possible to identify the material through these indices. The results presented in this dissertation contribute to the expansion of knowledge about the cultivation of *Pleurotus*, suggesting new sustainable strategies.

**Keywords:** cultivation; growth; morphology; mycelium; mushrooms.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema de medida da área do crescimento micelial no programa AutoCAD e exemplo de evolução do crescimento .....	76
Figura 2 – Médias de crescimento micelial pelo indicador LG.....	84
Figura 3 – Médias de crescimento micelial pelo indicador QG.....	85
Figura 4 – Correlação linear QG x LG .....	85
Figura 5 – Correlação linear $R_{QG}$ x LG .....	86
Figura 1 – Disposição Final – Os sacos em disposição final para acompanhar a produção (esquerda) e o resultado em um dos sacos (direita). .....	95
Figura 2 – Produtividade apresentada pelas diferentes espécies de <i>Pleurotus</i> testadas em substrato à base de milho residual .....	96
Figura 1 – Amostras frescas obtidas na Amazônia de <i>P. cystidiosus</i> .....	113
Figura 2 – Ilustração das estruturas de <i>P. cystidiosus</i> .....	114
Figura 3 – Desenvolvimento de <i>P. cystidiosus</i> em condições de cultivo .....	115

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Trabalhos relacionados ao cultivo de <i>Pleurotus</i> no Brasil nos últimos 30 anos. ....	54
Tabela 1 – Valores médios e desvios de crescimento linear (LG) em mm.....	78
Tabela 2 – Valores médios e desvios de crescimento quadrático (QG) em mm <sup>2</sup> : .....	79
Tabela 3 – Diferença significativa entre o crescimento diário para o indicador LG através do Teste de Mann-Whitney.....	81
Tabela 4 – Diferença significativa entre o crescimento diário para o indicador QG através do Teste de Mann-Whitney.....	81
Tabela 5 – Cálculo do RMSD, comparando crescimento medido por LG (mm) e QG (mm <sup>2</sup> ) transformado para mm.....	82
Tabela 6 – Diferença significativa entre os tratamentos para o indicador LG através do Teste de Mann-Whitney .....	86
Tabela 7 – Diferença significativa entre os tratamentos para o indicador QG através do Teste de Mann-Whitney .....	87
Tabela 1 – Produtividade apresentada pelas diferentes espécies de <i>Pleurotus</i> testadas em substrato à base de milho residual .....	96

## **LISTA DE SIGLAS**

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CNPq - Conselho Nacional de Pesquisa

et al. – e outros

FAPERGS – Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio Grande do Sul

HBEI - Herbário Bruno Edgar Irgang

HCBU – Herbário da Universidade de Santa Cruz do Sul

HTML - Hypertext Markup Language

HTTP - HyperText Transfer Protocol

IPHAN - Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional

LATAF – Laboratório de Taxonomia de Fungos

LG – Crescimento linear

QG – Crescimento quadrático

RS – Rio Grande do Sul

XML - eXtensible Markup Language

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>16</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>18</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivo geral.....</b>	<b>18</b>
<b>2.2</b>	<b>Objetivos específicos .....</b>	<b>18</b>
<b>3</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>19</b>
<b>3.1</b>	<b>Artigo 1 .....</b>	<b>20</b>
<b>3.2</b>	<b>Artigo 2 .....</b>	<b>73</b>
<b>3.3</b>	<b>Artigo 3 .....</b>	<b>91</b>
<b>3.4</b>	<b>Artigo 4.....</b>	<b>101</b>
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>116</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>116</b>



## 1 INTRODUÇÃO

O gênero *Pleurotus* inclui mais de 200 espécies saprofíticas e seu formato lembra uma concha ou ostra, devido a isso, são conhecidos popularmente como “cogumelos ostra” (Gomes-Correa et al., 2016). Sua coloração é muito diversificada, variando entre branco, creme, amarelo, marrom claro, rosa e cinza (Khan & Tania, 2012; Raman et al, 2021, Singh & Singh, 2011). *Pleurotus* é um dos grupos de cogumelos comestíveis e medicinais mais conhecidos no mundo. No entanto, apesar de sua popularidade, ainda existe grande confusão taxonômica associada ao gênero (Mohammad, 2012). Apesar dos esforços para esclarecer a taxonomia das espécies de *Pleurotus*, essa área permanece complexa e incerta.

Dentro desse grupo, destaca-se o subgênero *Coremiopleurotus* que agrupa espécies que apresentam um estado anamorfo cinematoso, que significa que formam estruturas reprodutivas assexuadas chamadas de coremias. A espécie tipo desse subgênero é *Pleurotus cystidiosus* O.K. Mill., descrita originalmente por Miller (1969) através de um material proveniente dos Estados Unidos que estava identificado como *Pleurotus corticatus* (Fr.) P. Kumm (Kaufert, 1935). A partir disso, outras espécies cinematosas semelhantes foram identificadas em diferentes regiões geográficas, como *Pleurotus abalonus* Y.H. Han, K.M. Chen & S. Cheng e *Pleurotus smithii* Guzmán, trazendo novos debates sobre as delimitações dessas espécies e suas relações taxonômicas (Jong e Peng, 1975; Guzman, 1975; Neda e Furukawa, 1987).

As variações morfológicas no gênero *Pleurotus* são influenciadas por condições agroclimáticas e pelos diferentes substratos utilizados para o cultivo, o que dificulta a identificação precisa das espécies (Kong, 2004). Apesar dessas limitações, o mercado de cogumelos comestíveis continua a se expandir, prevendo-se que o mercado global de cogumelos atinja 24,05 milhões de toneladas até 2028 (Arshadi, Nouri, Moghimi, 2023).

As espécies mais consumidas comercialmente incluídas no gênero *Pleurotus* são: *P. ostreatus* (cogumelo ostra), *P. citrinopileatus* (cogumelo ostra dourado), *P. djamor* (cogumelo ostra rosa), *P. tuber-regium* (cogumelo ostra de tubérculo rei), *P. eryngii* (cogumelo ostra rei), *P. nebrodensis* (cogumelo ostra branco), *P. pulmonarius* (cogumelo ostra fênix), *P. cornucopiae* (cogumelo ostra ramificado), *P. sajor-caju* (cogumelo abalone cinza) e *P. cystidiosus* (cogumelo abalone) Gomes-Correa et al., 2016).

Essas espécies possuem a habilidade de se desenvolver em inúmeros substratos devido à sua capacidade de degradar todos os componentes da parede celular vegetal, ao fazer isso, elas produzem enzimas extracelulares que degradam a lignina, celulose e hemicelulose e

fornecendo ao fungo nutrientes como carbono, nitrogênio, enxofre, entre outros (Araújo et al., 2021).

Na natureza, espécies de *Pleurotus* crescem sob madeira nas florestas, tendo uma ampla tolerância térmica. Quando cultivadas artificialmente, essas espécies podem ser cultivadas em vários resíduos agroindustriais lignocelulósicos, graças ao seu complexo sistema enzimático. Essa versatilidade amplia o uso e substratos disponíveis, facilitando o acesso de matéria prima de baixo custo para a sua produção (Al-Barakah et al., 2013). Além disso, o cultivo de *Pleurotus* é altamente sustentável, pois aproveita resíduos que seriam descartados, reduzindo o impacto ambiental (Philippoussis, Zervakis, & Diamantopoulou, 2001; Philippoussis, 2009).

Diante da perda significativa de alimentos durante as etapas de produção, com cerca de 14% sendo descartados (FAO, 2019), destaca-se a importância de cultivos eficientes, como o que ocorre com a espécie *Pleurotus ostreatus*. Este cogumelo se destaca por ser o segundo cogumelo comestível mais cultivado comercialmente do mundo. Sua produção é simples e barata, possui tempo de colonização curto, alta eficiência biológica e pouco risco de contaminação nos basidiomas (Zakil et al., 2022). Além disso, é um alimento funcional, ou seja, caracterizado por seu baixo teor de gorduras e alto teor de proteínas, carboidratos, minerais, vitaminas, antioxidantes e fitoquímicos (Allam & Mohamed, 2023).

Dessa forma, este estudo visa explorar e ampliar o conhecimento sobre o cultivo e as potencialidades do gênero *Pleurotus* no Brasil, com foco em quatro abordagens distintas que serão apresentadas em formato de artigos. Primeiramente, será apresentada uma revisão abrangente sobre o cultivo de *Pleurotus* no país ao longo dos últimos 30 anos, destacando os substratos utilizados. Outra abordagem diz respeito a investigação do uso de vinho apreendido como substrato alternativo no cultivo de *Pleurotus*, buscando inovar e otimizar práticas sustentáveis. Além disso, o uso de milho descartado como substrato alternativo no cultivo de diferentes espécies de *Pleurotus*, promovendo uma solução sustentável para o aproveitamento de resíduos agrícolas. Por fim, uma nova ocorrência de *Pleurotus cystidiosus* será registrada e descrita, com ênfase no seu cultivo em um novo hospedeiro.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivos gerais**

Avaliar novas metodologias e substratos alternativos para o cultivo de cogumelos do gênero *Pleurotus*, além de registra a primeira ocorrência de *Pleurotus cystidiosus* para o Brasil.

### **2.1 Objetivos específicos**

- Revisar as condições de cultivo de diferentes espécies de *Pleurotus* no Brasil nos últimos 30 anos, destacando os avanços científicos e técnicos.
- Verificar a viabilidade do uso de vinho apreendido como substrato em diferentes concentrações, aplicando uma nova metodologia para o cultivo de *Pleurotus*, e analisar seu impacto no crescimento micelial.
- Analisar o potencial do resíduo de milho descartado como um substrato alternativo no cultivo de *Pleurotus*, avaliando a eficiência e sustentabilidade dessa abordagem.
- Registrar a primeira ocorrência de *Pleurotus cystidiosus* em um novo hospedeiro na Amazônia brasileira, fornecendo uma caracterização morfológica e ecológica detalhada da espécie, além de explorar as condições de cultivo.

### **3 RESULTADOS**

Os resultados deste trabalho estão organizados em artigos, dispostos em capítulos para sua apresentação. O primeiro capítulo será submetido à revista *Revista Hoehnea: Instituto de Botânica* (Qualis B1). O segundo artigo será submetido à *Revista Mycobiology*, Qualis A4 e Fator de Impacto 1,6. O terceiro artigo será submetido à *Revista Cadernos de Ciência & Tecnologia*, Qualis A4. O quarto capítulo foi submetido à revista *Revista Hoehnea: Instituto de Botânica* (Qualis B1).

### 3.1 Artigo 1

O primeiro capítulo será submetido à revista Revista Hoehnea: Instituto de Botânica (Qualis B1). A formatação do texto está de acordo com as normas da revista.

#### **Cultivo do gênero *Pleurotus* (Fungi – Basidiomycota) no Brasil, um panorama sobre as condições de produção nos últimos 30 anos (1992 – 2022)<sup>1</sup>**

##### **Cultivo do gênero *Pleurotus* no Brasil nos últimos 30 anos**

Flavia Helena Aires Sousa<sup>2,5</sup>, Fernando Augusto Bertazzo-Silva<sup>2</sup>, Kamille Rodrigues Ferraz<sup>3</sup>, Alice Lemos Costa<sup>2</sup>, Marina de Souza Falcão<sup>2</sup>, Lilian Pedroso Maggio<sup>4</sup>, Cassiane Furlan Lopes<sup>2</sup>, Ana Luiza Klotz-Neves<sup>2</sup>, Guilherme Henrique Mueller<sup>2</sup>, Jair Putzke<sup>2</sup>.

Flavia Helena Aires Sousa – email: flaviaaiaressousa@gmail.com - Orcid: 0000-0002-8931-8159

Fernando Augusto Bertazzo-Silva – email: fernandobertazzo@gmail.com - Orcid: 0000-0002-2179-1492

Kamille Rodrigues Ferraz – email: Kamille.ferraz98@gmail.com Orcid: 0000-0003-2622-8874

Alice Lemos Costa – email: alicecosta.aluno@unipampa.edu.br - Orcid: 0000-0003-4620-2989

Marina de Souza Falcão – email: marr.falcao@gmail.com - Orcid: 0000-0003-2229-7565

Lilian Pedroso Maggio – email: lilianmaggio@yahoo.com.br - Orcid: 0000-0002-3837-3131

Cassiane Furlan Lopes – email: cassianelopes.aluno@unipampa.edu.br - Orcid: 0000-0002-4783-4315

Ana Luiza Klotz-Neves – email: ananeves@unipampa.edu.br - Orcid: 0000-0002-4273-0816

Guilherme Henrique Mueller – email: guilhermemueller.aluno@unipampa.edu.br - Orcid: 0000-0003-3504-8250

Jair Putzke – email: jrputzkebr@yahoo.com – Orcid: 0000000290189024

RESUMO: Os fungos comestíveis do gênero *Pleurotus* apresentam elevada adaptabilidade climática e são capazes de se desenvolver em uma vasta gama de substratos lignocelulósicos. Desta forma, este trabalho teve como objetivo realizar um compilado de dados relacionados ao cultivo dos fungos do gênero *Pleurotus* no Brasil nos últimos 30 anos, a fim de analisar os principais substratos orgânicos testados, protocolos aplicados e resultados obtidos. Foram realizadas buscas nas plataformas Google Acadêmico, Scopus e Scielo com as palavras-chave “*Pleurotus* Brasil”, “*Pleurotus* Brazil”, “Cultivo *Pleurotus* Brasil”, “Cultivation *Pleurotus* Brazil”, “shimeji Brazil”, “shimeji Brasil” e “oyster mushroom Brazil”. A pesquisa teve como período específico os anos de 1992 a 2022. Foram catalogados 78 artigos científicos relacionados ao cultivo de espécies do gênero *Pleurotus* no Brasil, relacionando resíduos orgânicos locais para análises de produção. Entre as espécies mais estudadas destacam-se *P. ostreatus* testada em 37 trabalhos, *P. sajor-caju* explorada em 19 trabalhos, e *P. pulmonarius* objeto de estudo em 9 trabalhos. Este levantamento contribui significativamente para o conhecimento sobre o cultivo de *Pleurotus* no Brasil, fornecendo insights para pesquisadores e fungicultores, além de promover o desenvolvimento da cadeia produtiva de cogumelos no país.

**Palavras-chave:** Fungicultura; Cogumelos Comestíveis; Micologia; Shimeji; resíduos.

ABSTRACT: Edible fungi of the genus *Pleurotus* exhibit high climatic adaptability and are capable of developing on a wide range of lignocellulosic substrates. Therefore, this work aimed to compile data related to the cultivation of fungi of the genus *Pleurotus* in Brazil over the last 30 years in order to analyze the main organic substrates tested, applied protocols, and results obtained. Searches were conducted on Google Scholar, Scopus, and Scielo platforms using the keywords “*Pleurotus* Brasil,” “*Pleurotus* Brazil,” “Cultivo *Pleurotus* Brasil,” “Cultivation *Pleurotus* Brazil,” “shimeji Brazil,” “shimeji Brasil,” and “oyster mushroom Brazil.” The

specific period covered by the research was from 1992 to 2022. A total of 78 scientific articles related to the cultivation of species of the genus *Pleurotus* in Brazil were cataloged, linking local organic residues for production analyses. Among the most studied species, *P. ostreatus* was tested in 37 studies, *P. sajor-caju* was explored in 19 studies, and *P. pulmonarius* was the subject of 9 studies. This survey contributes significantly to the knowledge of *Pleurotus* cultivation in Brazil, providing insights for researchers and mushroom growers, as well as promoting the development of the mushroom production chain in the country.

**Keywords:** Mushroom Cultivation; Edible Mushrooms; Mycology; Shimeji; Oyster Mushroom.

## Introdução

Os cogumelos comestíveis se destacam devido à riqueza de propriedades antimicrobianas, antitumorais e antioxidantes presentes em sua composição. Além disso, esses organismos também se caracterizam pela sua riqueza nutricional, uma vez que são fontes de proteínas, triglicerídeos, vitaminas e fibras (Khan et al. 2016; Guillamon et al. 2010; Ayaz et al. 2011; Lakhanpal et al. 2005). Hieróglifos de mais de 4 mil anos datam a importância que os egípcios davam a esses organismos, considerando-os a "planta" da imortalidade e presente de Deus, limitando-os apenas às realezas da época (Chang, 2006; Sheikha, 2018).

Ainda que os benefícios relacionados à sua ingestão sejam de conhecimento mundial há séculos, o consumo desses organismos, principalmente no Ocidente, é limitado. Isso é explicado em parte pelos hábitos alimentares culturais e históricos da região, uma vez que, enquanto na China os primeiros relatos relacionados ao cultivo de fungos datam de 600 D.C., nos Estados Unidos apenas no início do século XX espécies de *Pleurotus* comestíveis foram cultivadas (Shamtsyan et al., 2008). Alguns autores abordam a história do cultivo artificial de fungos como antiga, tendo início há mais de 1.900 anos, com relatos envolvendo *Ganoderma lucidum* (Curtis) P. Karst. há pelo menos 2.000 anos atrás (Urban, 2017).

No Brasil, não há relatos históricos sobre o início do cultivo de cogumelos comestíveis e medicinais. No entanto, é possível observar uma grande tendência e expansão do consumo desses organismos, motivada tanto pelos benefícios medicinais relacionados quanto pela possibilidade de substituição de alimentos de origem animal. Observa-se que esse hábito ainda é restrito a grupos econômicos e culturais mais favorecidos, uma vez que os custos relacionados à inclusão desses indivíduos na dieta ainda são altos (Dias et al., 2003). Essa problemática pode ser explicada pelo alto custo e por outras variáveis presentes que influenciam na produção desses organismos, principalmente a necessidade de adaptação da

produção. Os principais fungos cultivados são exóticos, oriundos de climas diferenciados, destacando-se *Agaricus bisporus* (Lange), *Lentinula edodes* (Berk), *Agaricus blazei* (Murrill) e *Pleurotus* spp. (Singer), como as principais espécies de cogumelos comestíveis cultivadas no Brasil (ANPC, 2018). Dentre essas, destaca-se *Pleurotus* spp., um gênero comestível conhecido pela variedade de espécies com potencial comercial.

Os fungos do gênero *Pleurotus* (Fr.) P. Kumm. são reconhecidos por sua alta capacidade de sintetizar enzimas, notável adaptabilidade climática e habilidade para crescimento e desenvolvimento em múltiplos substratos lignocelulósicos, devido à sua produção de enzimas lignolíticas e capacidade de bioconversão de resíduos agroindustriais (Mikiashvili et al., 2006; Sturion e Ranzani, 2000). Essa característica permite que o grupo seja cultivado em uma ampla gama de substratos, desde resíduos industriais até materiais orgânicos típicos de determinadas regiões do país. No entanto, esses processos demandam diferentes metodologias e geram resultados de produtividade divergentes, exigindo maior atenção de pesquisadores e cultivadores para padronização e melhoria, a fim de alcançar os melhores resultados. Com base nisso, este trabalho teve como objetivo compilar dados relacionados ao cultivo dos fungos do gênero *Pleurotus* no Brasil nos últimos 30 anos, analisando os principais substratos orgânicos utilizados, protocolos aplicados e resultados obtidos.

### **Material e métodos**

Para o levantamento dos artigos relacionados à temática, foram realizadas buscas nas plataformas Google Acadêmico (<https://scholar.google.com.br>), Scopus (<https://www.scopus.com/>), e Scielo (<https://www.scielo.br/>), utilizando as palavras-chave '*Pleurotus* Brasil', '*Pleurotus* Brazil', 'Cultivo *Pleurotus* Brasil', 'Cultivation *Pleurotus* Brazil', 'shimeji Brasil', 'shimeji Brazil' e 'oyster mushroom Brazil'. A pesquisa foi restringida ao

período de 1992 a 2022, com o objetivo de catalogar os trabalhos relacionados ao cultivo de *Pleurotus* (Fr.) P. Kumm. no Brasil nos últimos 30 anos.

Após a catalogação dos dados, elaborou-se uma tabela abordando o cultivo de cogumelos (produção de basidioma). Nessa tabela, foram listados os indivíduos analisados nos estudos compilados, juntamente com as condições de produção e as referências bibliográficas correspondentes. No entanto, é importante ressaltar que esta revisão não inclui resultados relacionados a trabalhos de conclusão de curso, dissertações, teses, resumos e trabalhos completos apresentados e publicados em anais de eventos. Além disso, foram excluídos desta revisão os estudos que investigaram a produção de metabólitos e enzimas, ação antibacteriana e qualidade nutricional. O foco deste estudo foi estritamente direcionado para as pesquisas que avaliaram técnicas de cultivo relacionadas às espécies de *Pleurotus* spp.

## **Resultados e Discussão**

Na presente pesquisa, foram catalogados 78 artigos científicos relacionados ao cultivo de espécies do gênero *Pleurotus* no Brasil, abordando o uso de resíduos orgânicos típicos do país para análises de produção (Tabela 1).

A partir do levantamento de dados, foi possível constatar a utilização das seguintes espécies: *Pleurotus citrinopileatus* Singer, *Pleurotus djamor* (Rumph. ex Fr.) Boedijn, *Pleurotus eryngii* (DC.) Quéél, *Pleurotus florida* Eger, *Pleurotus ostreatoroseus* Singer, *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm., *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Quéél. e *Pleurotus sajor-caju* (Fr.) Singer, totalizando oito espécies em trabalhos relacionados ao cultivo de *Pleurotus* spp. Entre as mais estudadas, destacam-se *P. ostreatus*, analisada em 37 trabalhos, *P. sajor-caju*, explorada em 19 trabalhos, e *P. pulmonarius*, objeto de estudo em 9 trabalhos.

Nos trabalhos analisados, verificou-se um grande esforço amostral por parte dos pesquisadores em avaliar a produção de *Pleurotus ostreatus*, um dos cogumelos comestíveis

mais estudados no país. Sales-Campos et al. (2008) testaram o crescimento micelial de *P. ostreatus* em temperaturas de 22, 25, 27, 30 e 35°C, utilizando os meios malte-ágar 3% e SDA-MA (infusão da serragem de *Simarouba amara* Aubl., enriquecida com farelo de soja-dextrose-ágar), além de serragem de *S. amara* com e sem suplementação de farelo de soja a 25 e 30°C. Os autores constataram uma melhora no desenvolvimento em meio malte-ágar 3% a 25°C, sendo que a suplementação de farelo de soja favoreceu o crescimento micelial da espécie estudada.

Além disso, Sales-Campos et al. (2013) verificaram a velocidade de crescimento de *Pleurotus ostreatus* em diferentes substratos à base de serragem de *Simarouba amara*, serragem de *Anacardium giganteum* W. Hancock ex. Engl, sementes de *Euterpe precatória* Mart. e *Musa* sp., constatando que o substrato formulado com serragem de *S. amara* (29,45 cm<sup>3</sup>/dia) e *A. giganteum* (27,58 cm<sup>3</sup>/dia) apresentou o melhor crescimento.

No contexto da produção de basidiomas de *P. ostreatus*, Royer et al. (2008) cultivaram esses organismos a partir de resíduos de milho (efluente, palha e sabugo), verificando melhores resultados na produtividade de basidiomas utilizando palha de milho. Por outro lado, Fergutz et al. (2007) testaram a produção de *P. ostreatus* em palha de milho, sabugo e em efluente resultante do processo de fermentação do grão para a produção de farinha de biju, canjica especial e farofa de milho. Não encontraram diferenças significativas entre os três substratos, embora tenha sido constatado que a adição de efluente a partir de 50% reduz o grau de colonização dos formulados de resíduos da cadeia do milho.

Marino et al. (2008) testaram a velocidade de crescimento e vigor do micélio, o período de indução de primórdios e de colheita, bem como a produtividade e a relação carbono/nitrogênio em *Pleurotus ostreatus*. Eles utilizaram como substrato serragem da casca de coco suplementada com farelos de arroz e de trigo. Como resultado, a suplementação do substrato à base de casca de coco reduziu a relação carbono/nitrogênio, favorecendo o

crescimento e vigor micelial, a velocidade de formação de primórdios e a produtividade em todos os isolados testados. Os tratamentos que utilizaram pelo menos 10% de farelo de trigo e 10% de arroz foram os que apresentaram os melhores resultados.

Zanon et al. (2019) investigaram a preparação do substrato de cultivo no Brasil, onde os procedimentos que envolvem a compostagem curta com posterior pasteurização a vapor e o acondicionamento são os métodos mais utilizados. Entretanto, não há protocolos estabelecidos para o tempo de inoculação do fungo no substrato para cultivo. Assim, foram preparadas compostagens com três períodos diferentes para a implantação do cogumelo *P. ostreatus* em substrato (T1= 6 dias, T2= 4 dias e T3= 2 dias). Os autores constataram que os tratamentos T1 e T2 apresentaram os melhores resultados de eficiência biológica (T1=108,91% e T2=102,49%) e produtividade (T1=26,22% e T2=25,72%), assim como um maior número de cachos colhidos (T1=44,44 e T2=43,52), revelando que há uma relação entre o tempo de inoculação e a produção de *P. ostreatus*. Ainda, em testes envolvendo inóculos líquidos e sólidos de palha de bananeira em diferentes concentrações (5%, 10%, 15% e 20%), Silveira et al. (2007) verificaram que *P. ostreatus* apresentou melhor rendimento em inóculo sólido.

Alguns trabalhos avaliaram a produtividade entre diferentes espécies de *Pleurotus*, constatando diferenças de produção e crescimento entre indivíduos do mesmo gênero. Bernardi et al. (2007a) avaliaram a produtividade de *P. ostreatus*, *P. ostreatoroseus* e *P. citrinipileatus* em substrato de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* (Pers.) Schum). Com os resultados do trabalho, os autores constataram que *P. ostreatoroseus* apresentou maior produção de massa fresca, eficiência biológica e produtividade, enquanto *P. ostreatus* mostrou maior quantidade de massa seca quando cultivado em *P. purpureum*. Como resultado, as três espécies puderam ser produzidas satisfatoriamente neste substrato.

Siqueira et al. (2012) realizaram dois experimentos testando diferentes métodos de cultivo (pasteurização/compostagem curta e cultura axênica) para a produção de *P. pulmonaris*, *P. ostreatus* e *P. eryngii*. No primeiro experimento, foram testadas duas formulações diferentes de gramíneas para o cultivo de *P. pulmonaris*, não apresentando diferenças significativas na produtividade ou eficiência biológica, com valores próximos a 20% e 60%, respectivamente. No segundo experimento, a produtividade foi semelhante entre *P. pulmonarius* e *P. ostreatus* para ambas as formas de tratamento de substrato (compostagem curta/pasteurização vs. cultura axênica), com valores semelhantes aos observados no primeiro experimento. No entanto, *P. eryngii* não produziu cogumelos no tratamento de compostagem, apresentando menor produtividade (17,5%) do que as outras duas espécies (20,5% e 20,8%, respectivamente) quando os substratos foram autoclavados (cultura axênica).

Cada vez mais, pesquisadores utilizam resíduos provenientes da indústria para análises e cultivos de cogumelos comestíveis (Sales-Campos et al., 2009; Albuquerque et al., 2012; Duprat et al., 2015; Silva et al., 2021). Devido à sua capacidade de degradar matéria orgânica, esses organismos podem oferecer um novo destino aos resíduos agroindustriais que, de outra forma, seriam depositados em aterros sanitários ou descartados de maneira inadequada. No entanto, outros resíduos, como o óleo vegetal, foram estudados por Genero et al. (2016), que avaliaram o crescimento de *Pleurotus pulmonarius* neste resíduo proveniente da indústria alimentícia em concentrações de 3% e 6%. Com o trabalho, os autores constataram a viabilidade da utilização do resíduo, uma vez que em concentrações de 3% e com agitação foi possível observar diferenças significativas na produção de biomassa fúngica.

Castro et al. (2007) avaliaram a produção de basidiomas de *P. sajor-caju* a partir de resíduos do beneficiamento têxtil do algodão adicionados de dois grupos diferentes de componentes: farelo de trigo, gesso e calcário; e farelo de trigo, palha de feijão, gesso e calcário. A partir dos resultados, foi possível observar que ambos os tratamentos mostraram

boa produtividade (0,56 e 0,55 kg/kg de substrato) e eficiência biológica (55,76% e 55,39%), respectivamente, destacando esses resíduos como possíveis alternativas de baixo custo para a produção de *P. sajor-caju*.

Silva et al. (2021) analisaram o crescimento micelial de *P. ostreatus* em meios à base de bagaço de malte, um resíduo da indústria cervejeira, em concentrações de 0%, 5%, 10% e 20%, em base seca. No estudo, os autores observaram crescimento em todas as concentrações analisadas, destacando a viabilidade do resíduo para o cultivo da espécie. Por outro lado, Rosado et al. (2002), utilizando grãos de trigo pré-cozidos para análise e comparação, verificaram resultados superiores na utilização de resíduo de algodão (*Gossipium hirsutum* L.) para a produção de *spawn* de *P. ostreatoroseus*.

Figueiró et al. (2007) avaliaram a produção de *P. florida* em diferentes substratos, enriquecidos ou não com farelo de mandioca 10% (palha de arroz, palha de feijão, palha de sorgo, folha de bananeira, palha de trigo e sabugo de milho). Entre esses, o substrato que mostrou maior produção e eficiência biológica foi a palha de arroz, seguida pela palha de feijão e de sorgo, ambos sem enriquecimento. Os resultados relacionados à palha de arroz eram esperados, uma vez que este resíduo orgânico é um dos mais utilizados para o cultivo de *Pleurotus* no Brasil.

A ação degradadora de lignina dos fungos permite aos profissionais cultivadores e pesquisadores a utilização de uma gama de resíduos orgânicos no cultivo de *Pleurotus*. Figueiró & Graciolli (2011) testaram a produção de basidiomas de *P. florida* em substrato de palha de arroz, palha de feijão, palha de trigo, folha de bananeira, palha de sorgo e sabugo de milho, constatando que o substrato de palha de feijão apresentou resultados semelhantes para a produção, eficiência biológica, e quantidade de cogumelos produzidos. Sendo a palha de arroz frequentemente usada de forma tradicional no cultivo de *Pleurotus*.

Rivas et al. (2011) realizaram testes de crescimento micelial e produção de basidiomas em *Pleurotus* sp. utilizando como meio casca de banana, casca de maracujá e serragem. Eles observaram que o resíduo de casca de banana produziu uma maior quantidade de micélio em uma velocidade superior em comparação aos outros tratamentos. Quanto à produção de cogumelos, tanto a casca de banana quanto a de maracujá destacaram-se das demais em termos relacionados à produção.

Duprat et al. (2015) analisaram a possibilidade da utilização de folhas de pupunheira no cultivo de *P. ostreatus*. A partir de testes avaliando taxa de inoculação (5%, 10% e 20%) e a fração de farelo de arroz (2%, 5% e 10%), os autores constataram melhor condição de cultivo utilizando 20% de inóculo e 2% de farelo de arroz, o que promoveu  $38,2 \pm 6,5\%$  de rendimento,  $5,0 \pm 0,2\%$  de eficiência biológica e  $22,5 \pm 3,2\%$  de perda de matéria orgânica, destacando-se a utilização de folhas de pupunheira como potencial substrato para cultivo de cogumelos.

Siqueira, Martins e Andrade (2019) analisaram a viabilidade do sorgo para o cultivo de *P. ostreatus*, realizando três tratamentos: C1 (farelo de trigo + palha de cana-de-açúcar), C2 (farelo de trigo + sorgo biomassa) e C3 (farelo de trigo + sorgo sacarino). O experimento foi realizado durante dois meses, avaliando sua eficiência biológica, perda de matéria orgânica e massa de basidiomas frescos. Como resultado, não houve diferença significativa entre os tratamentos. Segundo as análises químicas dos substratos, exceto para o teor de umidade, em que o tratamento testemunha foi inferior aos demais. Em relação à produção, o C3 mostrou-se inferior aos demais, mas não se diferenciou do C1.

De Oliveira et al. (2007) testaram a utilização dos resíduos palha de arroz, sabugo de milho e casca de amendoim na produção de inóculo e basidiomas de *P. pulmonarius*. Os autores concluíram que as sementes obtidas do substrato de palha de arroz obtiveram melhor

colonização micelial e os maiores píleos, porém houve menor tempo para o aparecimento de basidiomas quando o sabugo de milho foi utilizado.

Freitas et al. (1993) avaliaram a produção de *Pleurotus* sp. "cepa-florida", utilizando para a produção micelial meio Batata Dextrose Ágar (BDA) suplementado com casca de arroz cozido, e para a produção dos basidiomas frescos, cana-de-açúcar triturada e fermentada. A produtividade foi de 9,9% de basidiomas frescos por kg de substrato. Para a produção, o teor médio de proteínas produzido foi de 16,78%, carboidratos 52,43% e minerais 4,34% em relação ao peso seco por kg.

Zanetti & Ranal (1996) testaram para a produção desta mesma espécie casca de algodão (*Gossypium* sp. L.), folhas de guariroba (*Syagrus oleracea* Becc.), palha, sabugo e grãos de milho triturados (*Zea* sp. L.), e resíduo do beneficiamento de soja (*Glycine* sp. L.). Os autores visaram a utilização de resíduos agroindustriais para a produção desta espécie de cogumelo comestível. Os substratos testados à base de casca de algodão (*Gossypium* sp.) e folhas de guariroba (*Syagrus oleracea*) obtiveram os melhores resultados. A colonização micelial nos substratos de algodão e guariroba foi mais rápida (9 a 10 dias) quando comparadas a *Zea* sp. (19 dias) ou *Glycine* sp. (14 dias). Com isso, o surgimento dos primórdios e posteriormente dos basidiomas também se destacaram, ocorrendo no 20º dia para os dois melhores tratamentos, e 25º-35º para os demais (Zanetti & Ranal, 1996).

O crescimento de *Pleurotus* sp. foi avaliado no estudo de Ranzani et al. (1996). Foram testados três tratamentos: folhas secas de bananeira cozidas com espigas de milho; folhas secas de bananeira cozidas com bagaço de cana-de-açúcar; e palha de trigo como substrato controle. Em termos de produtividade, tanto de crescimento micelial quanto para a produção dos basidiomas, o tratamento com folhas secas de bananeira junto a espigas de milho trituradas obteve os melhores resultados em um pH de 7,0 (Ranzani et al., 1996), destacando a

utilização de diferentes substratos combinados para uma melhor produção de espécies de *Pleurotus*.

A utilização de substrato composto a partir de resíduo fibroso de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) e bagaço de cana-de-açúcar foi avaliada para o cultivo de *P. sajor-caju* (Barbosa et al., 1997). Os resíduos sólidos foram misturados, sendo testadas cinco composições diferentes de substrato (resíduo fibroso de mandioca:bagaço de cana-de-açúcar) nas proporções 20:80; 40:60; 60:40; 80:20 e 100:0. A primeira colheita de basidiomas ocorreu com 36 dias e a segunda com 49 após a abertura dos sacos. Os melhores resultados foram obtidos com a concentração de 80% de resíduo de mandioca e 20% de bagaço de cana-de-açúcar. A mistura desses dois substratos foi caracterizada por suas características de equilíbrio nutricional entre amido e fibras brutas, o que permitiu a produção dos basidiomas.

A utilização de resíduos orgânicos é extremamente promissora, no entanto, há a necessidade de elaboração e melhoramento de protocolos que visem à melhor produção de cogumelos comestíveis, bem como à diminuição das chances de contaminação do cultivo e à viabilização da sustentabilidade da produção. Aguiar et al. (2021) apresentam em sua pesquisa métodos de desinfecção de diversos substratos (sementes de palmeiras - açaí e tucumã; casca de castanha do Brasil; e serragem de pinus) utilizados no cultivo de um *P. ostreatus*. Todo esse processo foi realizado em ambiente não controlado (chegando até 30°C). No estudo, diferentes tratamentos de desinfecção do substrato foram realizados, tais como autoclavagem, imersão em água quente e em hidróxido de cálcio (2%). Verificou-se que nos tratamentos com água quente as embalagens de cultivo foram contaminadas e que no tratamento de hidróxido de cálcio os cogumelos não se desenvolveram. Entretanto, o tratamento utilizando açaí autoclavado e suplementado com tucumã apresentou maior produção, além de apresentar os maiores teores de proteínas.

A produção e produtividade de *P. sajor-caju* foram avaliadas em diferentes recipientes de cultivo. Para o preparo do substrato, foram utilizadas camadas de bagaço de cana-de-açúcar, palha de feijão e calcário dolomítico, na proporção de 20:2:1 em massa úmida. Este composto foi pasteurizado até atingir a temperatura de 75° C (Colauto et al., 1998). Quando a temperatura atingiu 28° C, o fungo foi inoculado no substrato, e estes foram homogeneizados, sendo acondicionados em caixas de madeira forradas com plástico e sacos de plástico formando blocos cilíndricos. Os resultados mostraram que a produtividade variou de forma inversamente proporcional à densidade do substrato, e que densidades de substrato menores que as testadas no trabalho podem aumentar a produtividade de *P. sajor-caju* em ambientes controlados.

Buscando uma alternativa mais econômica e sustentável em relação aos recipientes de produção de *Pleurotus* spp., Putzke et al. (2019) propõem como alternativa o colmo de bambu. Utilizaram-se colmos de cerca de 30 cm e foram preparados com a inoculação direta de serragem de *Eucalyptus* sp.. No teste inicial com bambu, os fungos se formaram após 48 dias de inoculação, reduzindo o tempo de produção pela metade e demonstrando ser viável o seu uso.

Ainda que grande parte dos resíduos demonstre resultados promissores no cultivo de fungos, já existem na literatura descrições de resíduos com baixa rentabilidade para a fungicultura. Martins et al. (2018) analisaram a viabilidade do cultivo de *P. ostreatus* utilizando resíduos de sobra de alimentos de restaurantes e hotéis como suplementação para o substrato, em diferentes proporções (T1=0%, T2=5%, T3=10%, T4=15% e T5=20%). Este substrato, de uso comercial, foi fornecido por uma empresa particular e produzido a partir de matéria-prima de sobra de alimentos recolhidos. O tratamento 1 teve produção média de 333 g por pacote, o tratamento 2 de 274 g, o tratamento 3 de 217 g, o tratamento 4 de 128 g e o tratamento 5 de 113 g. Ainda que a utilização deste tipo de substrato seja inovadora e dê um

novo destino a este tipo de resíduo, o composto à base de sobra de alimentos não foi tão eficiente como suplementação para o cultivo de *P. ostreatus* nas condições experimentais da pesquisa em relação à suplementação comumente utilizada (farelo de soja). Breyer et al. (2007) constataram baixo rendimento de produção de *P. sajor-caju* em bagaço de maçã. Todavia, mesmo que os resultados não tenham sido promissores, os autores destacaram a possibilidade de o resíduo desta produção ser aproveitado como farinha de bagaço miceliado, aliando as propriedades nutricionais e nutrientes da maçã e do fungo, transformando-o em um complemento alimentar.

Rabuske et al. (2019), em testes de produtividade envolvendo *P. djamor*, constataram a ineficiência de produção em substratos compostos 100% por resíduos de grama do gênero *Axonopus* P. Beauv.. Todavia, observaram resultados promissores a partir da suplementação deste substrato com serragem de *Eucalyptus* sp. L'Hér., obtendo até três ciclos produtivos de *P. djamor* quando a suplementação foi realizada. Estes dados demonstram que, ainda que determinados substratos possam ser unicamente inviáveis para a produção de cogumelos comestíveis, a combinação destes com outros pode favorecer e até mesmo aumentar a produtividade no cultivo.

Além das testagens avaliando a viabilidade de substratos no cultivo de *Pleurotus*, também se destacam outras variáveis analisadas por pesquisadores. O cultivo de *P. sp. 'florida'* utilizando como substrato cana-de-açúcar enriquecida com guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) em concentrações de 5%, 10% e 15%, somada à influência da luz no processo de incubação, foi avaliado por Zanetti & Ranal (1997). Observou-se que ao manter o material incubado sob luz contínua, o processo de micelização do substrato é acelerado, enquanto no escuro a micelização é inibida. A suplementação do substrato com 15% de guandu foi a que mostrou maior produção de basidiomas, aumentando a eficiência biológica de *Pleurotus sp. 'florida'*. No entanto, com relação à produtividade, não houve diferença entre os tratamentos.

Ainda que testes envolvendo o desenvolvimento de basidiomas sejam essenciais para a descrição e análise da viabilidade de utilização de novos substratos, pesquisas envolvendo o crescimento micelial de fungos comestíveis são igualmente importantes, uma vez que analisam preliminarmente a possibilidade de utilização de determinados resíduos. Brito et al. (2021) tiveram como objetivo avaliar o crescimento de *P. djamor*. Para isso, o fungo foi cultivado em meio BDA com extrato de levedura (YE- 0,5% p/v). Para avaliar a velocidade do crescimento micelial radial (VCR) e a densidade micelial, *P. djamor* foi cultivado em cinco meios com YE - 0,5% p/v: ágar batata dextrose (BDA+YE), ágar Sabouraud (SAB+YE), ágar extrato de malte (MEA+YE), ágar inhame-roxo (PYA+YE) e ágar cará-de-espinho (SYA+YE). Na avaliação do crescimento micelial vertical (VCM), foram utilizados exocarpos de cupuaçu (CE) e abacaxi (PE), semente de açaí (AS) e serragem (SAW), suplementados com farelo de arroz (RB) ou farelo de trigo (WB). Com tais extratos, o meio sintético mais promissor mostrou-se ser o ágar Sabouraud + extrato de levedura (SAB+YE) com desenvolvimento da densidade micelial máxima, enquanto entre os resíduos lignocelulósicos, a mistura formulada com exocarpo de cupuaçu com farelo de arroz (CE+RB) estimulou o crescimento, além de apresentar forte densidade micelial.

Resultados promissores também foram identificados por Sales-Campos et al. (2008), que avaliaram o crescimento micelial de *P. ostreatus* em temperaturas de 22, 25, 27, 30 e 35°C, utilizando os meios malte-ágar 3% e SDA-MA (infusão de serragem de Simarouba amara, enriquecida com farelo de soja e dextrose em ágar), além de serragem de *S. amara*, com e sem suplementação de farelo de soja. Os autores constataram que o melhor desenvolvimento ocorreu no meio malte-ágar 3% a 25°C, sendo que a suplementação de farelo de soja favoreceu o crescimento micelial da espécie estudada, destacando a possível utilização desse resíduo para o cultivo de fungos.

Resultados promissores também foram identificados por Sales-Campos et al. (2008), onde avaliaram o crescimento micelial de *P. ostreatus* em diferentes temperaturas: 22, 25, 27, 30 e 35°C. Os testes foram conduzidos em meios malte-ágar 3% e SDA-MA (infusão da serragem de *Simarouba amara*, enriquecida com farelo de soja-dextrose-ágar), além de serragem de *S. amara*, com e sem suplementação de farelo de soja. Os autores constataram que o melhor desenvolvimento ocorreu no meio malte-ágar 3% a 25°C, e que a suplementação de farelo de soja favoreceu o crescimento micelial na espécie estudada, destacando a possível utilização do resíduo para o cultivo de fungos.

Bernardi et al. (2007b) avaliaram o crescimento micelial de *P. ostreatoroseus* em meios à base de aveia preta, aveia branca, aveia descascada, azevém, girassol, milho, soja, trigo, casca de arroz, serragem, arroz em casca e impureza de arroz, acondicionados a 28°C até a completa colonização. Dentre os meios testados, a aveia preta e a serragem suplementada com 20% de farelo de soja foram os que obtiveram melhor produção de inóculo.

Além disso, ainda avaliando diferentes espécies, alguns autores realizaram testes envolvendo o crescimento micelial de indivíduos do gênero *Pleurotus*. Esses testes preliminares verificam a possibilidade de substratos virem a ser utilizados no cultivo de cogumelos, sendo essenciais para o conhecimento e desenvolvimento da fungicultura no país. Silva et al. (2013) avaliaram o crescimento micelial de *P. ostreatus* e *P. eryngii* em meio de cultura enriquecido com selênio. As espécies foram testadas com diferentes concentrações de selênio na forma de selenito de sódio: 0, 25,4, 50,9, 76,4 ou 101,8 mg·L<sup>-1</sup>. Os resultados mostraram que em todas as concentrações testadas a taxa de crescimento micelial diminuiu, sendo essa redução maior para *P. ostreatus*.

Palheta et al. (2011) avaliaram a produtividade micelial de *P. florida* e *P. ostreatus* em substrato de casca de cupuaçu suplementado com casca de arroz, liteira e farelo de arroz. Eles

observaram que houve maior crescimento nas misturas de resíduos contendo casca de cupuaçu em menor concentração, sendo que o vigor micelial foi melhor em misturas contendo farelo de cereal como suplemento.

Araújo et al. (2021) buscaram avaliar a influência dos meios de cultivo na produção de biomassa micelial e na atividade enzimática de *Pleurotus* spp. Para isso, utilizaram as espécies *P. citrinopileatus*, *P. djamor*, *P. eryngii*, *P. ostreatus* e *P. pulmonarius*, cultivadas por 12 dias a 28 °C em meio extrato de malte (EM - 20 g L<sup>-1</sup>), meio definido (MD - glicose 10 g L<sup>-1</sup> e extrato de levedura 2 g L<sup>-1</sup>) e em meio bagaço de cana-de-açúcar (BC) igual ao MD, mas substituindo glicose por bagaço (50 g L<sup>-1</sup>). Neste experimento, as linhagens produziram lacase em todos os meios de cultivo testados, com *P. djamor* e *P. pulmonarius* apresentando maior crescimento micelial em meio de extrato de malte, um resíduo oriundo da indústria cervejeira.

### **Conclusão**

Os dados aqui levantados contribuem significativamente para o conhecimento relacionado ao cultivo de fungos do gênero *Pleurotus* no Brasil. A partir de um levantamento de dados de todos os trabalhos realizados sobre a temática no Brasil nos últimos 30 anos, é possível verificar a viabilidade da utilização de determinados substratos para cultivo, bem como as principais variáveis relacionadas.

Os resultados apresentados não só visam auxiliar os cientistas em pesquisas relacionadas ao tema, mas também facilitar o trabalho dos fungicultores e incentivar a inserção de novos profissionais na cadeia produtiva de cogumelos comestíveis no Brasil, que tem se expandido constantemente nas últimas décadas. No entanto, é evidente a necessidade de mais estudos envolvendo o cultivo de cogumelos comestíveis no Brasil. Embora diversos resíduos regionais tenham sido testados quanto à sua viabilidade de utilização, muitos desses

estudos não avaliaram a influência do substrato utilizado na composição nutricional e nos nutrientes dos cogumelos produzidos.

Assim, as informações compiladas neste artigo pretendem estimular a reutilização de resíduos agroindustriais e das indústrias alimentícias e têxteis que antes teriam como destino aterros sanitários. Estas iniciativas são de destacada importância econômica, auxiliando a reduzir os custos de produção de cogumelos de forma viável para agricultores, tornando essa classe de alimentos mais acessível à população. Além disso, os cultivos podem ser implementados utilizando os resíduos típicos de cada região, incentivando uma tomada de consciência ecológica nos indivíduos relacionados a esses processos.

### **Agradecimentos**

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio Grande do Sul (FAPERGS) pelos recursos concedidos pelo projeto nº 21/2551-0001985-9 e ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) pelos recursos concedidos pelo processo nº 405564/2022-8.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

### **Conflito de interesses**

Os autores declaram que não há conflito de interesse.

### **Contribuição dos autores**

**Flavia Helena Aires Sousa** – principal contribuição para todas as etapas da pesquisa e escrita do manuscrito.

**Fernando Augusto Bertazzo-Silva** – principal contribuição para todas as etapas da pesquisa e escrita do manuscrito.

**Kamille Rodrigues Ferraz** – levantamento de dados e escrita do manuscrito.

**Alice Lemos Costa** – levantamento de dados e escrita do manuscrito.

**Marina de Souza Falcão** – levantamento de dados e escrita do manuscrito.

**Lilian Pedroso Maggio** – levantamento de dados e escrita do manuscrito.

**Cassiane Furlan Lopes** – levantamento de dados e escrita do manuscrito.

**Ana Luiza Klotz-Neves** – levantamento de dados e escrita do manuscrito.

**Guilherme Henrique Mueller** – levantamento de dados e escrita do manuscrito.

**Jair Putzke** – principal contribuição para todas as etapas da pesquisa e escrita do manuscrito.

### Referências

**A.A. Khan, A. Gani, M. Mudasir Ahmad, F.A. Masoodi, F. Amin, S.** 2016. Mushroom varieties found in the Himalayan regions of India: Antioxidant, antimicrobial, and antiproliferative activities. *Food science and biotechnology*, v. 25, p. 1095-1100. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10068-016-0176-6>.

**Aguiar, L. V. B., Sales-Campos, C., Gouvêa, P. R. S., Vianez, B, V. Dias, E. S., Chevreuil, L. S.** 2021. Substrate disinfection methods on the production and nutritional composition of a wild oyster mushroom from the Amazon. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 45, p. e010321. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1413-7054202145010321>.

**Albuquerque, M. P; Peil, R. M. N; Nascimento, J, S.** 2012. Mycelial colonization capacity of *Pleurotus ostreatoroseus*, *Pleurotus pulmonarius* and *Lentinus sajor-caju* in different substrata. 2012.

**Albuquerque, M. P; Peil, R. M. N; Nascimento, J, S.** 2012. Crescimento micelial de *Lentinus sajor caju* (Fr.) Fr. E *Pleurotus* spp. em diferentes resíduos agrícolas. *Biosci. j.*(Online), p. 895-902.

**Andrade, C. P., Menezes, K. S., da Silva, T. F., Martins, L. A., Cartonilho, M. M., Kirsch, L. S.** 2020. Cultivo de *Pleurotus eryngii* em tubérculos e raízes tropicais encontrados na região

amazônica. Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 6, p. 34131-34146. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n6-094>.

**Araújo, N. L., Avelino, K. V., Halabura, M. I. W., Marim, R. A., Kassem, A. S. S., Santana, T. T., Colauto, G. A. L., Colauto, N. B. & Valle, J. S.** 2021. Produção de biomassa micelial e enzimas lignocelulolíticas de *Pleurotus* spp. em meio de cultivo líquido. Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento, v. 10, n. 1, pág. e6810111406-e6810111406. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i1.11406>.

**Assi, L., Stangarlin, J. R., Zanella, A. L., Carré, V., Becker, A., Shikida, S. A. R. L., & Franzener, G.** 2007. Desenvolvimento de substratos alternativos para o cultivo de cogumelos comestíveis e medicinal. Scientia Agraria Paranaensis, p. 41-51. DOI: <https://doi.org/10.18188/sap.v0i0.2039>.

**Ayaz, F. A., Torun, H., Özel, A., Col, M., Duran, C., Sesli, E., & Colak, A.** 2011. Valor nutricional de alguns cogumelos silvestres comestíveis da região do Mar Negro (Turquia). Jornal Turco de Bioquímica/Turk Biyokimya Dergisi , v. 3.

**Barbosa, M. C. S.; Soccol, C. R.; Marin, B.; Todeschini, M. L.; Tonial, T.; Flores, V.** 1997. Perspectivas de produção de *Pleurotus sajor-caju* sobre resíduos de fibras de mandioca. Avanços na Fermentação em Estado Sólido, p. 515-527.

**Bernardi, E., Donini, L. P., Minotto, E., & do Nascimento, J. S.** 2007a. Cultivo de três *Pleurotus* (Jacq.: Fr.) P. Kumm. espécies em substrato pasteurizado de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*). Revista Internacional de Cogumelos Medicinais, v. 3 e 4. DOI: <https://doi.org/10.1615/IntJMedMushr.v9.i34.110>.

**Bernardi, E., Donini, L. P., Minotto, E., & do Nascimento, J. S.** 2007b. Utilização de diferentes substratos para a produção de inóculo de *Pleurotus ostreatoroseus* Sing. Revista Ciência Agronômica, v. 38, n. 1, p. 84-89.

**Bernardi, E., Donini, L. P., Minotto, E., & do Nascimento, J. S.** 2009. Cultivo e características nutricionais de *Pleurotus* em substrato pasteurizado. *Bragantia*, v. 68, p. 901-907.

**Bernardi, E., & Nascimento, J. S.** 2020. Cultivo de *Pleurotus sajor-caju* em diferentes substratos pasteurizados. *Arquivos do Instituto Biológico*, v. 78, p. 217-223. DOI: <https://doi.org/10.1590/1808-1657v78p2172011>.

**Bernardi, E., Volcão, L. M., de Melo, L. G., & do Nascimento, J. S.** 2019. Productivity, biological efficiency and bromatological composition of *Pleurotus sajor-caju* growth on different substrates in Brazil. *Agriculture and Natural Resources*, 53(2), 99-105. DOI: <https://doi.org/10.34044/j.anres.2019.53.2.02>.

**Bonatti, M.; Karnopp, P.; Soares, H.; Furlan, S.** 2004. Evaluation of *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus sajor-caju* nutritional characteristics when cultivated in different lignocellulosic wastes. *Food chemistry*, v. 88, n. 3, p. 425-428. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.01.050>.

**Breyer, C. A., Paz, M. F., & Giovanni, R. N.** 2007. Cultivo de *Pleurotus sajor-caju* em bagaço de maçã pela técnica Jun-Cao. In: SIMPOSIO NACIONAL DE BIOPROCESSOS SINAFERM.

**Brito, A. K.P., Pimenta, L., Barbosa, E. E. P., Batista, S. C. P., Coelho, M. P. L. V., Castillo, T. A., Martim, S. R., & Teixeira, M. F. S.** 2021. Avaliação de substratos de floresta tropical para cultivo e produção de proteases por *Pleurotus djamor*. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 3, p. e31810313385-e31810313385. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i3.13385>.

**Carvalho, P. I. A., Sales, M. R. B., Neto, J. C. A., Ferreira, F. V.** 2021. Resíduos agroindustriais como substrato para cultivo indoor de cogumelos comestíveis da espécie

*Pleurotus ostreatus*. Journal of Biotechnology and Biodiversity, v. 9, n. 4, p. 330-339. DOI: <https://doi.org/10.20873/jbb.uft.cemaf.v9n4.carvalho>.

**Castro, A. L. A. D., Paiva, P. C. D. A., Banys, V. L., Dias, E. S., & Santos, J. D.** 2007. Avaliação da produção de *Pleurotus sajor-caju* (Fr.) Singer utilizando resíduo do beneficiamento têxtil do algodão como substrato. Ciência e Agrotecnologia, v. 31, p. 1286-1290.

**Chang, S. T.** 2006. The world mushroom industry: Trends and technological development. International Journal of Medicinal Mushrooms, v. 8, n. 4. DOI: <https://doi.org/10.1615/IntJMedMushr.v8.i4.10>.

**Coelho, M. P. S. L. V., Barbosa, E. E. P. Pimenta, L., Batista, S. C. P., Prado, F. B. Martim, S. R., Cruz Filho, R. F., Teixeira, M. F. S.** 2021. Alternativa de fontes nutricionais para desenvolvimento da fase micelial e produção de hidrolases por cogumelo comestível de floresta tropical. Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 3, p. 22890-22907. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n3-145>.

**Cogorni, P. F. B. O., Schulz, J. G., Alves, E. P., Gern, R. M. M., Furlan, S. A., & Wisbeck, E.** 2014. Produção de *Pleurotus sajor-caju* em folhas de pupunheira (*Bactris gasipaes*) e avaliação de sua utilização para enriquecimento de farinha de trigo. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 34, p. 267-274. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/fst.2014.0059>.

**Colauto, N. B.; Eira, A. F.; Minhoni, M. T. A.** 1998. Fatores físicos que afetam a produtividade do cogumelo comestível *Pleurotus sajor-caju* (Fr.) Singer. Científica, São Paulo, v. 26, n. ½, p. 25-43.

**Confortin, F. G., Marchetto, R., Bettin, F., Camassola, M., Salvador, M., & Dillon, A. J. P.** 2008. Production of *Pleurotus sajor-caju* strain PS-2001 biomass in submerged

culture. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, v. 35, n. 10, p. 1149. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10295-008-0394-x>.

**Costa, A. L., Lopes, C. F., Ferraz, K. R., Ferraz, J. S., & Putzke, J.** Produção do cogumelo comestível *Pleurotus ostreatoroseus* sing a partir de serrapilheira de *Eucalyptus grandis* e *Pinus elliottii*. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, 12(1), 164-173, 2022. DOI: <https://doi.org/10.21206/rbas.v12i1.13837>.

**Costa, L. A. M., Putzke, M. T. L., da Silva, C. D. M., Alcayaga, E. A. L., & Ortolan, S. A.** 2022. Avaliação da produção e da atividade antioxidante de *Pleurotus ostreatus* cultivado em substratos lignocelulósicos. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, v. 39, n. 2, 26933. DOI: <http://dx.doi.org/10.35977/0104-1096.cct2022.v39.26933>.

**Dias, Eustáquio Souza; Koshikumo, Érika M. S.; Schwan, Rosane Freitas; Silva, Romildo da.** 2003. Cultivation of the mushroom *Pleurotus sajor-caju* in different agricultural residues. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 27, p. 1363-1369.

**Duprat, M. F. L. B., Rampinelli, J. R., Silva, D. A. K., Furlan, S. A., & Wisbeck, E.** 2015. Nutritive potential of *Pleurotus ostreatus* cultivated in peach palm leaves. *Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos*, v. 33, n. 1, p. 18-29.

**El Sheikha, A. F., & Hu, S. M.** 2018. How to trace the geographic origin of mushrooms? *Trends in Food Science & Technology*, v. 78, p. 292-303. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.06.008>.

**Fan, L.; Soccol, A. T.; Pandey, A.; Soccol, C. R** 2003. Cultivation of *Pleurotus* mushrooms on Brazilian coffee husk and effects of caffeine and tannic acid. *Micologia Aplicada International*, v. 15, n. 1, p. 15-21.

**Fan, L.; Soccol, C. R.; Pandey, A.** 2000. Produção de cogumelo comestível *Pleurotus* em casca de café e avaliação do grau de detoxificação do substrato.

- Fergutz, B. P., Loss, E., Tagliari, A., Zimmer, R., & Rodrigues, M. B.** 2007. Cultivo de *Pleurotus ostreatus* em resíduos da agroindústria de milho. *Synergismus scyentifica UTFPR*, v. 2, n. 1.
- Figueiró, G. G.** 2007. Efeito de farelo de mandioca no cultivo de *Pleurotus florida*. *Revista Raízes e Amidos Tropicais*, v. 3.
- Figueiró, G. G., & Graciolli, L. A.** 2011. Influência da composição química do substrato no cultivo de *Pleurotus florida*. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 35, p. 924-930. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000500009>.
- Freitas, G. R. D., Matsucuma, L. A., Silva, F. A. D., Zanetti, A. L., & Ranal, M. A.** 1993. Cultivo de *Pleurotus sp" Florida"* na região de Uberlândia, MG, Brasil. *Rev. Cent. Ciênc. Bioméd. Univ. Fed. Uberlândia*, p. 13-25.
- Genero, J.R; Camacho, D.P; Silva, B.P.** 2016. Cultivo de *Pleurotus pulmonarius* em óleo vegetal residual de uma indústria alimentícia de Maringá-PR. *Uningá Review*, v. 26, n. 3.
- Gonçalves, C. C. D. M., Paiva, P. C. D. A., Dias, E. S., Siqueira, F. G. D., & Henrique, F.** 2010. Evaluation of the cultivation of *Pleurotus sajor-caju* (fries) sing. on cotton textile mill waste for mushroom production and animal feeding. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 34, p. 220-225. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542010000100028>.
- Graciolli, L. A.** 2009. Cultivo de *Pleurotus florida* em palha de feijão suplementada com farelo de mandioca e uréia. *Revista Raízes e Amidos Tropicais*, v. 5, p. 363-368.
- Graciolli, L. A., dos Santos Caetano, C. P., Leonel, M., & Aguiari, E. B.** 2010. Cultivo do cogumelo comestível *Pleurotus florida* em ramas de mandioca. *Revista Raízes e Amidos Tropicais*, 6, 26-39.

- Guillamón, E., García-Lafuente, A., Lozano, M., Rostagno, M. A., Villares, A., & Martínez, J. A.** 2010. Edible mushrooms: role in the prevention of cardiovascular diseases. *Fitoterapia*, v. 81, n. 7, p. 715-723. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2010.06.005>.
- Holtz, M., Borges, G. M., Furlan, S. A., & Wisbeck, E.** 2009. Cultivo de *Pleurotus ostreatus* utilizando resíduos de algodão da indústria têxtil. *Revista de Ciências Ambientais*, v. 3, n. 1, p. 37-51. DOI: <https://doi.org/10.18316/113>.
- Klotz-Neves, A. L., Putzke, J., Bertazzo-Silva, F. A., Maggio, L. P., de Avila Heberle, M., & Putzke, M. T. L.** 2022. Yerba mate residue (*Ilex paraguariensis*–Aquifoliaceae) in the production of edible mushroom *Pleurotus ostreatoroseus*. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 10, p. e529111033086-e529111033086. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i10.33086>.
- Lakhanpal, T.N.; Rana, M.** 2005. Medicinal and nutraceutical genetic resources of mushrooms. *Plant Genetic Resources*, v. 3, n. 2, p. 288-303. DOI: <https://doi.org/10.1079/PGR200581>.
- Loss, E., Royer, A. R., Barreto-Rodrigues, M., & Barana, A. C.** 2009. Use of maize wastewater for the cultivation of the *Pleurotus* spp. mushroom and optimization of its biological efficiency. *Journal of Hazardous Materials*, v. 166, n. 2-3, p. 1522-1525. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.11.014>.
- Manjarrés, K., Castro, A., & Rodríguez Sandoval, E.** 2010. Producción de lacasa utilizando *Pleurotus ostreatus* sobre cáscaras de plátano y bagazo de caña. *Revista Lasallista de investigación*, v. 7, n. 2, p. 9-15.
- Mantovani, T. R. A; Meirelles, L. D. P.; Valle, J, S; Linde, G.A; Colauto, N.B.** 2012. Formulação de substratos na produção de biomassa micelial e de lacase de *Pleurotus*

*ostreatus*. Semina: Ciências Agrárias, v. 33, n. 5, p. 1681-1691. DOI: 10.5433/1679-0359.2012v33n5p1681.

**Marino, R. H., de Abreu, L. D., Pedra, W. N., & Mesquita, J. B.** 2008. Crescimento e produção de isolados melhorados geneticamente de *Pleurotus ostreatus* em resíduo de coco. Revista Ciência Agronômica, v. 39, n. 4, p. 597-602.

**Marino, R. H, de Abreu, L. D., Mesquita, J. B., & Ribeiro, G. T.** 2021. Crescimento e cultivo de diferentes isolados de *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kummer em serragem da casca de coco. Arquivos do Instituto Biológico, v. 75, p. 29-36. DOI: <https://doi.org/10.1590/1808-1657v75p0292008>.

**Martins, O. G., Abilio, D. P., Siqueira, O, A. P. A., Ronchesel, M., Andrade, M. C. N.** 2018. 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. DOI: <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2018v11n2p505-518>.

**Menezes, A. C. de, dos Santos, T. C. N., da Silva, D. B., Mourão, D. D. S. C., & Portella, A. C. F.** 2022. Produção de spawns de *Pleurotus sajor-caju* com resíduos de cereais disponíveis ao sul do Tocantins. Journal of Biotechnology and Biodiversity, v. 10, n. 3, p. 237-242. DOI: <https://doi.org/10.20873/jbb.uft.cemaf.v10n3.menezes>.

**Menolli Junior, N., Asai, T., Capelari, M., & Paccola-Meirelles, L. D.** 2010. Morphological and molecular identification of four Brazilian commercial isolates of *Pleurotus* spp. and cultivation on corncob. Brazilian Archives of Biology and Technology, v. 53, p. 397-408. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-89132010000200019>.

**Mikiashvili, N.; Wasser, S. P.; Nevo, E.; Elisashvili, V.** 2006. Effects of carbon and nitrogen sources on *Pleurotus ostreatus* ligninolytic enzyme activity. World Journal of Microbiology and Biotechnology, v. 22, p. 999-1002. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11274-006-9132-6>.

- Moda, E. M., Horii, J., & Spoto, M. H. F.** 2005. Edible mushroom *Pleurotus sajor-caju* production on washed and supplemented sugarcane bagasse. *Scientia Agricola*, v. 62, p. 127-132. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-90162005000200006>.
- Mosena M., F., Aparecida G., T., & Pinheiro D. J., A.** 2007. Phenol degradation and colour removal in submerged culture of *Pleurotus sajor-caju* with paper mill effluents. *Biocatalysis and Biotransformation*, v. 25, n. 1, p. 24-28. DOI: <https://doi.org/10.1080/10242420600906355>.
- Murilho, J. M., de Faria, S. L., & Rosado, F. R.** 2009. Efeitos dos Extratos de Guaco (*Mikania glomerata* S.) e Mil-Folhas (*Achillea millefolim* L.) Sobre o Crescimento de *Pleurotus ostreatus* “Florida” em Cultura Submersa. *Iniciação Científica Cesumar*, v. 11, n. 1, p. 15-22.
- Nappi, B. P.; Zillio, C. H.; Rabello, G.; Gonzaga, L. V.; Moretto, E.; Cruz, R. C. B.** 1999. Composição do lipídio presente na biomassa produzida pelos cogumelos comestíveis *Pleurotus ostreatus*, *Lentinula edodes* e *Auricularia auricula-judae* em soro de leite. *Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos*, p. 93-99.
- Oliveira, M. A. D., Donega, M. A., Peralta, R. M., & Souza, C. G. M. D.** 2007. Produção de inóculo do cogumelo comestível *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Quélet-CCB19 a partir de resíduos da agroindústria. *Food Science and Technology*, v. 27, p. 84-87. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612007000500015>.
- Paiva, G. A., da Silva, A. P. R., Medeiros, J. D., David, G. Q., Weihs, M. L., Almeida, A. A. S. D., Santos, W., Roveda, A. P., Dutra, L. A., Figueiredo, A. M. C.** 2021. Produção de cogumelos comestíveis em resíduos agroindustriais na Amazônia mato-grossense. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 14, p. e548101422523-e548101422523. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i14.22523>.
- Pereira, A. L. S., Junior, A. F. C., Giongo, M., Scheidt, G. N., Cachoeira, J. N., & Portella, A. C. F.** 2022. *Pleurotus ostreatus* mushroom productivity in different substrates of agro-

industrial residues generated in the southern region of Tocantins, Brazil. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, v. 9, p. 4. DOI: <https://dx.doi.org/10.22161/ijaers.94.6>.

**Pereira, G. S., Cipriani, M., Wisbeck, E., Souza, O., Strapazon, J. O., & Gern, R. M.** 2017. Onion juice waste for production of *Pleurotus sajor-caju* and pectinases. *Food and Bioproducts Processing*, v. 106, p. 11-18.

**Palheta, R. A., Vieira, J. N., Neves, K. C. S., & Teixeira, M. F. S.** 2011. Crescimento micelial vertical de duas espécies de *Pleurotus* em resíduo agroindustrial da Amazônia utilizando planejamento fatorial. *Caderno de Pesquisa, Série Biologia*, v. 23, n. 3, p. 52-60.

**Putzke, J., Klotz, A. L., Heberle, M. A., Cogo, M. R. M., Putzke, M. T. L.** 2020. Nova técnica de cultivo de cogumelos (*Pleurotus* spp.) utilizando recipientes de colmos de bambu para a pequena propriedade rural. *Agricultura Familiar: Pesquisa, Formação e Desenvolvimento*, v. 13, n. 1, p. 103-111.

**Rabuske, E. R., Düpont, A., Putzke, J., Putzke, M. T. L.** 2019. Substratos alternativos para o cultivo do cogumelo comestível ostra salmão: *Pleurotus ostreatoroseus*. *Caderno de Pesquisa*, v. 31, n. 2. DOI: <https://doi.org/10.17058/cp.v31i2.12950>.

**Rampinelli, J. R., Silveira, M. L. L., Gern, R. M. M., Furlan, S. A., Ninow, J. L., & Wisbeck, E.** 2010. Nutritional value of *Pleurotus djamor* cultivated in banana straw. *Alimentos e Nutricao*, v. 21, n. 2, p. 197-202.

**Ranzani, M. D. C., Sturion, G. L., & Oetterer, M.** 1996. Colonization potential of banana leaves for growth of *Pleurotus* species. *Rev. microbiol*, p. 78-82.

**Ranzani, M. R. T. C.; Sturion, G. L.** 1998. Avaliação da composição em aminoácidos de *Pleurotus* spp. cultivados em folha de bananeira. *Arch. latinoam. nutr*, p. 339-48.

**Regina, M; Paccola-Meirelles<sup>2</sup>, L. D; Barbosa, A. M; Amador, I.R; Andrade-Nobrega, G.M; Maschiare, D. C.** 2012. Sabugo de milho e carvão ativado na produção de Lacase e Basidiomas de *Pleurotus* sp. Semina: Ciências Agrárias, v. 33, n. 1, p. 39-48. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33n1p39>.

**Reis, M. F. dos, Ducca, F., Ferdinandi, D. M., da Costa Zonetti, P., & Rosado, F. R.** 2010. Análise de substratos alternativos para o cultivo de *Pleurotus ostreatoroseus* e *Pleurotus florida*. Revista em Agronegocio e Meio Ambiente, v. 3, n. 2, p. 249-261. DOI: <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2010v3n2p249-261>.

**Reis, M. F. dos, Ducca, F., Ferdinandi, S. M., Rosado, F. R.** 2007. Desenvolvimento micelial de *Pleurotus ostreatoroseus* Singer em diferentes resíduos lignocelulósicos. V EPCC Encontro Internacional de Produção Científica Cesumar, Maringá, Brasil.

**Rezende, M. I., Barbosa, A. M., Vasconcelos, A. F. D., Haddad, R., & Dekker, R. F.** 2005. Growth and production of laccases by the ligninolytic fungi, *Pleurotus ostreatus* and *Botryosphaeria rhodina*, cultured on basal medium containing the herbicide, Scepter®(imazaquin). Journal of Basic Microbiology: An International Journal on Biochemistry, Physiology, Genetics, Morphology, and Ecology of Microorganisms, v. 45, n. 6, p. 460-469. DOI: <https://doi.org/10.1002/jobm.200410552>.

**Rivas, P. M. S., Pereira Filho, A. A., Santos, F. A. S. D., & Rosa, I. G.** 2011. Avaliação de substratos pectocelulósicos para o cultivo de cogumelos comestíveis do gênero *Pleurotus* sp. (Agaricales).

**Rosado, F. R., Germano, S., Carbonero, E. R., da Costa, S. M. G., Iacomini, M., & Kimmelmeier, C.** 2003. Biomass and exopolysaccharide production in submerged cultures of *Pleurotus ostreatoroseus* Sing. and *Pleurotus ostreatus* “*florida*” (Jack.: Fr.) Kummer. Journal of Basic Microbiology: An International Journal on Biochemistry, Physiology, Genetics,

Morphology, and Ecology of Microorganisms, v. 43, n. 3, p. 230-237. DOI: <https://doi.org/10.1002/jobm.200390026>.

**Royer, A. R., Loss, E., Rodrigues, M. B., & Barana, A. C.** 2008. Produção de cogumelo *Pleurotus ostreatus* utilizando resíduos da cadeia agroindustrial do milho no Paraná. Synergismus scyentifica UTFPR, v. 3, n. 4.

**Sales-Campos, C., Eira, A. F. D., Jesus, A. A. D., Campagnolli, F., & Andrade, M. C. N. D.** 2008. Crescimento micelial de *Pleurotus ostreatus* em resíduo de *Simarouba amara*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 43, p. 1633-1635.

**Sales-Campos, C., de Almeida Minihoni, M. T., & de Andrade, M. C. N.** 2010. Produtividade de *Pleurotus ostreatus* em resíduos da Amazônia. Interciência, v. 35, n. 3, p. 198-201.

**Sales-Campos, C., Oliveira, L. A. D., Araujo, L. M., Varejão, M. D. J. C., & Andrade, M. C. N. D.** 2009. Composição mineral de uma linhagem de *Pleurotus ostreatus* cultivada em resíduos madeireiros e agroindustriais da região amazônica. Food Science and Technology, v. 29, p. 868-872.

**Sales-Campos, C.; Pires, D. A.; Barbosa, S. R. L.; Abreu, R. L. S; Andrade, M. C. N.** 2013. In vitro cultivation of *Pleurotus ostreatus* and *Lentinula edodes* in lignocellulosic residues from Amazon. African Journal of Biotechnology, v. 12, n. 46, p. 6526-6531. DOI: 10.5897/AJB2013.12854.

**Savón, R. C. B., Oduardo, N. G., & López, A. M.** 2007. Fermentación sólida para la producción de *Pleurotus* sp. sobre mezclas de pulpa de café y viruta de cedro. Tecnología Química, v. 27, n. 2, p. 55-62.

**Shamtsyan, M.** 2008. Some Prospects of Utilization of Bioactive Compounds of Higher Basidiomycetes in Food Industry. Research Progress in Biotechnology, 137.

- Silva, G. C. P., Motta, S. S., Abilio, D. P., Martins, O. G. & Andrade, M. C. N.** 2019. Substratos suplementados com pós-colheita de Shiitake como alternativa na produção de *Pleurotus ostreatus*. ENERGIA NA AGRICULTURA, v. 34, n. 3, p. 447-454.
- Da Silva, M. C., Naozuka, J., da Luz, J. M. R., de Assunção, L. S., Oliveira, P. V., Vanetti, M. C., ... & Kasuya, M. C.** 2012. Enrichment of *Pleurotus ostreatus* mushrooms with selenium in coffee husks. Food chemistry, v. 131, n. 2, p. 558-563. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.09.023>.
- Silva, M. C. S., Nunes, M. D., Luz, J. M. R., Kasuya, M. C. M.** 2013. Advances in Microbiology 3, 11-18.
- Silva, R. M. D., Carmo, C. O. D., Oliveira, T. A. S. D., Figueirêdo, V. R. D., Duarte, E. A. A., & Soares, A. C. F.** 2020. Biological efficiency and nutritional value of *Pleurotus ostreatus* cultivated in agroindustrial wastes of palm oil fruits and cocoa almonds. Arquivos do Instituto Biológico, v. 87, p. e0852018. DOI: 10.1590/1808-1657000852018.
- Silva, S. S., Balioni, L. F.** 2020. Comparative study of the production of *Pleurotus ostreatus* cultivated on substrates of Brachiaria grass (*Brachiaria decumbens*), elephant grass (*Pennisetum purpureum*), banana leaves (*Musa spp.*) and corn (*Zea mays*). Caderno de Pesquisa. Santa Cruz do Sul, 32, 1, p. 29-38. DOI: 10.17058/cp.v32i1.15172.
- Silva, S. O., Costa, S. M. G. D., & Clemente, E.** 2002. Chemical composition of *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Quél., substrates and residue after cultivation. Brazilian archives of biology and technology, v. 45, p. 531-535.
- Silva, L. F. da, da Silva, G. C. P. A., Martins, O. G., Passos, J. R. S., de Andrade, M. C. N.** 2021. Crescimento micelial de *Pleurotus ostreatus* em substratos suplementados com bagaço de malte. Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, v. 14, n. 3, p. 1-12. DOI: <http://dx.doi.org/10.35977/0104-1096.cct2022.v39.26933>.

**Siqueira, F. G de, Maciel, W. P., Martos, E. T., Duarte, G. C., Miller, R. N. G., Silva, R., Dias, E. S.** 2012. Cultivation of *Pleurotus* mushrooms in substrates obtained by short composting and steam pasteurization. African Journal of Biotechnology, v. 11, n. 53, p. 11630-11635. DOI: 10.5897/AJB12.451.

**Siqueira, F. G. de, Martos, E. T., Silva, R. D., & Dias, E. S.** 2011. Cultivo de *Pleurotus sajor-caju* em substratos à base de colmo de bananeira e capim-baiano. Horticultura Brasileira, v. 29, pág. 199-204.

**Siqueira, O. A. P., Amartins, O. G., de Andrade, M. C. N.** 2019. 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. DOI: 10.17765/2176-9168.2019v12n1p273-285.

**Sopanrao, P. S., Abrar, A. S., Manoharrao, T. S., & Vaseem, B. M. M.** 2010. Nutritional value of *Pleurotus ostreatus* (Jacq: Fr) Kumm cultivated on different lignocellulosic agro-wastes. Innovative Romanian food biotechnology, n. 7, p. 66-76.

**Marques de Souza, C. G., Zilly, A., & Peralta, R. M.** 2002. Production of laccase as the sole phenoloxidase by a Brazilian strain of *Pleurotus pulmonarius* in solid state fermentation. Journal of Basic Microbiology: An International Journal on Biochemistry, Physiology, Genetics, Morphology, and Ecology of Microorganisms, v. 42, n. 2, p. 83-90. [https://doi.org/10.1002/1521-4028\(200205\)42:2<83:AID-JOBM83>3.0.CO;2-Z](https://doi.org/10.1002/1521-4028(200205)42:2<83:AID-JOBM83>3.0.CO;2-Z).

**Sturion, G. L.; Ranzani, M. R. T. De C.** 2000. Composição em minerais de cogumelos comestíveis cultivados no Brasil-*Pleurotus* spp e outras espécies desidratadas. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, v. 50, n. 1, p. 102-108.

**Tychanowicz, G. K., Souza, D. F. D., Souza, C. G., Kadowaki, M. K., & Peralta, R. M.** 2006. Copper improves the production of laccase by the white-rot fungus *Pleurotus*

*pulmonarius* in solid state fermentation. Brazilian Archives of Biology and Technology, v. 49, p. 699-704.

**Tychanowicz, G. K., Zilly, A., de Souza, C. G. M., & Peralta, R. M.** 2004. Decolourisation of industrial dyes by solid-state cultures of *Pleurotus pulmonarius*. Process Biochemistry, v. 39, n. 7, p. 855-859.

**Vieira, F. R., & de Andrade, M. C. N.** 2016. Optimization of substrate preparation for oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) cultivation by studying different raw materials and substrate preparation conditions (composting: phases I and II). World Journal of Microbiology and Biotechnology, v. 32, p. 1-9. DOI 10.1007/s11274-016-2152-y.

**Wisbeck, E., Alves, E. P., Lima, S. G. D., Gern, R. M. M., Silveira, M. L. L., & Furlan, S. A.** 2016. Maintenance culture medium and inoculum based on peach palm leaves for *Pleurotus* spp. production. Arquivos do Instituto Biológico, v. 83, p. e0612014. DOI: 10.1590/1808-1657000612014.

**Zanetti, A. L., & Ranal, M. A.** 1996. Efeito de diferentes resíduos agroindustriais na miceliação de *Pleurotus* sp." Florida", em Uberlândia, MG. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 31, n. 3, p. 215-220.

**Zanetti, A. L.; Ranal, M.** 1997. Suplementação da cana-de-açúcar com guandu no cultivo de *Pleurotus* sp.'Florida'. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 32, n. 9, p. 959-964.

**Zanon, A. R., Jesus, J. P. F. Vieira, F. R. Martins, O. G., de Andrade, M. C. N.** 2019. Physicochemical characterization of composts for the cultivation of *Pleurotus ostreatus*. Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, v. 12, n. 3, p. 1167-1181, 2019. DOI: 10.17765/2176-9168.2019v12n3p1167-1181.

**Zied, D. C., Prado, E. P., Dias, E. S., Pardo, J. E., & Pardo-Gimenez, A.** 2019. Use of peanut waste for oyster mushroom substrate supplementation—oyster mushroom and peanut

**Tabela 1:** Trabalhos relacionados ao cultivo de *Pleurotus* no Brasil nos últimos 30 anos.

**Table 1:** Work related to the cultivation of *Pleurotus* in Brazil in the last 30 years.

Espécie	Substratos analisados	Substrato com maior produtividade	Temperatura	Referências
<i>Pleurotus citrinopileatus</i> Singer	Elephant grass ( <i>Pennisetum purpureum</i> ) seco e picado em pedaços de 2 cm.	-	25 a 30 °C	Bernardi et al. (2007a)
<i>Pleurotus djamor</i> (Rumph. ex Fr.)	Gramma de jardim; serragem e grama de jardim.	Serragem ( <i>Eucalyptus</i> sp.) e grama de jardim.	Temperatura ambiente.	Rabuske et al. (2019)
<i>Pleurotus djamor</i> (Rumph. ex Fr.)	Palha de bananeira.	-	28 ± 2°C	Rampinelli et al. (2010)
<i>Pleurotus eryngii</i> (DC.) Quél	Palha de feijão.	Palha de Feijão; Anêxico 17.5; Compostagem – não apresentou valor.	25 a 30°C	Siqueira et al. (2012)
<i>Pleurotus eryngii</i> (DC.) Quél	79% sabugo de milho, 20% farelo de arroz, 1% carbonato de cálcio. Na fase sólida foi substituído 3% dos 79% do sabugo de milho,	29% melhor produção na presença de carvão ativado.	-	Regina et al. (2012)

<i>Pleurotus florida</i> Eger	por carvão ativado. Palha de arroz, palha de feijão, palha de sorgo, folha de bananeira, palha de trigo e sabugo de milho picados (1-2 cm) e secos enriquecidos ou não de 10% farelo de mandioca.	Palha de arroz.	-	Figueiró et al. (2007)
<i>Pleurotus florida</i> Eger	Parte aérea da mandioca composta por folhas e hastes, suplementadas ou não de farelos de arroz soja ou trigo.	Substrato com apenas as partes aéreas de mandioca sem adição de farelos de cereais; Com maior produção em g.kg-1 foi com a adição de farelo de trigo.	25 ± 2 °C	Graciolli et al. (2009)
<i>Pleurotus florida</i> Eger	Palha de feijão enriquecido com farelo de mandioca e uréia. Resíduo de algodão, suplementado com	Palha de feijão puro com maior produção e teores de nitrogênio.	24 - 26 °C	Graciolli (2009)
<i>Pleurotus florida</i> Eger	5% de farelo de arroz 1% de carbonato de cálcio.	-	25 ± 5°C	dos Reis et al. (2010)

<i>Pleurotus florida</i> Eger	Palha de arroz, palha de feijão, palha de trigo, folha de bananeira, palha de sorgo e sabugo de milho.	Palha de feijão.	25 - 28°C	Figueiró & Graciolli (2011)
<i>Pleurotus florida</i> Eger	Palha de milho.		20 ± 5 °C	Loss et al. (2009)
<i>Pleurotus florida</i> Eger	Ramas de mandioca: folhas (limbos e pecíolos) e hastes enriquecidos ou não com farelo de arroz, soja ou de trigo	-	25 ± 2 °C	Graciolli et al. (2010)
<i>Pleurotus ostreatoroseus</i> Singer	Sacos plásticos contendo 1000 g de resíduos de algodão	Utilizada para testar a efetividade dos Spawns produzidos.	25°C – 28°C	Rosado et. al. (2002)
<i>Pleurotus ostreatoroseus</i> Singer	Folha de bananeira misturada ao bagaço de cana-de-açúcar.	-	-	Ranzani & Sturion (1998)
<i>Pleurotus ostreatoroseus</i> Singer	Capim-elefante ( <i>Pennisetum purpureum</i> ) seco e picado em pedaços de 2 cm.	-	25 à 30 °C	Bernardi et al. (2007a)
<i>Pleurotus ostreatoroseus</i> Singer	Aveia preta, aveia branca, aveia descascada, azevém, girassol, milho, soja, trigo,	Aveia preta e serragem adicionada de 20% de farelo de soja.	26°C	Bernardi et al. (2007b)

<i>Pleurotus ostreatoroseus</i> Singer	farelo de trigo, farelo de soja. Palha de arroz, casca da semente de mamona e casca de amendoim.	Palha de arroz.	25°C	Albuquerque et al. (2012)
<i>Pleurotus ostreatoroseus</i> Singer	Serrapilheira de folhas de <i>Eucalyptus grandis</i> e <i>Pinus elliottii</i> , serragem de <i>E. grandis</i> , e a gramínea <i>Axonopus compressus</i>	<i>P. elliottii</i> (80%) junto ao de serragem de <i>E. grandis</i> (20%)	Temperatura ambiente	Costa et al. (2022a)
<i>Pleurotus ostreatoroseus</i> Singer	Casca de arroz e serragem	Serragem	25 ± 3° C	Costa et al. (2022b)
<i>Pleurotus ostreatoroseus</i> Singer	Erva-mate parcialmente decomposta; erva-mate recentemente descartada; erva-mate recentemente descartada adicionada de serragem de <i>Eucalyptus</i> .	Recentemente descartada adicionada de 70% de serragem de <i>Eucalyptus</i> .	Temperatura ambiente	Klotz-Neves et al. (2022)
<i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.) P. Kumm.	Sobra de alimentos.	-	25 ± 5°C	Martins et al. (2018)

<i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.) P. Kumm.	Compostos suplementados com sobras de pós-colheita de shitake.	-	25 ± 5°C	Silva et al. (2019)
<i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.) P. Kumm.	Extrato aquoso de mil-folhas ( <i>Achillea millefolium</i> L.) e de guaco ( <i>Mikania glomerata</i> S.).	-	31 °C	Murilho et al. (2009)
<i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.) P. Kumm.	Palha de soja, palha de arroz e palha de trigo.	-	27±2 °C	Sopanrao et al. (2010)
<i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.) P. Kumm.	Farelo de trigo+ palha de cana-de-açúcar; Farelo de trigo+ sorgo biomassa; Farelo de trigo+ sorgo sacarino.	Farelo de trigo+ palha de cana-de-açúcar; Farelo de trigo+ sorgo biomassa.	25 °C	Siqueira, Martins & Andrade (2019)
<i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.) P. Kumm.	Palha de cana-de-açúcar; farelo de trigo; Cal calcítica; gesso.	Palha de cana-de-açúcar; farelo de trigo, Cal calcítica; gesso (Após 6 dias de preparação).	17°C a 37°C	Zanon et al. (2019)
<i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.) P. Kumm.	Cana-de-açúcar; capim-braquiária; capim-elefante; bananeira e milho.	Bananeira com capim-elefante.	20 e 25°C	Silva & Balioni (2020)
<i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.) P. Kumm.	Serragem, folhas de cupuaçu, e a parte aérea de mandioca.	Rama de mandioca pura ou acrescida com serragem e/ou folhas de cupuaçu.	-	Paiva et al. (2021)

	Resíduos (sementes) de			
<i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.) P. Kumm.	palmeiras de açaí e tucumã, casca de castanha do Brasil e serragem de pinus.	Substrato de açaí suplementado com tucumã.	Aproximada mente 30 °C	Aguiar et al. (2021)
<i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.) P. Kumm.	Cascas de café com 60% de umidade.	Não informado. Objetivo do artigo era descobrir se o cogumelo degrada a cafeína. Não degrada completamente.	24 °C	Fan et al. (2003)
<i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.) P. Kumm.	Palha de arroz; Palha de banana (suplementados com 5% de farelo de arroz).	Os dois substratos não obtiveram diferenças significativas entre si.	25 °C	Bonatti et al. (2004).
<i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.) P. Kumm.	Serragem da casca de coco (SCC), farelo de arroz e farelo de trigo.	Tratamento 4 - 80% de SCC, 10% de farelo de arroz e 10% de farelo de trigo.	28±4 °C	Marino et al. (2008)
<i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.) P. Kumm.	Palha de folha de bananeira.	-	-	Silveira et al. (2007)
<i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.) P. Kumm.	Palha de milho, sabugo e efluente, resultante da fermentação de grãos de milho	Palha de milho.	15-20±5	Royer et al. (2008)

<p><i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.) P. Kumm.</p>	<p>adição de CaCO<sub>3</sub> para ajuste de pH. Cascas de plátano verde, cascas de plátano maduro, cascas de plátano verde-baguaçu de cana (50/50), cascas de plátano maduro-baguaçu de cana (50/50).</p>	<p>Casca de Plátano maduro-baguaçu de cana (50/50) com maior produção de lacase (objetivo do estudo).</p>	<p>28°C</p>	<p>Manjarrés et al. (2010)</p>
<p><i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.) P. Kumm.</p>	<p>Capim-elefante (<i>Pennisetum purpureum</i> seco e picado em pedaços de 2 cm.</p>	<p>-</p>	<p>25 à 30 °C</p>	<p>Bernardi et al. (2007a)</p>
<p><i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.) P. Kumm.</p>	<p>Mistura de serragem (serragem de marupá, serragem de pau de balsa), resíduo do estipe da pupunheira, ou bagaço (cana de açúcar) (78%) + mistura de farelos (proporção de arroz e trigo 2:1 (g/g) (18%) + carbonato de cálcio (2%), cuja mistura foi</p>	<p>-</p>	<p>-</p>	<p>Sales-Campos et al. (2009)</p>

	umedecida com água destilada (70%). Folhas de Pupunheira com farelo de arroz em concentrações de 2, 5 e 10% e taxas de inoculação em 5%, 10% e 20%.	20% de inóculo e 2% de farelo de arroz.	27 ± 2 °C	Duprat et al (2015)
<i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.) P. Kumm.				
<i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.) P. Kumm.	Sobra de alimentos.	-	25 ± 5°C	Martins et al. (2018)
<i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.) P. Kumm.	Palha de feijão.	Palha de Feijão; Axênico - 20.5; Compostagem 21.08.	25 a 30°C	Siqueira et al. (2012)
<i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.) P. Kumm.	Resíduos locais: <i>Simarouba amara</i> Aubl. (marupá), Serragem e <i>Anacardium giganteum</i> Hanc. Ex. (cajuí serragem). Resíduos industriais; Banana; Talos de pacova e <i>Euterpe precatoria</i> .	<i>Simarouba amara</i> Aubl. (marupá) serragem e <i>Anacardium giganteum</i> Hanc. Ex. (cajuí serragem).	25°C	Sales-Campos et al. (2008)
<i>Pleurotus ostreatus</i>	79% sabugo de milho, 20% farelo	-	25°C	

(Jacq.) P. Kumm.	de arroz, 1% carbonato de cálcio Na fase sólida foi substituído 3% dos 79% do sabugo de milho, por carvão ativado. Base de capim decumbens ( <i>Brachiaria decumbens</i> ), palha de canade-açúcar,			Regina et al. (2012)
<i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.) P. Kumm.	capim brizantha ( <i>Brachiaria brizantha</i> ), palha de trigo ( <i>Triticum aestivum</i> ) e bagaço de cana, suplementados ou não com farelo de trigo	Capim brizantha ( <i>Brachiaria brizantha</i> )	25 ± 1°C	Vieira & Andrade (2016)
<i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.) P. Kumm.	Casca de café enriquecida com Se	Concentrações de Se entre 3 e 20 mg kg	20°C	Da Silva et. al. (2012)
<i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.) P. Kumm.	Casca de café	180g de casca seca de café + 450g de casca úmida + 50g de inóculo	24°C	Fan; Socool; Pandey (2000)
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Palha de milho; sabugo e efluente	Palha de milho	20-25°C	Fergutz et al. (2007)

(Jacq.) P. Kumm.	resultante do processo de fermentação do grão para produção de farinha de biju, canjica especial e farofa de milho.			
<i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.) P. Kumm.	Polpa de café; serragem de cedro e semente de trigo.	Polpa de café	25°C	Savón; Oduardo; López (2007)
<i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.) P. Kumm.	Resíduo da fiação e resíduo da tecelagem de algodão.	-	25°C	Holtz et al. (2009)
<i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.) P. Kumm.	Palha de milho	-	20 ± 5 °C	Loss et al. (2009)
<i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.) P. Kumm.	Serragem de marupá, serragem de pau de balsa, estipe da pupunheira e bagaço de cana-de-açúcar.	Estipe de pupunheira	25 ± 2°C	Sales et al. (2010)
<i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.) P. Kumm.	Folhas de pupunheira com 5% (peso seco) de farelo de arroz; base de grãos de trigo.	-	28 ± 2°C	Wisbeck et al. (2016)

<i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.) P. Kumm.	Mesocarpo do fruto do óleo de palma e casca da amêndoa do cacau ambos com adição de 3% de carvão em pó e 1% de CaCO <sub>3</sub> .	S1 - 86,4% do mesocarpo do fruto do óleo de palma	25 ± 2°C	Silva et al. (2020)
<i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.) P. Kumm.	Serragem da casca de coco suplementada com farelo de arroz e/ou de trigo. Feno e capim andropogon,	Serragem da casca de coco suplementada com 20 a 40% de arroz ou trigo	25 ± 3° C	Marino et al. (2021)
<i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.) P. Kumm.	enriquecidos com cevada, composto orgânico e sabugo de milho mais 2% de inoculante (Cal)	Capim + com sabugo de milho	24°C	Pereira et al. (2022)
<i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.) P. Kumm.	Capim-elefante pasteurizado a 100 °C.	-	25 ± 3°C	Bernardi et al. (2009)
<i>Pleurotus ostreatus</i> var. <i>florida</i>	Amendoim e casca de amendoim	Ambos	28 ± 1°C	Zied et al. (2019)
<i>Pleurotus ostreatus</i> var. <i>Florida</i>	Café; serragem de cedro e semente de trigo	Polpa de café	24°C	Savón; Oduardo; López (2007)
<i>Pleurotus pulmonarius</i>	Resíduo de algodão,	-	-	Silva, Costa e Clemente (2002)

(Fr.) Quél	Folhas de <i>Cymbopogon citratus</i> , Folhas de <i>Panicum maximum</i> .			
<i>Pleurotus pulmonarius</i> (Fr.) Quél	Erlenmeyer de 250 ml contendo 5 g de farelo de trigo.	-	10, 20, 30, 40, 50, 60 e 70°C	Souza et. al. (2002)
<i>Pleurotus pulmonarius</i> (Fr.) Quél	Erlenmeyer de 250 ml contendo 5 g de espiga de milho (tamanho aproximado: 3×3×2 mm <sup>3</sup> ). O meio mineral [14] foi usado para ajustar o teor de umidade.	-	-	Tychanowicz et. al. (2004)
<i>Pleurotus pulmonarius</i> (Fr.) Quél	5 g de sabugo de milho + 0,15 g de glicose + 0,014 g de tartarato de amônio + 15 mL de solução mineral, suplementado com diferentes quantidades de CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O, MnSO <sub>4</sub> .H <sub>2</sub> O, ZnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O, AgNO <sub>3</sub> , CdSO <sub>4</sub> .8H <sub>2</sub> O,	5 g de sabugo de milho + 0,15 g de glicose + 0,014 g de tartarato de amônio + 15 mL de solução mineral, suplementado com adição de 25.0 mM de CuSO <sub>4</sub> .	-	Tychanowicz et. al. (2006)

	HgCl <sub>2</sub> e MgCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O			
<i>Pleurotus pulmonarius</i> (Fr.) Quél	Sêmola de trigo com Polpa de café ( <i>Coffea arabica</i> ).	-	24°C	Rodriguez & Zuluaga (1994)
<i>Pleurotus pulmonarius</i> (Fr.) Quél	Farelo de trigo, palha de milho, casca de amendoim (5:2:3).	-	Temperatura ambiente	De Oliveira et al. (2007)
<i>Pleurotus pulmonarius</i> (Fr.) Quél	Palha de arroz, casca da semente de mamona e casca de amendoim.	Palha de arroz.	25°C	Albuquerque et al. (2012)
<i>Pleurotus pulmonarius</i> (Fr.) Quél	Óleo vegetal residual em concentrações de 3% e 6%.	3% de óleo vegetal residual, de modo agitado.	-	Genero et al. (2016)
<i>Pleurotus pulmonarius</i> (Fr.) Quél	Palha de feijão.	-	25 a 30°C	Siqueira et al. (2012)
<i>Pleurotus sajor-caju</i> (Fr.) Singer	Casca de café; Palha de milho triturada; Palha de feijão triturada. Todas enriquecidas com farelo de trigo, gesso e calcário.	Palha de feijão.	24 °C	Dias et. al. (2003)
<i>Pleurotus sajor-caju</i> (Fr.) Singer	Palha de arroz; Palha de banana.	Os dois substratos não obtiveram diferenças	25 °C	Bonatti et al. (2004)

	(suplementados com 5% de farelo de arroz)	significativas entre si.		
<i>Pleurotus sajor-caju</i> (Fr.) Singer	Capim-elefante pasteurizado a 100 °C	-	25 ± 3 °C	Bernardi et al. (2009)
<i>Pleurotus sajor-caju</i> (Fr.) Singer	Resíduo fibroso de mandioca e bagaço de cana-de-açúcar em 5 composições diferentes.	Bagaço de mandioca (80%) e bagaço de cana-de-açúcar (20%).	5; 22; 24*; 28; 32*; 35 e 37 °C.	Barbosa et al. (1997)
<i>Pleurotus sajor-caju</i> (Fr.) Singer	Bagaço de cana-de-açúcar, palha de feijão e calcário dolomítico na proporção 20:2:1	-	16 à 25°C.	Colauto & Eira; Minhoni (1998)
<i>Pleurotus sajor-caju</i> (Fr.) Singer	Folha de bananeira misturada ao bagaço de cana-de-açúcar.	-	-	Ranzani & Sturion (1998)
<i>Pleurotus sajor-caju</i> (Fr.) Singer	Disco micelial de 5mm, compostos I, II e III contendo 1,06, 1,05 e 1,03% de CaCO <sub>3</sub>	Composto I.	25°C	Assi et al. (2007)
	(composto I - 50% de pó de eucalipto, 25% de casquinha e 25% de fécula; composto II - 25% de pó de eucalipto, 50% de casquinha			

	e 25% de fécula; e composto III - de 25% de pó de eucalipto, 25% de casquinha e 50% de fécula).			
<i>Pleurotus sajor-caju</i> (Fr.) Singer	T1: resíduo do beneficiamento têxtil do algodão, farelo de trigo, gesso e calcário; T2: resíduo do beneficiamento têxtil do algodão, farelo de trigo, palha de feijão, gesso e calcário.	-	-	Castro et al. (2007)
<i>Pleurotus sajor-caju</i> (Fr.) Singer	Bagaços de maçã das cultivares Fugi e Gala, hidróxido de sódio	-	20-25°C	Breyer et al. (2007)
<i>Pleurotus sajor-caju</i> (Fr.) Singer	80% de serragem de eucalipto + 20% de farelo de trigo; 50% de resíduo de algodão + 50% de serragem; 45% de resíduo + 45% serragem + 10% de farelo; 40% de resíduo + 40% serragem + 20% de	80% de resíduo + 20% de farelo.	14°C a 31°C	Gonçalves et al. (2010)

<i>Pleurotus sajor-caju</i> (Fr.) Singer	farelo e 80% de resíduo + 20% de farelo. Engaço de bananeira combinado com outros resíduos (farelo de trigo, capim “Coast-cross”, palha de feijão e resíduo de lixadeira de algodão); Grama batatais combinada com engaço de bananeira, capim “Coast-cross” e palha de feijão.	Engaço de bananeira e grama batatais não combinados a nada.	30°C	De Siqueira et al. (2011)
<i>Pleurotus sajor-caju</i> (Fr.) Singer	Polpa de café; serragem de cedro e semente d trigo	Polpa de café.	25°C	Savón; Oduardo; López (2007)
<i>Pleurotus sajor-caju</i> (Fr.) Singer	Folhas de pupunheira suplementadas com farelo de arroz em diferentes concentrações	20% de inóculo e 10% farelo de arroz (Experimento 3).	30°C	Cogorni et al. (2014)
<i>Pleurotus sajor-caju</i> (Fr.) Singer	Bagaço de cana-de-açúcar fresco e lavado, suplementado com	-	20-25°C	Moda; Horii; Spoto (2005)

	uma solução nutritiva ou com fubá de milho, Folhas de pupunheira com				
<i>Pleurotus sajor-caju</i> (Fr.) Singer	5% (peso seco) de farelo de arroz; base de grãos de trigo	-		28 ± 2°C	Wisbeck et al. (2016)
<i>Pleurotus sajor-caju</i> (Fr.) Singer	Resíduos de cebola in natura e resíduos de cebola secos.	Resíduos de cebola secos.		30°C	Pereira et al. (2017)
<i>Pleurotus sajor-caju</i> (Fr.) Singer	Bagaço de cana ( <i>Saccharum officinarum</i> ), palha de arroz ( <i>Oryza sativa</i> ) e capim elefante ( <i>Pennisetum purpureum</i> )	Capim elefante.		23 a 28°C	Bernardi et al. (2019)
<i>Pleurotus sajor-caju</i> (Fr.) Singer	Bagaço de cana-de-açúcar ( <i>Saccharum officinarum</i> ), palha de arroz ( <i>Oryza sativa</i> ) e capim-elefante ( <i>Pennisetum purpureum</i> ).	Palha de arroz		25 a 28°C	Bernardi & Nascimento (2020)
<i>Pleurotus sajor-caju</i> (Fr.) Singer	Sorgo ( <i>Sorghum bicolor</i> ), milho ( <i>Zea mays</i> ).	-		25°C	De Menezes et al. (2022)

<i>Pleurotus sp.</i>	Casca de maracujá, casca de banana e serragem.	Casca de maracujá e de banana.	29°C	Rivas et al. (2011)
<i>Pleurotus sp.</i> 'florida'	Cana-de-açúcar enriquecida com <i>Cajanus cajan</i> (L.) Millsp. em concentrações de 5, 10 e 15%.	-	58°C-49°C	Zanetti & Ranal (1997)
<i>Pleurotus sp.</i> 'florida'	Cana de açúcar triturada e fermentada por 10 dias.	-	15°C - 30°C	Freitas et al. (1993)
<i>Pleurotus sp.</i> 'florida'	Casca de algodão ( <i>Gossypium sp.</i> ); folhas de guariroba ( <i>Syagrus oleracea</i> ); palha, sabugo e grãos de milho triturados ( <i>Zae sp.</i> ); resíduo do beneficiamento de soja ( <i>Glycine sp.</i> ).	Os substratos de algodão ( <i>Gossypium sp.</i> ) e guariroba ( <i>Syagrus oleracea</i> ) foram os que obtiveram os melhores resultados e não diferiram estatisticamente entre si.	21°C - 25°C	Zanetti & Ranal (1996)
<i>Pleurotus sp.</i> 'florida'	Folhas secas de banana e espigas de milho; folhas secas de banana e bagaço de cana de açúcar; palha de trigo.	Folhas secas de banana e espigas de milho.	25°C + 1°C	Ranzani et al. (1996)
<i>Pleurotus sp.</i> "florida"	Folha de bananeira misturada ao bagaço de cana-de-açúcar.	-	-	Ranzani & Sturion (1998)

<i>Pleurotus spp.</i>	Spawn na base + serragem de eucalipto não esterilizada até encher metade + spawn + serragem até a boca + spawn + tamponagem com um bolo de papel higiênico.	-	30 °C	Putzke et al. (2019)
-----------------------	---	---	-------	-------------------------

### 3.2 Artigo 2

O segundo artigo será submetido à Revista Mycobiology, Qualis A4 e Fator de Impacto 1,6. A formatação do texto está de acordo com as normas da revista.

#### **Cogumelos gostam mais de vinho do que de água: nova técnica de cultivo com vinho apreendido**

Flavia Helena Aires Sousa<sup>1</sup>, Jorge Renato Pinheiro Velloso<sup>1</sup>, Caio Henrique Gonçalves Lopes<sup>2</sup>, Mariane de Moraes Kroth<sup>2</sup>, Milene Farias Machado<sup>2</sup>, Laura Amália Miranda Costa<sup>1</sup>, Marcos André Pinheiro Velloso<sup>1</sup>, Adriano Luis Schünemann<sup>3</sup> & Jair Putzke<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Pampa, Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Rua Aluizio Barros Macedo, BR 290, 97307-020, São Gabriel-RS, Brasil.

<sup>2</sup> Universidade Federal do Pampa, Graduação em Ciências Biológicas, Rua Aluizio Barros Macedo, BR 290, 97307-020, São Gabriel-RS, Brasil.

<sup>3</sup>Universidade Federal do Pampa, Graduação em Ciências Biológicas, Rua Aluizio Barros Macedo, BR 290, 97307-020, São Gabriel-RS, Brasil.

**Resumo:** O número de apreensões de garrafas de vinho vem aumentando de maneira crescente no Brasil, especialmente no Estado do Rio Grande do Sul. Diante disso, surge a oportunidade de explorar esse material como uma alternativa no cultivo de *Pleurotus ostreatus*, o popular cogumelo shimeiji. Esse trabalho avaliou o crescimento micelial desta espécie em diferentes concentrações de meio de cultura à base de vinho, além de propor uma nova metodologia de mensuração do crescimento micelial em meio artificial. Os experimentos foram desenvolvidos no Laboratório de Taxonomia de Fungos (LATAF) e no Laboratório de Microbiologia da Universidade Federal de Pampa, RS. Foram preparados 500 ml de meio de cultura nas seguintes proporções: T1 com 20% de vinho; T2 com 60% de vinho; T3 com 100% de vinho; e TC (controle) com 100% de água destilada, em todos os meios foi completado com água destilada e acrescidos 19,75 g de BDA. A medida de crescimento micelial foi realizada por 8 dias consecutivos, utilizando dois indicadores: crescimento linear diário (LG) medido em mm e crescimento quadrático diário (QG) medido em mm<sup>2</sup>. Os resultados abordados nesse estudo demonstram que o T1 se mostrou mais eficaz para a promoção do crescimento micelial, seguido por TC, T2 e T3 (no qual não houve crescimento). Quando avaliadas as duas metodologias de medição de crescimento, verificou-se que QG é mais apropriado para acompanhar o crescimento pois se aplica a área total ocupada, sem fazer-se médias nas avaliações.

**Palavras-chave:** teste não paramétricos; apreensão; crescimento quadrático.

**Abstract:** The number of seizures of wine bottles has been increasing steadily in Brazil, especially in the State of Rio Grande do Sul. Given this, the opportunity arises to explore this

material as an alternative in the cultivation of *Pleurotus ostreatus*, the popular shimeiji mushroom. This work evaluated the mycelial growth of this species in different concentrations of wine-based culture medium, in addition to proposing a new methodology for measuring mycelial growth in artificial media. The experiments were carried out at the Fungal Taxonomy Laboratory (LATAF) and at the Microbiology Laboratory at the Universidade Federal do Pampa, RS. 500 ml of culture medium were prepared in the following proportions: T1 with 20% wine; T2 with 60% wine; T3 with 100% wine; and TC (control) with 100% distilled water, in all media it was completed with distilled water and 19.75 g of PDA added. The measurement of mycelial growth was carried out for 8 consecutive days, using two indicators: daily linear growth (LG) measured in mm and daily quadratic growth (QG) measured in mm<sup>2</sup>. The results discussed in this study demonstrate that T1 proved to be more effective in promoting mycelial growth, followed by TC, T2 and T3 (in which there was no growth). When evaluating the two growth measurement methodologies, it was found that QG is more appropriate for monitoring growth as it applies to the total area occupied, without averaging the evaluations.

**Keywords: non-parametric tests; seizures; methodology.**

## **Introdução**

A crescente apreensão de vinhos importados de maneira ilegal, enfatiza a grande problemática desta situação no Brasil. O número de garrafas apreendidas no Estado do Rio Grande do Sul, entre os anos de 2018 e 2021, saltou de 18 mil para 70 mil. Esse aumento preocupante reflete uma prática comum de contrabando, uma vez que, prejudica a indústria de vinhos locais (Receita Federal, 2021). Um projeto muito importante realizado pelo Receita Federal chamado "Receita Cidadã: uma transformação social" destina mercadorias para contribuir com a gestão ambiental, ecoeficiência e responsabilidade social com ações benéficas para toda a sociedade (Receita Federal, n.d.).

Diante disso, surge a oportunidade de explorar esses vinhos no cultivo de *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm., uma forma sustentável de aproveitar esse material para produzir um subproduto de valor. A popularidade do consumo de cogumelos do gênero *Pleurotus* está relacionada, especialmente, ao seu sabor distintivo, perfil nutricional e propriedades medicinais (Raman et al. 2020). Além disso, a espécie é reconhecida como a segunda espécie de cogumelos mais amplamente cultivada em todo o mundo, devido principalmente à sua notável capacidade de adaptação a uma variedade de substratos e à sua relativa resistência a patógenos (Melanouri, Desoudi e Diamantopoulou, 2022).

Para garantir a eficácia do cultivo de fungos e maximizar a produção desses cogumelos, é necessário compreender e otimizar fatores como o meio de cultura e o substrato de cultivo, pois são eles os responsáveis por disponibilizar os nutrientes essenciais para o desenvolvimento do micélio, como carbono, nitrogênio e minerais que são essenciais para o desenvolvimento dos fungos (Cueva *et al.*, 2017). Apesar dos avanços, as taxas de crescimento representam um desafio significativo que podem afetar custos finais de produção. Assim, a pesquisa contínua sobre as taxas de crescimento de *Pleurotus* spp. permanece essencial para impulsionar a eficiência e a sustentabilidade da produção de cogumelos (Sabri, Shatha & Rukaibaa, 2019; Pham *et al.*, 2023).

Sanchez *et al.* (2002) utilizou podas de vinhedo e bagaço de uva para a produção de espécies de *Pleurotus*. Bakratsas *et al.* (2023) produziram lacase e biomassa via cultivo submerso fúngica de *Pleurotus ostreatus* utilizando borras de vinho como meio de cultura. Até o presente momento, não havia sido utilizado vinho como substrato e meio de cultura para o desenvolvimento de fungos.

Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivos avaliar o crescimento micelial de *Pleurotus ostreatus* em diferentes concentrações de meio de cultura à base de vinho além de propor uma nova metodologia de mensuração do crescimento micelial, apresentando uma abordagem quadrática, em contraste com a tradicional mensuração linear.

### **Material e métodos**

Os experimentos foram desenvolvidos no Laboratório de Taxonomia de Fungos (LATAF) e no Laboratório de Microbiologia da Universidade Federal de Pampa, RS. Neste experimento foi utilizada a espécie *Pleurotus ostreatus*, obtidas em forma de micélio proveniente do Laboratório Mushcaria, Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil.

### **Preparo dos meios de cultura**

Para a preparação dos meios de cultura, foi utilizado o vinho cabernet “Gran Enemigo”, fornecido pela Receita Federal, em diferentes concentrações, previamente fervidos para eliminar o álcool, com o pH ajustado para 5,5 utilizando NaOH 1M antes da preparação dos tratamentos. Os meios (500 ml) foram preparados nas seguintes proporções: T1 com 20% de vinho e 80% de água destilada acrescidos de 19,75 g de BDA; T2 com 60% de vinho e 40% de água destilada acrescidos de 19,75 g de BDA; T3 com 100% de vinho e 0% de água destilada acrescidos de 19,75 g de BDA; e TC (controle) com 100% de água destilada acrescidos de 19,75 g de BDA.

Em seguida, os meios foram esterilizados em autoclave por 20 minutos a 121° C e posteriormente vertidos em placas de Petri previamente esterilizadas em fluxo laminar. Para cada um dos 4 tratamentos, foram realizadas 6 repetições, utilizando discos de cultura de *Pleurotus ostreatus* com 10 mm de diâmetro, que foram inoculados nos meios preparados. As placas foram incubadas a 28°C até o crescimento micelial para a realização dos experimentos.

A medida de crescimento micelial diário durou 8 dias, utilizando dois indicadores. Os indicadores mensurados nas placas de Petri, foram o crescimento médio diário medido em mm denominado de crescimento linear (LG) e o segundo o crescimento quadrático diário (QG) medido em mm<sup>2</sup>. Para ambos os indicadores foram testadas as diferenças significativas no crescimento entre os 8 dias em sequência para cada tratamento, além de testadas as diferenças do crescimento entre os tratamentos em cada dia.

### **Crescimento linear (LG)**

O crescimento radial (LG) da colônia foi medido através do diâmetro da colônia, com o auxílio de uma régua, em 8 direções ortogonais, a cada 24h, a partir de 48h, durante a incubação até o momento que uma colônia atingiu a proximidade da borda da placa em um dos tratamentos

### **Crescimento quadrático (QG)**

Para a mensuração do crescimento quadrático (QG), se fotografou diariamente cada placa de petri. Cada fotografia foi inserida no programa computacional AutoCAD, sendo sua escala ajustada a partir da dimensão da própria placa de petri (90mm, Figura 1). Com a fotografia ajustada realizou-se o contorno do crescimento micelial utilizando-se a ferramenta polilinha formando um polígono e fechando este polígono ao final. Por fim para obter a área utilizou-se a ferramenta *list*, ao qual lista todas as características do polígono, incluindo sua área. De posse das áreas as mesmas foram plotadas em um *data frame* no RStudio.



**Figura 1:** Esquema de medida da área do crescimento micelial no programa AutoCAD e exemplo de evolução do crescimento.

### **Análise estatística**

A análise estatística, assim como também o processamento dos dados, foi feita através dos softwares R e RStudio (R Core Team, 2024s). A verificação da normalidade dos dados foi realizada por meio do teste de Shapiro-Wilk (Royston, 1982a, 1982b, 1995). Para os casos em

que os dados não apresentaram distribuição normal ( $p$ -valor  $< 0,05$ ), aplicou-se o teste não paramétrico Mann-Whitney U de 2 grupos independentes (Bauer, 1972; Hollander & Wolfe, 1973). As médias de crescimento foram calculadas no RStudio utilizando a função *summarySE* do pacote Rmisc (Hope, 2022). Além disso, algumas das visualizações gráficas foram geradas com o pacote *ggplot2* (Wickham, 2016), dentro do ambiente RStudio (R Core Team, 2024).

### **Comparação de indicadores**

Para a comparação dos indicadores de crescimento linear e crescimento quadrático realizou-se a transformação da medida QG para crescimento linear através da Equação 1:

$$\text{Equação 1} - R_{QA} = \sqrt{A/\pi} - 2,5$$

Onde “A” representa a área medida pelo AutoCAD e; “ $R_{QA}$ ” corresponde ao raio calculado. Foi subtraído o valor de 2,5mm, visto que a inoculação inicial é realizada criando-se uma circunferência de diâmetro 5mm.

De posse dos valores médios dos raios obtidos por LG e QG (transformado) realizou-se a determinação da raiz quadrada da diferença média quadrática (RMSD), através da Equação 2:

$$\text{Equação 2} - RMSD = [n^{-1} \sum_{i=1}^n |e_i|^2]^{0,5}$$

Onde “RMSD” corresponde a raiz quadrada da diferença média quadrática (mm) e; “ $e_i$ ” corresponde a cada diferença entre o raio medido com a régua (LG) e o raio calculado a partir da área medida no AutoCAD (QG).

Quanto mais próximo o RMSD estiver de zero, maior a semelhança entre os indicadores de crescimento, refletindo a precisão da transformação e a consistência entre os métodos de medição.

Ainda, também foi realizada a comparação entre os indicadores através da correlação linear entre os dois raios dos indicadores LG e  $R_{QG}$ , além da correlação entre o raio medido na régua (LG) e a área medida no AutoCAD (QG).

### **Resultados e Discussão**

Os dados de crescimento diário micelial em  $\text{mm}^2$  (área medida) e mm (raio medido), quando submetidos ao teste de Shapiro-Wilk apresentaram um resultado indicado que não foi possível afirmar que o conjunto amostral segue uma distribuição normal ( $p$ -value  $< 0,05$ ). Neste sentido optou-se por utilizar modelos não paramétricos para comparar os tratamentos. O modelo utilizado foi o de Independent 2-group Mann-Whitney U Test, que é usado para comparar dois grupos independentes, sendo os resultados apresentados na Tabela 3.

De forma semelhante, Vieira et al. (2013) ao analisarem o meio de cultura à base de palha e diferentes espécies de capim para o crescimento micelial de *Pleurotus ostreatus* também utilizaram teste não paramétricos para comparar as médias dos tratamentos, utilizando o teste Student-Newman-Kills.

A comparação entre os dois métodos de mensuração, crescimento linear (LG) e crescimento quadrático (QG), revela importantes diferenças em termos de sensibilidade e abrangência dos dados obtidos. Primeiramente, na tabela 1 (LG) o crescimento micelial foi mensurado em mm representando o crescimento radial do fungo a partir do ponto de inoculação, enquanto na tabela 2 (QG), foi mensurado em mm<sup>2</sup> que ofereceu uma visão mais abrangente do crescimento, capturando a área total ocupada pelo micélio. Isso pode ser observado no tratamento T1, dia 7, por exemplo, onde o LG registra 5,856 mm, enquanto o QG registra 1235,603 mm<sup>2</sup>. Isso mostra que o método de área quadrática pode captar mais variações, uma vez que ele é mais apropriado para acompanhar o crescimento pois se aplica a área total ocupada, sem fazer-se médias nas avaliações, oferecendo uma maior sensibilidade às variações de crescimento.

Enquanto no crescimento linear, os valores variaram de 0,439 mm (T2, dia 1) até um máximo de 5,856 mm (T1, dia 7), o método quadrático revelou uma amplitude muito maior, indo de 31,812 mm<sup>2</sup> (T2, dia 1) até 1235,603 mm<sup>2</sup> (T1, dia 7). Esses resultados reforçam ainda mais que a metodologia do crescimento quadrático captura melhor a variação do crescimento fúngico ao longo do tempo.

Também foram observadas diferenças no desvio-padrão, tendo maior variação no método quadrático, indicando que este é mais sensível às flutuações no crescimento, como por exemplo no T1, dia 7, onde o desvio-padrão foi de 90,970 mm<sup>2</sup>, muito superior ao desvio de 0,229 mm no LG.

Alguns detalhes são perdidos quando se é realizado o crescimento linear, por exemplo, o LG captou crescimento lento no tratamento T2, especialmente nos primeiros dias. Quando observado o método quadrático, fica evidente a evolução ao longo do tempo, com o tratamento T2 aumentando de 31,812 mm<sup>2</sup> no primeiro dia para 160,509 mm<sup>2</sup> no oitavo dia, uma variação que o método linear não captura de forma tão expressiva.

**Tabela 1:** valores médios e desvios de crescimento linear (LG) em mm:

Tratamento	Dia	Número	Média	sd	Se	ci
T1	1	6	1,372	0,234	0,095	0,245
T1	2	6	2,268	0,371	0,151	0,390
T1	3	6	4,383	0,412	0,168	0,432

T1	4	6	4,343	0,277	0,113	0,291
T1	5	6	4,162	0,297	0,121	0,312
T1	6	6	5,356	0,285	0,116	0,299
T1	7	6	5,856	0,229	0,093	0,241
T1	8	6	4,914	0,590	0,240	0,619
T1	9	6	5,770	0,643	0,262	0,675
T2	1	6	0,439	0,091	0,037	0,096
T2	2	6	0,356	0,165	0,067	0,173
T2	3	6	1,077	0,513	0,209	0,538
T2	4	6	0,604	0,376	0,153	0,394
T2	5	6	0,862	0,371	0,151	0,390
T2	6	6	1,55	0,307	0,125	0,322
T2	7	6	1,408	0,188	0,077	0,198
T2	8	6	1,845	0,231	0,094	0,242
T2	9	6	1,802	0,152	0,062	0,160
TC	1	6	1,216	0,187	0,076	0,196
TC	2	6	1,245	0,283	0,115	0,297
TC	3	6	1,531	0,230	0,094	0,242
TC	4	6	1,764	0,140	0,057	0,147
TC	5	6	2,512	0,292	0,119	0,306
TC	6	6	4,664	0,229	0,093	0,241
TC	7	6	4,820	0,299	0,122	0,314
TC	8	6	4,687	0,263	0,107	0,276
TC	9	6	4,683	0,255	0,104	0,268

**Legenda:** N – número de repetições; sd (Standard Deviation) - Desvio Padrão; se (Standard Error) - Erro Padrão da Média; ci (Confidence Interval) - Intervalo de Confiança.

**Tabela 2:** valores médios e desvios de crescimento quadrático (QG) em mm<sup>2</sup>:

Tratamento	Dia	N	Média	sd	Se	ci
T1	1	6	177,671	29,559	12,067	31,020
T1	2	6	370,567	43,403	17,719	45,549
T1	3	6	488,971	42,517	17,357	44,619
T1	4	6	665,622	83,665	34,156	87,801

T1	5	6	965,512	94,633	38,633	99,311
T1	6	6	1241,284	46,180	18,853	48,463
T1	7	6	1235,603	90,970	37,138	95,467
T1	8	6	1077,866	306,394	125,085	321,541
T2	1	6	31,812	4,664	1,904	4,894
T2	2	6	101,057	15,308	6,249	16,064
T2	3	6	50,322	23,935	9,771	25,119
T2	4	6	63,861	25,621	10,459	26,887
T2	5	6	80,666	60,305	24,619	63,286
T2	6	6	98,159	23,796	9,714	24,972
T2	7	6	134,974	42,218	17,235	44,305
T2	8	6	160,509	61,825	25,240	64,881
TC	1	6	86,199	21,468	8,764	22,530
TC	2	6	167,013	33,897	13,838	35,573
TC	3	6	107,958	50,697	20,697	53,203
TC	4	6	184,028	24,085	9,833	25,276
TC	5	6	570,641	36,126	14,748	37,912
TC	6	6	815,939	51,710	21,110	54,266
TC	7	6	749,188	63,885	26,081	67,044
TC	8	6	924,567	82,943	33,861	87,043

**Legenda:** N – número de repetições; sd (Standard Deviation) - Desvio Padrão; se (Standard Error) - Erro Padrão da Média; ci (Confidence Interval) - Intervalo de Confiança.

As Tabelas 3 e 4 analisam a significância estatística das diferenças no crescimento micelial utilizando o teste de Mann-Whitney U para os indicadores de crescimento linear (LG) e quadrático (QG).

Na Tabela 3, representada pelo crescimento linear (LG), podemos observar que o T1 apresenta diferenças significativas em vários momentos. Entre os dias 1x2, o valor de  $p$  é de 0,002165, indicando que o crescimento diário diferiu significativamente entre esses dias, assim como também, há significância entre os dias 2x3 e 5x6, sugerindo que o crescimento micelial em T1 sofreu variações importantes nesses períodos. Porém, tiveram intervalos que não indicaram diferença significativa, como foi o caso dos intervalos 3x4 e 4x5.

Analisando o tratamento T2, observa-se diferenças significativas entre os dias 2x3 e 5x6, com valores de  $p$  de 0,037 e 0,020, respectivamente, mas o crescimento parece ser menos variável nos outros dias, como evidente pelos altos valores de  $p$  em comparações como 1x2 e 6x7. O tratamento controle (TC), por outro lado, mostrou significância apenas em alguns momentos, como entre os dias 4x5 e 5x6, com valores de  $p$  iguais a 0,002, sugerindo que houve pouca variação significativa no crescimento linear.

Já na Tabela 4, que analisa o crescimento quadrático (QG), observamos uma maior sensibilidade às diferenças diárias no tratamento T1, pois em quase todas as comparações, o valor de  $p$  é significativo, indicando que o crescimento captado pela medida de área apresentou variações relevantes ao longo do tempo. Esses dados contrastam com o indicador LG, que, em alguns desses mesmos intervalos, não apontou diferença significativa. No tratamento T2, o crescimento foi menos variável de acordo com o indicador QG, com poucos momentos de diferença significativa, como entre os dias 7x8 ( $p$  - valor = 0,044). Já o tratamento controle (TC) mostrou diferenças significativas em vários momentos, sugerindo que o indicador QG captou variações que o LG não detectou.

**Tabela 3** - Diferença significativa entre o crescimento diário para o indicador LG através do Teste de Mann-Whitney.

Comparação dias	T1		T2		TC	
	p-valor	Significância	p-valor	Significância	p-valor	Significância
1x2	0,002	Diferem	0,240	Não Diferem	1	Não Diferem
2x3	0,002	Diferem	0,037	Diferem	0,108	Não Diferem
3x4	0,937	Não Diferem	0,093	Não Diferem	0,064	Não Diferem
4x5	0,309	Não Diferem	0,228	Não Diferem	0,002	Diferem
5x6	0,002	Diferem	0,020	Diferem	0,002	Diferem
6x7	0,008	Diferem	0,297	Não Diferem	0,588	Não Diferem
7x8	0,004	Diferem	0,008	Diferem	0,484	Não Diferem

**Tabela 4:** Diferença significativa entre o crescimento diário para o indicador QG através do Teste de Mann-Whitney.

Comparação	T1		T2		TC	
	p-valor	Significância	p-valor	Significância	p-valor	Significância

<b>1x2</b>	0,015	Diferem	0,064	N Diferem	0,025	Diferem
<b>2x3</b>	0,025	Diferem	0,132	N Diferem	0,064	N Diferem
<b>3x4</b>	0,041	Diferem	0,240	N Diferem	0,041	Diferem
<b>4x5</b>	0,041	Diferem	0,309	N Diferem	0,004	Diferem
<b>5x6</b>	0,041	Diferem	0,179	N Diferem	0,041	Diferem
<b>6x7</b>	0,064	N Diferem	0,240	N Diferem	0,064	N Diferem
<b>7x8</b>	0,0441	Diferem	0,240	N Diferem	0,041	Diferem

O RMSD (*Root Mean Square Deviation* ou Desvio Médio Quadrático) fornece uma análise detalhada da precisão dos dados de crescimento micelial. Na Tabela 5, o valor obtido foi de 1,578mm, o que indica uma grande aproximação entre as medidas tomadas, portanto, se esperaria resultados semelhantes nas significâncias estatísticas. Porém ao verificarmos as Figura 2 e Figura 3, observa-se que a nova metodologia proposta se apresenta de forma diferente. Além disso, os testes estatísticos também apresentaram grandes diferenças, quando comparados os dois métodos (LG e QG).

Minotto et al. (2011) ao testarem o meio de cultura palha de arroz suplementada com serragem de couro, utilizaram o método de crescimento linear para mensurar a biomassa fúngica de *Pleurotus ostreatus* e *Pleurotus ostreatusroseus*. Os autores notaram que não houve diferença significativa no aumento da biomassa para nenhuma das linhagens estudadas.

Da mesma forma, em um trabalho realizado anteriormente por Minotto et al. (2008), sob a mesma perspectiva de crescimento linear, utilizando a espécie *Pleurotus ostreatoroseus* Singer em meios de cultura à base de capim-elefante suplementados com farelos de soja, trigo, arroz e milho, não foram observadas diferenças significativas.

Sob as condições experimentais testadas nesses dois trabalhos, a suplementação não teve um impacto considerável no desenvolvimento micelial, sendo plausível considerar que, se tivessem adotado um método de crescimento quadrático, os resultados poderiam ter sido diferentes.

**Tabela 5:** cálculo do RMSD, comparando crescimento medido por LG (mm) e QG (mm<sup>2</sup>) transformado para mm:

<b>Trat.</b>	<b>Dia</b>	<b>LG (mm)</b>	<b>QG Calculado (mm)</b>	<b>Dif. (mm)</b>	<b>Dif.<sup>2</sup> (mm<sup>2</sup>)</b>
T1	1	1,372	4,997	-3,625	13,140
T1	2	2,268	5,690	-3,421	11,708
T1	3	4,383	4,962	-0,579	0,335

T1	4	4,343	5,103	-0,759	0,577
T1	5	4,162	5,860	-1,698	2,883
T1	6	5,356	6,142	-0,785	0,617
T1	7	5,856	5,192	0,663	0,440
T1	8	4,914	4,053	0,861	0,741
T2	1	0,439	0,269	0,170	0,029
T2	2	0,356	3,188	-2,831	8,019
T2	3	1,077	1,004	0,072	0,005
T2	4	0,604	1,134	-0,530	0,281
T2	5	0,862	0,969	-0,107	0,011
T2	6	1,55	1,539	0,010	0,0001
T2	7	1,408	1,863	-0,454	0,206
T2	8	1,845	1,650	0,195	0,038
TC	1	1,216	2,355	-1,138	1,295
TC	2	1,245	3,965	-2,719	7,397
TC	3	1,531	1,548	-0,017	0,0002
TC	4	1,764	2,456	-0,691	0,478
TC	5	2,512	5,590	-3,077	9,473
TC	6	4,664	6,047	-1,383	1,913
TC	7	4,820	4,446	0,374	0,139
TC	8	4,687	4,682	0,004	2,4275E-05

**Legenda:** Trat. – tratamento; Dif. – diferença.

Cabe ressaltar que não houve crescimento no T3 e por isso os dados não foram apresentados nas tabelas, apenas nos gráficos.

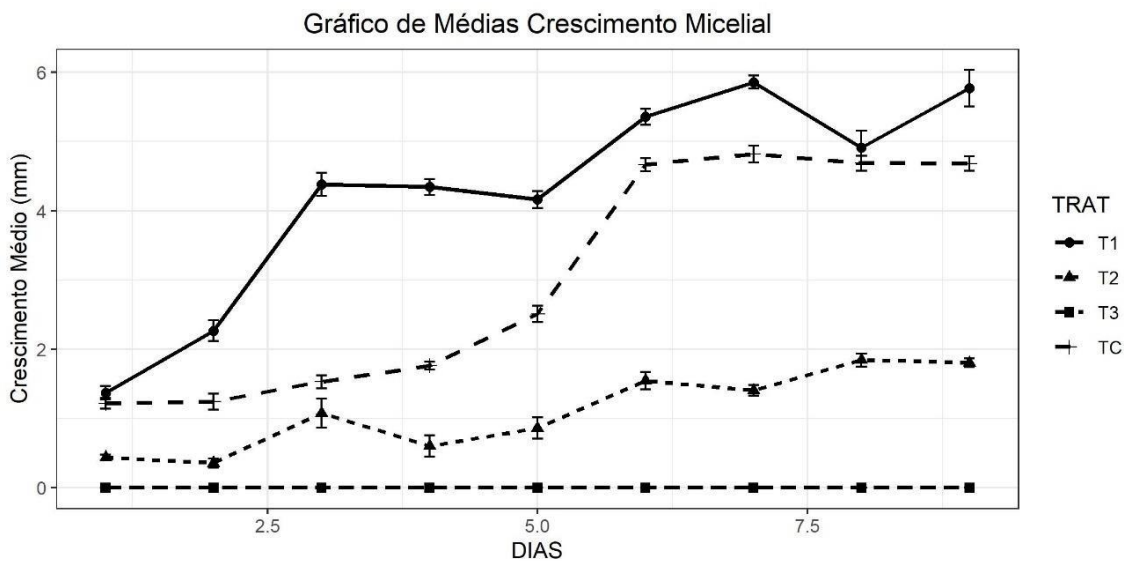
A seguir, nas Figuras 2 e 3, é possível observar que o T1 demonstrou um maior crescimento ao longo dos dias em relação aos demais tratamentos. O T2, embora tenha uma linha sólida de crescimento contínuo, está consideravelmente inferior ao TC.

O fungo foi capaz de crescer em meio contendo até 60% de vinho, no entanto, não foi observado nenhum crescimento em uma concentração de 100%. Estes resultados estão alinhados com o estudo de Bakratsas et al. (2023) que ao analisarem a biomassa fúngica da mesma espécie de *Pleurotus* em meio de cultura submerso em diferentes concentrações de borra vinho, também observaram crescimento micelial até a concentração de 60%.

Bakratsas et al. (2023) por Strong et al. (2008 e 2011), investigaram o crescimento micelial em borras de vinho, sendo que o primeiro avaliou a espécie *Pleurotus ostreatus* enquanto o segundo avaliou *Trametes pubescens* (Schumach.) Pilát. Ambos obtiveram maior crescimento de biomassa na concentração de 40% de borras de vinho. No entanto, nesse estudo, o melhor crescimento foi observado na concentração de 20%, mas é possível que os resultados fossem semelhantes caso a concentração de 40% tivesse sido testada. De acordo com Donini et al. (2005), estabelecer um meio de cultura adequado para o crescimento miceliano é fundamental para o sucesso na formação de basidiomas.

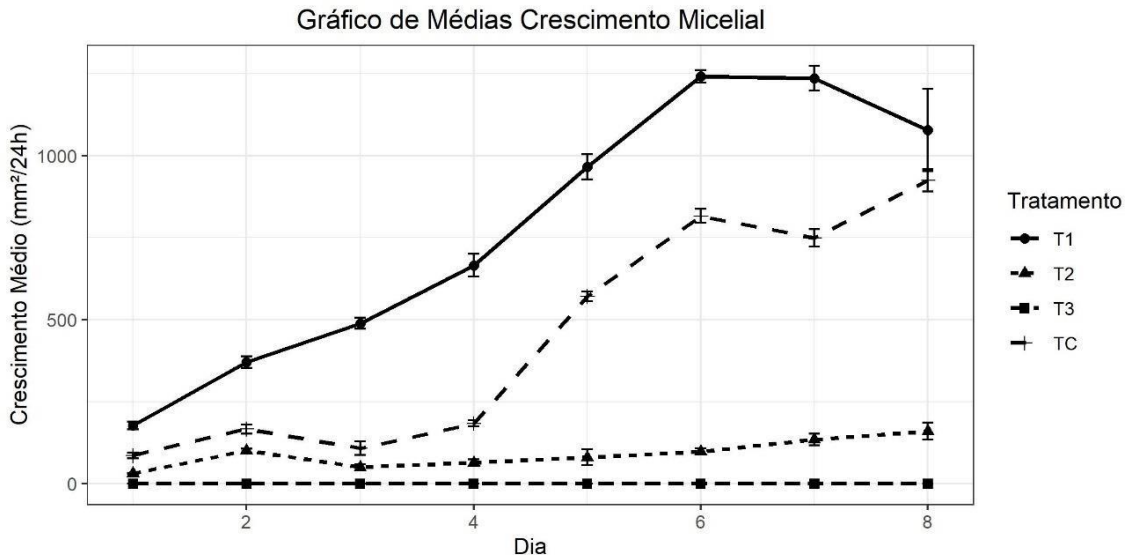
Embora o T1 tenha mostrado um bom desempenho em ambos os gráficos, no QG, ele apresentou uma queda acentuada no dia 8, enquanto no LG, o T1 teve uma leve queda no dia 7, mas uma recuperação no dia 8. Isso indica uma variação no padrão de crescimento ao longo do tempo entre os dois gráficos. No gráfico QG, o T2 teve um crescimento muito reduzido, com quase nenhuma variação ao longo do tempo, diferentemente do gráfico LG, onde ele mostrou um crescimento leve até o dia 6, mas estabilizou nos últimos dias. Em ambos os gráficos o T3 não apresentou crescimento significativo. E para o controle (TC), observa-se um crescimento constante em ambos os gráficos.

**Figura 2:** médias de crescimento micelial pelo indicador LG;



**Legenda:** Trat – tratamento; T1 – 20% vinho; T2 – 60% vinho; T3 – 100% vinho e; TC – 0% vinho.

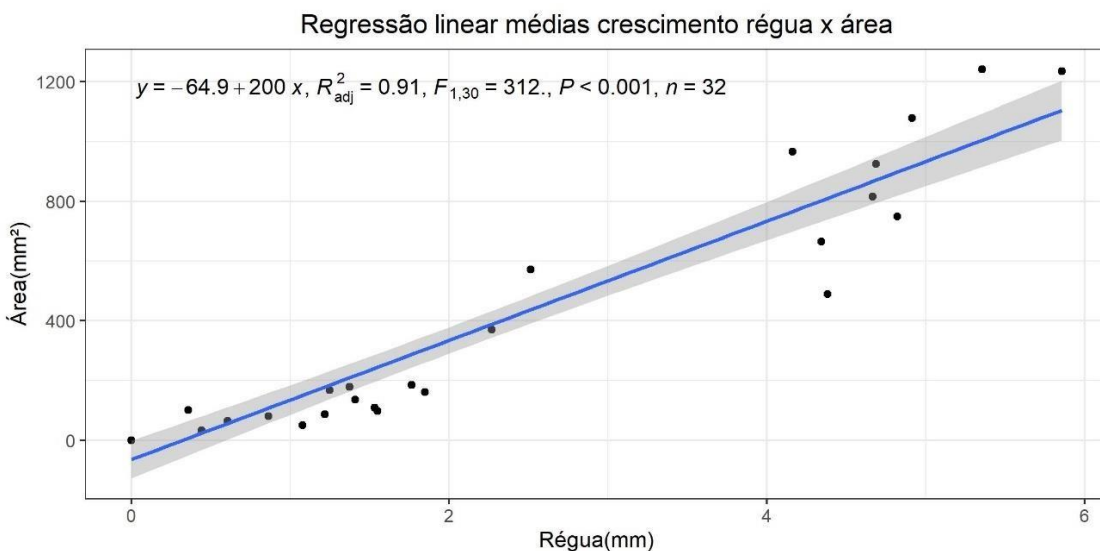
**Figura 3:** Médias de crescimento micelial pelo indicador QG;



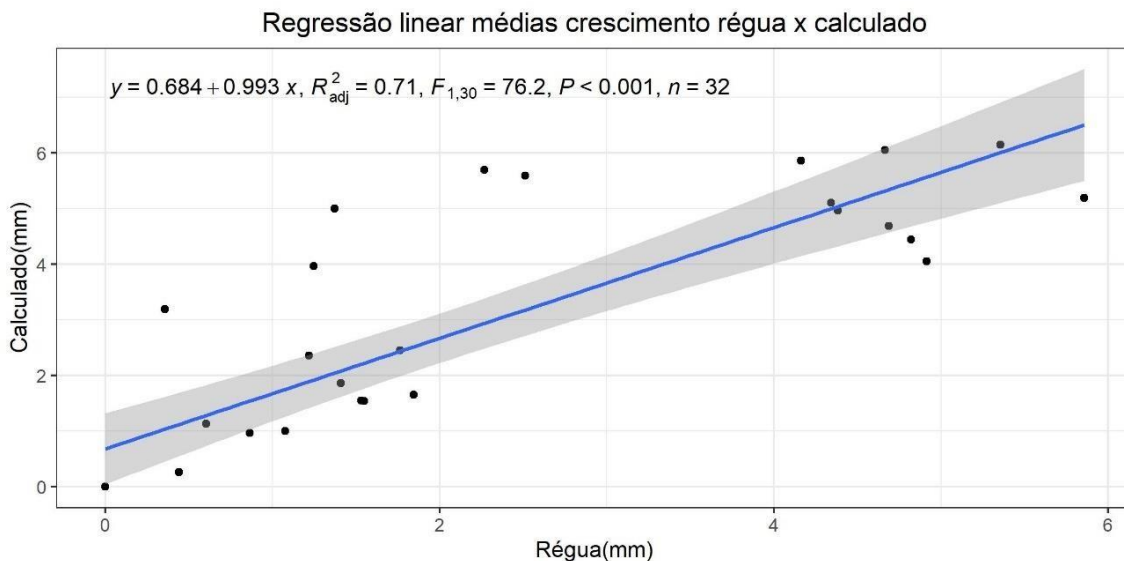
**Legenda:** Trat – tratamento; T1 – 20% vinho; T2 – 60% vinho; T3 – 100% vinho e; TC – 0% vinho.

As Figura 4 e Figura 5 apresentam as correlações e coeficientes de correlação linear ajustados ( $R^2_a$ ), quando comparados os dois indicadores. Espera-se que quanto mais o  $R^2_a$  estiver próximo a 1, mais os indicadores se correlacionam.

**Figura 4:** correlação linear QG x LG;



**Figura 5:** correlação linear  $R_{QG}$  x LG



Observa-se na Figura 4 que a correlação ( $R^2_{\alpha} = 0,91$ ) entre QG e LG teve um melhor resultado do que aquele obtido quando transformada a área em unidade linear como apresentado na Figura 5 ( $R^2_{\alpha} = 0,71$ ), o que pode sugerir que se perdeu alguma informação ao fazer a transformação de QG para  $R_{QG}$ .

Os testes de diferença significativa entre os diferentes tratamentos em cada dia, apresentaram padrões diferenciados, quando testado o indicador LG e QG. No caso de LG os tratamentos tiveram diferença significativa conforme apresentado na Tabela 6.

**Tabela 6:** Diferença significativa entre os tratamentos para o indicador LG através do Teste de Mann-Whitney.

	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6	Dia 7	Dia 8
<b>T1 x T2</b>	Dif	Dif	Dif	Dif	Dif	Dif	Dif	Dif
<b>T1 x TC</b>	N Dif	N Dif	N Dif	N Dif	N Dif	N Dif	N Dif	N Dif
<b>T2 x TC</b>	Dif	Dif	Dif	Dif	Dif	Dif	Dif	Dif

**Legenda:** T1 – 20% vinho; T2 – 60% vinho e; TC – 0% vinho; Dif. – diferença; N Dif – não houve diferença.

Observa-se que ao usar o indicador LG, não se obteve diferença significativa entre o tratamento de controle (TC) e o tratamento alternativo de maior crescimento (T1), o que poderia sugerir que o T1 não seria eficiente. Porém, ao utilizar o indicador QG, foi possível detectar uma diferença significativa entre os tratamentos, o que pode ser observado na Tabela 7.

**Tabela 7:** Diferença significativa entre os tratamentos para o indicador QG através do Teste de Mann-Whitney.

	<b>Dia 1</b>	<b>Dia 2</b>	<b>Dia 3</b>	<b>Dia 4</b>	<b>Dia 5</b>	<b>Dia 6</b>	<b>Dia 7</b>	<b>Dia 8</b>
<b>T1 x T2</b>	Dif	Dif	Dif	Dif	Dif	Dif	Dif	Dif
<b>T1 x TC</b>	Dif	Dif	Dif	Dif	Dif	Dif	Dif	N Dif
<b>T2 x TC</b>	Dif	Dif	N Dif	Dif	Dif	Dif	Dif	Dif

**Legenda:** T1 – 20% vinho; T2 – 60% vinho; TC – 0% vinho; Dif. – diferença; N Dif – não houve diferença.

Observa-se que o T1 teve um crescimento micelial significativamente maior do que os outros tratamentos, sendo sua significância indicando a ausência de diferença somente ao final do período de 8 dias, quando comparado ao TC. Isto pode ser justificado pelo fato de que aos 8 dias, o T1 já possuía quase toda a placa de Petri preenchida por micélio, não possuindo mais espaço para crescimento, enquanto o TC ainda possuía espaço para crescimento, o que possivelmente, caso o experimento se estendesse por mais dias, preencheria a placa também.

Neste sentido, os dados apresentados na presente pesquisa, indicaram que o indicador QG pode ser uma melhor ferramenta para estudar o crescimento micelial, em detrimento ao LG. Observa-se também que o T1 teve um crescimento significativamente diferente na maioria dos seus dias e diferindo significativamente dos outros 2 tratamentos, com maior crescimento micelial. Portanto, baseado no que foi apresentado, recomenda-se o uso do T1.

## **Conclusões**

Os resultados abordados nesse estudo demonstram que o T1 se mostrou mais eficaz para a promover o crescimento micelial, apresentando valores significativos em ambos os gráficos, sugerindo que essas condições são favoráveis para o desenvolvimento do micélio. Ainda que o TC não tenha mostrado um desempenho satisfatório no gráfico QG, no gráfico LG foi possível observar algum crescimento relativo. O TC teve um crescimento considerável, mas quando

comparado com o T1, os resultados foram menos expressivos. O T3 não foi eficaz para promover o crescimento micelial e tanto para ele, quanto para T2 devem ser avaliados reajustes em próximos testes.

Quanto avaliadas as condições experimentais, houve diferenças nos padrões de crescimento, indicando que as metodologias de medições podem influenciar nos resultados. Esse fato destaca a importância de selecionar as condições experimentais para avaliar o crescimento micelial.

### **Agradecimentos**

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio Grande do Sul (FAPERGS) pelos recursos concedidos pelo projeto nº 21/2551-0001985-9, ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) pelos recursos concedidos pelo processo nº 405564/2022-8 e a Receita Federal dos municípios de Uruguaiana (RS), Pelotas (RS) e Santa Maria (RS) pelos vinhos cedidos.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

### **Referências**

**Bakratsas, G., Antoniadis, K., Athanasiou, P. E., Katapodis, P., & Stamatis, H.** 2023. Laccase and Biomass Production via Submerged Cultivation of *Pleurotus ostreatus* using wine lees. *Biomass*, 4(1), 1-22.

**Cueva, M. B. R., Hernández, A., & Niño-Ruiz, Z.** 2017. Influence of C/N ratio on productivity and the protein contents of *Pleurotus ostreatus* grown in different residue mixtures. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 49(2), 331-344.

**David F. Bauer.** 1972. Constructing confidence sets using rank statistics. *Journal of the American Statistical Association* 67, 687–690. doi:10.1080/01621459.1972.10481279.

**Donini, L.P.; Bernardi, E.; Minotto, E.; Nascimento, J.S.** 2005. Desenvolvimento in vitro de *Pleurotus* sp. sob a influência de diferentes substratos e dextrose. *Arquivos do Instituto Biológico*, São Paulo, v.72, n.3, p.331-338.

**H. Wickham.** 2016. *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer-Verlag New York, 2016.

**Hope R. M.** 2022. *\_Rmisc: Ryan Miscellaneous\_*. R package version 1.5.1, <<https://CRAN.R-project.org/package=Rmisc>>.

**Melanouri, E.M.; Dedousi, M.; Diamantopoulou, P.** 2022. Cultivating *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus eryngii* mushroom strains on agro-industrial residues in solid-state fermentation. Part II: Effect on productivity and quality of carposomes. *Carbon Resour. Convers.* 5, 52–60.

**Minotto, E., Bernardi, E., Rosa, F. O., & Nascimento, J. D.** 2011. Desenvolvimento micelial in vitro de *Pleurotus* sp. em palha de arroz suplementada com serragem de couro. *Arquivos do Instituto Biológico*, 78(4), 609-613.

**Myles Hollander and Douglas A. Wolfe.** 1973. *Nonparametric Statistical Methods*. New York: John Wiley & Sons. Pages 27–33 (one-sample), 68–75 (two-sample). Or second edition (1999).

**Patrick Royston.** 1982. Algorithm AS 181: The *WW* test for Normality. *Applied Statistics*, 31, 176–180. doi:10.2307/2347986.

**Patrick Royston.** 1982. An extension of Shapiro and Wilk's *WW* test for normality to large samples. *Applied Statistics*, 31, 115–124. doi:10.2307/2347973.

**Patrick Royston.** 1995. Remark AS R94: A remark on Algorithm AS 181: The *WW* test for normality. *Applied Statistics*, 44, 547–551. doi:10.2307/2986146.

**Pham V.L., Pham N.D.H., Nguyen H.L.N, Nguyen T.M.D., Nguyen T.M.T., Nguyen M.T., Nguyen H.D., Ho B.T.Q.** 2023. The relationship between mycelial growth and fruit body's yield of oyster mushrooms (*Pleurotus* spp.) collected from southern Vietnam. *Int J Agricultural Technol.* 19(1):203–14

**R Core Team.** 2024. *\_R: A Language and Environment for Statistical Computing\_*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <<https://www.R-project.org/>>.

**Raman, J.; Jang, K.-Y.** 2020. Cultivation and nutritional value of prominent *Pleurotus* spp: an overview. *Mycobiology*. Disponível em: [https:// doi.org/10.1080/12298093.2020.1835142](https://doi.org/10.1080/12298093.2020.1835142).

**Receita Federal.** 2021. Receita Federal apreende R\$ 1 milhão em vinhos estrangeiros no RS. Disponível em: <https://www.gov.br/receitafederal/pt-br/assuntos/noticias/2021/junho/receita-federal-apreende-r-1-milhao-em-vinhos-estrangeiros-no-rs>. Acesso em 08 de outubro de 2024.

**Receita Federal.** (n.d.). *Novos Destinos*. Disponível em: <https://www.gov.br/receitafederal/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/cidadania-fiscal/novosdestinos#:~:Saiba%20como%20a%20Receita%20Federal,ben%C3%A9ficas%20para%20toda%20a%20sociedade>. Acesso em 08 de outubro de 2024.

**Sabri M.A., Shatha A.S., Rukaibaa A. C.** Utilization of agricultural and animal wastes in growth of novel Iraqi strains of edible mushrooms *Pleurotus ostreatus* and brown *Agaricus bisporus*. *Plant Archives*. 2019;19(Supplement 2):1188–93.

**Sanchez, A., Ysunza, F., Beltrán-García, M. J., & Esqueda, M.** 2002. Biodegradation of viticulture wastes by *Pleurotus*: a source of microbial and human food and its potential use in animal feeding. *Journal of Agricultural and food chemistry*, 50(9), 2537-2542.

**Strong, P.J.; Burgess, J.E.** 2008. Fungal and Enzymatic Remediation of a Wine Lees and Five Wine-Related Distillery Wastewaters. *Bioresour. Technol*, 99, 6134–6142

**Vieira, F. R., Andrade, M. C. N. D., & Minhoni, M. T. D. A.** 2013. Growth of *Pleurotus ostreatus* in culture media based on formulated straw or grass.

## 4.2 Artigo 3

O terceiro artigo será submetido à Revista Cadernos de Ciência & Tecnologia, Qualis A4. A formatação do texto está de acordo com as normas da revista.

### **Utilização de milho descartado (*Zea mays* L.) como substrato alternativo no cultivo de cogumelos comestíveis do gênero *Pleurotus***

Flavia Helena Aires Sousa<sup>1</sup>, Vanielle Galiano Silveira<sup>2</sup>, Laura Amália Miranda Costa<sup>1</sup>, Fernando Augusto Bertazzo da Silva<sup>1</sup>, Marcos André Pinheiro Velloso<sup>1</sup>, Jorge Renato Pinheiro Velloso<sup>1</sup>, Jair Putzke<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Pampa, Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Rua Aluizio Barros Macedo, BR 290, 97307-020, São Gabriel-RS, Brasil.

<sup>2</sup> Universidade Federal do Pampa, Graduação em Ciências Biológicas, Rua Aluizio Barros Macedo, BR 290, 97307-020, São Gabriel-RS, Brasil.

<sup>3</sup>Universidade Federal do Pampa, Graduação em Ciências Biológicas, Rua Aluizio Barros Macedo, BR 290, 97307-020, São Gabriel-RS, Brasil.

**RESUMO:** Cogumelos *Pleurotus* são altamente valorizados na culinária nacional e internacional. Embora vários substratos tenham sido explorados para seu cultivo, pouco foi feito com grãos, exceto para a produção de spawn. Diante da perda potencial de grãos de milho devido a fungos e pragas de armazenamento, estudou-se o uso de grãos de milho descartados como substrato para *Pleurotus*. Avaliou-se o desenvolvimento e a produtividade de cinco espécies de *Pleurotus*: *Pleurotus djamor*, *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus citrinopileatus*, *Pleurotus eryngii* e *Pleurotus columbinus*. Todas as espécies demonstraram excelente produtividade sem a adição de suplementos. A eficiência biológica variou de 47% (*P. eryngii*) a 76,4% (*P. columbinus*), indicando resultados satisfatórios mesmo sem suplementação. O substrato de milho de descarte mostrou-se adequado para o cultivo dessas espécies de cogumelos, oferecendo uma solução simples e econômica para o aproveitamento de milho perdido ou apreendido.

**Termos para indexação:** resíduos, tratamento, orgânico, nutrição.

### **Utilization of discarded corn (*Zea mays* L.) as an alternative substrate in the cultivation of edible mushrooms of the genus *Pleurotus***

**ABSTRACT:** *Pleurotus* mushrooms are highly valued in national and international cuisine. While various substrates have been explored for their cultivation, little attention has been given to grains, except for spawn production. Given the potential loss of maize grains due to fungi

and pests, the use of discarded maize grains as a substrate for *Pleurotus* was investigated. We evaluated the development and productivity of five *Pleurotus* species: *Pleurotus djamor*, *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus citrinopileatus*, *Pleurotus eryngii*, and *Pleurotus columbinus*. All species demonstrated excellent productivity without the addition of supplements. Biological efficiency ranged from 47% (*P. eryngii*) to 76,4% (*P. columbinus*), indicating satisfactory results even without supplementation. Discarded maize substrate proved suitable for cultivating these mushroom species, offering a simple and cost-effective solution for utilizing lost or seized maize.

**Index terms:** waste; treatment; organic; nutrition.

## INTRODUÇÃO

O mercado de milho brasileiro está enfrentando um significativo aumento na produção, impulsionado pela grande demanda interna e externa, resultando em uma safra recorde de 117,2 milhões de toneladas deste cereal para a safra 2023/24, o que ultrapassa 1/3 da produção de grãos esperada para o mesmo período no Brasil. Estados Unidos, China e Brasil (terceiro maior produtor e maior exportador de milho do planeta) responderam por 65,9% das 1,15 bilhão de toneladas na safra 2022/23 (CONAB, 2021; Coelho, 2023).

A quantidade de resíduos gerados pela atividade agrícola, incluindo a produção de milho, está diretamente relacionada à sua escala de produção. Esses resíduos têm o potencial de causar impactos ambientais significativos se não forem tratados adequadamente. Os impactos decorrem tanto da grande quantidade gerada quanto da lenta degradação em alguns casos, além de perdas que, no Brasil são estimadas em 15% da produção do cereal (IPEQA 2012, CONAB 2021).

Considerando a crescente preocupação com os impactos ambientais, a produção e o manejo dos resíduos agrícolas são essenciais para mitigar esses impactos, especialmente frente ao crescimento constante da produção de milho no Brasil. Uma alternativa muito eficiente para reduzir esse impacto é a utilização desses resíduos na composição de substrato para cultivo de cogumelos comestíveis do gênero *Pleurotus* (Fr.) P. Kumm.. Esses fungos são capazes de degradar hemicelulose, lignina e celulose, componentes presentes no milho e utilizados como fontes de carbono e energia, funcionando como um processo eficiente de bioconversão (Oliveira et al., 2007).

Além do cultivo de cogumelos comestíveis ser uma solução eficiente para mitigar os impactos ambientais decorrentes da geração de resíduos na produção agrícola, as espécies do

gênero *Pleurotus* se destacam na indústria alimentícia por suas propriedades nutricionais, como alto teor de proteínas, minerais e vitaminas, o que as torna bastante valorizadas (Pérez-Bassart et al., 2024). Também, essas espécies possuem bioativos importantes, com propriedades anti-inflamatórias e antimicrobianas. Na gastronomia, são apreciadas por seu sabor agradável e suave, sendo frequentemente utilizados em diversas receitas culinárias (Brugnari et al., 2016).

Portanto, a utilização de resíduos agrícolas no cultivo de cogumelos comestíveis apresenta potencial econômico significativo, podendo beneficiar tanto pequenos produtores quanto grandes empresas. Essa transformação poderia gerar novos subprodutos de valor agregado, contribuindo assim para o desenvolvimento econômico e sustentável das áreas agrícolas.

Nesse contexto, este estudo tem como objetivo investigar a viabilidade do aproveitamento de resíduos de grãos de milho (*Zea mays* L.) em decomposição para a produção de substratos destinados ao cultivo de cinco espécies de cogumelos do gênero *Pleurotus*. Além disso, busca apresentar uma abordagem sustentável ao reutilizar esses resíduos, proporcionando-lhes um destino útil e ecologicamente adequado.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados na Universidade Federal do Pampa, Campus São Gabriel no Laboratório de Taxonomia de Fungos (LATAF) e no Laboratório de Microbiologia.

**Obtenção e manutenção dos inóculos** - As linhagens de *Pleurotus* spp. foram obtidas em forma de micélio provenientes do Laboratório Mushcaria, localizado em Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil. Para manutenção das culturas no laboratório, o micélio foi repicado mensalmente em meio BDA (Batata, Dextrose e Ágar) e em substrato composto de arroz com casca. Além disso, trimestralmente, foi realizado o isolamento direto do basidioma, para assegurar o vigor micelial e a qualidade da produção. Todos os procedimentos foram executados em uma câmara de fluxo laminar, garantindo um ambiente estéril e controlado.

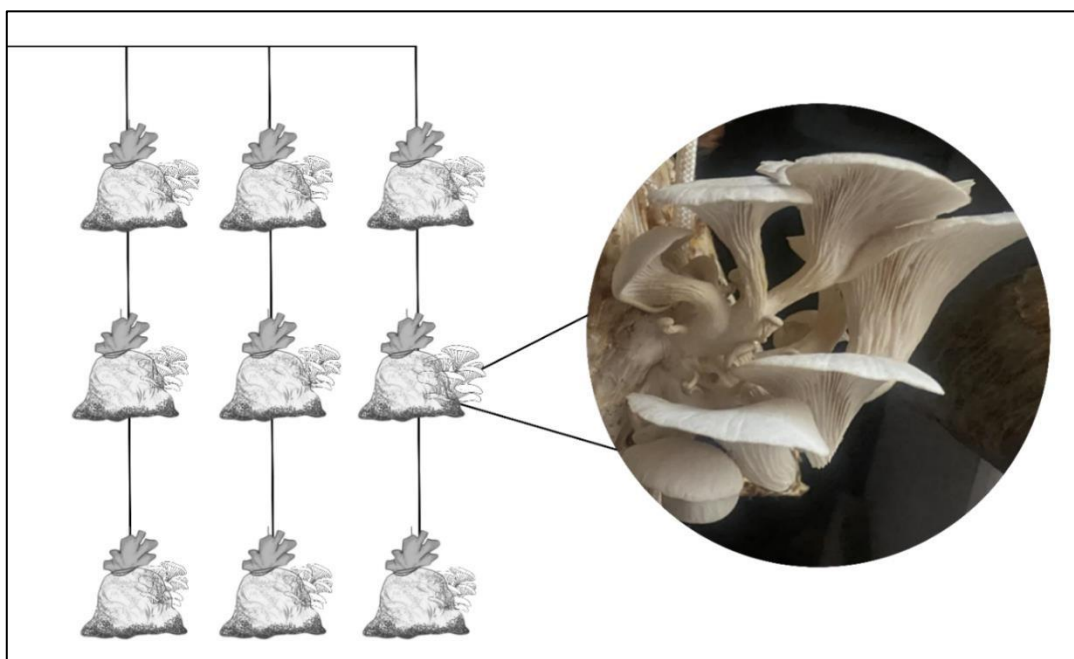
**Preparo do substrato e esterilização** - Os substratos com grãos de milho de descarte foram preparados no Laboratório de Taxonomia de Fungos – LATAF. Neles foram adicionados água na quantidade suficiente para obter aproximadamente 70% de umidade, deixando-os hidratando por 24h. No dia seguinte, 500g das misturas foram acondicionadas em cada um dos 30 sacos plásticos de polietileno. Para cada uma das 5 espécies, foram realizadas 5 repetições, sendo que o controle foi igualmente produzido, porém com a ausência dos fungos. Os sacos foram amarrados com um tampão de algodão e em seguida foram submetidos a esterilização: autoclave a 121°C, por 20 minutos. O ciclo de esterilização se repetiu após um período de

descanso de 24h (De Oliveira, 2021; Da Silva, 2021). Para determinar a massa seca, foram separadas 100g de cada substrato e desidratadas a 65°C por 48h, após pesados para os cálculos de eficiência biológica.

**Inoculação e Incubação:** A inoculação foi conduzida no Laboratório de Microbiologia da Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA, em condições assépticas em fluxo laminar. As espécies *Pleurotus djamor* (Rumph. Ex Fr.) Boedijn, *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm., *Pleurotus citrinopileatus* Singer, *Pleurotus eryngii* (DC.) Quél. e *Pleurotus columbinus* Quél. foram transferidas para os sacos com os substratos a partir de pequenos discos miceliais retirados de placas de culturas em BDA previamente estabelecidas. Todos os procedimentos usuais e técnicas de esterilização foram empregados meticulosamente para prevenir a contaminação por microrganismos. Foram realizadas 5 repetições de isolados para cada espécie de *Pleurotus* no substrato de milho descartado e controle.

Os sacos inoculados foram levados ao Laboratório de Taxonomia de Fungos e ficaram armazenados em prateleiras sem exposição à luz em temperatura ambiente ( $25 \pm 3^\circ \text{C}$ ) por 30 dias (De Carvalho et al., 2021).

**Primórdios e produção** - Após a colonização, os sacos foram submetidos ao choque térmico, sendo acondicionados em um refrigerador à temperatura de  $8 \pm 2^\circ \text{C}$ , durante 4h (EIRA; MINHONI, 1997). Em seguida, os sacos foram retirados do refrigerador e colocados em prateleiras para serem abertos. Nos furos foram borrifados água mineral diariamente até que surgissem os primeiros primórdios. Depois disso os sacos foram dispostos pendurados em cordões e mantidos à temperatura ambiente (Figura 01).



**Figura 1.** Disposição Final – Os sacos em disposição final para acompanhar a produção (esquerda) e o resultado em um dos sacos (direita).

Durante todo o período de formação dos basidiomas, foi monitorada a temperatura, sendo que a mínima foi de 20°C e a máxima de 26°C, e umidade relativa do ar variou entre 65% a 80%. Todos os cogumelos foram pesados para determinação da eficiência biológica, seguindo a fórmula abaixo:

$$EB = \frac{\text{Peso fresco de cogumelos}}{\text{Peso seco do substrato inicial}} \times 100$$

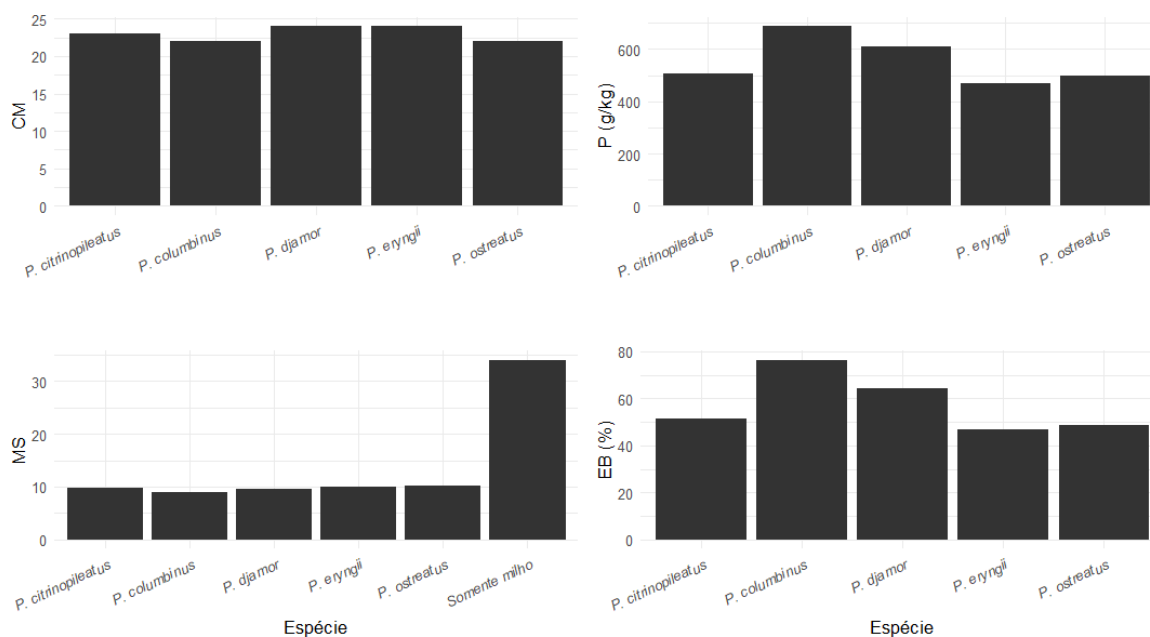
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As cinco espécies de *Pleurotus* (*P. djamor*, *P. ostreatus*, *P. citrinopileatus*, *P. eryngii* e *P. columbinus*) produziram cogumelos no substrato utilizado (grãos de milho descartados). A produtividade nas diferentes espécies variou de 470,4g/kg (*Pleurotus eryngii*) a 687,8g/kg de substrato (*Pleurotus columbinus*), conforme exposto na Tabela 1 e na Figura 2. Foram observados de um a três ciclos de formação de basidiomas, sendo que a observação ocorreu de setembro de 2023, quando os sacos foram montados na sala de cultivo, até abril de 2024, havendo formação de basidiomas até essa data final.

**Tabela 1** – Produtividade apresentada pelas diferentes espécies de *Pleurotus* testadas em substrato à base de milho residual.

Espécie	CM	IFP	P (g/Kg)	CP	MS	EB (%)
<i>Pleurotus djamor</i>	24	24	610,3	2	9,5	64,2
<i>Pleurotus ostreatus</i>	22	33	498,2	3	10,2	48,8
<i>Pleurotus citrinopileatus</i>	23	27	505,1	2	9,8	51,54
<i>Pleurotus eryngii</i>	24	28	470,4	3	10	47
<i>Pleurotus columbinus</i>	22	28	687,8	1	9	76,4
Somente milho	-	-	-	-	34	-

**Legenda:** CM = Corrida micelial; IFP = Início da formação de primórdios; P = Produtividade; CP = Ciclo de produção; MS= Massa Seca; EB = Eficiência Biológica.



**Figura 2:** Produtividade apresentada pelas diferentes espécies de *Pleurotus* testadas em substrato à base de milho residual. **Legenda:** CM = Corrida micelial; P = Produtividade; MS= Massa Seca; EB = Eficiência Biológica.

Testou-se a produção de cogumelos em grãos de milho descartados, devido às condições finais deste substrato, que foram afetadas pelo armazenamento precário, resultando em ataques de insetos e ocorrência de mofo. Com o substrato nessas condições, autoclavado e

disponibilizado para o crescimento micelial das espécies de *Pleurotus*, verificou-se que a melhor eficiência biológica foi obtida com a espécie *Pleurotus columbinus* (76,4%).

Em geral o cultivo de espécies de *Pleurotus* ocorre em condições ambientais controladas, com a finalidade do conhecimento do ciclo de vida, preservação ambiental, reutilização e/ou no reprocessamento de materiais para desenvolvimento de tecnologias ecoamigáveis e para a produção de alimento (Palheta et al., 2011; Souza et al., 2016).

Em Fonseca et al. (2014), *Pleurotus ostreatoroseus* Singer desenvolveu a fase micelial completa em grãos de trigo em 15 dias e inoculado em exocarpo de cupuaçu misturado com farelo de arroz [80:20 (% p/p)], sendo que os primórdios surgiram em três dias. O primeiro fluxo (primeira colheita) foi feito aos 23 dias de cultivo e, em 42 dias, o segundo fluxo. A espécie *P. djamor*, aqui utilizada, frequentemente é confundida com esta espécie, sendo que aqui se registrou a fase micelial mais longa e primeiro fluxo em tempo similar. Deshmukh & Deshmukh (2013) testaram *P. djamor* utilizando como substrato resíduos de soja, grão de bico, feijão guandu, feijão preto, trigo e sorgo, obtendo EBs entre 29% e 78%.

Obtendo-se o valor de eficiência biológica de aproximadamente 20% indica que o substrato é adequado para a produção de cogumelos, pois para cada 100 kg de substrato disponibilizado, foram produzidos pelo menos 20 kg de cogumelos (Steffen et al., 2020). No caso do presente teste observou-se EBs de 47% (*P. eryngii*) a 76,4% (*P. columbinus*), muito superiores aos mínimos.

Hassan et al. (2010) cultivando *P. eryngii* utilizando serragem, palha de soja, bagaço de cana-de-açúcar e palha de arroz, obtiveram EBs de 64,52%, 60,72%, 48,91% e 50,72% (médias de 3 fluxos), respectivamente. O valor mais baixo obtido neste trabalho (47%), pode ser um indicativo de necessidade de adição de alguma fonte de nitrogênio, como algum farelo, por exemplo.

*P. columbinus* prefere crescer em ambientes mais frios, condição que não foi testada no presente trabalho, já que o cultivo ocorreu entre a primavera e o verão no Rio Grande do Sul. Cultivos no inverno podem aumentar ainda mais esta eficiência biológica neste substrato. Martinez & Soto-Velasco (2015), por exemplo, cultivaram esta espécie em restos de *Lupinus angustifolius* adicionado de restos de cultivo de milho, obtendo EBs de 58,95% a 96,80 %.

Jafarpour et al. (2010) cultivando *P. ostreatus* em torta de soja, farelo de arroz, farelo de trigo, aparas de madeira, resíduo de beterraba, polpa de cenoura e folhas de palmeira, obtiveram EBs de 51,1 (folhas de palmeira) a 158,9 variando conforme a formulação. Jonathan et al. (2010) cultivaram em palha de arroz, serragem e resíduo do algodão com farelo de arroz,

chegando a valores entre 70% à 96,3%, variando conforme combinações. Al-Momany e Ananbeh (2011) utilizaram resíduos do tomate, palha e farelo de trigo, obtendo valores entre 62,80% à 95,60%, dependendo da concentração de tomate. O valor obtido para esta espécie aqui (48,8%) mostra-se próximo destes valores mínimos e indica que, com a adição de fontes de nitrogênio esse valor pode ser superado.

Os resultados deste estudo comprovam a viabilidade para a utilização de resíduos agroindustriais de milho (*Zea mays*) no cultivo de cinco espécies de cogumelos comestíveis do gênero *Pleurotus*.

### CONCLUSÕES

Podemos concluir que, diante dos cinco critérios avaliados, a espécie com melhor desempenho foi *P. columbinus* na corrida micelial, produtividade (g/kg) e eficiência biológica. Em segundo lugar, a espécie *P. ostreatus* destacou-se na corrida micelial e nos ciclos de produção. As espécies *P. djamor* e *P. eryngii* destacaram-se quanto ao início da formação dos primórdios e aos ciclos de produção, respectivamente. O *P. citrinopileatus* não apresentou destaque em nenhum dos critérios avaliados; no entanto, obteve valores intermediários que mostram que o substrato conseguiu promover o crescimento considerável de todas as espécies.

Diante disso, podemos concluir que a espécie *P. columbinus* foi a que apresentou maior potencial diante do cultivo realizado com os resíduos de milho (*Zea mays*). No entanto, é importante ressaltar a necessidade de futuras pesquisas para avaliar a composição nutricional desse substrato, visto que as análises realizadas no presente estudo foram quantitativas e não qualitativas.

### AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio Grande do Sul (FAPERGS) pelos recursos concedidos pelo projeto nº 21/2551-0001985-9 e ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) pelos recursos concedidos pelo processo nº 405564/2022-8.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

### REFERÊNCIAS

AL-MOMANY, A.; ANANBEH, K. Conversion of Agricultural Wastes into Value Added Product with High Protein Content by Growing *Pleurotus ostreatus*. In: H. Gökçeku, *et al.* (eds.), Survival and Sustainability, **Environmental Earth Sciences**, pg. 1483- 1490. 2011.

BRUGNARI, T., KATO, C. G., CORREA, V. G., DE FREITAS, E. N., NOLLI, M. M., & DE SOUZA, C. G. M. Atividade antioxidante do extrato aquoso do cogumelo comestível *Pleurotus ostreatus*. **Uningá Review**, 25(3). 2016.

COELHO, J. D. Milho: produção e mercados. **Caderno Setorial ETENE** 8 (291): 1 – 10. 2023. **CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO**. Acompanhamento da safra brasileira de grãos 2020/2021. 9º. Levantamento. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 11 jun. 2024.

DA SILVA, L. F., DA SILVA, G. C. P. A., MARTINS, O. G., DE SOUZA PASSOS, J. R., & DE ANDRADE, M. C. N. Crescimento micelial de *Pleurotus ostreatus* em substratos suplementados com bagaço de malte. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, 14(3), 1-12. 2021.

DE CARVALHO, P. Í. A., SALES, M. R. B., NETO, J. C. A., & FERREIRA, F. V. Resíduos agroindustriais como substrato para cultivo indoor de cogumelos comestíveis da espécie *Pleurotus ostreatus*. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, 9(4), 330-339. 2021.

DE OLIVEIRA, A. C. M., TIDEMANN, M., MARTINS, O. G., & DE ANDRADE, M. C. N. Bagaço de Malte como suplemento nutricional no cultivo de *pleurotus ostreatus*. **Energia na Agricultura**, 36(1), 155-164. 2021.

DESHMUKH, S.V.; DESHMUKH, V.R. Soybean Straw: A Promising Substrate for Cultivation of Oyster Mushroom. **International Journal of Science and Research (IJSR)** 5(3): 1528-1531. 2013.

DUARTE, J. O & GARCIA, J. C. Milho: importância socioeconômica. Publicações da **EMBRAPA**. Importância socioeconômica. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/pre-producao/socioeconomia/importancia-socioeconomica>. Acesso em: 30 set. 2024.

EIRA, A. F., MINHONI, M. T. A., BRAGA, G., MONTINI, R., ICHIDA, M., MARINO, R., ... & SILVA, J. DA; NETO, FJ Manual teórico-prático do cultivo de cogumelos comestíveis. 2. d. **Botucatu: FEPAF/UNESP**. (1997).

FONSECA, T. R. B.; BARRONCAS, J.F.; TEIXEIRA, M. F. S. Produção em matriz sólida e caracterização parcial das proteases de cogumelo comestível da floresta amazônica. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial** 8 (1): 1227-1236. . 2014.

HASSAN, F.R.H.; MEDANY, G.M.; HUSSEIN, S.D.A. Cultivation of the King Oyster Mushroom (*Pleurotus eryngii*) in Egypt. **Aust. J. Basic & Appl. Sci.** 4 (1): 99-105. 2010

**IPEA** (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada). Diagnóstico dos resíduos orgânicos do setor agrossilvopastoril e agroindústrias associadas. 2012. Disponível em: [http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/120917\\_relatorio\\_residuos\\_organicos.pdf](http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/120917_relatorio_residuos_organicos.pdf). Acesso em: 14 abr. 2024.

JAFARPOUR, M.; ZAND, A.J.; DEHDASHTIZADEH, B.; EGHBALSAIED, S. Evaluation of agricultural wastes and food supplements usage on growth characteristics of *Pleurotus ostreatus*. **African Journal of Agricultural Research** 5 (23): 3291-3296. 2010.

JONATHAN, S.G.; OKON, C.B.; OYELAKIN A.O.; OLURANTI, O.O. Nutritional values of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) (Jacq. Fr.) Kumm. cultivated on different agricultural wastes. **Nature and Science** 10 (9): 186-191. 2010.

MARTINEZ, C. A. M. & SOTO-VELASCO, C. Cultivo de *Pleurotus columbinus* sobre vainas de *Lupinus angustifolius* adicionadas con rastrojo de maíz. **Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias** 4 (7): 1 – 7. 2015.

OLIVEIRA, M. A. D., DONEGA, M. A., PERALTA, R. M., & SOUZA, C. G. M. D. Produção de inóculo do cogumelo comestível *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Quélet-CCB19 a partir de resíduos da agroindústria. **Food Science and Technology**, 27, 84-87. 2007.

PÉREZ-BASSART, Z., FALCÓ, I., MARTÍNEZ-SANZ, M., MARTÍNEZ-ABAD, A., SÁNCHEZ, G., LÓPEZ-RUBIO, A., & FABRA, M. J. Antiviral and technological properties of  $\beta$ -glucan-rich aqueous fractions from *Pleurotus ostreatus* waste biomass. **Food Hydrocolloids**, 146, 109308. 2024.

STEFFEN, G. P. K., STEFFEN, R., HANDTE, V., & COSTA, A. Produção de cogumelos comestíveis em substratos orgânicos. **Porto Alegre: SEAPDR/DDPA**. 2020.

### 3.4 Artigo 4

O quarto capítulo foi submetido à revista Revista Hoehnea: Instituto de Botânica (Qualis B1). A formatação do texto está de acordo com as normas da revista.

#### **Primeiro Registro de *Pleurotus cystidiosus* O.K. Mill. no Amazonas Brasileiro em Raízes de Cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*): Potencial de Cultivo<sup>1</sup>**

##### **Primeiro registro de *Pleurotus cystidiosus* no Amazonas Brasileiro**

Flavia Helena Aires Sousa<sup>2,3</sup>, Jorge Renato Pinheiro Velloso<sup>2</sup>, Laura Amália Miranda Costa<sup>2</sup>, Evelise Leis Carvalho<sup>2</sup>, Milene Farias Machado<sup>2</sup>, Marcos André Pinheiro Velloso<sup>2</sup>, Jair Putzke<sup>2</sup>

Flavia Helena Aires Sousa – email: [flaviaairessousa@gmail.com](mailto:flaviaairessousa@gmail.com) – Orcid: 0000-0002-8931-8159

Jorge Renato Pinheiro Velloso – email: [jorgerenatovelloso@gmail.com](mailto:jorgerenatovelloso@gmail.com) – Orcid: 0000-0001-7787-0336

Laura Amália Miranda Costa – email: [lauramiranda.aluno@unipampa.edu.br](mailto:lauramiranda.aluno@unipampa.edu.br) – Orcid: 0000-0002-5779-4943

Evelise Leis Carvalho – email: [eveliseleis@gmail.com](mailto:eveliseleis@gmail.com) – Orcid: 0000-0001-9035-2867

Milene Farias Machado – email: [milenefariasmachado05@gmail.com](mailto:milenefariasmachado05@gmail.com) – Orcid: 0009-0006-4615-4138

Marcos André Pinheiro Velloso – email: [andrevelloso3@gmail.com](mailto:andrevelloso3@gmail.com) – Orcid 0000-0002-7502-0300

Jair Putzke – email: [jrputzkebr@yahoo.com](mailto:jrputzkebr@yahoo.com) – Orcid: 0000000290189024

---

<sup>1</sup> Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro Autor.

<sup>2</sup> Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Rua Aluizio Barros Macedo, s/n. BR 290–Km 423, 97307-020, São Gabriel, Rio Grande do Sul, Brasil.

<sup>3</sup> Autor para correspondência.

RESUMO: Esse estudo aborda o primeiro relato de *Pleurotus cystidiosus* no Amazonas brasileiro, associado a um novo hospedeiro: raízes de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*). O material coletado foi identificado, isolado e cultivado no Laboratório de Taxonomia de Fungos (LATAF), que está localizado na Universidade Federal do Pampa, RS. Análises morfológicas macroscópicas e microscópicas foram empregadas para a identificação da espécie, demonstrando que essas características foram suficientes para confirmar a identidade de *P. cystidiosus*. A espécie em questão é citada pela primeira vez para o Brasil. O cultivo foi realizado utilizando-se serragem de eucalipto e casca de arroz, respeitando as limitações da espécie quanto a temperatura. Os resultados contribuem para o entendimento da ecologia, potencial de cultivo e aplicação de *P. cystidiosus* na região amazônica.

Palavras-chave: Pleurotaceae, Taxonomia, *Coremiopleurotus*

ABSTRACT: This study addresses the first report of *P. cystidiosus* in the Brazilian Amazon, associated with a new host: roots of cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K. Schum.). In collections made in the interior of the Brazilian Amazon, individuals of this species were found growing on dead roots of cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K. Schum.). Macroscopic and microscopic morphological analyses were employed for species identification, demonstrating that these characteristics were sufficient to confirm the identity of *P. cystidiosus*, without the need for molecular analyses. The collected material was identified, isolated, and cultivated at the Fungal Taxonomy Laboratory (LATAF), located at the Federal University of Pampa, RS. The cultivation was performed using eucalyptus sawdust and rice husk, respecting the species' temperature limitations. The results contribute to the understanding of the ecology, cultivation potential, and application of *P. cystidiosus* in the Amazon region.

Keywords: Pleurotaceae, Taxonomy, *Coremiopleurotus*

## Introdução

*Pleurotus* é um gênero de cogumelos que pertence à família Pleurotaceae e são conhecidos como “fungos de podridão branca” (Tsujiyama & Ueno, 2013; Mazidi et al., 2020). Esse gênero ganhou popularidade devido a diversas características, como seu crescimento rápido em comparação a outros cogumelos, resistência a doenças e pragas, cultivo relativamente fácil e barato, além de uma ampla tolerância a variações de temperatura (Yang et al. 2013).

Embora *Pleurotus cystidiosus* O.K. Mill. não tenha sua ocorrência confirmada no país até o momento, Pereira (1988) e Putzke (2002) mencionaram a ocorrência de 15 espécies de *Pleurotus* no Brasil, sem citar *P. fuscusquamulosus* D.A. Reid & Eicker. Posteriormente, Menolli Jr. et al. (2014) reconheceram a ocorrência no Brasil apenas das espécies *Pleurotus albidus* (Berk.) Pegler, *Pleurotus djamor* (Rumph. ex Fr.) Boedijn, *P. fuscusquamulosus*, *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Quél. e *Pleurotus rickii* Bres., utilizando técnicas moleculares. Os membros do gênero *Pleurotus* formam um grupo heterogêneo de espécies comestíveis de alta importância comercial.

O subgênero *Coremiopleurotus* Hilber é caracterizado por formar um estágio anamórfico coremióide, conhecido como *Antromyopsis* Pat. & Trabut. Esse inclui táxons que produzem conidíomas cinematóides, observadas em algumas espécies de *Pleurotus*. As espécies descritas em *Coremiopleurotus* incluem *Pleurotus abalonus* Y. H. Han, K.M. Chen & S. Cheng, *Pleurotus australis* Cooke & Masee, *Pleurotus cystidiosus* var. *formosensis* Moncalvo, *P. fuscusquamulosus*, *Pleurotus purpureoolivaceus* Segedin, P. K. Buchanan & J. P. Wilkie, and *Pleurotus smithii* Guzman.

A relação entre essas espécies tem sido objeto de debate. Capelari & fungaro (2003) consideram *P. smithii* sinonímia de *P. cystidiosus* a partir de estudos moleculares, mas o material citado como *P. cystidiosus* incluindo Capelari (1999), segundo Menolli et al. (2013),

corresponde a *P. fuscosquamulosus*, complicando a relação da sinonímia, uma vez que Zerwakis et al. (2004) consideram *P. smithii* uma espécie válida considerando os critérios MSC, BSC e PSC, distinguindo-a pela morfologia tanto de seu basidioma quanto de seu estado anamórfico. Estes autores reconhecem no subgênero as espécies: *P. australis* (na Nova Zelândia e Austrália), *P. abalonus* (na Ásia e Hawaii), *P. fuscosquamulosus* (na África e Europa), *P. smithii* (no México) e *P. cystidiosus* sensu stricto (na América do Norte). *P. cystidiosus* e espécies relacionadas são amplamente cultivadas nos Estados Unidos, Canadá, Europa, Ásia e Austrália.

*Pleurotus cystidiosus* é facilmente diferenciado pela presença de pilocistídios na camada cortical do píleo, pelos esporos com 14 – 18 µm de comprimento (dos maiores entre o gênero), presença de pleurocistídios e queilocistídios globosos. A espécie em questão não é citada para o Brasil, tornando esse estudo pioneiro em citar sua primeira ocorrência no país. Dessa forma, o presente trabalho não apenas expande o conhecimento sobre sua distribuição geográfica, mas também investiga o potencial de cultivo em condições locais, investigando a viabilidade e desafios associados à sua produção.

### **Material e métodos**

A coleta foi realizada na Unidade de Conservação de Uso Sustentável do Amanã, no estado do Amazonas, junto a sede do Laboratório SALAS do Baré (3°56'7.45"S 61°4'16.06"O), uma área instituída por decreto estadual em 4 de agosto de 1998, sendo uma das maiores áreas protegidas em floresta tropical na América do Sul, com 2,3 milhões de hectares, compreendendo florestas de várzea e terra firme (IPHAN, 2024).

O material foi removido do substrato com auxílio de um canivete e acondicionado em um pote plástico, seguindo o recomendado por Putzke & Putzke (2018). Após, foi transportado para o Laboratório SALAS do Baré onde foi desidratado em estufa 40°C, a fim de preservar as estruturas. As análises macromorfológicas e micromorfológica foram feitas no

Laboratório de Taxonomia de Fungos da Universidade Federal do Pampa, seguindo os procedimentos de Putzke & Putzke (2018). As observações microscópicas foram feitas a partir de material montado em KOH a 3%, solução de vermelho Congo e reagente de Melzer.

O material coletado foi registrado no Herbário Bruno Edgar Irgang (HBEI), na Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), campus da cidade de São Gabriel, estado do Rio Grande do Sul, sul, Brasil.

O material foi isolado utilizando técnicas de reprodução assexuada, onde fragmentos do contexto do píleo foram retirados sob capela de fluxo laminar e depositados em placas com meio BDA (batata-dextrose-ágar). As placas inoculadas foram incubadas a 25°C em B.O.D., permitindo a colonização completa do meio de cultivo pelo micélio até atingir a borda da placa.

O meio de cultura foi preparado dissolvendo-se 39g de BDA em 1L de água destilada que havia sido fervida com 100g de serragem de eucalipto. A escolha de serragem de eucalipto e casca de arroz como substratos deve-se ao seu custo acessível e à alta disponibilidade na região. O pH foi ajustado para 6, e o meio foi autoclavado a 121°C por 20 minutos. O meio de cultura foi então vertido em placas de Petri e após, foram retirados pequenos discos miceliais das placas previamente isoladas e repicadas nas novas placas.

Para a preparação do substrato de cultivo, foram retirados fragmentos de micélio das placas completamente colonizadas e transferidos para frascos contendo um substrato composto por 80% de serragem de eucalipto e 20% de casca de arroz. Os frascos de vidro foram preenchidos com 600g da mistura e autoclavados a 121°C por 20 minutos. Após a autoclavagem e resfriamento, os frascos foram inoculados com discos miceliais de *P. cystidiosus* das placas em capela de fluxo laminar. Por último, os vidros foram armazenados em B.O.D. a 25°C, sem luz.

## Resultados e discussão

Esse trabalho reporta o primeiro registro de *P. cystidiosus* no estado do Amazonas, Brasil, colonizando raízes de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*). A identificação foi confirmada com base em características morfológicas e anatômicas, incluindo a presença de pleurocistídios e queilocistídios alongados, típicos da espécie. Até então, essa espécie havia sido relatada principalmente em regiões temperadas e subtropicais.

### Taxonomia

*Pleurotus cystidiosus* (Fig. 1 e 2)

Píleo partido, liso, esbranquiçado a ocráceo, branco, com até 8 cm de largura, liso, convexo a superficialmente depresso com a maturidade, escurecendo próximo ao ponto de inserção do estipe, amarelo pálido a esverdeado próximo à margem, tornando-se completamente pardo com a desidratação; Margem inteira, lisa, fina, reta na maturidade; Lamelas brancas a ocreas, próximas, densamente distribuídas, decurrentes, brancas a esbranquiçadas, com a margem distintamente amarelada na maturidade, tornando-se pardo-claro com a desidratação; Lamélulas presentes a partir da margem; contexto fino, branco a marfim, levemente amarelado próximo ao estipe com a desidratação; Estipe lateral, quase inexistente, fino; odor agradável.

Hifas de parede fina, fíbulas presentes, basídios tetrasporados, clavados, 40-55 x 7-10,6  $\mu\text{m}$ , esporos elipsoides, hialinos, (13-) 14,5-15 (-17,5) x 4-5,5  $\mu\text{m}$ ; Pileipélis fina, uma camada densa e entrelaçada de hifas de parede fina, (3-) 7-9 (-12)  $\mu\text{m}$  de diâmetro, hialinas em solução de KOH aquosa a 5%, amarelo claro no reagente de Melzer; trama da lamela regular, de parede fina, 3-8,5  $\mu\text{m}$  de diâmetro, hialinas em solução de KOH aquosa a 5%, hialinas com parede amarela clara no reagente de Melzer; hifas presentes, frequentes na trama do píleo; queilocistídios escassos, de 35-42 x 6-7  $\mu\text{m}$ , capitados, fusiformes a ventricosos, de parede fina, hialinos em solução de KOH aquosa a 5%, amarelo claro no reagente de Melzer;

Basidiósporos brancos (13-) 14,5-15,5 (-18) x 4,5-5,5 (-6)  $\mu\text{m}$ , elipsoides, de parede fina, com um pequeno apículo, não amiloides, hialinos em solução de KOH aquosa a 5%.

Os esporos com até 16  $\mu\text{m}$  de comprimento são os maiores entre as espécies de *Pleurotus* encontradas na América do Sul, inclusive com relação as descritas para a Argentina de acordo com LECHNER et al. (2004). Todas as demais tem menos de 10,5 (raro 12)  $\mu\text{m}$ .

Outra característica importante diz respeito as hifas da camada cortical, formando pilocistídios. É conhecida dos EUA a Argentina (Lechner et al., 2004), Paquistão, Índia, China e Coréia (Hussain et al., 2015).

Material examinado: BRASIL. Rio Grande do Sul - Santa Cruz do Sul, Cinturão Verde, Marisa T. L. Putzke, 18/06/2004, 18264 (HCB). Amazonas, junto a sede do projeto Salas Peixe-Boi, Reserva do Desenvolvimento Sustentável do Amanã, 19/04/2024, 148 (HBEI).

### **Cultivo e condições experimentais**

O cultivo foi realizado na Laboratório de Taxonomia de Fungos (Rio Grande do Sul), onde as temperaturas mais baixas durante o inverno representam um desafio para a formação de basidiomas. A formação de cogumelos se deu quando as temperaturas ultrapassaram os 25°C. Este comportamento está alinhado ao relato de Zervarkis et al. (1992), que destacam a capacidade do *P. cystidiosus* em produzir basidiomas de alta qualidade em temperaturas elevadas, entre 24-28°C, diferente de outras espécies de *Pleurotus* que requerem temperaturas abaixo de 18°C.

O cultivo em serragem e arroz se mostrou eficiente para a colonização e o desenvolvimento de basidiomas (Fig. 3), sugerindo que o uso de substratos compostos por serragem de eucalipto e casca de arroz permite a colonização eficiente de *P. cystidiosus*, o que pode sugerir potencial comercial em regiões tropicais. No entanto, é necessário ajustes no ambiente para que seja possível cultivar em temperaturas mais baixas no sul do Brasil.

Lechner & Albertó (2011), ao cultivarem *P. cystidiosus* notaram um crescimento lento da espécie em relação as demais espécies de *Pleurotus*, apresentando um tempo de colonização de 28 a 45 dias, sendo que o desenvolvimento dos primórdios levou mais de 45 dias. Além disso, os rendimentos obtidos foram baixos, com valores de eficiência biológica (BE) variando entre 0 e 30%. Os autores também determinaram que a temperatura ótima de crescimento para a espécie foi de 30°C, o que indica que a espécie requer temperaturas mais elevadas para maximizar seu desenvolvimento.

Garcia et al. (2020) cultivaram *P. cystidiosus* em cultura líquida empregando água de coco como meio de cultura. Neste estudo, a finalidade foi analisar a produção de biomassa micelial de quatro cepas de *P. cystidiosus*, bem como investigar a atividade antioxidante e o teor fenólico dos extratos de micélio dessas cepas. Foi comprovado que a cepa utilizada tem grande influência na produção de biomassa micelial e atividade antioxidante de *Pleurotus cystidiosus*. A cepa WS218-2 foi a mais eficaz, obtendo a maior quantidade de biomassa produzida.

Esses estudos demonstram a necessidade de buscar novos substratos que atendam as necessidades para melhorar a produtividade e a eficiência da espécie. Compreender as condições de cultivo e as características das diferentes cepas de *P. cystidiosus* é crucial para otimizar a produção deste cogumelo, especialmente em ambientes desafiadores como os encontrados na Amazônia.

### **Ecologia e distribuição**

A coleta foi encontrada em raízes de árvore de cupuaçuzeiro ainda viva (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K. Schum. - Malvaceae), o que sugere uma possível relação endofítica com a planta hospedeira, ao invés de uma simples decomposição de matéria orgânica morta. Este comportamento foi relatado por Lechner et al. (2004) que encontraram esse cogumelo crescendo em árvore viva não autóctone na Argentina. Isso destaca a potencial

capacidade de *P. cystidiosus* de se associar a hospedeiros vivos, o que pode influenciar seu comportamento ecológico.

Além disso, Zervakis et al. (2004) coletou amostras de *P. cystidiosus* e espécies similares em várias regiões do mundo, como América do Norte, Europa, África e Ásia. Eles mostram que *P. cystidiosus* possui uma variação genética relevante entre isolados de várias partes do mundo, como a Eurásia, África e América do Norte. Isso indica que a dispersão aconteceu previamente à criação de barreiras geográficas, com indivíduos se movendo gradualmente para novos territórios através de rotas terrestres. Nesse trabalho, os autores relatam a dificuldade em realizar uma identificação apenas com dados morfológicos, salientando a necessidade de análises moleculares, uma vez que muitas espécies amplamente distribuídas, como *P. cystidiosus*, podem ser parafiléticas. Isso significa que a morfologia observada pode não refletir adequadamente a diversidade genética e a história evolutiva, complicando a identificação e a classificação taxonômica.

### **CHAVE PARA AS ESPÉCIES DO SUBGÊNERO *COREMIOPLEUROTUS***

#### **CONHECIDAS:**

- 1.1 Pilocistídios presentes na camada cortical do píleo; pleurocistídios abundantes, (28-) 38-50 (-54) X 8-11 (-15)  $\mu\text{m}$ , hialinos, cilíndrico-subfusiforme ou as vezes subglobosos; queilocistídios globosos a subglobosos; esporos com 15 – 18  $\mu\text{m}$  de comprimento ..... *P. cystidiosus*
- 1.2 Pilocistídios; pleurocistídios ausentes ou raros em exemplares jovens; queilocistídios alongados até subcilíndricos, subfusiforme, mucronado ou subanceolado; esporos com até 13  $\mu\text{m}$  de comprimento..... 2
- 2.1 Esporos com 10,5-13,5 x 3,8-5  $\mu\text{m}$ ; queilocistídios com 23-39 x 7-8,5  $\mu\text{m}$ ; pleurocistídios ausentes ..... *P. abalonus*

2.2 Esporos com (8-) 12-13,6 (-14,4); pleurocistídios raros em indivíduos jovens; queilocistídio dimórfico: (1) comum, (15-) 20-52 x 6-10  $\mu\text{m}$ , hialino, cilíndrico ubfusiforme, mucronado ou lanceolado, and (2) muito raro, (15-) 20-25 (-30) x 11-16 (-18)  $\mu\text{m}$  .....  
.....*P. smithii*

## CONCLUSÕES

Embora diversos autores salientem a importância de dados moleculares para a confirmação de uma espécie, a identificação de *P. cystidiosus* foi realizada com sucesso utilizando dados morfológicos macroscópicos e microscópicos nesse trabalho. Se mostrando suficientes para confirmar a identidade da espécie. Sendo assim, em determinados casos, a morfologia pode fornecer informações valiosas e confiáveis. Além disso, as particularidades de cultivo observadas também suportam essa identificação.

Este estudo não apenas registra a primeira ocorrência de *P. cystidiosus* no Brasil, reportando uma distribuição geográfica mais ampla para a espécie, mas também demonstra a viabilidade de seu cultivo sob condições específicas, como a utilização de substratos locais e temperaturas controladas. Futuras pesquisas poderiam focar na otimização do cultivo em ambientes com temperaturas mais baixas, além de explorar o potencial simbiótico da espécie com plantas nativas.

## Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio Grande do Sul (FAPERGS) pelos recursos concedidos pelo projeto nº 21/2551-0001985-9 e ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) pelos recursos concedidos pelo processo nº 405564/2022-8.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

## Conflito de interesses

Os autores declaram que não há conflito de interesse.

### Contribuição dos autores

**Flavia Helena Aires Sousa:** principal contribuição para todas as etapas da pesquisa e escrita do manuscrito; análise da espécie.

**Jorge Renato Pinheiro Velloso:** escrita do manuscrito e identificação da espécie.

**Laura Amália Miranda da Costa:** cultivo da espécie e escrita do manuscrito.

**Evelise Leis Carvalho:** cultivo da espécie e escrita do manuscrito.

**Milene Farias Machado:** escrita do manuscrito e realização da ilustração.

**Marcos André Pinheiro Velloso:** escrita do manuscrito.

**Jair Putzke:** principal contribuição para todas as etapas da pesquisa e escrita do manuscrito; análise e coleta da espécie.

### Referências

**Capelari, M.,** 1999. First record of *Antromycopsis macrocarpa* for Brazil. *Mycotaxon* 72: 101e105.

**Capelari M, Fungaro MHP,** 2003. Determination of biological species and analysis of genetic variability by RAPD of isolates of *Pleurotus* subgenus *Coremiopleurotus*. *Mycological Research* 107: 1050e1054.

**Garcia, K., Garcia, C. J., Bustillos, R., & Dulay, R. M.** 2020. Mycelial biomass, antioxidant, and myco-actives of mycelia of abalone mushroom *Pleurotus cystidiosus* in liquid culture. *J Appl Biol Biotechnol*, 8(2), 94-97.

**Hussain, S.; Afshan, N.; Ahmad, H.; Khalid, A. N.** 2015. New report of the edible mushroom *Pleurotus cystidiosus* from Pakistan. *Austrian J. Mycol.* 24: 23 – 30.

**INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL (IPHAN).**

*Patrimônio Cultural Imaterial.* Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/651>.

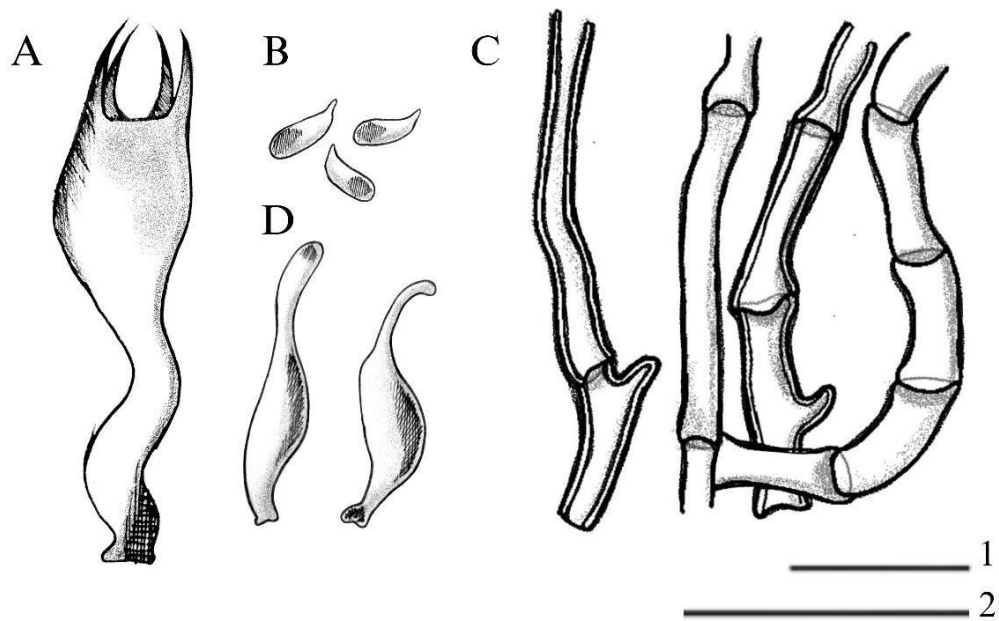
Acesso em: 18 set. 2024.

- Lechner, B. E., Wright, J. E., & Albertó, E.** 2004. The genus *Pleurotus* in Argentina. *Mycologia*, 96(4), 845-858.
- Lechner, B. E., & Albertó, E.** 2011. Search for new naturally occurring strains of *Pleurotus* to improve yields. *Pleurotus albidus* as a novel proposed species for mushroom production. *Revista Iberoamericana de micologia*, 28(4), 148-154.
- Mazidi, M. N. I. B. H., Ibrahim, R., & Yaacob, N. D.** 2020. The Growth Morphology and Yield of Grey Oyster Mushrooms (*Pleurotus sajor-caju*) Subjected to Different Durations of Acoustic Sound Treatment. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 767, No. 1, p. 012013). IOP Publishing.
- Menolli, N.; Breternitz, B.S. & Capelari M.** 2014. The genus *Pleurotus* in Brazil: A molecular and taxonomic overview. *Mycoscience* 55 (5): 378-389.
- Pereira, A. B.** 1988. O gênero *Pleurotus* (Fr.) Kummer no Rio Grande do Sul, Brasil. *Cadernos de Pesquisa*, 1(1), 19-45.
- Putzke, J.** 2002. Os gêneros *Pleurotus* e *Lentinus* (Agaricales, Basidiomycota, Fungos) no Brasil—I: Lista de espécies e chaves de identificação. *Cad. Pesq. sér. Biol*, 14, 67-75.
- Putzke, J.; Putzke, M. T. L.** 2018. Cogumelos (fungos Agaricales) encontrados no Brasil. Vol. 2. Editora JP.
- Yang, Z., Xu, J., Fu, Q., Fu, X., Shu, T., Bi, Y., & Song, B.** 2013. Antitumor activity of a polysaccharide from *Pleurotus eryngii* on mice bearing renal cancer. *Carbohydrate Polymers*, 95(2), 615-620.
- Zerwakis, G. I.; Moncalvo, J. M.; Vilgalys, R.** 2004. Molecular phylogeny, biogeography and speciation of the mushroom species *Pleurotus cystidiosus* and allied taxa. **Microbiology**, v. 150, n. 3, p. 715-726.



Figura 01 – Amostras frescas obtidas na Amazônia de *P. cystidiosus*. Escala = 10 mm.

Figure 01: Fresh samples obtained in the Amazon of *P. cystidiosus*. Scale = 10 mm.



**Figura 2:** Ilustração das estruturas de *P. cystidiosus*. A. Basídio (escala 10  $\mu\text{m}$ ); B. esporos (escala 10  $\mu\text{m}$ ); C. Pilocistídios (escala 30  $\mu\text{m}$ ) D. Queilocistídios (escala 10  $\mu\text{m}$ ). Ilustrações de Milene Farias Machado. Barra 1 = escala 10  $\mu\text{m}$  e barra 2 = 30  $\mu\text{m}$ .

**Figure 2:** Illustration of the structures of *P. cystidiosus*. A. Basidium (scale 10  $\mu\text{m}$ ); B. Spores (scale 10  $\mu\text{m}$ ); C. Pilocystidia (scale 30  $\mu\text{m}$ ) D. Cheilocystidia (scale 10  $\mu\text{m}$ ). Illustrations by Milene Farias Machado. Bar 1 = scale 10  $\mu\text{m}$  and bar 2 = 30  $\mu\text{m}$



**Figura 03** – Desenvolvimento de *P. cystidiosus* em condições de cultivo.

**Figure 03** – Development of *P. cystidiosus* under culture conditions.

## 4 CONCLUSÃO

Em suma, esse trabalho ampliou o conhecimento sobre o cultivo de *Pleurotus* spp., abordando diferentes aspectos sobre o que já se conhece e perspectivas futuras. Ainda que a espécie seja a segunda mais conhecida no mundo, ainda existem muitas lacunas a serem respondidas, especialmente quanto a organização taxonômica do gênero. Além disso, foi destacada a importância do aproveitamento de resíduos para promover uma economia circular, onde se mantém a sustentabilidade. Através desses estudos é possível investigar as necessidades dos fungos e aumentar sua eficiência biológica.

A metodologia de crescimento quadrático mostrou-se promissora, permitindo uma avaliação mais precisa para mensurar o crescimento micelial pois abrange a área total que o fungo ocupou na placa. Por fim, a nova ocorrência de *Pleurotus cystidiosus* registrada para a Amozônia brasileira amplia a distribuição geográfica da espécie e demonstra a viabilidade de seu cultivo sob condições específicas.

Essas abordagens são fundamentais para os avanços nas pesquisas relacionadas ao gênero *Pleurotus*. Sendo assim, apesar dos resultados positivos dessa dissertação, fica evidenciando a necessidade de mais estudos para explorar os potenciais aplicações do gênero.

## REFERÊNCIAS

AL-BARAKAH, F.N.; RADWAN, S.M.A.; ABDEL-AZIZ, R.A. Using biotechnology in recycling agricultural waste for sustainable agriculture and environmental protection. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**. v.2, p.446- 459. 2013.

ARAÚJO, N. L., AVELINO, K. V., HALABURA, M. I. W., MARIM, R. A., KASSEM, A. S. S., SANTANA, T. T., ... & DO VALLE, J. S. Produção de biomassa micelial e enzimas lignocelulolíticas de *Pleurotus* spp. em meio de cultivo líquido. **Research, Society and Development**, 10(1), e6810111406-e6810111406. 2021.

ARSHADI, N., NOURI, H., & MOGHIMI, H. Increasing the production of the bioactive compounds in medicinal mushrooms: an omics perspective. **Microbial Cell Factories**, 22(1), 11. 2023.

CORRÊA, R. C. G., BRUGNARI, T., BRACHT, A., PERALTA, R. M., & FERREIRA, I. C. Biotechnological, nutritional and therapeutic uses of *Pleurotus* spp. (Oyster mushroom) related

with its chemical composition: A review on the past decade findings. **Trends in Food Science & Technology**, 50, 103-117. 2016.

FAO. Moving forward on food loss and waste reduction. **The state of food and agriculture**. UN. 2019.

GUZMAN, G. 1975. New and interesting species of Agaricales of Mexico.

JONG, S.C., G. PENG. Identity and cultivation of a new commercial mushroom in Taiwan. *Mycologia* 67:1235-1238. Khan, M. A., & Tania, M. (2012). Nutritional and medicinal importance of *Pleurotus* mushrooms: an overview. **Food Reviews International**, 28(3), 313-329. 1975.

KAUFERT, F. The production of asexual spores by *Pleurotus corticatus*. **Mycologia** 27: 333-341. 1935.

KONG, W. S. Descriptions of commercially important *Pleurotus* species. Oyster mushroom cultivation. Part II. Oyster mushrooms. **Seoul: Heineart Incorporation**, 52(5), 54-61.

KOTADIYA, U., TALAVIYA, J., SHAH, K., & LATHIYA, S. (2021). Morphological and molecular identification of oyster mushroom [*Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm]. 2004.

MILLER, O. K. A new species of *Pleurotus* with a coremioid imperfect stage. **Mycologia** 61: 887-893. 1969.

MOHAMMAD, REZA A.S.E.F. Intersterility groups of *Pleurotus ostreatus* complex in Iran, **Mycology**, 3:2, 147-152, DOI: 10.1080/21501203.2012.659683. 2012.

NEDA, H., AND H. FURUKAWA. *Pleurotus abalonus* Han, Chen et Cheng, a newly cultivated mushroom in Japan. *Trans. Mycol. Soc. Japan* 28: 69-73. 1987.

PHILIPPOUSSIS, A. N. Production of mushrooms using agro-industrial residues as substrates. **Biotechnology for agro-industrial residues utilisation: Utilisation of agro-residues**, 163-196. 2009.

PHILIPPOUSSIS, A., ZERVAKIS, G., & DIAMANTOPOULOU, P. Bioconversion of agricultural lignocellulosic wastes through the cultivation of the edible mushrooms *Agrocybe aegerita*, *Volvariella volvacea* and *Pleurotus* spp. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, *17*, 191-200. 2001.

RAJARATHNAM, S., BANO, Z., & MILES, P. G. *Pleurotus* mushrooms. Part I A. morphology, life cycle, taxonomy, breeding, and cultivation. **Critical Reviews in Food Science & Nutrition**, *26*(2), 157-223. 1987.

RAMAN, J., JANG, K. Y., OH, Y. L., OH, M., IM, J. H., LAKSHMANAN, H., & SABARATHNAM, V. 2021. Cultivation and nutritional value of prominent *Pleurotus* spp.: an overview. **Mycobiology**, *49*(1), 1-14. 2021.

ZAKIL, F. A., XUAN, L. H., ZAMAN, N., ALAN, N. I., SALAHUTHEEN, N. A. A., SUEB, M. S. M., & ISHA, R. Growth performance and mineral analysis of *Pleurotus ostreatus* from various agricultural wastes mixed with rubber tree sawdust in Malaysia. **Bioresource Technology Reports**, *17*, 100873. 2022.