

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CAMPUS DE DRACENA

Giulio Sellin Miranda

Graduando em Engenharia Agrônômica

**Resíduos agroindustriais de cerveja e amendoim como
substrato para *Pleurotus* spp.**

Dracena

2024

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CAMPUS DE DRACENA

Giulio Sellin Miranda

Graduando em Engenharia Agrônômica

**Resíduos agroindustriais de cerveja e amendoim como
substrato para *Pleurotus* spp.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas –
Unesp, Câmpus de Dracena como parte das
exigências para conclusão do curso.

Orientador: Prof. Dr. Diego Cunha Zied
Coorientadores: Me. Lucas da Silva Alves
Eng. Agron. Pedro Afonso Gomes Teixeira

Dracena

2024

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Giulio Sellin Miranda, nascido em 04 de Abril de 1996, na cidade de Junqueirópolis/SP. Filho de Sueli Sellin e Sérgio Miranda, mudou-se para Dracena/SP, em 1999, onde cursou os ensinos fundamental e médio. Em 2019, ingressou na FCAT/UNESP de Dracena/SP, no curso de Engenharia Agrônômica. Participa do projeto de extensão Cursinho Pré-Vestibular Alvo, como professor de Inglês. Participou de grupos de estudo como o GAIA (Grupo de Ação em Impactos Ambientais) no primeiro ano de curso e o CECOG (Centro de Estudos em Cogumelos) desde 2020 até o presente momento. Orientado pelo Prof. Dr. Diego Cunha Zied, participou de muitas visitas técnicas, eventos presenciais e online, dentre eles o simpósio SIMA na Universidade Federal de Lavras, o SMAGRO na ESALQ-USP de Piracicaba e o IMAST.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
UNESP – CÂMPUS DE DRACENA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: "Resíduos Agroindustriais de Cerveja e Amendoim como Substratos para *Pleurotus* spp."

Modalidade: Trabalho de atividade de pesquisa

Autor: Giulio Sellin Miranda

Orientador: Prof. Dr. Diego Cunha Zied

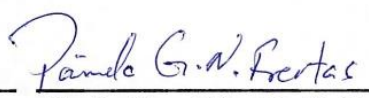
Co-orientador(es): Msc. Lucas da Silva Alves

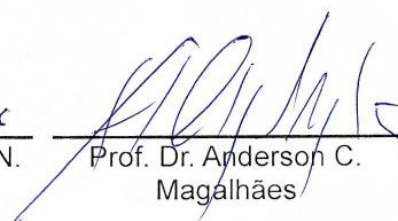
Eng. Agron. Pedro Afonso Gomes Teixeira

Número de Créditos: 12

Data da aprovação e correção de acordo com as sugestões da Banca: 05/06/2024


Prof. Dr. Diego C. Zied


Profa. Dra. Pâmela G. N.
Freitas


Prof. Dr. Anderson C.
Magalhães

DEDICATÓRIA

À Sueli Sellin e Nirse Rodrigues Trindade, que além de me criarem com muito carinho, foram a fonte de toda a força para poder redigir esse trabalho. Aos meus tios Marcos Aparecido Sellin, Noeli Sellin e Kátia Cristina Pellegrino Sellin, por serem exemplos de vida fundamentais para a minha formação pessoal e profissional. E ao meu primo Marcos Júnior, para que ele saiba que só a educação e o amor podem transformar o mundo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha mãe Sueli Sellin e a minha avó Nirse Rodrigues Trindade, por fornecerem toda a força necessária para finalizar esse trabalho.

Aos meus tios Marcos Aparecido Sellin, Noeli Sellin e Kátia Cristina Pellegrino Sellin, por serem exemplos de vida fundamentais para a minha formação pessoal e profissional.

Ao meu primo Marcos Júnior, para que ele saiba que só a educação e o amor podem mudar o mundo.

Aos meus amigos do Carga Positiva, que sempre acreditaram no meu potencial e nunca deixaram de me apoiar.

Ao grupo de estudos CECOG (Centro de Estudos em Cogumelos) que tornou possível a realização do meu experimento.

Ao meu orientador Prof. Dr. Diego Cunha Zied, pela parceria, ensinamentos, confiança e principalmente paciência.

E um agradecimento especial aos meus amigos Lucas da Silva Alves, Pedro Afonso Gomes Teixeira, Cinthia Elen Cardoso Caitano, Marcos Antônio da Silva Freitas e Wagner Gonçalves Vieira Júnior, por todas as vivências e ensinamentos durante essa etapa da minha vida. Obrigado por tudo!

*“Só existe saber na invenção, na reinvenção,
na busca inquieta, impaciente, permanente, que os
homens fazem no mundo, com o mundo e com os
outros”*

Paulo Freire

RESUMO

O shimeji (*Pleurotus* spp.) é um gênero de cogumelos pertencente à ordem Agaricales, sendo muito utilizado para fins culinários e medicinais. Esse trabalho teve como objetivo avaliar como o uso de dois diferentes resíduos agroindustriais influencia o desempenho na produção de duas espécies de *Pleurotus*. O experimento foi conduzido em esquema fatorial duplo, contendo 2 espécies x 2 resíduos agroindustriais, sendo 14 tratamentos, cada um com 8 repetições, totalizando 112 unidades experimentais. Para o cultivo, o substrato foi constituído de 43-83% de bagaço de cana-de-açúcar, 15 % de farelos de trigo e arroz, 0, 10, 20 e 40% de bagaço de malte de cevada (BMC) ou resíduo de beneficiamento de amendoim (RBA) e 2% de carbonato de cálcio, sendo posteriormente umedecido até atingir 70% de umidade. Em seguida, o substrato foi ensacado (0,7kg por saco), prensado, selado e submetido a autoclavagem a 121°C durante 4 horas. Feito isso, os blocos foram inoculados com 2% de inóculo. As linhagens utilizadas foram a 19/01 para *P. ostreatus* e 22/01 para *P. djamor*. Foram avaliados os seguintes parâmetros agrônômicos: produtividade (%), precocidade (%), massa total de basidiomas (g), massa média de basidiomas (g); número de basidiomas (u) e eficiência biológica (%). A produtividade, massas total e média de cogumelos, eficiência biológica e precocidade foram superiores para *P. ostreatus* do que para *P. djamor*, tanto para bagaço de malte de cevada quanto para resíduo de beneficiamento de amendoim. A técnica de *scratching* para *P. djamor* gerou um aumento no número de cogumelos entre os fluxos. Para o resíduo de beneficiamento de amendoim, a precocidade da espécie *P. ostreatus* aumentou de acordo com a quantidade de resíduo adicionada, enquanto para *P. djamor* há uma maior precocidade na faixa de 30%. Conclui-se que o uso de resíduos de BMC e RBA resulta em bons rendimentos agrônômicos e precocidade para *Pleurotus* spp.

Palavras-chave: Cogumelo, Shimeji, *P. djamor*, *P. ostreatus*.

ABSTRACT

Shimeji (*Pleurotus* spp.) is a genus of mushrooms belonging to the order Agaricales, widely used for culinary and medicinal purposes. This study aimed to evaluate how the use of two different agro-industrial residues influences the production performance of two *Pleurotus* species. The experiment was conducted in a double factorial scheme, containing 2 species x 2 agro-industrial residues, with 14 treatments, each with 8 replications, totaling 112 experimental units. For cultivation, the substrate consisted of 43-83% sugarcane bagasse, 15% wheat and rice bran, 0, 10, 20, and 40% barley malt bagasse (BMC) or peanut processing residue (RBA), and 2% calcium carbonate, moistened to achieve 70% humidity. The substrate was then bagged (0.7 kg per bag), pressed, sealed, and autoclaved at 121°C for 4 hours. Afterward, the blocks were inoculated with 2% inoculum. The strains used were 19/01 for *P. ostreatus* and 22/01 for *P. djamor*. The following agronomic parameters were evaluated: productivity (%), precocity (%), total basidioma mass (g), average basidioma mass (g); number of basidiomas (u) and biological efficiency (%). Productivity, total and average mushroom mass, biological efficiency, and precocity were higher for *P. ostreatus* than for *P. djamor*, regardless of whether barley malt bagasse or peanut processing residue was used. The scratching technique for *P. djamor* resulted in an increase in the number of mushrooms between the flushes. For peanut processing residue, the precocity of *P. ostreatus* increased with the amount of residue added, while for *P. djamor*, there was greater precocity at around 30%. It is concluded that the use of BMC and RBA residues results in good agronomic yields and precocity for *Pleurotus* spp.

Keywords: Mushroom, Shimeji, Productivity, Precocity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Preparo do bagaço de malte de cevada. a) Resíduo inicial úmido; b) Resíduo disposto para secagem; c) Resíduo final seco.....	21
Figura 2 - Preparo do resíduo do beneficiamento do amendoim. a) Resíduo inicial inteiro; b) Resíduo passando pelo processo de trituração; c) Resíduo final triturado.....	21
Figura 3 - Produção do inóculo. a) Matriz primária (cultivo líquido); b) Matriz secundária; c) Matriz terciária; d) Inóculo final.....	22
Figura 4 - Apresentação experimental do projeto.....	23
Figura 5 - Montagem dos blocos. a) Máquina de prensa; B) Bloco de 0,7 kg; c) Blocos dispostos em caixas para evitar perdas de umidade.....	24
Figura 6 - Inoculação. a) Linhagem 19/01 de <i>P. ostreatus</i> ; b) Linhagem 22/01 de <i>P. djamor</i> ; c) Inoculação dos blocos em câmara de fluxo laminar.....	24
Figura 7 - Blocos de acordo com os critérios de cultivo. a) Primeiro dia de incubação; b) Décimo dia, bloco de <i>P. ostreatus</i> ainda não colonizado por completo; c) Décimo dia, bloco de <i>P. djamor</i> completamente colonizado.....	25
Figura 8 - Indução da frutificação. a) Décimo quinto dia de incubação, blocos de <i>P. djamor</i> recém-abertos. b) Primórdios de <i>P. djamor</i> ; c) Décimo nono dia de incubação, primórdios de <i>P. ostreatus</i>	26
Figura 9 - Diferentes espécies de shimeji. a) ponto de colheita para shimeji-preto; b) Ponto de colheita para shimeji-salmão; c) Pesagem e contagem dos cogumelos.....	26
Figura 10 - <i>Scratching</i> . A) Bloco antes do <i>scratching</i> ; B) Blocos após o <i>scratching</i> ; C) Produção de <i>P. djamor</i> pós- <i>scratching</i>	27
Figura 11 - Precocidade de <i>Pleurotus</i> spp. em função da adição do resíduo de beneficiamento de amendoim (RBA) (a) e bagaço de malte de cevada (BMC) (b).....	31
Figura 12 - Número de cogumelos de <i>Pleurotus</i> spp. em função da adição do resíduo de bagaço de malte de cevada (BMC).....	34
Figura 13 - Interação entre diferentes espécies de <i>Pleurotus</i> e o resíduo de beneficiamento de amendoim (RBA) para o parâmetro produtividade (%). Médias	

seguidas por (*) entre as diferentes proporções de resíduo adicionado diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste t (LSD).....35

Figura 14 - Interação entre diferentes espécies de *Pleurotus* e o resíduo de beneficiamento de amendoim para o parâmetro massa total de cogumelos (g). Médias seguidas por (*) entre as diferentes proporções de resíduo adicionado diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste t (LSD).....36

Figura 15 - Interação entre diferentes espécies de *Pleurotus* e o resíduo de beneficiamento de amendoim (RBA) para o parâmetro número de cogumelos. Médias seguidas por (*) entre as diferentes proporções de resíduo adicionado diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste t (LSD).....38

Figura 16 - Interação entre diferentes espécies de *Pleurotus* e o resíduo de beneficiamento de amendoim (RBA) para o parâmetro precocidade.....37

Figura 17 - Interação entre diferentes espécies de *Pleurotus* e o resíduo de bagaço de malte de cevada (BMC) para o parâmetro produtividade (%).....37

Figura 18 - Interação entre diferentes espécies de *Pleurotus* e o resíduo de bagaço de malte de cevada para o parâmetro massa total de cogumelos (g).....38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise de variância (ANOVA) dos parâmetros produtivos do cultivo de *P. ostreatus* e *P. djamor* em função da adição do resíduo do beneficiamento do amendoim (RBA) ao substrato.....30

Tabela 2 - Análise de variância (ANOVA) dos parâmetros produtivos do cultivo de *P. ostreatus* e *P. djamor* em função da adição do bagaço de malte de cevada (BMC) ao substrato.....30

Tabela 3 - Aspectos agronômicos da produção de *P.ostreatus* e *P. djamor* em função da adição do resíduo do beneficiamento do amendoim ao substrato.....33

Tabela 4 - Aspectos agronômicos da produção de *P.ostreatus* e *P. djamor* em função da adição do resíduo do bagaço de malte de cevada ao substrato.....33

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. OBJETIVO.....	15
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	16
3.1 Reino fungi.....	16
3.1.1 Ordem Agaricales.....	17
3.2 Shimeji – Gênero <i>Pleurotus</i> spp.	18
3.3 Resíduos agroindustriais para o cultivo de cogumelo.....	18
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	20
4.1 Subprodutos (resíduos agroindustriais)	20
4.2 Produção de inóculo.....	21
4.3 Formulação do substrato.....	23
4.4 Inoculação e cultivo.....	24
4.5 Incubação e desenvolvimento micelial.....	25
4.6 Abertura dos blocos.....	25
4.7 Colheita.....	26
4.8 <i>Scratching</i>	27
4.9 Parâmetros agrônômicos avaliados.....	27
4.9.1 Produtividade.....	28
4.9.2 Precocidade.....	28
4.9.3 Massa total de basidiomas.....	28
4.9.4 Massa média de basidiomas.....	28
4.9.5 Número de basidiomas.....	29
4.9.6 Eficiência Biológica.....	29
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
5.1 Resultado da análise de variância (ANOVA).....	29

5.2 Efeito isolado da proporção de resíduos adicionada.....	31
5.3 Efeito isolado das espécies de <i>Pleurotus</i> cultivadas.....	32
5.4 Efeito interativo entre as diferentes proporções de adição de resíduo e espécies de <i>Pleurotus</i>	34
6. CONCLUSÕES.....	39
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40

1. INTRODUÇÃO

Os cogumelos não só oferecem uma experiência sensorial única através de sua textura e sabor, mas também representam uma importante fonte de nutrientes e compostos químicos benéficos para a saúde. Em particular, os cogumelos pertencentes ao gênero *Pleurotus* spp. se destacam por seus elevados teores de proteínas, além de apresentarem propriedades medicinais que podem contribuir para a prevenção de uma variedade de doenças, como hipertensão, colesterol alto e até mesmo câncer. Essa combinação de características faz dos cogumelos uma área de interesse crescente tanto para a gastronomia quanto para a pesquisa em saúde e nutrição.

Com a produção de cogumelos no Brasil em constante ascensão, o cenário vem sofrendo alteração, pois o cogumelo *Pleurotus ostreatus* var. Florida, conhecido popularmente por shimeji-branco, vem se destacando cada vez mais. Isto está ocorrendo, pois, as espécies de *Pleurotus* são fáceis, rápidas e baratas de produzir, além de possuírem ciclo curto em relação a outras espécies de cogumelos e baixa tecnologia de cultivo. Essa tendência reflete não apenas uma preferência do mercado, mas também uma resposta às demandas por eficiência e sustentabilidade na indústria de cogumelos.

Nos últimos anos, a expansão do agronegócio tem gerado um aumento significativo na produção de resíduos agroindustriais em diversas regiões, e na região da Nova Alta Paulista não é exceção. Caracterizada pela presença de empresas e cooperativas agrícolas proeminentes, a região enfrenta desafios relacionados ao descarte adequado de subprodutos, como o bagaço de malte de cevada e os resíduos do beneficiamento do amendoim. Diante disso, surge uma crescente preocupação por parte dos setores responsáveis, que reconhecem a necessidade de buscar alternativas sustentáveis para a gestão desses resíduos, visando não apenas a redução do impacto ambiental, mas também a potencialização de oportunidades econômicas locais. Uma proposta que tem ganhado destaque é a utilização desses subprodutos como substrato para a produção de cogumelos. Essa abordagem oferece uma alternativa viável e promissora, não apenas para mitigar os impactos ambientais associados à disposição inadequada de resíduos, mas também para explorar novas fontes de renda e promover o desenvolvimento sustentável à região.

O bagaço de malte de cevada é subproduto da fabricação de cerveja. Durante a produção, os grãos de cevada são processados, e, como produto intermediário, obtém-se

o mosto, que posteriormente será filtrado, produzindo assim o bagaço de malte. Para cada 100 kg de cevada utilizado na indústria como matéria-prima para a produção cervejeira, são gerados 132,02kg de resíduo úmido (Chimini *et al.*, 2021). Esse subproduto é fundamental na indústria cervejeira, representando cerca de 85% dos resíduos gerados. Disponível em grandes quantidades durante todo o ano e a um custo relativamente baixo, a indústria cervejeira tem um interesse significativo em reciclar esses resíduos. Uma abordagem comum é vender esses subprodutos para outras empresas, eliminando assim a necessidade de descartá-los. Essa prática não apenas reduz o desperdício, mas também pode gerar receita adicional para as cervejarias.

O crescimento na produção de amendoim tem gerado um aumento correspondente na geração de resíduos sólidos industriais. Durante todo o processo de beneficiamento do amendoim, uma variedade de resíduos sólidos é produzida. Portanto, torna-se essencial conduzir pesquisas científicas com o objetivo de desenvolver métodos para o aproveitamento eficiente desses resíduos de origem vegetal. Isso se justifica não apenas pelos impactos ambientais, mas também pelo bem-estar das comunidades locais, rentabilidade aos produtores e custos associados às empresas beneficiadoras.

2. OBJETIVO

Avaliar a produção de duas espécies de *Pleurotus* (*P. djamor* e *P. ostreatus*), utilizando diferentes resíduos agroindustriais - bagaço de malte de cevada e resíduo de beneficiamento do amendoim - como parte da formulação do substrato.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Reino Fungi

Os fungos são seres que podem ser encontrados em quase todos os ambientes, tanto terrestres quanto aquáticos, e têm a capacidade de colonizar uma grande variedade de substratos, incluindo solo, água, plantas e detritos orgânicos. Estima-se que existam entre 2,2 a 3,8 milhões de espécies de fungos, em contraste com as cerca de 120.000 espécies já descritas (Azevedo; Barata, 2018). Só no Brasil, possui mais de 3.600 espécies registradas. Destas, apenas 529 são listadas como ocorrentes no estado do Paraná. Estima-se que o número de espécies conhecidas no mundo todo não represente nem a metade da biodiversidade do reino (Kirk *et al.*, 2008; Pedroso *et al.*, 2020).

São organismos aclorofilados, que podem ser saprófitas ou parasitas, e ocasionalmente vivem em simbiose com outros organismos. Podem ser unicelulares ou pluricelulares, comumente filamentosos. Possuem paredes celulares distintas, compostas principalmente de quitina e/ou celulose, além de outros carboidratos complexos. Encontram-se em praticamente todos os ambientes, inclusive no ar, onde estruturas reprodutivas na forma de esporos estão presentes e prontas para gerar novas estruturas vegetativas e reprodutivas quando caem em um substrato adequado. Sua principal função é decompor resíduos orgânicos, embora ocasionalmente possam causar degradação de alimentos ou infectar seres vivos, agindo como parasitas e, eventualmente, levando à sua morte (Putzke; Putzke, 2013).

Os fungos desempenham papéis cruciais em diversos campos, desde a medicina até a indústria alimentícia e ambiental. Por exemplo, a Penicilina, um antibiótico vital, é derivada de fungos como o *Penicillium notatum* ou o *Penicillium chrysogenum*, que combatem infecções bacterianas no corpo. Além disso, os fungos são essenciais na produção de enzimas, proteínas e corantes, e cogumelos como o champignon e o shiitake são amplamente utilizados na indústria alimentícia. Outro papel importante dos fungos é na biorremediação, especialmente na decomposição de hidrocarbonetos presentes no petróleo e no gás natural. Eles têm a capacidade de limpar áreas contaminadas por esses combustíveis fósseis, reduzindo a poluição associada a eles. Além disso, os fungos contribuem para a limpeza e biodegradação de resíduos industriais, mantendo o equilíbrio ecológico ao servir como fonte de nutrição para diversas outras espécies (Pedroso *et al.*, 2020).

Do grupo de fungos pertencentes à classe Hymenomycetes, a ordem Agaricales é uma das maiores e mais importantes. Apresenta o maior número de espécies comestíveis, além de grande número de espécies tóxicas e venenosas. As espécies mais conhecidas e mais comuns pertencem a essa ordem (Urban, 2017).

3.1.1 Ordem Agaricales

De acordo com Carvalho *et al.* (2022), a Ordem Agaricales é uma das maiores dentro do filo Basidiomycota, pertencente ao Reino Fungi. Esses fungos desempenham um papel crucial na manutenção e equilíbrio dos ecossistemas, principalmente por serem em sua maioria decompositores de matéria orgânica, o que resulta na devolução de nutrientes ao solo. Além disso, têm grande relevância econômica, especialmente na indústria farmacêutica e alimentícia. Dada a importância dos Agaricales, acredita-se que muitas espécies desse grupo ainda não tenham sido descobertas, especialmente em regiões tropicais. No entanto, o número de cientistas dedicados ao estudo de fungos nessas regiões, especialmente na maioria dos domínios fitogeográficos brasileiros, ainda é pequeno.

Nos Agaricales, o basidiocarpo, mais conhecido por cogumelo, consiste principalmente no estipe (talo e haste) e no píleo (chapéu). Além de sua diversidade de formas, o píleo pode exibir variações significativas de cor e tipo de superfície, que vão desde lisa, escamosa, sedosa, rugosa até viscosa, podendo também reter vestígios do véu universal. Esse véu é uma membrana formada por hifas densamente entrelaçadas, por vezes soltas, que tem a função de proteger as lamelas de certas Agaricaceae, conferindo características taxonômicas peculiares. (Pegler; Spooner, 1994; Urban, 2004; Urban, 2017)

Dentre as espécies componentes da ordem Agaricales, quatro se destacam significativamente por serem amplamente cultivadas, especialmente para a produção de alimentos. São elas: o *Agaricus bisporus*, também conhecido como champignon comum ou de Paris, pertencente à família Agaricaceae; o *Lentinus edodes*, mais conhecido como Shiitake, da família Tricholomatacetaceae; o *Pleurotus ostreatus*, ou cogumelo de ostra, amplamente cultivado no oriente e pertence à família Pleurotaceae; e a *Volvariella volvacea*, chamada de Fukurotake, também popularmente cultivada no oriente e pertencente à família Pluteaceae (Novaes, 2007).

3.2 Shimeji – Gênero *Pleurotus* spp.

Os fungos do gênero *Pleurotus* spp. são os basidiomicetos mais avançados do Reino Fungi, amplamente distribuídos em todo o mundo, incluindo mais de 700 espécies e variedades. Devido ao seu fácil cultivo, alto rendimento e riqueza em nutrientes, são um dos mais preciosos cogumelos comestíveis comuns. Verificou-se que fungos desse gênero possuem muitos tipos de compostos, como terpenóides, esteróides, derivados de ácido fenólico, poliino e polissacarídeos, que possuem ricas atividades biológicas, incluindo antibacteriana, antinematóide, antiinflamatório, antitumoral, antioxidante e imunorregulador. Um dos componentes ativos de *Pleurotus* spp., os polissacarídeos, apresentaram propriedades antioxidantes, antienvelhecimento, anti-inflamatórias, imunomoduladoras antitumorais, antimicrobianas, antiobesidade, hipolipidêmicas e hipoglicêmicas (Yin *et al.*, 2022).

O gênero *Pleurotus* spp. é composto por espécies predominantemente cultivadas na China, Japão, outros países da Ásia e América do Norte. O cultivo desses cogumelos continua em expansão, tanto em volume de produção quanto em escala comercial. Na América Tropical são reconhecidas 38 espécies do gênero *Pleurotus*, das quais 31 são consideradas comestíveis. Todas essas espécies têm a capacidade de serem cultivadas em uma ampla gama de substratos, sendo particularmente recomendadas para regiões subtropicais e tropicais (Urban, 2017).

Atualmente, no Brasil, o cultivo e consumo de cogumelos do gênero *Pleurotus* tem aumentado de modo acentuado em função de vários fatores como a comercialização por seu valor gastronômico e devido a suas propriedades nutricionais, além de sua capacidade adaptativa à condição brasileira de clima tropical (Furlani & Godoy, 2007). Com a produção de cogumelos em constante ascensão, o cenário vem sofrendo alteração, pois o cogumelo mais consumido a décadas *Agaricus bisporus* (champignon de Paris), vem perdendo espaço para o *Pleurotus ostreatus* var. Florida, conhecido popularmente por shimeji-branco (Sanchez *et al.*, 2018).

3.3 Resíduos agroindustriais para o cultivo de cogumelos

Cada vez é maior a preocupação de pesquisadores em buscar novas alternativas de produção de alimentos, assim como o destino dos resíduos agroindustriais. É neste quadro que se insere o cultivo de cogumelos comestíveis, uma vez que estes resíduos podem ser empregados com sucesso no cultivo de cogumelos como o *Pleurotus* spp. Utilizando-se

substratos de baixo custo apresentando ainda a vantagem que seu substrato residual pode ser empregado de várias maneiras, como por exemplo, alimento para animais ou mesmo como fertilizante para o solo (Felinto, 1999).

As espécies de *Pleurotus* spp. podem crescer em substratos lignocelulósicos, devido à capacidade de degradar todos os componentes da parede celular vegetal, produzindo enzimas extracelulares para a degradação da lignina, celulose e hemicelulose. As principais enzimas desse complexo são hidrolases (celulases e hemicelulases) e ligninases (fenol oxidases e peroxidases). Estas classes de enzimas degradam a parede celular vegetal fornecendo ao fungo nutrientes como carbono, nitrogênio, enxofre, entre outros; fazendo com que os fungos tenham habilidade de crescer em diferentes substratos (Araújo *et al.*, 2021). Dentre eles, destacam-se os resíduos gerados pela agroindústria, como serragem de diversas árvores, fibra de coco, cascas, grãos, folhas, cachos de frutos, palha, bagaço de cana, frutos, borra de café, e vários tipos de madeira, como por exemplo o bambu (Alananbeh *et al.*, 2014; Ananbeh; Almomany, 2005; Ananbeh; Almomany, 2008; Ananbeh, 2003; Hasan *et al.*, 2015; Marlina *et al.*, 2015; Putzke, 2019; Rezanian *et al.*, 2017; Yang *et al.*, 2013).

O bagaço de malte de cevada caracteriza-se como um resíduo abundante disponível durante todo o ano a um custo acessível, além de possuir um alto valor nutricional, com aproximadamente 20% de proteínas, 70% de fibras e uma variedade de minerais como cálcio, ferro, magnésio e potássio, além de vitaminas do complexo B e aminoácidos essenciais como leucina, valina, alanina e serina, entre outros. No entanto, apesar de sua disponibilidade e composição química rica, o bagaço de malte tem sido pouco reutilizado como matéria-prima. Esta negligência pode acarretar problemas ambientais, pois sua decomposição favorece a proliferação de micro-organismos, enquanto sua incineração resulta na emissão de fumaça poluente. (Mussato *et al.*, 2006; Silva *et al.* 2020).

Nos últimos anos, a indústria do amendoim tem apresentado um crescimento significativo e ganhado destaque no mercado internacional. Segundo a EMBRAPA (2018), a produção brasileira de amendoim em 2018 atingiu 4.803 mil toneladas, representando um aumento de 25,1% em relação a 2017. Além disso, a área de plantio da primeira safra de amendoim na temporada 2018/19 está prevista para aumentar em 7,3% em comparação com a temporada anterior, alcançando 0,4 mil hectares. Apesar de uma ligeira redução na produtividade para 3.785 kg.ha⁻¹, houve um aumento na produção de 36,4% em relação a 2017/18, principalmente devido a sua utilização para renovação de

lavouras de cana-de-açúcar. No entanto, esse crescimento na produção de amendoim tem gerado um aumento correspondente na geração de resíduos sólidos industriais. Desde a colheita até o processo de blanchamento do amendoim, uma variedade de resíduos sólidos é produzida. Portanto, torna-se essencial conduzir pesquisas científicas com o objetivo de desenvolver métodos para o aproveitamento eficiente desses resíduos, tanto de origem vegetal quanto mineral. Isso se justifica não apenas pelos impactos ambientais, mas também pelo bem-estar das comunidades locais, pela rentabilidade dos produtores e pelos custos associados às empresas beneficiadoras. (Dalpian *et al.*, 2020)

4. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Centro de Estudo em Cogumelos (CECOG) da FCAT - Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas - Câmpus de Dracena da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP. O experimento foi em esquema fatorial 2x7 (2 espécies x 7 formulações), totalizando 14 tratamentos, com oito repetições, utilizando blocos contendo 0,7 kg de substrato, resultando em um total de 112 unidades experimentais. As espécies utilizadas foram *Pleurotus djamor* (shimeji-salmão) e *Pleurotus ostreatus* (shimeji-preto). Para as formulações, acrescentaram-se os resíduos de cevada e amendoim em diferentes doses (0, 10, 20 e 40%) para as duas espécies, à medida que se diminuía a quantidade de bagaço de cana-de-açúcar (83, 73, 63 e 53%), além da adição de 2% de calcita.

4.1 Subprodutos (resíduos agroindustriais)

Os subprodutos foram obtidos da seguinte maneira: o bagaço de malte de cevada foi cedido pela Cervejaria Dhuo, localizada em Dracena-SP. Já o resíduo do beneficiamento do amendoim foi fornecido pela Casul Filial Junqueirópolis, situada em Junqueirópolis-SP. O processo de preparo do bagaço de malte de cevada envolveu sua desidratação a céu aberto por um período de três dias (Figura 1). Já em relação ao resíduo de beneficiamento de amendoim, este passou por um processo de fragmentação das partículas, reduzindo-as a um tamanho inferior a 1 cm (Figura 2), preparando esses resíduos para as etapas posteriores do estudo.

Figura 1: Preparo do bagaço de malte de cevada. a) Resíduo inicial úmido; b) Resíduo disposto para secagem; c) Resíduo final seco.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 2: Preparo do resíduo do beneficiamento do amendoim. a) Resíduo inicial inteiro; b) Resíduo passando pelo processo de trituração; c) Resíduo final triturado.



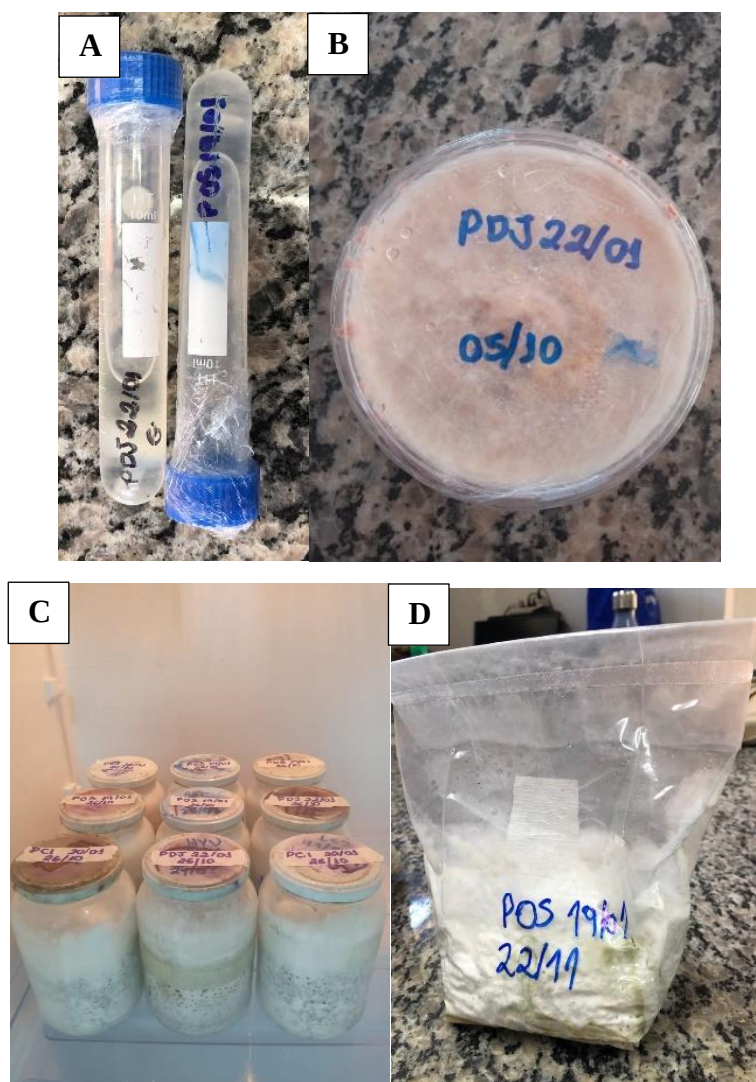
Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2 Produção de inóculo

O inóculo foi produzido através da metodologia proposta por Zied *et al.* (2018) produção de matriz primária, secundária, terciária e inóculo final. Na etapa de clonagem, foram empregados fragmentos do pílco, os quais foram acondicionados em placas de Petri contendo meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA) e incubados a temperatura de 26°C. Para a matriz secundária, após o fechamento das placas de matriz primária, fragmentos circulares foram obtidos utilizando um furador de cobre com espessura de 10mm e transferidos para pequenos tubos contendo água deionizada e novamente incubados. Em

seguida, a matriz terciária foi preparada em substrato contendo sementes de sorgo acrescidas de 20 g de calcita. Este material foi distribuído em frascos de vidro e autoclavados a uma temperatura de 121°C por 4 horas. Em seguida, em câmara de fluxo laminar, foram adicionados fragmentos provenientes da matriz secundária aos frascos, que foram então fechados e incubados à temperatura de 28°C. Finalmente, 2% da matriz terciária foi utilizado para a produção do "inóculo final", que foi incubado em temperatura de 25°C até a completa colonização e posteriormente utilizado para a inoculação do substrato (Figura 3).

Figura 3: Produção do inóculo. a) Matriz primária (cultivo líquido); b) Matriz secundária; c) Matriz terciária; d) Inóculo final.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.3 Formulação do substrato

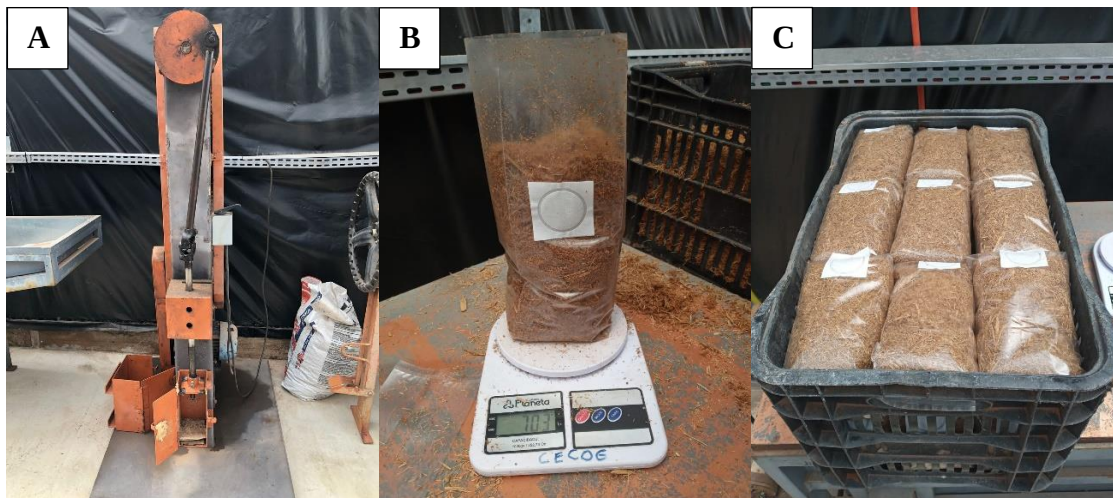
O substrato teve como base o bagaço de cana-de-açúcar, ao qual foram adicionados os resíduos de malte de cevada e de amendoim em diferentes proporções: 10%, 20% e 40% do volume total do substrato. Essa adição resultou na redução do teor de bagaço de cana-de-açúcar, enquanto o teor de farelo de trigo e algodão permaneceu constante (15%), além do acréscimo de 2% de calcita, conforme indicado na figura 4. Para a preparação dos blocos, o substrato foi homogeneizado em um misturador industrial e, em seguida, transferido para sacos plásticos de polietileno, cada um contendo 0,7 kg de substrato. Posteriormente, os blocos foram dispostos em caixas plásticas (Figura 5) para facilitar o transporte até a etapa de esterilização, onde os blocos foram submetidos a autoclavagem por um período de 4 horas a uma temperatura constante de 121°C.

Figura 4: Apresentação experimental do projeto.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 5: Montagem dos blocos. a) Máquina de prensa; b) Bloco de 0,7 kg; c) Blocos dispostos em caixas para evitar perdas de umidade.

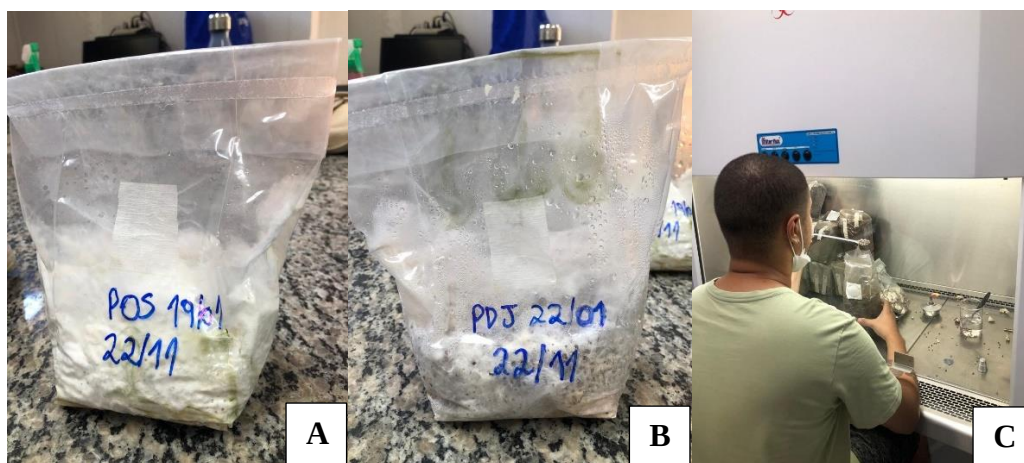


Fonte: Elaborado pelo autor.

4.4 Inoculação e cultivo

Para o cultivo, 0,7 kg de substrato foram alocados em sacos plásticos de polietileno, os quais foram autoclavados por 121°C durante 4 horas e posteriormente inoculados em câmara de fluxo laminar, com 2% de inóculo (Figura 6). O tempo de cultivo foi de aproximadamente 60 dias, resultando em 3 fluxos de colheita para cada espécie.

Figura 6: Inoculação. a) Linhagem 19/01 de *P. ostreatus*; b) Linhagem 22/01 de *P. djamor*; c) Inoculação dos blocos em câmara de fluxo laminar.

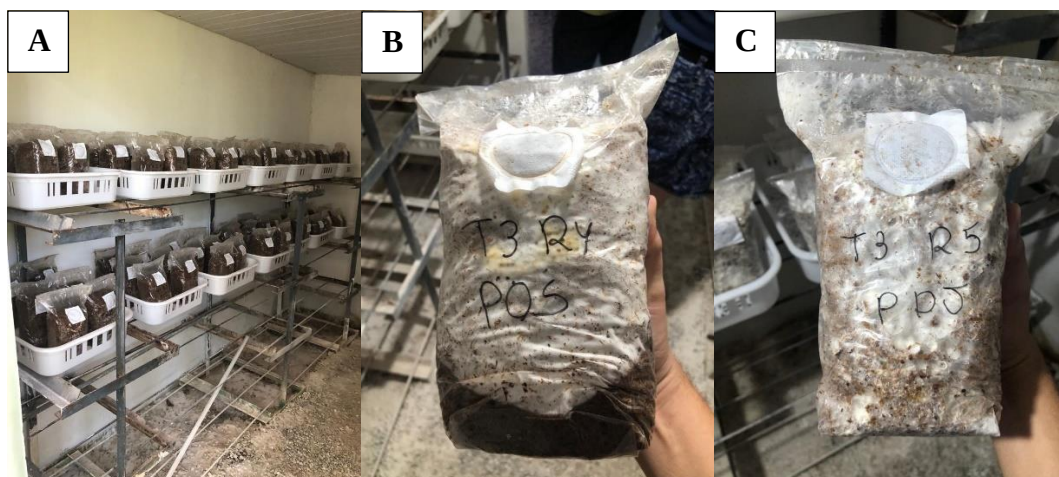


Fonte: Elaborado pelo autor.

4.5 Incubação e desenvolvimento micelial

Durante as duas primeiras semanas de incubação, foi evidente o avanço rápido do micélio esbranquiçado pelo substrato, até que o bloco tivesse sido completamente colonizado (Figura 7). Durante esse período, a temperatura do ar permaneceu em $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e a umidade relativa em $75 \pm 5\%$, em câmara de alvenaria.

Figura 7: Blocos de acordo com os critérios de cultivo. a) Primeiro dia de incubação; b) Décimo dia, bloco de *P. ostreatus* ainda não colonizado por completo; c) Décimo dia, bloco de *P. djamor* completamente colonizado.

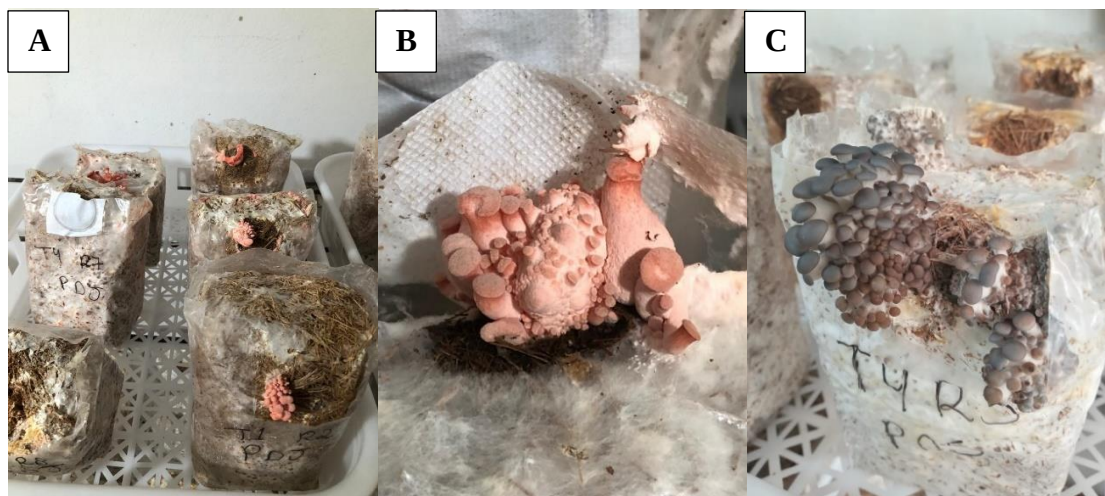


Fonte: Elaborado pelo autor.

4.6 Abertura dos blocos

A partir do décimo quinto dia, foi realizada a abertura dos blocos de shimeji-salmão. A abertura dos sacos foi feita com o auxílio de um bisturi e uma tesoura, devidamente esterilizados. A partir desse momento, para induzir o início da frutificação, a temperatura da câmara passou para $20 \pm 2^\circ\text{C}$. Os blocos de shimeji-preto só foram abertos no décimo nono dia (Figura 8).

Figura 8: Indução da frutificação. a) Décimo quinto dia de incubação, blocos de *P. djamor* recém-abertos. b) Primórdios de *P. djamor*; c) Décimo nono dia de incubação, primórdios de *P. ostreatus*.

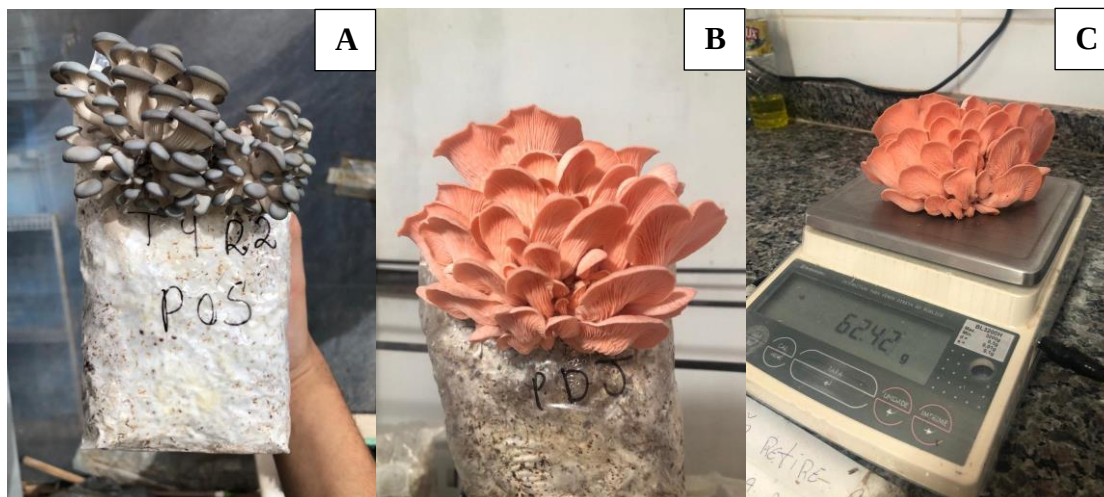


Fonte: Elaborado pelo autor.

4.7 Colheita

A colheita foi realizada de maneira manual, em três fluxos de produção, com duração de 14 dias para *P. djamor* e 13 dias para *P. ostreatus* para cada fluxo. Durante esse período, os cogumelos foram submetidos à pesagem e contagem para determinação dos parâmetros agrônômicos (Figura 9).

Figura 9. Diferentes espécies de shimeji. a) Ponto de colheita para shimeji-preto; b) Ponto de colheita para shimeji-salmão; c) Pesagem e contagem dos cogumelos.

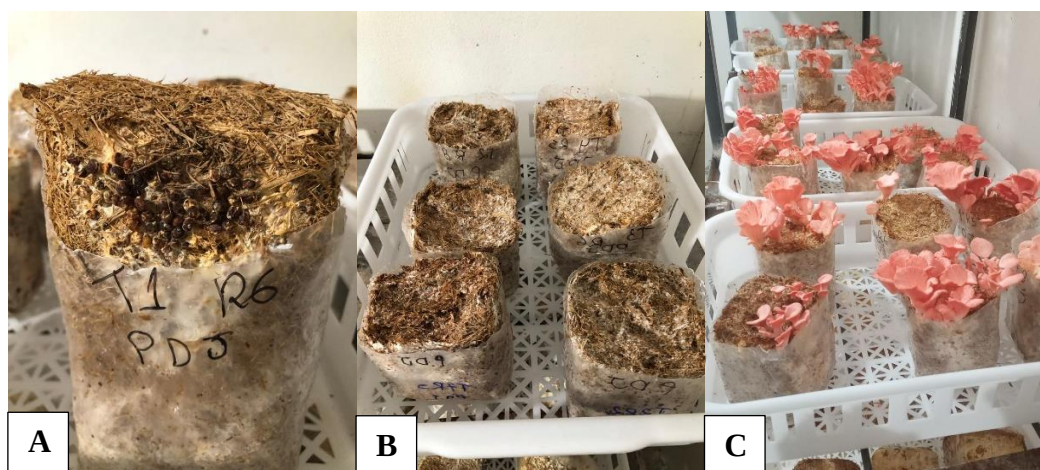


Fonte: Elaborado pelo autor.

4.8. *Scratching*

A técnica conhecida como *scratching* é frequentemente utilizada em algumas espécies de cogumelos para promover a frutificação do substrato (Figura 10). Essa prática envolve a remoção mecânica da primeira camada de micélio junto com a parte superior do substrato, que já está colonizado e envelhecido, para garantir uma frutificação uniforme. Após arranhar a superfície do substrato, aplica-se uma leve pulverização de água. Esse procedimento visa estimular a formação de corpos frutíferos, ou seja, os cogumelos propriamente ditos. A água ajuda a criar um ambiente úmido e propício para o desenvolvimento dos corpos frutíferos, facilitando assim o processo de frutificação (Vieira Júnior *et al.*, 2023). Para este trabalho, a técnica do *scratching* foi utilizada entre o segundo e terceiro fluxos de colheita para as espécies de *Pleurotus* cultivadas.

Figura 10. *Scratching*. A) Bloco antes do *scratching*; B) Blocos após o *scratching*; C) Produção de *P. djamor* pós-*scratching*.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.9 Parâmetros agronômicos avaliados

Os principais aspectos agronômicos a serem avaliados foram: produtividade do 1º, 2º e 3º fluxos (%); precocidade (%), massa total de basidiomas (g) massa média de cogumelos (g); número de cogumelos (u); eficiência biológica (%).

4.9.1 Produtividade

A produtividade (Pd) foi calculada pela relação entre a massa fresca de basidiomas (MFB) e a massa fresca do composto (MFC), segundo a equação de Zied, 2008:

$$Pd = (MFB/MFC) \times 100 (\%)$$

4.9.2 Precocidade

Após o início da frutificação, o período de colheita foi dividido em duas partes, ou seja, os primeiros cogumelos foram colhidos a partir da abertura dos blocos até a metade do ciclo (Zied, 2008). Assim o experimento contou com um período de 44 dias de colheita, os quais foram divididos em duas partes (primeiros 22 dias e últimos 22 dias). Dessa maneira, a precocidade foi calculada conforme a seguinte fórmula:

$$PC = (T1/Tt) \times 100 (\%),$$

Onde: T1 – representa a produção dos primeiros 22 dias após o início da frutificação;

Tt – representa a produção total, ou seja, 44 dias de colheita.

4.9.3 Massa total de basidiomas

A massa total de cogumelos (MC) foi obtida pela pesagem dos cogumelos frescos (produção – P) durante a fase de colheita e dividida pelo número de cogumelos (NB).

$$MC = (P/NB) (g)$$

4.9.4 Massa média de basidiomas

A massa média (Mm) foi estipulada através da razão da massa fresca total de cogumelos colhidos (MFcog) pelo número total de cogumelos colhidos (Ncog), através da seguinte fórmula (Zied, 2008):

$$Mm (g) = MFcog (g) / Ncog (total)$$

4.9.5 Número de basidiomas

O número de cogumelos (NB) foi determinado diariamente durante a fase de colheita, apenas com a contagem de cogumelos por bloco, pela fórmula:

$$NB = r1 + r2 + r3 + r4 + r5 + r6 + r7 + r8 \text{ (g)}$$

Onde r1 a r8 representam as repetições de cada tratamento.

4.9.6 Eficiência Biológica

Ainda segundo Zied (2008), a eficiência biológica (EB) é uma medida de produtividade, dada pela relação entre a massa fresca de basidiomas (MFB) e a massa seca do composto (MSC), multiplicada por 100, sendo determinada ao final do período de colheita, conforme a equação:

$$EB = (MFB/MSC) \times 100$$

4.10 Análise estatística

Os resultados obtidos foram testados a normalidade e homocedacidade, e submetidos à análise de variância (ANOVA), seguida da comparação de médias, utilizando o teste t e análise de regressão, a 5% de probabilidade, utilizando o software Sisvar (versão 5.8). Os gráficos foram confeccionados utilizando o software GraphPad Prism (versão 8.0).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Resultado da análise de variância (ANOVA)

As Tabelas 1 e 2 apresentam a análise de variância para diferentes espécies de *Pleurotus* cultivadas com diversas proporções de adição ao substrato do resíduo de beneficiamento do amendoim (RBA) e do bagaço de malte de cevada (BMC), respectivamente.

Observou-se que as proporções de adição ao substrato de RBA e BMC influenciaram significativamente o número de cogumelos, a precocidade e a produtividade no 1º e 3º fluxos para ambos os resíduos. Esses resultados indicam que o aproveitamento desses resíduos impactou positivamente a produção de *Pleurotus*. Além

disso, todas as espécies de *Pleurotus* analisadas apresentaram significância em todos os tratamentos avaliados nesta pesquisa.

Tabela 1: Análise de variância (ANOVA) dos parâmetros produtivos do cultivo de *P.ostreatus* e *P. djamor* em função da adição do resíduo do beneficiamento do amendoim (RBA) ao substrato.

F.V.	G.L.	F calculado								
		Eficiência	Massa	Nº de	Massa	Precoci-	Produtividade (%)			
		Biológica	total	cogumelos	média	dade	1º fluxo	2º fluxo	3º fluxo	TOTAL
(%)	(g)	(u)	(g)	(%)						
Proporções de RBA (A)	3	9.56**	9.60**	6.07*	0.21 ^{ns}	7.8**	5.57**	0.68 ^{ns}	11.52**	9.60**
Espécies de <i>Pleurotus</i> (B)	1	154.4**	154.7**	172.1**	169.76**	26.3**	23.7**	37.9**	4.90**	154.7**
Interação (AxB)	3	4.32**	4.36**	6.97**	0.24 ^{ns}	1.15 ^{ns}	2.8*	1.20 ^{ns}	2.73 ^{ns}	4.36**

F.V. Fator de variação. G.L.: graus de liberdade. *: significativo a 1%. **: significativo a 5%. ^{ns}: não significativo. Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 2: Análise de variância (ANOVA) dos parâmetros produtivos do cultivo de *P.ostreatus* e *P. djamor* em função da adição do bagaço de malte de cevada (BMC) ao substrato.

F.V.	G.L.	F calculado								
		Eficiência	Massa	Nº de	Massa	Precoci	Produtividade (%)			
		Biológica	total	cogumelo	média	-dade	1º fluxo	2º fluxo	3º fluxo	TOTAL
		(%)	(g)	s	(g)	(%)				
				(u)						
Proporções de BMC (A)	3	2.27 ^{ns}	2.29 ^{ns}	2.79*	1.03 ^{ns}	14.04*	11.9**	7.90**	5.81**	2.29 ^{ns}
Espécies de <i>Pleurotus</i> (B)	1	148.5**	148.5*	40.2**	43.09**	57.6**	73.6**	14.87**	8.9*	148.5**
Interação (AxB)	3	6.25**	6.26**	2.32 ^{ns}	2.21 ^{ns}	1.15 ^{ns}	0.14 ^{ns}	5.97 ^{ns}	1.96 ^{ns}	6.26**

F.V. Fator de variação. G.L.: graus de liberdade. *: significativo a 1%. **: significativo a 5%. ^{ns}: não significativo. Fonte: Elaborado pelo autor.

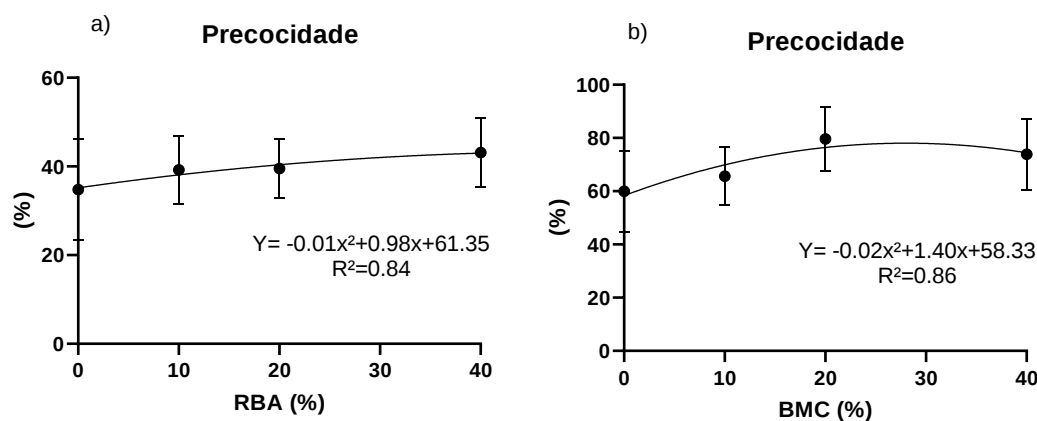
No que diz respeito aos fatores interativos (proporções de resíduo x espécies), a significância para RBA foi observada nas variáveis de eficiência biológica, massa total, número de cogumelos e produtividade do 1º fluxo e produtividade total. Para o resíduo BMC, os fatores interativos que mostraram significância foram a eficiência biológica, massa total e produtividade total.

5.2 Efeito isolado da proporção de resíduos adicionada

Como foi apresentado no tópico 5.1. deste trabalho, a precocidade foi influenciada pela adição dos resíduos RBA e BMC ao substrato de *Pleurotus*. A precocidade de cogumelos, ou o tempo necessário para que frutifiquem após a inoculação (Zied *et al.*, 2019), é crucial na produção devido a vários fatores.

Uma maior porcentagem de precocidade permite ciclos de cultivo mais curtos, aumentando a produtividade e a rentabilidade. Um ciclo mais rápido usa o substrato de forma eficiente, reduz riscos de contaminação e proporciona retorno financeiro mais rápido (Albertia *et al.*, 2021). Além disso é um fator crucial que otimiza o uso do espaço de cultivo, aumentando a capacidade produtiva, melhorando a eficiência e a lucratividade da produção de cogumelos (Vieira Júnior *et al.*, 2023). Na figura 11 são apresentadas a precocidade em função do resíduo de RBA e BMC.

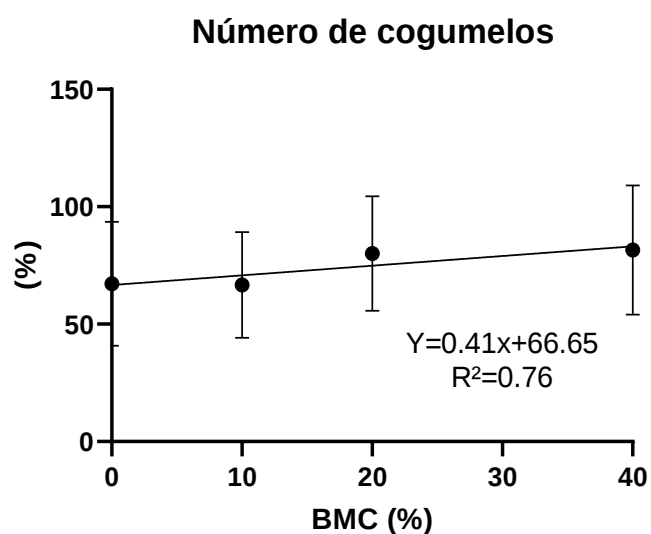
Figura 11: Precocidade de *Pleurotus* spp. em função da adição do resíduo de beneficiamento de amendoim (RBA) (a) e bagaço de malte de cevada (BMC) (b).



Fonte: Elaborado pelo autor.

Além disso, o número de cogumelos foi significativamente influenciado pela a adição de BMC, como demonstra a figura 12.

Figura 12. Número de cogumelos de *Pleurotus* spp. em função da adição do resíduo de bagaço de malte de cevada (BMC).



Fonte: Elaborado pelo autor.

O número de cogumelos é crucial na fungicultura. Um maior número de cogumelos refere-se a uma melhor utilização do substrato, resultando em maior rendimento e lucro além disso, tem impacto direto com o tempo gasto na colheita, pois com mais cogumelos colhidos por ciclo, são dedicados mais tempo e recursos ao processo (Chigor, 2017).

5.3 Efeito isolado das espécies de *Pleurotus* cultivadas

Tanto para o RBM (Tabela 3) quanto para o resíduo de BMC (Tabela 4), observou-se um melhor desempenho nos parâmetros de eficiência biológica, massa total de cogumelos, massa média de cogumelos, precocidade e produtividade total (1º e 2º fluxos) para a espécie *P. ostreatus*. A espécie *P. djamor* apresentou maiores valores apenas para número de cogumelos e produtividade do 3º fluxo.

Tabela 3: Aspectos agrônômicos da produção de *P.ostreatus* e *P. djamor* em função da adição do resíduo do beneficiamento do amendoim ao substrato.

Espécie	Eficiência Biológica (%)	Massa total (g)	N° de cogu- melos (u)	Massa média (g)	Precoci- dade (%)	Produtividade (%)			
						1° fluxo	2° fluxo	3° fluxo	TOTAL
<i>P. ostreatus</i>	46,07 a	209,62 a	50,75 b	4,44 a	76,9 a	17,33 a	8,11 a	4,50 b	29,94 a
<i>P. djamor</i>	32,25 b	146,72 b	114,53 a	1,33 b	63,8 b	12,44 b	2,68 b	5,84 a	20,96 b
C.V. (%)	11,36	11,35	23,53	33,04	14,60	26,95	65,29	30,61	11,35

*Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste t (LSD).

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 4: Aspectos agrônômicos da produção de *P.ostreatus* e *P. djamor* em função da adição do resíduo do bagaço de malte de cevada ao substrato.

Espécie	Eficiência biológica (%)	Massa total (g)	N° de cogu- melos (un)	Massa média (g)	Precoci- dade (%)	Produtividade (%)			
						1° fluxo	2° fluxo	3° fluxo	TOTAL
<i>P. ostreatus</i>	43,49 a	197,87 a	58,56 b	3,72 a	78,61 a	18,65 a	5,59 a	4,02 b	28,26 a
<i>P. djamor</i>	28,19 b	128,25 b	89,16 a	1,69 b	60,93 b	10,06 b	2,80 b	5,45 a	18,32 b
C.V. (%)	14,01	14,01	26,11	45,48	13,35	27,89	68,92	40,42	14,01

*Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste t (LSD).

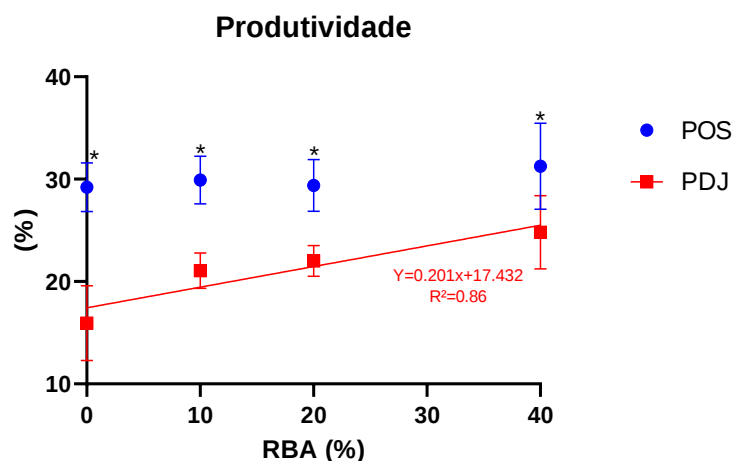
Fonte: Elaborado pelo autor.

A maior produtividade de *P. ostreatus* em comparação com o *P. djamor* pode ser explicada pela suplementação de farelo de trigo ao substrato. A suplementação de substrato é uma prática utilizada na produção de *Pleurotus* spp. para aumentar sua produtividade (Salama *et al.*, 2019). Quanto ao número de cogumelos, *P. djamor* apresentou melhores resultados que *P. ostreatus*. Vieira Júnior *et al.* (2023) concluiu que o *scratching* aumenta o número de cogumelos para *P. djamor* (38,5u com e 23,8u sem). Portanto, entende-se que a utilização de diferentes técnicas de produção pode ocasionar diferentes desempenhos entre as espécies de *Pleurotus*.

5.4 Efeito interativo entre as diferentes proporções de adição de resíduo e espécies de *Pleurotus*

Para o resíduo de beneficiamento do amendoim, a produtividade da espécie *P. ostreatus* foi de aproximadamente 30%, superando a espécie *P. djamor*, que obteve cerca de 20%. Entretanto, mesmo tendo um desempenho inferior, notou-se um incremento linear para *P. djamor*, criando uma relação diretamente proporcional entre a produtividade final e a dose do resíduo, ou seja, quanto maior a quantidade adicionada de resíduo de beneficiamento de amendoim ao substrato, maior o será o valor da produtividade final, conforme demonstrado na Figura 13. O mesmo comportamento foi observado para o parâmetro massa total de cogumelos, no qual também se verifica um aumento da massa total de cogumelos, conforme a adição do resíduo do amendoim (Figura 14).

Figura 13: Interação entre diferentes espécies de *Pleurotus* e o resíduo de beneficiamento de amendoim (RBA) para o parâmetro produtividade (%). Médias seguidas por (*) entre as diferentes proporções de resíduo adicionado diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste t (LSD).

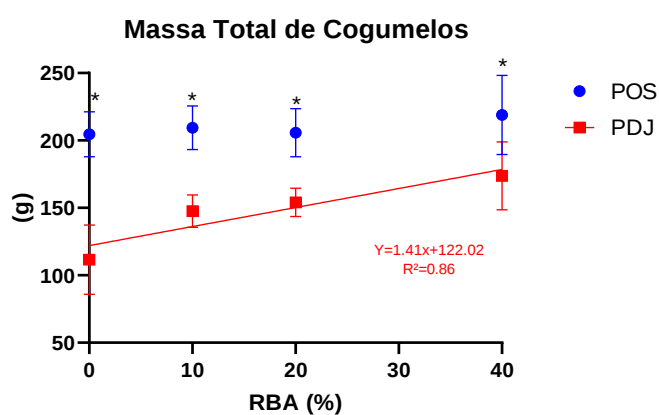


Fonte: Elaborado pelo autor.

No estudo conduzido por Khan *et al.* (2022), foi concluído que a casca de amendoim por si só não é capaz de produzir resultados satisfatórios na produção de *Pleurotus*. Concluiu-se que o melhor rendimento de cogumelos (337,68 g) foi obtido quando a casca

de amendoim foi combinada com resíduos de algodão. Esta combinação resultou em uma eficiência biológica máxima de 33,38%. Zied *et al.* (2019) também utilizou resíduos de amendoim, como suplemento para a produção de *P. ostreatus*, conseguindo aumentar sua eficiência biológica em até 61%.

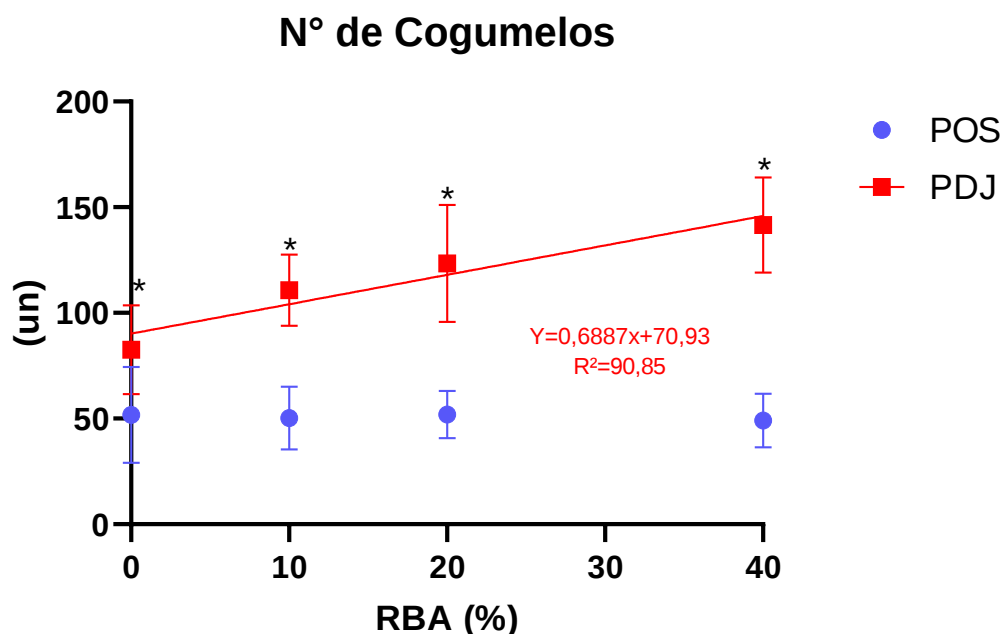
Figura 14: Interação entre diferentes espécies de *Pleurotus* e o resíduo de beneficiamento de amendoim para o parâmetro massa total de cogumelos (g). Médias seguidas por (*) entre as diferentes proporções de resíduo adicionado diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste t (LSD).



Fonte: Elaborado pelo autor.

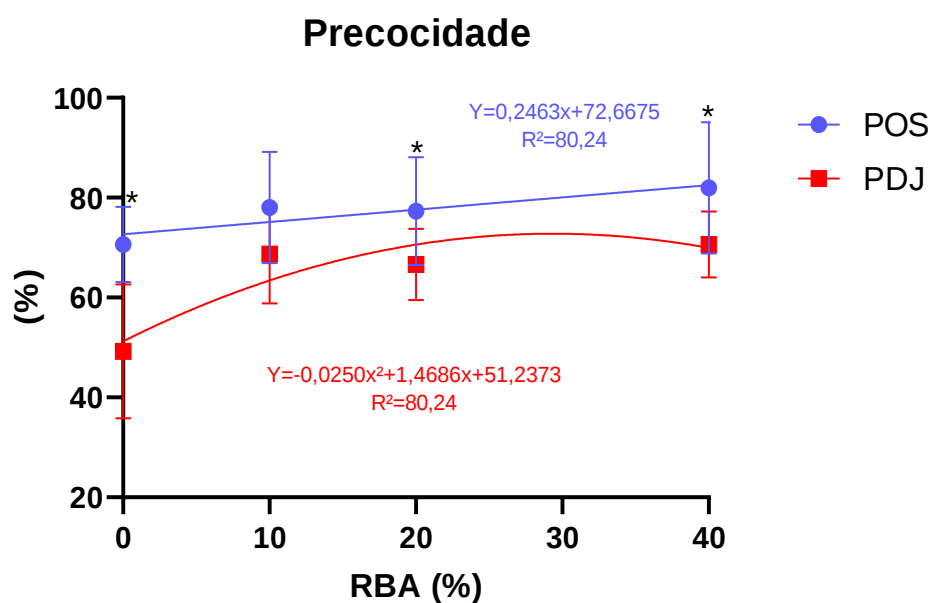
Para o parâmetro agrônômico número de cogumelos (Figura 15), a espécie *P. djamor* obteve melhores resultados, bem como a mesma linearidade demonstrada nos gráficos anteriores, evidenciando assim uma interação positiva com o resíduo de beneficiamento de amendoim. Segundo Zied (2019), o aproveitamento de resíduos de amendoim pode ser integrado como um complemento ao substrato durante a produção de *P. ostreatus*, contribuindo para fechar o ciclo de produção de alimentos de qualidade. Portanto, a adoção de práticas que possam transformar esses resíduos em alimentos de alta qualidade torna-se fundamental, fechando assim o ciclo de produção para benefício da população, através bioconversão em proteínas de fungos, amplamente reconhecida como cogumelos.

Figura 15: Interação entre diferentes espécies de *Pleurotus* e o resíduo de beneficiamento de amendoim (RBA) para o parâmetro número de cogumelos. Médias seguidas por (*) entre as diferentes proporções de resíduo adicionado diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste t (LSD).



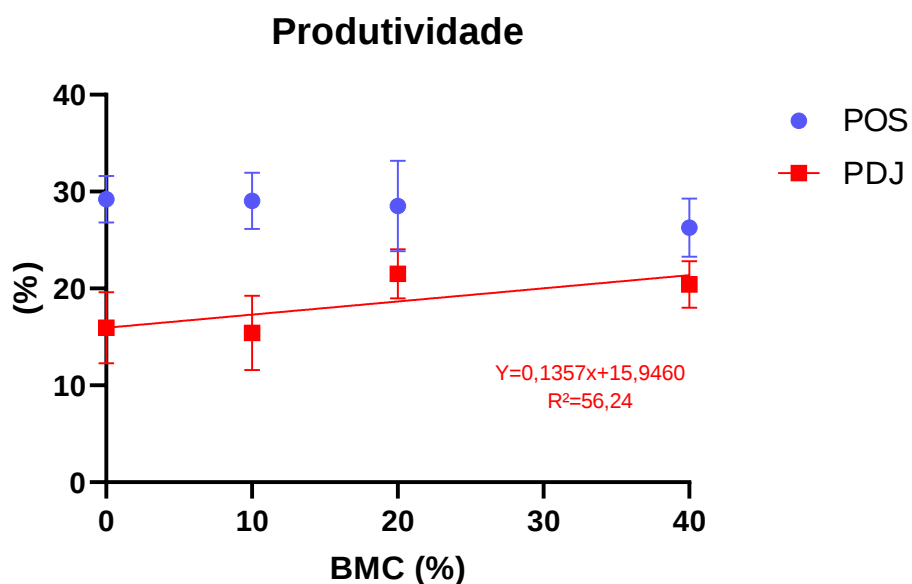
O cálculo da precocidade inicia-se dividindo o período de colheita em duas partes, ou seja, a primeira e a segunda metades do ciclo. Esse aspecto avalia o quanto uma espécie de cogumelo é capaz de produzir mais de 50% de sua produção na primeira metade do ciclo. De acordo com a Figura 15, ambas espécies de *Pleurotus* produziram mais de 50% da produção na primeira metade do ciclo, reforçando o que foi proposto por Zied (2008). Para precocidade, notou-se uma linearidade para *P. ostreatus*, enquanto *P. djamor* apresentou uma curva na qual o maior índice foi observado por volta de 30% da adição de resíduo de beneficiamento de amendoim ao substrato.

Figura 16: Interação entre diferentes espécies de *Pleurotus* e o resíduo de beneficiamento de amendoim (RBA) para o parâmetro precocidade.



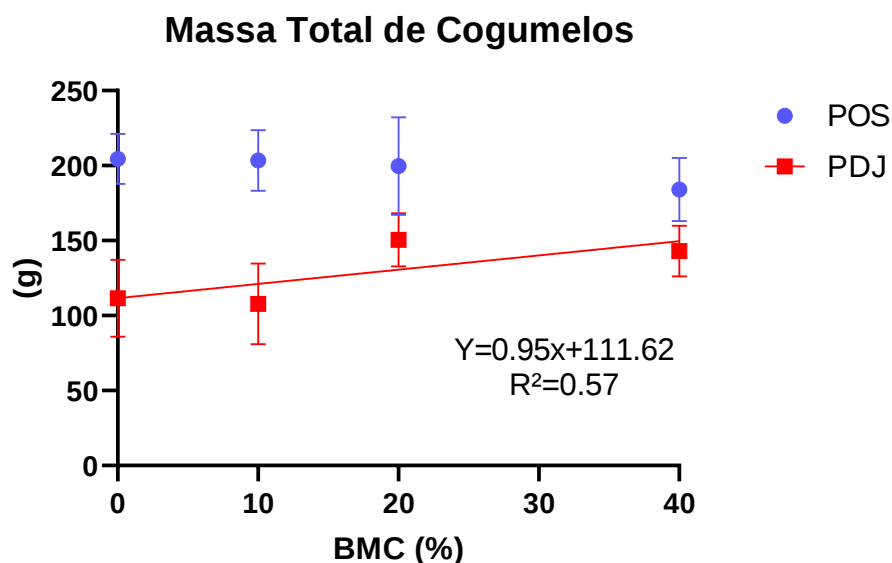
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 17: Interação entre diferentes espécies de *Pleurotus* e o resíduo de bagaço de malte de cevada (BMC) para o parâmetro produtividade (%).



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 18: Interação entre diferentes espécies de *Pleurotus* e o resíduo de bagaço de malte de cevada para o parâmetro massa total de cogumelos (g).



Fonte: Elaborado pelo autor.

Ganuza *et al.*, (2023) concluiu que grãos usados de cervejaria utilizados como substrato melhoram o rendimento da produção de *Pleurotus pulmonarius*, demonstrando que esse resíduo, frequentemente descartado pelas cervejarias, representa um recurso valioso que pode ser aproveitado para a produção de energia ou como alimento humano, como cogumelos. Isso promove uma abordagem sustentável dentro do conceito de economia circular. Ainda para *P. pulmonarius*, Chigor (2017) mostrou que os resíduos da cervejaria resultaram em um maior número de corpos de frutificação (25,5) e maior peso dos cogumelos (54,1g), indicando que os resíduos de cervejaria podem ser altamente eficazes para aumentar a produtividade e melhorar a qualidade dessa espécie do gênero *Pleurotus*.

6. CONCLUSÕES

- O uso dos resíduos de bagaço de malte de cevada (BMC) e de beneficiamento do amendoim (RBA) resultou em rendimentos agronômicos satisfatórios quando adicionados ao substrato de *Pleurotus* spp. O cogumelo *P. djamor* apresentou uma resposta linear com a adição de ambos os resíduos nas variáveis de produtividade, massa total e eficiência biológica, demonstrando ser uma espécie promissora para uma maior substituição e aproveitamento desses resíduos.
- Entretanto, numericamente, a produtividade, a massa total e média de cogumelos, a eficiência biológica e a precocidade foram superiores para o *P. ostreatus* em comparação ao *P. djamor*, independentemente do substrato utilizado.
- Foi observado que o *P. djamor* apresentou um aumento significativo no número de cogumelos em comparação ao *P. ostreatus*. Esse aumento pode ser atribuído à aplicação da técnica de *scratching*.
- A precocidade dos cogumelos *Pleurotus* spp. colhidos é consideravelmente afetada pela substituição dos resíduos BMC e RBA. Essa técnica pode ser uma abordagem interessante para promover uma colheita mais precoce no cultivo de cogumelos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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. Produção de biomassa micelial e enzimas lignocelulolíticas de *Pleurotus* spp. em meio de cultivo líquido. **Research, Society and Development**, Itabira, v. 10, n. 1, e6810111406, 2021
- ÁTILA, F. Evaluation of Suitability of Various Agro-Wastes for Productivity of *Pleurotus djamor*, *Pleurotus citrinopileatus* and *Pleurotus eryngii* Mushrooms. **Journal of Experimental Agriculture International**, West Bengal, v. 17, n. 5, p. 1-11, 2017.
- AZEVEDO, E.; BARATA, M. Diversidade no reino Fungi e aplicações à Indústria, **Revista Ciência Elementar**, [S.l.], v. 6, n. 4, p. 77, 2018.
- BELETTINI, M.B.; FIORDA, F.A.; MAIEVES, H.A.; TEIXEIRA, G.L.; ÁVILA, S.; HORNING, P.S.; JÚNIOR, A.M.; RIBANI, R.H. Factors affecting mushroom *Pleurotus* spp. **Saudi Journal of Biological Sciences**, Amsterdam, v. 26, p. 633-646, 2019.
- CARVALHO, S. K. de A. A.; MORAIS, I. L. de; CALAÇA, F. J. S. ; HANNIBAL, W. Agaricales in Brazil: an overview of scientific production, gaps and trends. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 3, p. e28911326458, 2022.
- CHIGOR, C.B. Effect of Supplements on Growth and Nutritional Content of *Pleurotus pulmonarius* Cultivated on Rice Straw. **Tropical Journal of Applied Natural Sciences**, [S. l.], v. 2, n. 1, p. 93-97, 2017.
- CHIMINI, A.C.; MARTINS, O.G.; PASSOS, J.R.S.; ANDRADE, M. Utilização de resíduo de cervejaria como substrato alternativo para a produção de *Ganoderma lucidum*. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, v. 14, n. 2, e8129, 2020.
- DALPIAN, A.S.M.; ALBUQUERQUE, E.B.; PRATES, G.A. Análise do resíduo sólido do amendoim na cadeia agroindustrial: Uma pesquisa bibliométrica. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 3, p. 10996-11002, 2020.
- FELINTO, A.S. **Cultivo de cogumelos comestíveis do gênero *Pleurotus* spp. em resíduos agroindustriais**. [S. l.]: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1999.
- FURLANI, R.P.Z., GODOY, H.T. Nutritional value of edible mushrooms. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 1, p. 154–157, 2007.
- GANUZA, M.; MEJIA, S.J.; ALBERTÓ, E. Reutilization of brewer's spent grain as spent mushroom substrate for the generation of biogas in a semi-continuous digester. **Waste and Biomass Valorization**, Dordrecht, v. 15, p. 2961–2971, 2024.
- LAUFENBERG, G.; KUNZ, B.; NYSTROEM, M. Transformation of vegetable waste into value added products: (A) the upgrading concept; (B) practical implementations. **Bioresource Technology**, Amsterdam, v.87, p.167–198, 2003.

- KHAN, N.A.; HASSAN, M.H.; ASLAM, S.; AMRAO, L. Use of peanut (*Arachis hypogaea*) shells wasre along with different agricultural wastes for the cultivation of *Pleurotus pulmonarius*. **Agricultural Sciences Journal**, [S. l.], v. 4, n. 1, p. 63-70. 2022.
- LIANG, Z.-C.; WU, C.-Y.; SHIEH, Z.-L.; CHENG, S.-L. Utilization of grass plants for cultivation of *Pleurotus citrinopileatus*. **International Biodeterioration & Biodegradation**, London, v. 63, p. 509–514, 2009.
- NOVAES, M. R. C. G. Cogumelos comestíveis da ordem Agaricales: Aspectos nutricionais e atividade farmacológica no câncer. **Infarma**, [S. l.], v.19, n.5/8, 2007.
- PEDROSO, N.A.; FERREIRA, L.K.N.; OLIVEIRA, J.R.; ANTIQUEIRA, L.M.O. Levantamento de Macrofungos do Reino Fungi Ocorrentes no Parque Nacional dos Campos Gerais, Paraná, Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, Pirassununga, v. 12, n. 1, p. 299-308, 2022.
- PUTZKE, J.; KLOTZ, A.L.; HEBERLE, M.A.; COGO, M.R.M.; PUTZKE, M.T. 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**, Belém, v. 13, n. 1, p. 103-111, 2019.
- PUTZKE, J.; PUTZKE, M. T. **Os reinos dos fungos**. 3. ed. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2013. 665 p.
- SAAD, A.L.M.; LIMA, F.S.; ANDRADE, M.C.N. Adubo orgânico consorciado com gramíneas para o cultivo do cogumelo *Ganoderma lucidum*, **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, v. 11, n. 2, p. 561-572, 2018.
- SALAMA, A.N.A.; ABDOL, A, A-K.; HELALY, A.A.; SALEM, E.A. Effect of different nutritional supplements on the productivity and quality of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*). **Al-Azhar Journal of Agricultural Research**, Cairo, v. 44, n. 2, p. 12-24, 2019.
- SANCHEZ, J.E.; ZIED, D.C., ALBERTÓ, E. “Edible mushroom production in the Americas”. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON MUSHROOM BIOLOGY AND MUSHROOM PRODUCTS, 9., 2018, Shangai and Zhangzhou. **Proceedings** [...]. Shangai: [s.n.], 2018.
- SILVA, L.F. da; SILVA, G.C.P.A. da; MARTINS, O.G.; PASSOS, J.R.S.; ANDRADE, M.C.N. Crescimento micelial de *Pleurotus ostreatus* em substratos suplementados com bagaço de malte. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, v. 14, n.3, p. 815-824, 2021.
- TOMBINI, C.; GODOY, J.S.; de MELLO, J.M.M.; JUNIOR, R.S.M; LAJÚS, C.R.; COSTELLA, M.F.; DALCANTON, F. Análise da gestão do resíduo bagaço de malte em cervejarias da região oeste e extremo oeste do estado de Santa Catarina. **Conjecturas**, [s. l.], v.22, n.8, 2022.
- TURKEKUL, I.; ELMASTAS, M.; TUZEN, M. Determination of iron, copper, manganese, zinc, lead, and cadmium in mushroom samples from Tokat, Turkey. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 84, p. 389-392, 2004.

URBEN, A. F..**Produção de cogumelos por meio de tecnologia chinesa modificada**. 3. ed. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2017.

VIEIRA JÚNIOR, W.G.; IOSSI, M.R.; ALBERTI, M.M.; DIAS, E.S.; PARDO-GIMENEZ, A.; ZIED, D.C. The application of the scratching technique has the same effect on *Pleurotus* spp.? **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 66, e23220736, 2023.

WANG, D.; SAKODA, A.; SUSUKI, M. Biological efficiency and nutritional value of *Pleurotus ostreatus* cultivated on spent beer grain. **Bioresource Technology**, Amsterdam, v. 78, p. 293-300, 2001.

WATERS, D.M.; JACOB, F.; TITZE, J.; ARENDT, E.K.; ZANNINI, E. Fibre, protein and mineral fortification of wheat bread through milled and fermented brewer's spent grain enrichment. **European Food Research and Technology**, Heidelberg, 2012.

YIN, Z.; SUN-WATERHOUSE, D.; WANG, J.; MA, C.WATERHOUSE, G.I.N.; KANG, W. Polysaccharides from edible fungi *Pleurotus* spp.: advances and perspectives. **Journal of Future Foods**, Pequim, v. 1, n. 2, p. 128-140, 2022.

ZIED, D.C.; PRADO, E.P.; DIAS, E.S.; PARDO, J.E.; PARDO-GIMENEZ, A. Use of peanut waste for oyster mushroom substrate supplementation - oyster mushroom and peanut waste. **Brazilian Journal of Microbiology**, Rio de Janeiro, v. 50, p.1021–1029, 2019.