

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

Maryene Severo da Silva

**Avaliação de técnicas de indução de primórdios em
*Hericium erinaceus***

Dracena
2025

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

Maryene Severo da Silva

**Avaliação de técnicas de indução de primórdios em
*Hericium erinaceus***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas – Unesp, Câmpus de Dracena como parte das exigências para graduação em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Prof. Dr. Diego Cunha Zied
Co-orientador: Ms. Pedro Afonso Gomes

Dracena
2025



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Dracena



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

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: Avaliação de técnicas de indução de primórdios em *Hericium erinaceus*.

Modalidade: Trabalho de Atividades de pesquisa


Autor: Maryene Severo da Silva

Orientador (a): Prof. Dr. Diego Cunha Zied


Co-orientador(es): Ms. Pedro Afonso Gomes

Número de Créditos: 12

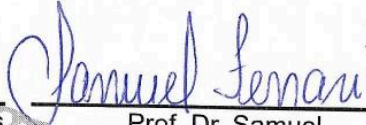
Data da aprovação e correção de acordo com as sugestões da Banca: 06/06/25



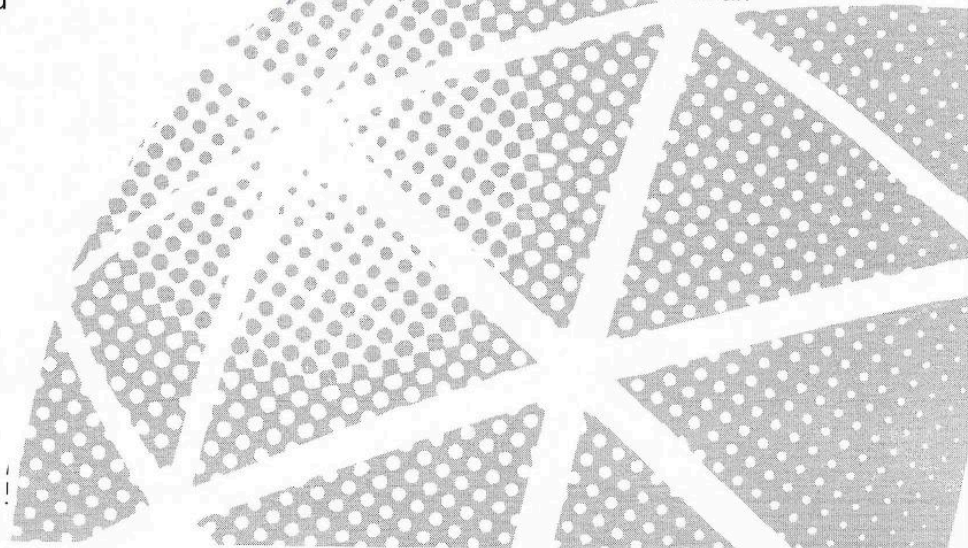
Prof. Dr. Diego Cunha
Zied



Prof. Dr. Paulo Renato Matos
Lopes



Prof. Dr. Samuel
Ferrari



DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Jorge Severo da Silva e Aparecida Bertim da Silva, que me educaram e tornaram possível mais essa conquista. São exemplos de vida que foram e continuam sendo fundamentais para minha formação pessoal e profissional. Em especial, dedico também à minha irmã, Yamila Severo, cuja motivação e apoio foram essenciais ao longo desses anos de faculdade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela força e sabedoria ao longo dessa jornada. À minha família, por todo o amor, apoio e fé em mim nos momentos mais difíceis.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), câmpus de Dracena – FCAT, pelo suporte institucional e acadêmico que possibilitou a realização deste estudo.

Ao Centro de Estudos de Cogumelos (CECOG), pela infraestrutura disponibilizada, apoio técnico e contribuição indispensável para o desenvolvimento experimental.

Registro minha profunda gratidão ao meu orientador, Prof. Dr. Diego Cunha Zied, pela orientação competente, confiança depositada e valiosa dedicação ao longo de todas as etapas deste trabalho. Sua trajetória acadêmica e entusiasmo foram inspirações determinantes para o meu crescimento pessoal e profissional.

Agradeço, com igual apreço, ao meu coorientador, Pedro Afonso Gomes, pelo suporte técnico constante, incentivo e pelas contribuições significativas que enriqueceram este estudo.

Às minhas amigas Rafaella Basso, Gabriele Baroni e Beatriz Alves, minha sincera gratidão pela amizade, incentivo e apoio durante os momentos de desafio e conquista. A presença de vocês tornou essa jornada mais leve, alegre e significativa.

Ao meu namorado, Leonardo Ueda, agradeço pelo amor, paciência e incentivo incondicional em cada etapa dessa caminhada. Sua presença constante foi um verdadeiro pilar de força e motivação nos dias mais difíceis.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), Brasil. Processo nº 2023/14603-0.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a concretização deste trabalho, o meu sincero e profundo muito obrigada.

“Houve um tempo em que me entristecia por não ter as mesmas oportunidades que aqueles com mais recursos. Foi então que meu pai, com serenidade me disse: - Fique tranquila filha, a diferença você faz com a caneta na mão.”

- Severo, Jorge.

RESUMO

Conhecido popularmente como juba de leão, cabeça de macaco ou cogumelo pom-pom, *Hericiium erinaceus* tem despertado interesse na população brasileira após a pandemia de COVID-19, principalmente devido às suas propriedades medicinais. As etapas de cultivo dessa espécie são semelhantes às utilizadas para *Lentinula edodes*; no entanto, ainda há um grande desconhecimento sobre o método ideal para a indução de primórdios em nível comercial, especialmente utilizando sacos plásticos. O presente estudo avaliou o impacto de diferentes técnicas de indução de primórdios e manejos de abertura de pacotes sobre o desempenho produtivo de *Hericiium erinaceus*. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e posteriormente comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A partir da análise estatística dos dados obtidos, foi possível identificar fatores que influenciam significativamente as variações de produção, contribuindo para o aprimoramento das estratégias de investigação desta espécie. Os resultados indicaram que a raspagem exerceu um efeito significativo na maioria das variações verificadas. No entanto, quando avaliada isoladamente, a mesma técnica apresentou impacto negativo na massa total, indicando que pode estimular a frutificação, mas com redução no tamanho dos cogumelos. Além disso, constatou-se que o fator luz não influenciou significativamente os parâmetros produtivos, sugerindo que variações na iluminação podem não ser determinantes para o cultivo de *H. erinaceus* nas condições testadas sendo eficiente para o período de incubação. Os diferentes métodos de abertura de pacotes influenciaram de forma significativa o rendimento produtivo. Tratamentos que envolvem múltiplos cortes ou remoção parcial do plástico resultam em maior eficiência biológica e produtividade, sugerindo que essas práticas favorecem a aeração e a troca gasosa, criando condições mais adequadas para a frutificação de *H. erinaceus*. Entre as estratégias de abertura dos pacotes, a técnica de Dois Orifícios Frontal e Trás foi a mais eficiente, proporcionando maior produtividade e eficiência biológica, enquanto o corte frontal isolado resultou nos menores índices produtivos, evidenciando a influência do manejo na performance da cultura. Desta forma, os resultados deste estudo contribuem para o desenvolvimento de protocolos de cultivo mais eficientes, indicando que a combinação entre técnicas de indução de primórdios e manejo adequado do substrato pode maximizar a produtividade e a qualidade dos cogumelos.

Palavras-chave: *Hericiium erinaceus*. Indução de primórdios. *Scratching*. Luminosidade. Produtividade.

ABSTRACT

Popularly known as lion's mane, monkey's head or pom-pom mushroom, *Hericium erinaceus* has aroused interest in the Brazilian population after the COVID-19 pandemic, mainly due to its medicinal properties. The cultivation steps of this species are similar to those used for *Lentinula edodes*; however, there is still a great lack of knowledge about the ideal method for inducing primordia at a commercial level, especially using plastic bags. The present study evaluated the impact of different primordia induction techniques and package opening managements on the productive performance of *Hericium erinaceus*. The results obtained were subjected to analysis of variance (ANOVA) and subsequently compared by Tukey's test at 5% probability. From the statistical analysis of the data obtained, it was possible to identify factors that significantly influence production variations, contributing to the improvement of research strategies for this species. The results indicated that scraping had a significant effect on most of the variations observed. However, when evaluated in isolation, the same technique had a negative impact on the total mass, indicating that it can stimulate fruiting, but with a reduction in the size of the mushrooms. In addition, it was found that the light factor did not significantly influence the production parameters, suggesting that variations in lighting may not be decisive for the cultivation of *H. erinaceus* under the conditions tested, being efficient for the incubation period. The different methods of opening the packages significantly influenced the production yield. Treatments involving multiple cuts or partial removal of the plastic result in greater biological efficiency and productivity, suggesting that these practices favor aeration and gas exchange, creating more suitable conditions for the fruiting of *H. erinaceus*. Among the package opening strategies, the Two Holes Front and Back technique was the most efficient, providing greater productivity and biological efficiency, while the isolated front cut resulted in the lowest production rates, evidencing the influence of management on crop performance. Thus, the results of this study contribute to the development of more efficient cultivation protocols, indicating that the combination of primordia induction techniques and adequate substrate management can maximize mushroom productivity and quality.

Keywords: *Hericium erinaceus*. Primordia induction. Scratching. Light exposure. Yield.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Etapas de produção de inóculo, sendo: A - matriz primária, B - matriz secundária, C - matriz terciária, e D inóculo.....	07
Figura 2 - Etapas de produção do substrato, sendo: A - substrato umedecido, e B - substrato seco.....	08
Figura 3 - Inoculação dos Blocos em Câmara de fluxo.....	09
Figura 4 - Manejo da luminosidade como lona.....	10
Figura 5 - Etapas de abertura dos blocos e técnica de scratching , sendo: A, B e C - bloco submetido a scratching e aparição de primórdios e, D - bloco não submetido a técnica de scratching.....	11
Figura 6 - Diagrama com as atividades que foram realizadas, juntamente com os 6 tratamentos, em um esquema de fatorial duplo.....	12
Figura 7 - Colheita do <i>Hericium erinaceus</i> : ponto ideal de colheita.....	12
Figura 8 - Etapas de produção do Matriz primária para utilização no segundo experimento.....	13
Figura 9 - Visão frontal dos blocos, destaque onde se realizará o manejo para a abertura do saco, sendo: A. corte na parte frontal, B. corte na parte frontal e traseira do saco, C. abertura de dois orifícios na parte frontal, D. abertura de dois orifícios na parte frontal e traseira do saco, E. retirada do saco, e F. abertura superior do saco e aplicação ou não dos scratching.....	14
Figura 10 - Visão frontal dos blocos, aplicado manejo para a abertura do saco.....	15
Figura 11 - Percentagem de colonização dos blocos de <i>erinaceus</i> submetidos a variáveis de exposição de luz ao 10° dia após a inoculação.....	18

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Percentagem de colonização do micélio de *H. erinaceus* observadas no 10° e 15° dia após a inoculação, submetidos a exposição de luz de 24 horas de escuro, 24 hs de luz, e 12 hs de luz e de 12 horas de escuro.....17
- Tabela 2 - Análise de variância para os parâmetros produtivos total de *H. Erinaceus* submetidos ao tratamento de luz e scratching e a interação de ambos os fatores sobre as variáveis de produção.....19
- Tabela 3 - Massa total, número de cogumelos e eficiência biológica (E.B.) obtidas através da aplicação ou não da técnica do scratching em *H. erinaceus*.....21
- Tabela 4 - Efeito da indução de primórdio de *Hericium erinaceus*, considerando diferentes manejos de frutificação.....24
- Tabela 5 - Desempenho produtivo de cogumelos *Hericium erinaceus* em diferentes manejos para a abertura do saco: massa total, número de cogumelos, massa média, eficiência biológica e produtividade.....25

LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- E.B.: Eficiência Biológica.
- Prod.: Produtividade.
- M.M. : Massa Média.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	01
2	OBJETIVOS.....	01
2.1.	Objetivo Geral.....	01
2.2.	Objetivos Específicos.....	02
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	02
3.1.	<i>Hericiium erinaceus</i>	02
3.2.	Indução de Primórdios.....	03
3.2.1	Luz.....	03
3.2.2	Temperatura.....	04
3.2.3	Danos Físicos.....	04
3.3.	Mercado Nacional.....	05
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	06
4.1.	Local.....	06
4.2.	Microrganismo Utilizado.....	06
4.3.	Substrato.....	07
4.4.	Primeiro Experimento.....	08
4.4.1	Inoculação.....	08
4.4.2	Colheita dos Cogumelos.....	12
4.5.	Segundo Experimento.....	13
4.6.	Variáveis Analisadas.....	14
4.7.	Protocolos Analíticos.....	15
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
6	CONCLUSÃO.....	26
7	REFERÊNCIA.....	27

1 INTRODUÇÃO

Os cogumelos são conhecidos e consumidos a séculos nos países orientais (Ahmad *et al.*, 2023). Estima-se que existam pelo menos 12.000 espécies de macrofungos, das quais 2.000 são comestíveis, 35 são cultivadas comercialmente e apenas 10 são cultivadas a nível industrial (Mahar *et al.*, 2020). Os gêneros que se destacam são *Lentinula*, *Pleurotus*, *Auricularia* e *Agaricus* (Royse *et al.*, 2017).

Ambientalmente correto, os cogumelos podem ser cultivados em diversos resíduos agroindustriais, em pequenos espaços físicos, num curto período de tempo, proporcionando a geração de um alimento com elevada qualidade nutricional (Zied *et al.*, 2023). Outra característica peculiar dos cogumelos é a não emissão de gases poluentes, como por exemplo o metano, responsável em parte pelo aquecimento global.

Ademais, são ricos em minerais, água, vitaminas, aminoácidos essenciais e não-essenciais, carboidratos, fibras dietéticas, ergosterol, polissacarídeos e outras biomoléculas, possibilitando sua utilização como alimento funcional (Ma *et al.*, 2018; He *et al.*, 2020).

No Brasil o consumo de cogumelo é crescente, bem como a diversificação de espécies encontradas no mercado, proporcionando ao consumidor uma oportunidade de experimentar novas receitas culinárias. Assim sendo, algumas espécies podem ser mencionadas: *Hypsizygus marmoreus* (buna shimeji), *Flammulina velutipes* (enoki), *Grifola frondosa* (maitake), *Agrocybe aegerita* (cogumelo chocolate), *Hericiium erinaceus* (juba de leão), etc.

2 OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Definir as condições ideais para a indução de primórdios de *Hericium erinaceus*, considerando a técnica de scratching, o período de exposição à luz e o manejo dos sacos plásticos, no contexto de um projeto composto por duas etapas subsequentes e complementares.

2.2. Objetivos Específicos

Este trabalho teve como objetivos específicos:

- Avaliar o efeito da técnica de scratching (raspagem) sobre o desempenho produtivo de *Hericium erinaceus* cultivado em sacos plásticos com substratos axênicos.
- Verificar a influência de diferentes períodos de exposição à luz na indução de primórdios e no desenvolvimento dos basidiomas de *H. erinaceus*.
- Comparar os efeitos de distintos métodos de abertura de pacotes (cortes e orifícios) sobre a frutificação, eficiência biológica, número de cogumelos e produtividade.
- Identificar a combinação mais eficiente entre técnica de indução de primórdios e manejo do substrato para otimizar a produção comercial de *Hericium erinaceus*.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1. *Hericium erinaceus*

Conhecido popularmente como juba de leão, cabeça de macaco, ou até cogumelo pom- pom, o *H. erinaceum* vem despertando interesse da população brasileira após a pandemia COVID 19. Hampshire *et al.* (2021), destacam que após o contágio da SARS- CoV-2, algumas pessoas acabam sendo acometidas por uma série de sintomas neurológicos, que vão desde confusão mental, ao comprometimento cognitivo e ao delírio. Ademais, a reinfecção periódica corresponde a um dano cumulativo servindo para acelerar o processo neurodegenerativo (Abate *et al.*, 2020). Neste contexto, o *H. erinaceus* mostram efeitos pleiotrópicos que poderiam fornecer uma abordagem multimodal para o manejo da COVID-19, por meio de efeitos anti virais, anti- inflamatórios e imunomoduladores, que reduzem a produção de citocinas. Como resultado, suplementos dietéticos e nutracêuticos baseados na experiência etnomicológica em cogumelos mostraram-se promissores na prevenção e tratamento desta doença (Slomski, 2021). Complementarmente, este cogumelo auxilia no tratamento do câncer (Minato *et al.*, 1999), demência (Kawagishi *et al.*, 2008), hipercolesterolemia (Liang *et al.*, 2013) e hiperglicemia (Thongbai *et al.*, 2015).

Recentemente, foi publicado uma revisão extremamente interessante intitulada “*Hericium erinaceus* in neurodegenerative diseases: from bench to bedside and beyond, how far from the shoreline?” a qual descreve detalhadamente seus efeitos farmacológicos e medicinais (Brandalise *et al.*, 2023).

As etapas de cultivo adotadas na produção de *H. erinaceus* são semelhantes às utilizadas para *Lentinula edodes*, sendo estas: produção do inóculo, preparo do substrato, inoculação e corrida do micélio, indução de primórdios e colheita (Atila, 2019). A quantidade de inóculo usada comercialmente no Brasil é de 4% a massa úmida do substrato, no entanto a quantidade reportada na literatura é de 2 a 3% (Atila, 2019b; Turk *et al.*, 2021). O substrato à base de serragem, suplementada com farelo de trigo e arroz, apresenta boa produtividade (Chutima Sukul *et al.*, 2023). O manejo para a indução de primórdios é diversificado, influenciado pelo tipo de embalagem (pote ou saco/bolsa) (Yamanaka, 2017).

No Brasil, na maioria das vezes, a produção de *H. erinaceus* é realizada em potes de polietileno de alta densidade (PEAD), a qual, acomoda aproximadamente 800 gramas de substrato úmido.

Deve-se destacar que a indução de primórdios não ocorre apenas pela abertura do pote plástico, a qual disponibiliza um maior teor de oxigênio ao fungo, mas também pelo fornecimento de luz, em diferentes intensidade e períodos. Neste sentido a adoção de tecnologias de cultivo que permitam o fungicultor obter produtividade elevada e constante durante todas as estações do ano, se faz necessário, proporcionando ao consumidor final uma possível redução do valor comercial do produto.

3.2. Indução de primórdios

Fatores ambientais envolvendo processos físicos e fisiológicos, individualmente ou combinados, são utilizados para a indução de primórdios. Processos físicos incluem luz, temperatura e injúria, enquanto processos fisiológicos incluem componentes gasosos (Sakamoto, 2018).

3.2.1. Luz

A luz é crucial para a morfogênese em fungos e para diferenciação do píleo em basidiomicetos, com algumas exceções. Considera-se que alguns fungos formadores de cogumelos são estimulados pela luz para a reprodução sexual, no entanto o tipo de luz e a frequência de exposição é incerta (Sakamoto, 2018). O comprimento de onda efetivo para indução de primórdios em *Coprinus congregatus* é de 280 nm para onda ultravioleta e 520 nm para luz azul (Durand e Furuya, 1985). Deve-se ressaltar que esses comprimentos de ondas ocorrem naturalmente durante o dia, em um ambiente natural, como o da floresta.

3.2.2. Temperatura

De todos os fatores físicos que afetam o crescimento dos fungos, a temperatura é certamente uma das mais importantes e mais estudadas. A redução da temperatura pode ser utilizada como choque térmico, vindo a induzir a reprodução sexuada (Pardo Giménez *et al.*, 2020). Nestas condições, a queda de temperatura de 25 °C para 18°C seria interpretado pelo sistema fisiológico do fungo como indicador de frutificação, antes do início do inverno (Dias e Brito, 2017).

Zied *et al.* (2017) ressalta que a redução de 7°C em relação a temperatura ótima de desenvolvimento micelial, favorece a formação de primórdios. No entanto, os primórdios de algumas espécies podem ser induzidos sem qualquer mudança de

temperatura (Muraguchi *et al.*, 2015). A origem geográfica de uma determinada espécie de cogumelo pode expressar a exigência de temperaturas específicas para a indução de primórdios (Lu *et al.*, 2020).

3.2.3. Danos físicos

Processos físicos aplicados ao micélio já desenvolvido vêm sendo utilizados há décadas na indução de primórdios em cultivos comerciais (Dias *et al.*, 2021). A técnica conhecida como ruffling é comumente empregada na produção de *Agaricus bisporus* e consiste em passar um rastelo a uma profundidade aproximada de 2 cm, com a finalidade de romper o micélio que alcançou a superfície da camada de cobertura (Pardo Giménez *et al.*, 2017).

Já o scratching é realizado diretamente sobre a parte superior do substrato completamente colonizado, com o intuito de remover tanto o inóculo residual quanto o excesso de micélio (ou estroma) da espécie em cultivo (Yamanaka, 2017). Após a raspagem, é comum a aplicação de irrigação para favorecer o surgimento de primórdios. De acordo com Alberti *et al.* (2020), a utilização dessa técnica em *Pleurotus djamor* resultou em um aumento no número de cogumelos, embora tenha ocorrido uma redução na massa individual dos mesmos. Entretanto, para a espécie *Hericium erinaceus* (cogumelo Juba de Leão), ainda não há literatura científica consolidada sobre os efeitos da técnica de raspagem do micélio, sendo necessário mais estudos para avaliar sua eficácia e possíveis impactos na produção.

3.3. Mercado Nacional

O consumo de cogumelos nacional tem raízes que remetem à antiguidade sendo pouco expressivas quando comparado a países asiáticos ou europeus, onde esse fungo é tradicionalmente incorporado à dieta. Seus registros remontam de pelo menos 2000 anos na China, sendo inicialmente utilizados com fins alimentares e rituais. Dados da FAO (2011) destacam que a China atua líder mundial na produção de cogumelos, com mais de 5 milhões de toneladas, seguida por Itália e Estados Unidos. Em contraste, o Brasil apresenta uma produção modesta, estimada em cerca de 12.000 toneladas anuais, não entrando entre os dez maiores produtores globais (ANPC, 2013).

Apesar do baixo consumo por pessoa, aproximadamente 288 g por habitante ao ano (URBEN *et al.*, 2017), frente a 1,3 kg na Itália, 2,0 kg na França, 4,0 kg na Alemanha e 8,0 kg na China. Estima-se que entre 2017 e 2021 houve um crescimento de até 9% no consumo nacional (Urban, 2017). Contudo, esse aumento ainda não foi suficiente para equilibrar a balança entre oferta e demanda, sendo comum a importação de cogumelos (Gomes, 2018).

A produção nacional é concentrada principalmente nas regiões Sul e Sudeste, com destaque para o estado de São Paulo, responsável pela maior parte do cultivo e consumo (Gomes, 2016). Os cogumelos mais consumidos são o Champignon de Paris (*Agaricus bisporus*), o Shimeji (*Pleurotus ostreatus*) e o Shitake (*Lentinula edodes*), sendo os dois últimos comercializados predominantemente in natura (URBEN *et al.*, 2017).

Nesse contexto, o cogumelo *Hericium erinaceus*, conhecido popularmente como "juba de leão", surge como uma alternativa promissora. Trata-se de um basidiomiceto comestível, tradicionalmente utilizado na medicina oriental, cujas propriedades nutricionais e terapêuticas têm despertado o interesse da comunidade científica. Estudos recentes apontam seus efeitos no tratamento de demências e declínio cognitivo, devido à capacidade de estimular a produção do Fator de Crescimento Neural (NGF), atravessando a barreira hematoencefálica e promovendo neurogênese, além de reduzir o estresse oxidativo (Ghosh *et al.*, 2021; Ryu *et al.*, 2021).

Com uma população cada vez mais envelhecida e uma crescente prevalência de doenças neurodegenerativas, como Alzheimer e Parkinson, cresce também a demanda por alimentos funcionais e suplementos naturais. O *H. erinaceus*, nesse sentido, representa uma oportunidade estratégica para diversificação da produção brasileira de cogumelos, unindo apelo nutricional, medicinal e potencial de mercado. Seu uso, já difundido em países asiáticos, pode contribuir não apenas para a ampliação do consumo de cogumelos no Brasil, mas também para a valorização de cultivos de alto valor agregado e com propriedades terapêuticas relevantes.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Local

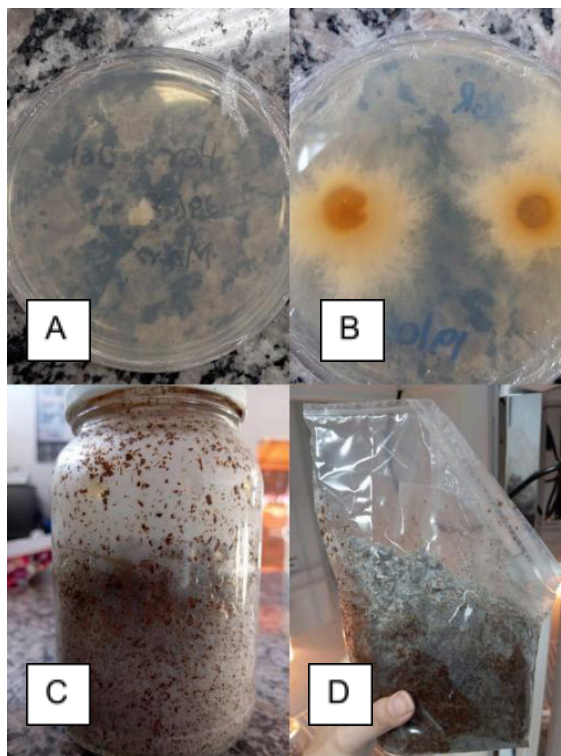
O projeto foi desenvolvido no Centro de Estudos em Cogumelos (CECOG), vinculado à Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas (FCAT/UNESP), Câmpus de Dracena, e compreendeu a condução de dois experimentos realizados de forma sequencial.

4.2. Microrganismo Utilizado

Para a produção do inóculo, foi utilizada a linhagem HEE 23/01 de *Hericium erinaceus*, gentilmente cedida pelo laboratório comercial Funghi & Flora, localizado em Valinhos, Estado de São Paulo, Brasil. Essa linhagem já é cultivada comercialmente por algumas empresas brasileiras, como a Quinta dos Cogumelos (quintadoscogumelos.com.br) e a Terra Vita Cogumelos (terravitacogumelos.com.br).

O preparo do inóculo seguiu as etapas de produção da matriz primária, conduzida em placas de Petri contendo meio Ágar Batata Dextrose (BDA), e das matrizes secundária, terciária e micélio final (Figura 1), conforme a metodologia descrita por Zied *et al.* (2013). Ressalta-se que essa linhagem se encontra preservada na micoteca do Centro de Estudos em Cogumelos (CECOG/FCAT).

Figura 1 - Etapas de produção de inóculo, sendo: A - matriz primária, B - matriz secundária, C - matriz terciária, e D inóculo.

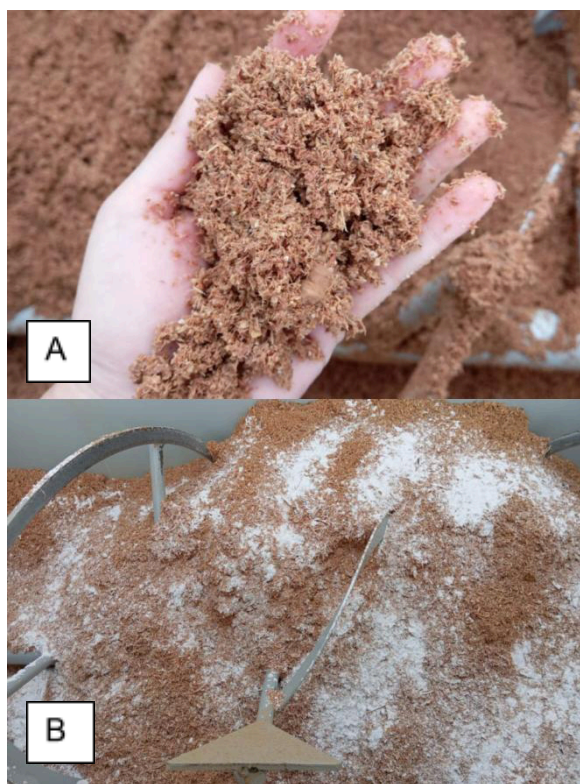


Fonte: Elaborado pela autora.

4.3. Substrato

O preparo do substrato ocorreu no dia 27/06/2024 (Primeiro Experimento) e 10/09/2024 (Segundo experimento) através da homogeneização à seco dos seguintes materiais: 79% de serragem, 10% de farelo de trigo, 10% farelo de arroz e 1% de carbonato de cálcio. Após a homogeneização foi adicionada água, até atingir 68% de umidade onde foi utilizado 9,609 L de água, considerando uma variação de $\pm 0,300$ L para o segundo experimento (Figura 2). Em seguida, os substratos foram acomodados em sacos plásticos (polietileno de alta densidade) com filtro, na quantidade de 2 kg. Logo após os substratos foram prensados, os sacos selados e levados à autoclave, onde permaneceram por 4 horas a uma temperatura de 121 °C.

Figura 2 - Etapas de produção do substrato, sendo: A - substrato umedecido, e B - substrato seco



Fonte: Elaborado pela autora.

4.4. Primeiro Experimento

O primeiro teve o intuito de avaliar o efeito da realização de injúria no micélio e a exposição à luz durante o crescimento micelial. Deste modo, foi optado por um fatorial duplo através da aplicação ou não do scratching e a exposição a luz (600 lux) em 3 situações, totalizando 6 tratamentos, em delineamento inteiramente casualizados (DIC), com 10 repetições (blocos contendo 2 kg de substrato), para cada tratamento.

4.4.1. Inoculação

Depois de resfriado, o substrato foi inoculado com 2% de micélio no dia 29/06/2024 para o primeiro experimento (Figura 3), em ambiente asséptico e novamente selado e incubado à uma temperatura de 25°C durante 30 dias, procedendo-se 3 manejos de luz da seguinte maneira:

- i) 24 horas de escuro ao dia;

- ii) 24 hs de luz ao dia;
- iii) 12 hs de luz e de 12 horas de escuro ao dia.

Figura 3 - Inoculação dos Blocos em Câmara de fluxo.



Fonte: Elaborado pela autora.

No presente experimento, a intensidade luminosa registrada foi de aproximadamente 600 lux, proveniente de uma lâmpada fluorescente posicionada sobre os blocos de cultivo e coberta com um filme plástico duplo, que impedia a passagem de luz externa. A iluminação foi garantida por uma Lâmpada LED Bulbo Ourolux, com potência de 6W, temperatura de cor de 6500K (luz branca fria) e fluxo luminoso de 600 lumens, operando em tensão bivolt (100V–240V). (Figura 4).

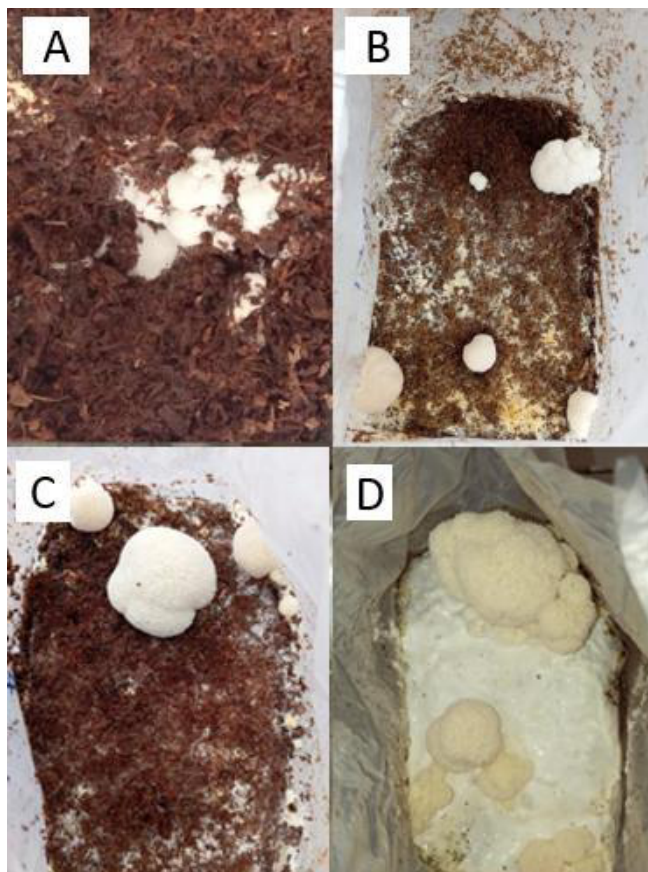
Figura 4 - Manejo da luminosidade como lona.



Fonte: Elaborado pela autora.

Após a completa colonização, os blocos de substrato — processo que levou em média 18 dias, com uma variação de ± 2 dias — foram transferidos para uma câmara de frutificação com temperatura controlada de $19\text{ }^{\circ}\text{C}$, umidade relativa entre 85% e 90%, e concentração de CO_2 de 800 ± 100 ppm, para o início da fase reprodutiva do fungo. Neste momento, foi realizada a abertura da parte superior dos blocos, aproximadamente 5 cm acima do nível do substrato. Em seguida, metade dos blocos (30 unidades experimentais) foram submetidos à técnica do *scratching*, enquanto a outra metade permaneceu com o micélio intacto. Para a raspagem, utilizou-se uma colher previamente esterilizada com álcool 70%, com a qual foi retirada, de forma cuidadosa, uma camada superficial de aproximadamente 0,5 cm do micélio desenvolvido.(Figura 5).

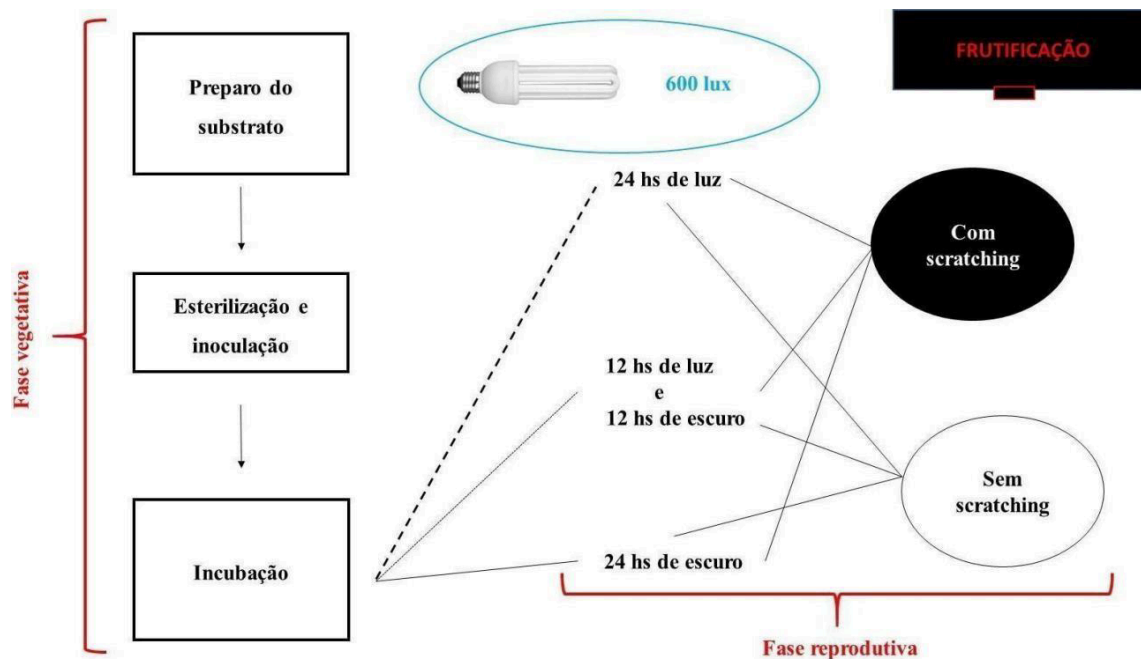
Figura 5 - Etapas de abertura dos blocos e técnica de scratching , sendo: A, B e C - bloco submetido a scratching e aparição de primórdios e, D - bloco não submetido a técnica de scratching.



Fonte: Elaborado pela autora.

O ciclo total de cultivo teve duração de 90 dias, sendo 30 dias destinados à fase vegetativa e 60 dias à fase reprodutiva, com expectativa de obtenção de três fluxos de colheita ao longo deste período (Figura 6).

Figura 6 - Diagrama com as atividades que foram realizadas, juntamente com os 6 tratamentos, em um esquema de fatorial duplo.



Fonte: Elaborado pela autora.

4.1.2 Colheita dos Cogumelos

A colheita foi realizada manualmente uma vez ao dia, com a retirada manual dos cogumelos do bloco. Foram colhidos somente os cogumelos que estão no ponto ideal de colheita, sendo este indicado pelo estágio de desenvolvimento (Figura 7A).

Por fim, os cogumelos foram colocados para secagem em estufa a 65°C, até sua completa desidratação.

Figura 7 - Colheita do *Hericium erinaceus*: ponto ideal de colheita

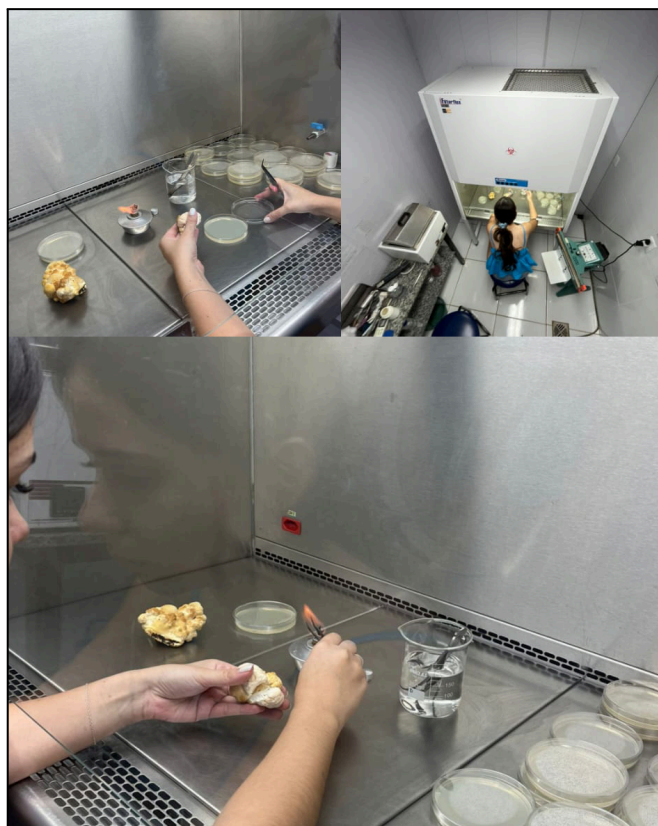


Fonte: Elaborado pela autora.

4.5. Segundo Experimento

O segundo experimento foi realizado após o terceiro fluxo do primeiro, onde se avaliou o efeito da indução de primórdio através do manejo realizado nos sacos plásticos. As etapas de produção do inóculo, confecção do substrato, esterilização, inoculação e incubação adotadas neste experimento foram as mesmas descritas no Experimento 1. A inoculação ocorreu no dia 12/09/2024. A diferença está nas práticas de indução de primórdios, as quais foram aplicadas após a transferência dos blocos para uma câmara (Figura 8).

Figura 8 - Etapas de produção do Matriz primária para utilização no segundo experimento.



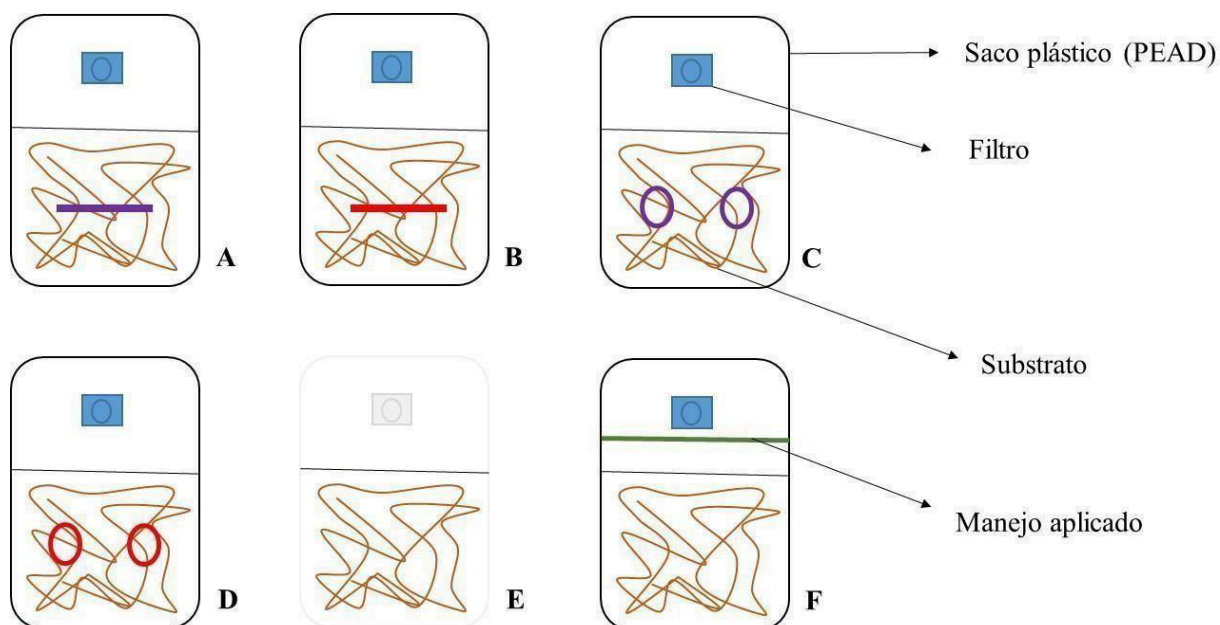
Fonte: Elaborado pela autora.

Assim, os seguintes manejos foram realizados:

- A. Corte na parte da frente do saco, com 5 cm de comprimento;
- B. Corte na parte da frente e de trás do saco, com 5 cm de comprimento;
- C. Dois orifícios circulares de 2,5 cm de diâmetro, na parte da frente do saco;
- D. Dois orifícios circulares de 2,5 cm de diâmetro, na parte da frente e de trás do saco;
- E. Retirada total do Plástico;
- F. Realizar a melhor prática do experimento anterior no que se refere à aplicação ou não do scratching, (Figura 9 e 10)

O tempo total de cultivo foi de 90 dias, sendo 30 dias de fase de incubação e 60 dias de fase reprodutiva, seguindo a mesma metodologia do experimento 1. Onde foram obtidos 3 fluxos de colheita.

Figura 9 - Visão frontal dos blocos, destaque onde se realizará o manejo para a abertura do saco, sendo: A. corte na parte frontal, B. corte na parte frontal e traseira do saco, C. abertura de dois orifícios na parte frontal, D. abertura de dois orifícios na parte frontal e traseira do saco, E. retirada do saco, e F. abertura superior do saco e aplicação ou não dos scratching.



Fonte: Elaborado pela autora.

4.6. Variáveis Analisadas

Durante a fase vegetativa, após a inoculação foi avaliado o desenvolvimento micelial aos 10° e 15° dia após a inoculação. Após a frutificação dos cogumelos foram avaliados a precocidade, a produtividade, a eficiência biológica, o número e a massa dos cogumelos colhidos, seguindo as metodologias apresentadas por Navarro *et al.* (2020). Os resultados obtidos dos experimentos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e posteriormente comparado ao teste Tukey a 5% de probabilidade. Para a estatística o software utilizado foi o Sisvar.

Figura 10 - Visão frontal dos blocos, após aplicado manejo para a abertura do saco.



Fonte: Elaborado pela autora.

4.7. Protocolos Analíticos

Os dados obtidos ao longo do experimento foram submetidos a análises estatísticas com o objetivo de identificar os efeitos dos diferentes tratamentos sobre as variáveis de produção de *Hericium erinaceus*.

As fórmulas atualizada estão apresentadas abaixo:

- **Número de cogumelos**

Refere-se à contagem total de corpos de frutificação formados, sendo útil para avaliar o efeito de tratamentos sobre o estímulo à frutificação.

$$\text{Número de cogumelos} = \text{Contagem total dos cogumelos colhidos}$$

- **Massa total de cogumelos (g):**

Corresponde à soma do peso de todos os cogumelos colhidos em cada repetição ou tratamento, refletindo diretamente o rendimento da produção.

$$\text{Massa total} = n_1 + n_2 + n_3 \dots n_n$$

- **Massa média dos cogumelos (g):**

Representa o peso médio de cada cogumelo colhido, sendo obtida pela razão entre a massa total e o número de cogumelos. Esse parâmetro indica o porte dos basidiomas formados.

$$\text{Massa média} = \frac{\text{Massa total de cogumelos (g)}}{\text{Número de cogumelos}}$$

- **Produtividade (g/kg)**

Expressa a quantidade de cogumelos frescos obtidos por quilo de substrato umedecido, permitindo a comparação direta entre diferentes volumes e composições de substrato.

$$\text{Produtividade} = \left(\frac{\text{Massa total de cogumelos frescos (g)}}{\text{Massa do substrato úmido (kg)}} \right)$$

- **Eficiência Biológica (%)**

Medida clássica na fungicultura que relaciona a massa fresca de cogumelos produzida com a massa seca do substrato, expressa em porcentagem. Esse indicador permite comparar o aproveitamento do substrato pelas diferentes condições testadas.

$$\text{Eficiência biológica} = \left(\frac{\text{Massa Total de cogumelos Frescos (g)}}{\text{Massa seca do substrato (g)}} \right) * 100$$

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a conclusão dos experimentos 1 e 2, os dados foram analisados e são discutidos a seguir, com ênfase em suas implicações para o cultivo da espécie.

O Experimento 1 avaliou o impacto de diferentes regimes de iluminação — contínua, ausência total de luz e ciclo alternado de 12 horas de luz e 12 horas de escuro, além da aplicação da técnica de scratching, no crescimento micelial e na produtividade de *Hericium erinaceus*. A partir dos resultados obtidos, foi possível identificar a condição mais favorável para o desenvolvimento micelial. As avaliações da colonização foram realizadas visualmente aos 10 e 15 dias após a instalação dos tratamentos, por meio da observação direta dos blocos de cultivo. Essa análise foi conduzida exclusivamente pela pesquisadora, considerando que a avaliação da colonização micelial envolve um grau subjetivo de percepção que pode variar entre observadores, sendo, portanto, importante manter a consistência na interpretação dos resultados.

Nota-se que os blocos incubados no escuro obtiveram um maior desenvolvimento micelial na primeira avaliação; sendo que aos 15 dias de incubação a única diferença estatística observada foi entre os blocos submetidos a 24hs de escuro e 24hs de luz (Tabela 01 e Figura 11).

Tabela 1 - Percentagem de colonização do micélio de *H. erinaceus* observadas no 10° e 15° dia após a inoculação, submetidos a exposição de luz de 24 horas de escuro, 24 hs de luz, e 12 hs de luz e de 12 horas de escuro.

Percentagem de Colonização (%)		
Variáveis	10 ° dia	15° dia
24 hs de luz	60 B	95,4 B
12 hs de luz 12 hs sem luz	57,5 B	98,0 AB
24 hs sem luz	74,5 A	100 A
C.V (%)	25,22	5,50

Fonte: Elaborado pela autora

*Valores seguidos pela mesma letra na mesma coluna não diferem significativamente entre si ($p > 0,05$).

Figura 11 - Percentagem de colonização dos blocos de *Hericium erinaceus* submetidos a variáveis de exposição de luz ao 10º dia após a inoculação.



Fonte: Elaborado pela autora.

Dessa forma, compreender as condições ideais para a colonização micelial é essencial para otimizar a produtividade e a eficiência biológica no cultivo de *H. erinaceus*.

A análise de variância realizada para avaliar os efeitos da luz e do scratching nos parâmetros produtivos desse cogumelo revelou diferenças significativas entre os fatores analisados, onde podemos observar na Tabela 2.

A Tabela 2 apresenta os resultados da análise de variância (ANOVA) sobre a influência dos fatores Luz (A), Scratching (B) e da interação entre ambos (A × B) nas variáveis Massa total, Número de cogumelos, Eficiência Biológica (EB), Produtividade e Massa Média. O delineamento experimental foi estruturado para avaliar a relevância desses fatores no desempenho produtivo do cultivo de *Hericium erinaceus*, permitindo identificar estratégias de manejo mais eficientes para melhorar a produção.

Tabela 2 - Análise de variância para os parâmetros produtivos total de *H. Erinaceus* submetidos ao tratamento de luz e scratching e a interação de ambos os fatores sobre as variáveis de produção.

Tratamento	Massa total (g)	Nº de cogumelos	E.B (%)	Prod. (g)	M.M. (g)
Luz (A)	1,02 ^{NS}	0,34 ^{NS}	0,88 ^{NS}	1,67 ^{NS}	0,50 ^{NS}
Scratching (B)	30,61 ^{**}	72,30 ^{**}	27,31 ^{**}	14,06 ^{**}	6,59 ^{**}
Luz * Scratching (interação A x B)	2,74 ^{NS}	1,36 ^{NS}	1,67 ^{NS}	1,208 ^{NS}	2,90 ^{NS}
CV (%)	33,11	32,79	30,64	30,12	44,17

*E.B: Eficiência Biológica; * Prod.: Produtividade; *M.M: Massa Média.

Médias acompanhadas de letras distintas na coluna indicam diferenças significativas segundo o teste t ($p < 0,05$) * significante a 5%. ** significante a 1%. ns não significante. Fonte: Elaborado pela autora

Os resultados indicam que o fator luz não teve efeito significativo sobre nenhuma das variáveis avaliadas, conforme demonstrado pela ausência de diferenças estatísticas entre os tratamentos. Isso sugere que, nas condições avaliadas, a variação na iluminação não influenciou significativamente a produção de cogumelos, a massa total, o número de cogumelos, a eficiência biológica, a produtividade ou a massa média.

Dessa forma, o tratamento com luz apagada se destaca como uma alternativa economicamente vantajosa, uma vez que reduz os custos operacionais relacionados ao consumo de energia elétrica, sem comprometer o desempenho produtivo da cultura. Além disso, a utilização da ausência de luz durante a fase de incubação (corrida do micélio) é uma prática recomendada, pois favorece o crescimento

vegetativo do micélio, que naturalmente se desenvolve em ambientes escuros, simulando as condições encontradas na natureza, como no interior de troncos ou sob a serrapilheira.

Por outro lado, o fator Scratching apresentou efeito altamente significativo em todas as variáveis encontradas, resultando em aumentos expressivos na massa total (30,61 g), número de cogumelos, eficiência biológica e produtividade (14,06 g).

Esses resultados corroboram a hipótese de que o *scratching* promove redistribuição e ativação micelial no substrato, favorecendo uma colonização dinâmica e um maior número de pontos de frutificação. Esse efeito pode ser explicado pelo estímulo mecânico gerado pela prática, que desencadeia respostas adaptativas no micélio, aumentando sua capacidade de exploração dos recursos disponíveis e otimizando a conversão do substrato em biomassa fúngica. Vieira Júnior *et al.* (2023) destacam que a remoção mecânica da camada superficial do micélio em *Pleurotus spp.* e do substrato envelhecido facilita a troca gasosa e estimula a formação uniforme de primórdios, favorecendo a frutificação e melhorando a eficiência biológica. Liu *et al.* (2018) demonstraram que a aplicação da técnica de scratching antes da diferenciação do estroma em *Cordyceps militaris* antecipou a frutificação em cerca de cinco dias e aumentou significativamente tanto o rendimento quanto a eficiência biológica das linhagens estudadas. Esses efeitos foram associados à ativação de genes relacionados à resposta ao estresse oxidativo, como o *CmSod1*, além de evidências da participação do gene *Rhf1*, implicado na formação de corpos de frutificação. Embora o estudo tenha sido conduzido com *C. militaris*, os resultados sugerem que estímulos mecânicos como o scratching podem ser uma estratégia eficaz também em outras espécies cultivadas de interesse comercial, como *Hericium erinaceus*.

A interação entre os fatores luz e scratching não apresentou significância estatística para nenhuma das variáveis verificadas. Isso indica que o efeito positivo do Scratching foi independente das condições luminosas, indicando que a técnica pode ser utilizada de maneira eficiente em diferentes condições de manejo de luz sem comprometer a produtividade.

A tabela 3 apresenta os resultados para a aplicação da técnica scratching isoladamente, onde observado isoladamente acabou nos mostrando alguns efeitos negativos em alguns dos aspectos avaliados.

Tabela 3 - Massa total, número de cogumelos e eficiência biológica (E.B.) obtidas através da aplicação ou não da técnica do scratching em *H. erinaceus*.

Tratamento	Massa total, g	Nº cogumelos, u	E.B. %	M.M, g	Prod. %
Com scratching	34,38 B	2,42 B	4,57 B	15,67 A	2,14 B
Sem scratching	61,47 A	6,95 A	7,57 A	11,00 B	3,05 A
CV(%)	34,54	32,54	31,06	45,69	30,78

*E.B : Eficiência Biológica;*Prod.: Produtividade;*M.M. : Massa Média.

Médias acompanhadas de letras distintas na coluna indicam diferenças significativas segundo o teste t ($p < 0,05$) * significativa a 5%. ** significativa a 1%. ns não significante. Fonte: Elaborado pela autora

Em relação à Massa total, o tratamento sem Scratching apresentou uma média significativamente superior em comparação ao tratamento utilizando o Scratching.

A análise para número de cogumelos revelou um comportamento semelhante, com o tratamento Sem Scratching obtendo uma média significativamente maior (6,95) do que o tratamento que faz uso do Scratching (2,42).

Para a variável Eficiência Biológica (EB), observou-se que o tratamento sem Scratching apresentou média superior em comparação ao tratamento com a técnica. Esse resultado sugere que o Scratching, apesar de promover a frutificação, pode comprometer a conversão eficiente do substrato em biomassa fúngica. Isso pode ocorrer devido ao estresse mecânico excessivo causado ao micélio, que pode prejudicar sua integridade e reduzir sua capacidade metabólica. Além disso, outro ponto negativo relevante dessa prática é o aumento do risco de contaminação cruzada, já que ferramentas ou até mesmo o manipulador podem atuar como vetores na disseminação de patógenos entre os blocos de cultivo. Dessa forma, a adoção do Scratching deve ser avaliada com cautela, considerando seus efeitos negativos sobre a eficiência do cultivo e a sanidade da produção.

A variável Produtividade (Prod.) também apresentou valor significativamente maior no tratamento sem a técnica de Scratching (3,05) em comparação ao tratamento com Scratching (2,14), reforçando o padrão identificado nas variáveis anteriores e evidenciando que a raspagem pode reduzir o potencial produtivo. Esse comportamento negativo do Scratching é corroborado por estudos de Vieira Júnior *et al* em *Pleurotus ostreatus*, nos quais a técnica resultou em menor peso dos cogumelos e não foi recomendada para as condições testadas, pois além de não proporcionar ganhos expressivos em produtividade, aumentou a demanda por mão de obra e ocasionou perda de peso nos cogumelos.

Por outro lado, a variável Massa Média apresentou um comportamento distinto das demais: o tratamento com Scratching resultou em cogumelos com massa significativamente maior, indicando que a técnica pode ser benéfica quando o objetivo é obter frutos maiores, como no caso da comercialização in natura, onde o tamanho e a aparência visual são valorizados. No entanto, para fins de desidratação, o tratamento sem Scratching pode ser mais vantajoso, uma vez que proporciona cogumelos com menor teor de água e estrutura mais compacta, o que reduz o tempo necessário de secagem em estufa e melhora a eficiência do processo pós-colheita.

Em suma, as duas tabelas complementam a análise dos efeitos do scratching e da luz no cultivo de *erinaceus*. A tabela 2, mostra que a luz não teve influência significativa em nenhuma das variáveis avaliadas, enquanto o scratching apresentou um impacto positivo na produtividade e na eficiência biológica. A terceira tabela reforça essa tendência, demonstrando que o tratamento sem scratching resultou em maior massa total e número de cogumelos, enquanto o com scratching apresentou maior produtividade e eficiência biológica.

Com base nos dados apresentados na Tabela 3, observa-se que a técnica de Scratching não promoveu uma melhor conversão do substrato em biomassa fúngica, tampouco favoreceu a frutificação em termos quantitativos. O tratamento sem raspagem apresentou valores significativamente superiores de massa total (61,47 g), número de cogumelos (6,95 unidades), eficiência biológica (7,57%) e produtividade (3,05%), evidenciando maior desempenho produtivo nessas variáveis. Esses

resultados sugerem que, sob as condições experimentais avaliadas, o Scratching pode reduzir o potencial produtivo de *Hericiium erinaceus*.

Por outro lado, a variável massa média dos cogumelos apresentou comportamento distinto: o tratamento com Scratching resultou em frutos significativamente maiores (15,67 g), o que indica que a técnica pode ser vantajosa quando o objetivo for a comercialização in natura, onde cogumelos de maior porte e aparência visual são preferidos pelo consumidor.

Contudo, para a produção voltada à desidratação, o uso da técnica de Scratching pode ser desfavorável. Isso porque, nos tratamentos com raspagem, o micélio sofre uma interrupção em sua estrutura, o que exige a sua reconstrução parcial antes da frutificação. Esse processo direciona a energia do fungo mais intensamente para a formação dos corpos de frutificação, resultando em cogumelos mais pesados e com maior teor de água, já que há menor investimento micelial e maior foco na produção dos basidiomas. Em contrapartida, os cogumelos obtidos no tratamento sem Scratching tendem a apresentar estrutura menos hidratada, favorecendo a redução do tempo de secagem em estufa e otimizando tanto o processamento pós-colheita quanto os custos energéticos envolvidos na desidratação. Dessa forma, a escolha pela aplicação ou não da técnica deve considerar não apenas os parâmetros produtivos, mas também o destino final do produto.

Dessa forma, a adoção da técnica deve ser considerada com base nos objetivos comerciais do cultivo. Se a prioridade for a produção total de biomassa e a eficiência do uso do substrato, o Scratching pode não ser recomendado. Entretanto, se o foco for o tamanho individual dos basidiomas, essa técnica pode se mostrar estratégica. Assim, os resultados demonstram que o Scratching atua como um modulador do desempenho produtivo de *H. erinaceus*, devendo ser aplicado com critério conforme o destino da produção.

A tabela apresenta o efeito da indução de primórdio de *Hericiium erinaceus* considerando diferentes técnicas de manejo de cortes em pacotes.

Tabela 4 - Efeito da indução de primórdio de *Hericiium erinaceus*, considerando diferentes manejos de frutificação.

Tratamento	Massa total, g	Nº cogumelos, u	E.B. %	M.M, g	Prod. %
Técnicas de Manejo de pacotes	5,38**	14,28**	5,92**	5,11**	4,74**
CV (%)	31,96	34,08	31,74	33,14	27,12

*E.B: Eficiência Biológica; * Prod.: Produtividade; *M.M: Massa Média.

Médias acompanhadas de letras distintas na coluna indicam diferenças significativas segundo o teste t ($p < 0,05$) * significante a 5%. ** significante a 1%. ns não significante. Fonte: Elaborado pela autora

A tabela apresenta o efeito da indução de primórdio de *Hericiium erinaceus* considerando diferentes técnicas de manejo de cortes em pacotes.

Os valores médios para a técnica de manejo de pacotes indicam um desempenho significativo, sugerindo diferenças estatisticamente relevantes. A massa total foi de 5,38 g, com 14,28 unidades de cogumelos e uma eficiência biológica de 5,92%. A produtividade alcançou 4,74%, enquanto a massa média dos cogumelos foi de 5,11 g. A técnica de manejo testada demonstrou eficácia, mas com alguma variação entre os parâmetros medidos.

Nesse contexto, os resultados obtidos na análise dos diferentes cortes nos pacotes de cultivo reforçam a importância das estratégias de manejo na otimização da produção (Tabela 5).

Tabela 5 - Desempenho produtivo de cogumelos *Hericiium erinaceus* em diferentes manejos para a abertura do saco: massa total, número de cogumelos, massa média, eficiência biológica e produtividade.

Tratamento	Massa Total	Nº de cogumelos	M.M	E.B	Prod
A) Cot. Frontal	45,83 C	1,83 C	25,00 B	5,83 C	2,33 C
B) Cot. Frontal e trás	92,67 B	1,83 C	59,17 A	11,67 B	4,83 B
F) Cort. Cima S/schen.	99,50 B	5,00 B	19,67 C	12,67 B	5,17 B
E) Sem plástico	104,17 B	4,33 B	28,00 B	13,00 B	5,00 B
G) Cort. Cima Com/ Schen	120,67 A	8,00 A	14,83 C	15,17 A	6,00 A
C) Dois orif. frontal	126,17 A	3,67 B	34,83 B	15,83 A	6,50 A
D) Dois orif. frontal e trás	146,17 A	3,50 B	44,17 A	18,33 A	7,17 A
CV (%)	31,96	34,08	47,76	32,47	33,13

*Prod.: Produtividade; *M.M.: Massa Média. *E.B.: Eficiência Biológica; *S/schen: Sem scratching; *Com/ Schen: Com scratching

Médias acompanhadas de letras distintas na coluna indicam diferenças significativas segundo o teste de tuken (5%). Fonte: Elaborado pela autora

O tratamento Dois Orifícios Frontal e Traseiro (D) apresentou o melhor desempenho geral entre os tratamentos avaliados, com os maiores valores de produtividade, massa média dos cogumelos e eficiência biológica, evidenciando-se como o manejo mais eficiente para a produção de *Hericiium erinaceus*. Embora os tratamentos C, D e G tenham se mostrado estatisticamente equivalentes em algumas variáveis, o tratamento D se destacou por apresentar a maior média de massa média dos cogumelos, sendo, portanto, considerado o mais vantajoso do ponto de vista técnico e produtivo.

Em contrapartida, o tratamento com apenas um corte frontal (F) apresentou os piores resultados, com a menor produtividade e o menor número de cogumelos. Esse desempenho inferior pode estar relacionado à baixa disponibilidade de oxigênio no interior do pacote, uma vez que a ventilação limitada pode comprometer tanto a indução da frutificação quanto o desenvolvimento dos primórdios.

Os dados obtidos também reforçam que o número total de cogumelos não está necessariamente associado à produtividade final, já que alguns tratamentos apresentaram menor quantidade de basidiomas, mas com massa média superior, resultando em um rendimento final mais elevado.

Além disso, vale destacar que os resultados observados nos tratamentos com e sem Scratching nesta fase do experimento diferiram daqueles apresentados na Tabela 3, o que pode ser explicado pela diferença no momento da abertura dos pacotes. Enquanto na primeira etapa os blocos foram abertos aos 18 dias de incubação, nesta segunda fase a abertura ocorreu aos 23 dias, o que pode ter proporcionado uma colonização mais completa do substrato e, conseqüentemente, uma resposta mais eficiente à técnica de raspagem, tanto na recuperação micelial quanto na indução de primórdios.

Dessa forma, os resultados demonstram que o sucesso na produção de *H. erinaceus* depende de um conjunto de práticas de manejo bem ajustadas, entre elas o posicionamento e número de cortes, o tempo de incubação e a eventual aplicação do Scratching, todos fatores que influenciam diretamente na quantidade, qualidade e regularidade da frutificação.

6 CONCLUSÃO

Com a realização dos Experimentos 1 e 2, foi possível identificar práticas de manejo que influenciam diretamente a produtividade de *Hericiium erinaceus*. A iluminação contínua não apresentou efeitos significativos, sugerindo que a ausência de luz pode ser uma alternativa viável e econômica durante a incubação. A técnica de scratching, embora tenha aumentado a massa média dos cogumelos, mostrou-se desfavorável em alguns cenários, principalmente quando o objetivo for desidratação pois pode aumentar o tempo de secagem. Já o tratamento com dois orifícios frontal e traseiro destacou-se como o mais eficiente pois aumenta a troca gasosa . Assim, o sucesso do cultivo depende da integração estratégica entre tempo de incubação, ventilação e estímulos mecânicos.

REFERÊNCIAS

URBEN, A. F. **Produção de cogumelos por meio da tecnologia chinesa modificada** – biotecnologia e aplicações na saúde. 3. ed. [S.l.: s.n.], 2017.

GOMES, D. *et al.* Censo paulista de produção de cogumelos comestíveis e medicinais. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 13, n. 1, jan./jun. 2016.

GHOSH, S. *et al.* Prospecting medicinal properties of Lion's mane mushroom. **Journal of Food Biochemistry**, v. 45, n. 8, p. e13833, 2021.

RYU, S. H. *et al.* Neurotrophic isoindolinones from the fruiting bodies of *Hericium erinaceus*. **Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters**, v. 31, p. 127714, 2021.

ABATE, G.; MEMO, M.; UBERTI, D. Impact of COVID-19 on Alzheimer's disease risk: viewpoint for research action. **Healthcare**, v. 8, p. 286, 2020.

AHMAD, I. *et al.* Therapeutic values and nutraceutical properties of shiitake mushroom (*Lentinula edodes*): A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 134, p. 123-135, 2023.

ATILA, F. Compositional changes in lignocellulosic content of some agro-wastes during the production cycle of shiitake mushroom. **Scientia Horticulturae**, v. 245, p. 263-268, 2019a.

ATILA, F. Lignocellulosic and proximate based compositional changes in substrates during cultivation of *Hericium erinaceus* mushroom. **Scientia Horticulturae**, v. 258, p. 108779, 2019b.

BAHN, Y. S. *et al.* Carbonic anhydrase and CO₂ sensing during *Cryptococcus neoformans* growth, differentiation, and virulence. **Current Biology**, v. 15, n. 22, p. 2013-2020, 2005.

BRANDALISE, F. *et al.* *Hericium erinaceus* in Neurodegenerative Diseases: From Bench to Bedside and Beyond, How Far from the Shoreline? **Journal of Fungi**, v. 9, n. 5, p. 551, 2023.

CHUTIMANUKUL, P. *et al.* Commercial scale production of Yamabushitake mushroom (*Hericium erinaceus* (Bull.) Pers. 1797) using rubber and bamboo sawdust substrates in tropical regions. **Scientific Reports**, v. 13, n. 1, p. 13316, 2023.

DIAS, E. S.; DE BRITO, M. R. Mushrooms: Biology and life cycle. *In*: ZIED, D. C.; Pardo-Giménez, A. (org.). **Edible and medicinal mushrooms: Technology and applications**. Hoboken: Wiley Blackwell, 2017. p. 15-33.

DIAS, E. S.; ZIED, D. C.; PARDO GIMENEZ, A. Revisiting the casing layer: Casing materials and management in *Agaricus* mushroom cultivation. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 45, 2021.

- DURAND, R.; FURUYA, M. Action spectra for stimulatory and inhibitory effects of UV and blue light on fruit-body formation in *Coprinus congregatus*. **Plant and Cell Physiology**, v. 26, n. 6, p. 1175-1183, 1985.
- EASTWOOD, D. C. *et al.* Environmental regulation of reproductive phase change in *Agaricus bisporus* by 1-octen-3-ol, temperature and CO₂. **Fungal Genetics and Biology**, v. 55, p. 54-66, 2013.
- HAMPSHIRE, A. *et al.* Cognitive deficits in people who have recovered from COVID-19. **EClinicalMedicine**, v. 39, p. 1-10, 2021.
- HE, X. *et al.* Advances in antiviral polysaccharides derived from edible and medicinal plants and mushrooms. **Carbohydrate Polymers**, v. 229, p. 115548, 2020.
- KAWAGISHI, H.; ZHUANG, C.; YUNOKI, R. Compounds for dementia from *Hericium erinaceum*. **Drugs of the Future**, v. 33, n. 2, p. 149, 2008.
- LIANG, B. *et al.* Antihyperglycemic and antihyperlipidemic activities of aqueous extract of *Hericium erinaceus* experimental diabetic rats. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, v. 13, n. 1, p. 1-7, 2013.
- LIU, Gui-Qing *et al.* Scratching stimuli of mycelia influence fruiting body production and ROS-scavenging gene expression of *Cordyceps militaris*. **Mycobiology**, v. 46, n. 4, p. 382-387, 2018.
- LU, H. *et al.* Macrofungi: A review of cultivation strategies, bioactivity, and application of mushrooms. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 19, n. 5, p. 2333-2356, 2020.
- MA, G. *et al.* A critical review on the health promoting effects of mushrooms nutraceuticals. **Food Science and Human Wellness**, v. 7, n. 2, p. 125-133, 2018.
- MAHARI, W. A. W. *et al.* A review on valorization of oyster mushroom and waste generated in the mushroom cultivation industry. **Journal of Hazardous Materials**, v. 400, p. 123156, 2020.
- MINATO, K. I. *et al.* Autolysis of lentinan, an antitumor polysaccharide, during storage of *Lentinus edodes*, shiitake mushroom. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 47, n. 4, p. 1530-1532, 1999.
- MURAGUCHI, H. *et al.* Strand-specific RNA-seq analyses of fruiting body development in *Coprinopsis cinerea*. **PloS One**, v. 10, n. 10, e0141586, 2015.
- NAVARRO, M. J. *et al.* Agronomical valuation of a drip irrigation system in a commercial mushroom farm. **Scientia Horticulturae**, v. 265, p. 109234, 2020.
- NOBLE, R. *et al.* Volatile C₈ compounds and pseudomonads influence primordium formation of *Agaricus bisporus*. **Mycologia**, v. 101, n. 5, p. 583-591, 2009.
- PARDO-GIMÉNEZ, A.; PARDO GONZÁLEZ, J. E.; ZIED, D. C. Casing materials and techniques in *Agaricus bisporus* cultivation. *In*: ZIED, D. C.; PARDO-GIMÉNEZ, A.

(org.). **Edible and medicinal mushrooms**: Technology and applications. Hoboken: Wiley Blackwell, 2017. p. 149-174.

PARDO-GIMÉNEZ, A. *et al.* Optimization of cultivation techniques improves the agronomic behavior of *Agaricus subrufescens*. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 8154, 2020.

ROYSE, D. J.; BAARS, J.; TAN, Q. Current overview of mushroom production in the world. In: ZIED, D. C.; PARDO-GIMÉNEZ, A. (org.). **Edible and medicinal mushrooms**: technology and applications. Hoboken: Wiley Blackwell, 2017. p. 5-13.

SAKAMOTO, Y. Influences of environmental factors on fruiting body induction, development and maturation in mushroom-forming fungi. **Fungal Biology Reviews**, v. 32, n. 4, p. 236-248, 2018.

SLOMSKI, A. Trials test mushrooms and herbs as anti-COVID-19 agents. **JAMA**, v. 326, p. 1997-1999, 2021.

THONGBAI, B. *et al.* *Hericium erinaceus*, an amazing medicinal mushroom. **Mycological Progress**, v. 14, p. 1-23, 2015.

TURK, A. *et al.* Effect of culture conditions on the content of hericine A, an α -glucosidase inhibitory constituent of *Hericium erinaceus*. **Scientia Horticulturae**, v. 288, p. 110407, 2021.

VIEIRA JUNIOR, W. G. *et al.* The application of the scratching technique has the same effect on *Pleurotus spp.*? **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 66, e23220736, 2023.

YAMANAKA, K. Cultivation of mushrooms in plastic bottles and small bags. In: ZIED, D. C.; PARDO-GIMÉNEZ, A. (org.). **Edible and medicinal mushrooms**: technology and applications. Hoboken: Wiley Blackwell, 2017. p. 309-338.

ZIED, D. C.; PARDO GONZÁLEZ, J. E.; PARDO GIMÉNEZ, A. Métodos y técnicas para producción de inóculo de hongos comestibles y medicinales. In: JORNADAS TÉCNICAS DEL CHAMPIÑÓN Y OTROS HONGOS CULTIVADOS EN CASTILLA-LA MANCHA, 6., 2013, Cuenca. **Anais** [...]. Cuenca: Diputación Provincial de Cuenca, 2013. v. 6, p. 145-151.

ZIED, D. C. *et al.* First study of hormesis effect on mushroom cultivation. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 33, p. 1-6, 2017.

ZIED, D. C. *et al.* A Comparative Analysis of Biodegradation and Bioconversion of *Lentinula edodes* and Other Exotic Mushrooms. **Microorganisms**, v. 11, n. 4, p. 897, 2023.