

Cultivo de fungos macroscópicos para futuras aplicações na área de alimentos e cosméticos

Cultivation of macroscopic fungi for future applications in the food and cosmetic industries

Marcelo Udlis¹, Antonio Vinicius Kosiski Bim¹, Alan Tavella²ⁱⁱⁱ, Nathalia Ramalho Moreira²ⁱⁱⁱ, Haroldo Yukio Kawaguti^{2iv} Livia de Carvalho Fontes Matsumoto^{2iv}

RESUMO

Os cogumelos comestíveis, além de ricos em proteínas, são reconhecidos pela presença de compostos fenólicos, compostos polissacarídeos com valor nutricional e benefícios funcionais aplicáveis às indústrias de alimentos para humanos, animais e para a indústria de cosméticos. Seu cultivo utilizando diferentes alimentos como base de fontes protéicas primárias, permite comparar distintos cenários e avaliar diferenças quanto ao seu crescimento e sua composição, buscando dessa forma otimizar a produção de proteínas e antioxidantes. Dentro das muitas famílias e espécies de cogumelos potencialmente utilizáveis, o *Pleurotus columbinus*, também conhecido como cogumelo ostra azul ou shimeji azul, e *Hericium erinaceus*, também conhecido como juba de leão, têm potencial particularmente interessante, dada sua reconhecida presença de compostos com propriedades nutricionais e medicinais.

Palavras-chave: cogumelo; antioxidante; alimento; cosmético

ABSTRACT

Edible mushrooms belonging to the kingdom of fungi, in addition to being rich in proteins, are recognized for the presence of phenolic compounds and polysaccharides with nutritional value and functional benefits applicable to the food industries for humans and animals, as well as to the cosmetics industry. Their cultivation using different foods as a base for primary protein sources allows for the comparison of distinct scenarios and the evaluation of differences in their growth and composition, thus seeking to optimize the production of proteins and antioxidants. Among the many families and species of potentially usable mushrooms, *Pleurotus columbinus*, also known as blue oyster mushroom or blue shimeji and *Hericium erinaceus* also known as Lion's mane, have particularly interesting potential, given its recognized presence of compounds with nutritional and medicinal properties.

Keywords: mushroom; antioxidant; food; cosmetic

¹ Aluno de Pós Graduação em Biotecnologia pela Escola SENAI "Dr. Celso Charuri" Bom Retiro (SENAI Biotecnologia).

² Professor do Curso Superior do Centro Universitário SENAI

1 INTRODUÇÃO

Os cogumelos, frequentemente confundidos com plantas ou animais, possuem características exclusivas que os classificam no reino Fungi, proposto por Heinrich Anton de Bary no século XIX (ALEXOPOULOS, 1996). Recentemente, eles ganharam destaque como fonte proteica para humanos e animais, e como possível alternativa à carne (GONZÁLEZ, 2020; WANG, 2023). Há milhares de anos na dieta humana, os cogumelos são valorizados por seu valor nutricional, baixo teor calórico, alto teor de fibras e micronutrientes (RIZZO, 2021).

1.1 Problema de pesquisa

Moléculas extraídas de *Pleurotus* e *Hericiium* são ricas em aminoácidos como lisina, treonina e metionina, compostos limitantes em muitas fontes vegetais. Diante disso, a utilização de compostos extraídos e caracterizados de fungos se torna uma excelente alternativa em formulações.

1.2 Objetivo(s)

Cultivo de cogumelos das espécies *Pleurotus columbinus* e *Hericiium erinaceus* e caracterização da biomassa gerada quanto ao teor de lipídios, carboidratos e proteínas para futuras aplicações na indústria de alimentose cosméticos.

1.3 Justificativa

A extração e caracterização de proteínas fúngicas têm se tornado um campo de crescente importância dentro da biotecnologia, devido à sua versatilidade e ao grande potencial para aplicações tanto industriais quanto nutricionais. As proteínas obtidas de fungos são ricas em aminoácidos essenciais e compostos bioativos, oferecendo não apenas um valioso ingrediente para a alimentação, mas também oportunidades para processos de bioconversão e biocatálise, com destaque para a área de cosméticos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Até 2013, havia cerca de 3.000 espécies de cogumelos comestíveis mapeadas, das quais pouco mais de 200 são cultivadas regularmente no mundo (KALAČ, 2013). O gênero *Pleurotus*, da divisão Basidiomycota, possui 200 espécies identificadas (BARBOSA, 2020), incluindo o *Pleurotus columbinus*, encontrado em regiões tropicais e subtropicais, com compostos anti-inflamatórios, antioxidantes e antitumorais, como os polissacarídeos (IRSHAD, 2017; ANGELINI, 2021; ELHUSSEINY, 2021). Sua composição inclui proteínas, aminoácidos, quitina, fibras, lipídeos e minerais (TSHINYANGU, 2016; DIMOU, 2002; JANG, 2016).

O fungo *Hericiium erinaceus*, originalmente consumido na Ásia e América do Norte, atualmente é produzido amplamente no hemisfério Norte (FRIEDMAN, 2015). Pertencente à divisão Basidiomycota, tem propriedades anti-inflamatórias, antioxidantes e imunostimulantes, estudadas desde os anos 1990 na China (JIANG, 2014; WANG, 2014; KHAN, 2013). Seus compostos incluem erinacinas, compostos aromáticos, esteroides, alcaloides, lactonas, beta- e alfa-glucanas, além de vitamina B12 e ergosterol (LI, 2015; FRIEDMAN, 2015).

Além do uso alimentar, o *Hericiium erinaceus* tem sido aplicado em cosméticos

pela sensação de pele hidratada e nutrida, inicialmente atribuída à ação filmógena dos polissacarídeos (DU, 2014; WU, 2016). Pesquisas posteriores indicam efeitos regenerativos, incluindo revitalização imunológica e melhora na síntese de colágeno e elastina, devido à atividade antioxidante (TAOFIQ, 2016; ANGELINI, 2022; ANDRIANI, 2024).

O interesse por ingredientes naturais em cosméticos cresceu muito desde os anos 1990, intensificando-se após 2013 com a proibição dos testes em animais, estimulando o desenvolvimento de ingredientes naturais, orgânicos e biotecnológicos, visando sustentabilidade e menor impacto ambiental (MCMULLEN, 2023; MACFARLANE, 2009; AMETA, 2024; GOYAL, 2023; GEORGIEV, 2018; PÉREZ-RIVERO, 2023; MORAIS, 2018; BOM, 2019).

O cultivo de cogumelos tem impacto social e ambiental positivo, sendo econômico e utilizando resíduos agroindustriais e celulósicos para substratos, além de tolerar amplas condições ambientais como temperatura, umidade e CO₂ (JANG, 2016; JEGADEESH, 2018; ROYSE, 2014; HAMED, 2021; MANDEEL, 2005; RAMAN, 2021).

3 METODOLOGIA

Os cogumelos foram escolhidos considerando as diferentes possibilidades de fontes proteicas e fontes de betaglucanas, cultivados pela empresa Superalimentos e Cogumelos Comércio Ltda, localizada na cidade de São Paulo, Brasil. Foram preparados cultivos de *Pleurotus columbinus* (Ostra Azul) e *Hericium erinaceus* (Juba de Leão). Os substratos escolhidos inicialmente foram a aveia (*Avena sativa*) e o milho (*Pennisetum glaucum*). Como última proposta de substrato foi utilizada uma mistura de aveia e milho na proporção 50/50 para avaliar o impacto no rendimento do cultivo.

Os substratos foram esterilizados em autoclave, resfriados e inoculados com 4ml de cultura líquida para cada 600 gramas de sementes (substratos) esterilizados. A cultura foi feita utilizando água mineral e dextrose, inoculadas em placas de BDA contendo o micélio do fungo. Após a inoculação as amostras foram incubadas em temperatura de incubação de 26-28°C por 15 dias e analisadas.

Após o período de incubação e crescimento dos fungos, iniciou-se o processo de secagem dos materiais e para isso foi utilizado um equipamento de desidratação da marca Hamilton Beach por um período de 70 horas a 50°C. Os cogumelos e substratos escolhidos foram cogumelo ostra azul (*columbinus*), cogumelo ostra azul (*columbinus*) e como substrato, o milho e a aveia.

A avaliação do teor de umidade foi realizada utilizando o método interno dos laboratórios do SENAI-SP (Método: 012/IV IAL) baseado na remoção da água no alimento por meio de processo de secagem em estufa sob temperatura de 105°C, utilizando estufa de secagem modelo SSD 30 da empresa Solid Steel.

A análise do teor de cinzas foi realizada utilizando o método interno dos laboratórios do SENAI-SP 08/IV IAL, baseado na incineração a 550-570°C do material em estufa modelo SSFM 6,7 da empresa Solid Steel.

O teor de proteínas, baseado em método interno dos laboratórios do SENAI-SP 037/IV IAL, inspirado no método Kjeldahl, uma técnica para determinar a quantidade de proteínas em uma amostra, avaliando e quantificando o total de nitrogênio na forma de amônia obtido pela decomposição da matéria orgânica total presente.

Nesta avaliação a quantidade de nitrogênio total (NT) foi determinada pela seguinte equação:

$$NT = (Va - Vb) \times F \times 0,1 \times 0,014 \times 100/P1$$

Onde:

NT – teor de nitrogênio total na amostra, em porcentagem;

Va – volume da solução de ácido clorídrico gasto na titulação da amostra, em mililitros;

Vb – volume da solução de ácido clorídrico gasto na titulação do branco, em mililitros;

F – fator de correção para o ácido clorídrico 0,01 mol/L;

P1 – massa da amostra (em gramas).

Na determinação da proteína bruta, multiplicou-se o valor do nitrogênio total encontrado pelo método de Kjeldahl por um fator que converte o nitrogênio em proteína. A expressão abaixo foi utilizada para determinar a proteína bruta:

$$PB = NT \times FN$$

Onde:

PB – teor de proteína bruta na amostra, em porcentagem;

FN – 6,25

Foi avaliado o teor de lipídeos baseado em método interno dos laboratórios do SENAI-SP 032/IV IAL, realizando-se a extração dos lipídios pela combinação com solventes em aparelho tipo Soxhlet, seguida de evaporação do solvente. Para isso, utilizou-se a amostra seca obtida da análise de umidade. Foi utilizado solvente éter de petróleo e o equipamento utilizado foi o extrator de lipídeos modelo M308G22 da empresa Mylabor.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos nas análises de teor de umidade, teor total de cinzas, teor de proteínas e teor de lipídios foram obtidos em triplicata e os valores médios, assim como o desvio estão agrupados conforme tabela abaixo (tabela 1)

Tabela 1: Composição Centesimal das Amostras de Cogumelos Cultivados em Diferentes Substratos (Valores Médios ± Desvio Padrão)

Amostra	% Umidade	% Cinzas	% Proteínas	% Lipídios
Juba de leão + aveia	2,24	1,64	56,55%	7,71
<i>Desvio</i>	<i>0,0101</i>	<i>0,0012</i>	<i>0,0051</i>	<i>0,0759</i>
Ostra azul + milho	3,83	1,73	53,63%	0,98
<i>Desvio</i>	<i>0,0121</i>	<i>0,008</i>	<i>0,0135</i>	<i>1,2788</i>
Ostra azul + aveia	3,88	1,43	55,97%	7,64
<i>Desvio</i>	<i>0,0444</i>	<i>0,0052</i>	<i>0,0229</i>	<i>0,1225</i>
Juba de leão + mistura de aveia e milho	3,72	1,8	62,07%	10,31
<i>Desvio</i>	<i>0,03768</i>	<i>0,03411</i>	<i>0,0152</i>	<i>0,0067</i>
Juba de leão + milho	3,77	1,77	54,82%	5,25
<i>Desvio</i>	<i>0,0065</i>	<i>0,0045</i>	<i>0,0134</i>	<i>0,0142</i>
Ostra azul + mistura de aveia e milho	4,16	1,4	46,05%	8,99
<i>Desvio</i>	<i>0,0178</i>	<i>0,0073</i>	<i>0,0269</i>	<i>0,0845</i>

Fonte: autores, 2025

As análises centesimais dos cogumelos cultivados em diferentes substratos revelaram variações significativas na composição. A aveia (*Avena sativa*), escolhida devido ao seu alto teor de proteína e gordura (6-10%, enquanto outros

cereais têm 2-3%) e riqueza em β -glucanas e polifenóis benéficos, mostrou impacto positivo nos cogumelos, principalmente na Juba de Leão (ALEMAYEHU, 2023; SINGH, 2013; CHU, 2013; MARTÍNEZ-VILLALUENGA, 2017). O milheto (*Pennisetum glaucum*) apresentou teor proteico similar ao trigo e maior teor de ácidos graxos, além de minerais essenciais e vitaminas, sustentando seu valor histórico alimentar (NAMBIAR, 2011; OJO, 2022; NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1996).

Os teores de umidade variaram de 2,24% a 4,16%, todos abaixo do limite máximo permitido pela ANVISA (12%), indicando boa qualidade e conservação, com a Juba de Leão em aveia apresentando menor umidade.

O teor de cinzas, indicador mineral, variou de 1,40% (Ostra Azul + mistura) a 1,80% (Juba de Leão + mistura), sugerindo maior concentração mineral na combinação de substratos para a Juba de Leão.

A proteína mostrou variação significativa, de 46,05% (Ostra Azul + mistura) a 62,07% (Juba de Leão + mistura), destacando a mistura aveia-milheto como substrato que potencializa a produção proteica, especialmente na Juba de Leão, confirmando seu potencial como fonte proteica alternativa (GONZÁLEZ, 2020; WANG, 2023).

No teor de lipídios, a Juba de Leão na mistura aveia e milheto alcançou o valor mais alto (10,31%), enquanto Ostra Azul em milheto teve o menor (0,98%). A aveia como substrato contribuiu para elevar o teor lipídico nos cogumelos, alinhado à sua composição natural rica em gorduras (ALEMAYEHU, 2023; SINGH, 2013).

Em síntese, a aveia elevou significativamente proteínas, lipídios e compostos bioativos, enquanto o milheto agregou valor mineral, especialmente na combinação dos substratos, que demonstrou sinergia em otimizar a composição nutricional dos cogumelos cultivados (NAMBIAR, 2011; OJO, 2022).

5 CONCLUSÃO

Este trabalho evidenciou que os cogumelos cultivados em substratos funcionais representam uma inovação tecnológica de duplo impacto: nutricional e cosmético. A combinação de Juba de Leão com mistura de aveia e milheto mostrou-se particularmente promissora, com perfis proteicos e lipídicos superiores, além de viabilidade técnica e ambiental. Esses resultados abrem caminho para aplicações industriais que unem saúde, sustentabilidade e inovação, posicionando os fungos como pilares de uma bioeconomia circular e responsável.

REFERÊNCIAS

ALEXOPOULOS, C. J.; MIMS, C. W.; BLACKWELL, M. *Introductory Mycology*. John Wiley and Sons. Inc., New York, v. 868, 1996.

GONZÁLEZ, Abigail et al. Edible mushrooms as a novel protein source for functional foods. **Food & function**, v. 11, n. 9, p. 7400-7414, 2020.

CARDWELL, Glenn et al. A review of mushrooms as a potential source of dietary vitamin D. **Nutrients**, v. 10, n. 10, p. 1498, 2018.

CERLETTI, Chiara; ESPOSITO, Simona; IACOVIELLO, Licia. Edible mushrooms and beta-glucans: Impact on human health. **Nutrients**, v. 13, n. 7, p. 2195, 2021.

KALAČ, Pavel. A review of chemical composition and nutritional value of wild-growing and cultivated mushrooms. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 93, n. 2, p. 209-218, 2013.

BARBOSA, Jhonatas Rodrigues et al. Polysaccharides of mushroom *Pleurotus* spp.: New extraction techniques, biological activities and development of new technologies. **Carbohydrate Polymers**, v. 229, p. 115550, 2020.

ELHUSSEINY, Shaza M. et al. Antiviral, cytotoxic, and antioxidant activities of three edible agaricomycetes mushrooms: *Pleurotus columbinus*, *Pleurotus sajor-caju*, and *Agaricus bisporus*. **Journal of Fungi**, v. 7, n. 8, p. 645, 2021.

TSHINYANGU, Kandanda K.; HENNEBERT, Grégoire L. Protein and chitin nitrogen contents and protein content in *Pleurotus ostreatus* var. *columbinus*. **Food chemistry**, v. 57, n. 2, p. 223-227, 1996.

DIMOU, Dimitris M. et al. Mycelial fatty acid composition of *Pleurotus* spp. and its application in the intrageneric differentiation. **Mycological Research**, v. 106, n. 8, p. 925-929, 2002.

JANG, Kab-Yeul et al. Introduction of the representative mushroom cultivars and groundbreaking cultivation techniques in Korea. **Journal of Mushroom**, v. 14, n. 4, p. 136-141, 2016.

JIANG, Shengjuan et al. Medicinal properties of *Hericium erinaceus* and its potential to formulate novel mushroom-based pharmaceuticals. **Applied microbiology and biotechnology**, v. 98, p. 7661-7670, 2014.

WANG, Mingxing et al. *Hericium erinaceus* (Yamabushitake): a unique resource for developing functional foods and medicines. **Food & function**, v. 5, n. 12, p. 3055-3064, 2014.

KHAN, Md Asaduzzaman et al. *Hericium erinaceus*: an edible mushroom with medicinal values. **Journal of Complementary and Integrative Medicine**, v. 10, n. 1, p. 253-258, 2013.

DU, Bin; BIAN, Zhaoxiang; XU, Baojun. Skin health promotion effects of natural beta-glucan derived from cereals and microorganisms: a review. **Phytotherapy Research**, v. 28, n. 2, p. 159-166, 2014.

WU, Yuanzheng et al. Mushroom cosmetics: the present and future. **Cosmetics**, v. 3, n. 3, p. 22, 2016.

TAOFIQ, Oludemi et al. Mushrooms extracts and compounds in cosmetics, cosmeceuticals and nutricosmetics—A review. *Industrial Crops and Products*, v. 90, p. 38-48, 2016.

ANGELINI, Paola et al. Anti-Aging Properties of Medicinal Mushrooms in Systemic Aesthetic Medicine. In: **Biology, Cultivation and Applications of Mushrooms**. Singapore: Springer Singapore, 2022. p. 185-202.

ANDRIANI, Ade; YANTO, Dede Heri Yuli. Fungal Applications in Skincare Products. **Biomass-based Cosmetics: Research Trends and Future Outlook**, p. 113-132, 2024.

MCMULLEN, Roger L.; DELL'ACQUA, Giorgio. History of natural ingredients in cosmetics. **Cosmetics**, v. 10, n. 3, p. 71, 2023.

MACFARLANE, Martin et al. A tiered approach to the use of alternatives to animal testing for the safety assessment of cosmetics: skin irritation. **Regulatory toxicology and pharmacology**, v. 54, n. 2, p. 188-196, 2009

MORAIS, Tiago et al. Seaweeds compounds: an ecosustainable source of cosmetic ingredients? **Cosmetics**, v. 8, n. 1, p. 8, 2021

BOM, S. et al. A step forward on sustainability in the cosmetics industry: A review. **Journal of cleaner production**, v. 225, p. 270-290, 2019.

JEGADEESH, RAMAN et al. Cultivation of pink oyster mushroom *Pleurotus djamar* var. *roseus* on various agro-residues by low-cost technique. **J. Mycopathol. Res**, v. 56, n. 3, p. 213-

220, 2018.

HAMED, Hend A. et al. Intercropping with oyster mushroom (*Pleurotus columbinus*) enhances main crop yield and quality. In: **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**. IOP Publishing, 2021. p. 012028.

ROYSE, Daniel J. A global perspective on the high five: *Agaricus*, *Pleurotus*, *Lentinula*, *Auricularia* & *Flammulina*. Paper presented at: **The 8th International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products**; 2014 November 19 - 22; New Delhi, India.

SINGH, Rajinder; DE, Subrata; BELKHEIR, Asma. *Avena sativa* (Oat), a potential nutraceutical and therapeutic agent: an overview. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 53, n. 2, p. 126-144, 2013.

CHU, Yi-Fang et al. In vitro antioxidant capacity and anti-inflammatory activity of seven common oats. **Food chemistry**, v. 139, n. 1-4, p. 426-431, 2013.

MARTÍNEZ-VILLALUENGA, Cristina; PEÑAS, Elena. Health benefits of oat: Current evidence and molecular mechanisms. **Current Opinion in Food Science**, v. 14, p. 26-31, 2017.

NAMBIAR, Vanisha S. et al. Potential functional implications of pearl millet (*Pennisetum glaucum*) in health and disease. **Journal of Applied Pharmaceutical Science**, n. Issue, p. 62-67, 2011.

OJO, Oluwafemi Adeleke et al. Phytochemical properties and pharmacological activities of the genus *Pennisetum*: A review. **Scientific African**, v. 16, p. e01132, 2022.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL et al. **Lost crops of Africa: volume I: grains**. national academies press, 1996.

Sobre os autores:

Sobre os autores:



¹ MARCELO ULDIS

Aluno de pós-graduação do Instituto SENAI de inovação - Bom Retiro. Engenheiro de alimentos com experiência profissional na área de desenvolvimento, design de produtos e gestão da qualidade



^{1,2} ANTONIO VINICIUS KOSISKI BIM

Aluno de pós-graduação do Instituto SENAI de inovação - Bom Retiro. Farmacêutico e pós-graduado em ciências farmacêuticas. Atualmente gerente de desenvolvimento técnico na BASF para América do Sul

iv Livia de Carvalho Fontes Matsumoto



Doutora em Microbiologia pela Universidade de São Paulo (2016). Mestre em Microbiologia pela Universidade de São Paulo (2012). Especialista em Microbiologia pela Universidade Federal de Minas Gerais (2008). Graduada em Ciências Biológicas pela Escola Superior em Meio Ambiente (2005). Atua como Instrutora de Formação Profissional III na Escola SENAI Biotecnologia.