

PROSPECÇÃO E AVALIAÇÃO DO POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO DE LINHAGENS COMERCIAIS DE SHIITAKE

DALVAN PEREIRA ABÍLIO¹, OLÍVIA GOMES MARTINS², GIOVANA CRISTINA PINTO ALVES DA SILVA³, MEIRE CRISTINA NOGUEIRA DE ANDRADE⁴

¹ Graduando em Ciências Biológicas, Centro Universitário Sagrado Coração – Unisagrado, R. Irmã Armanda, 10-50 - Jardim Brasil, 17011-160 Bauru, SP, Brasil. E-mail: dalvan-pereira@hotmail.com

² Doutoranda em Agronomia – Energia na Agricultura, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" (UNESP), Av. Universitária, 3780 - Altos do Paraíso, 18610-034, Botucatu, SP, Brasil. E-mail: oliviagmartins@gmail.com

³ Mestre em Agronomia – Energia na Agricultura, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" (UNESP), Av. Universitária, 3780 - Altos do Paraíso, 18610-034, Botucatu, SP, Brasil. E-mail: giovanaalves177@gmail.com

⁴ Docente da Faculdade Gran Tietê, Av. 15 de Novembro, 125 - Centro, 17340-000, Barra Bonita, SP, Brasil. E-mail: mcnandrade@hotmail.com

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar e comparar o crescimento micelial *in vitro* de quatro linhagens comerciais de *Lentinula edodes* (LE-241, LE-242, LE-243 e LE-244) em meio de cultura à base de serragem de eucalipto, suplementado com bagaço de malte ou farelo de trigo. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x4 (substratos x linhagens), totalizando oito tratamentos, cada um com cinco repetições. Os substratos foram preparados com 20% de suplementação, acrescidos de calcário (tamponante), umidificados e esterilizados. Os meios de cultura foram preparados a partir da infusão dos substratos, filtração, adição de ágar e esterilização. As placas foram inoculadas com as linhagens e o crescimento radial do micélio na superfície do meio de cultura foi mensurado com paquímetro. O menor desenvolvimento micelial ocorreu com a linhagem LE-241 e com a linhagem LE-243 no substrato suplementado com farelo de trigo. Os maiores desenvolvimentos foram obtidos com as linhagens LE-242 e LE-244 no substrato suplementado com bagaço de malte. O desenvolvimento de todas as linhagens foi maior no substrato suplementado com bagaço de malte. Sendo assim, a utilização do bagaço de malte para o crescimento micelial é uma alternativa viável à suplementação tradicional com farelo de trigo.

Palavras-chave: fungos, cogumelo, *Lentinula edodes*, micélio, bagaço de malte.

PROSPECTING AND EVALUATING THE BIOTECHNOLOGICAL POTENTIAL OF SHIITAKE COMMERCIAL STRAINS

ABSTRACT: This study aimed to evaluate and compare the *in vitro* mycelial growth of four commercial *Lentinula edodes* strains (LE-241, LE-242, LE-243 and LE-244) in a culture medium based on eucalyptus sawdust, supplemented with malt bagasse or wheat bran. The experimental design was completely randomized, in a 2x4 factorial scheme (substrates x strains), totaling eight treatments, each with five repetitions. The substrates were prepared with 20% supplementation, added with lime (buffer), humidified and sterilized. The culture media were prepared from the infusion of substrates, filtration, addition of agar and sterilization. The plates were inoculated with the strains and the radial growth of the mycelium on the surface of the culture medium was measured using a caliper. The smallest mycelial growth occurred with the LE-241 strain and with the LE-243 strain on the substrate supplemented with wheat bran. The greatest growths were obtained with the LE-242 and LE-244 strains in the substrate supplemented with malt bagasse. The development of all strains was greater in the substrate supplemented with malt bagasse. Therefore, the use of malt bagasse for mycelial growth is a viable alternative to traditional wheat bran supplementation.

Keywords: fungi, mushroom, *Lentinula edodes*, mycelium, malt bagasse.

Recebido em 28/06/2020 e aprovado para publicação em 01/03/2021

DOI: <http://dx.doi.org/10.17224/EnergAgric.2020v35n4p640-649>

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos tem se intensificado o interesse pelo consumo de cogumelos devido ao seu alto valor nutricional e gastronômico (CHATTERJEE et al., 2017). Entretanto, a qualidade nutricional e medicinal dos basidiomicetos varia em função do tipo de substrato utilizado no cultivo e da linhagem fúngica (DEL TORO et al., 2018). Existem diferenças metabólicas entre espécies e até mesmo entre linhagens de uma mesma espécie de basidiomiceto, o que pode influenciar na capacidade de utilização dos nutrientes disponíveis no meio (SATO et al., 2017).

Devido a isso, são essenciais estudos sobre crescimento micelial de espécies e linhagens, pois estas podem diferenciar-se quanto à velocidade de crescimento, às preferências de temperatura, a produtividade e ao tamanho, cor e forma dos corpos de frutificação (MYRONICHEVA et al., 2017) e à resistência a contaminantes (ROKNI; GOLTAPPEH, 2019). Diferenças de velocidade e vigor do crescimento micelial entre linhagens fúngicas já foram evidenciadas em diversas pesquisas (LIU et al., 2017; TEJEDOR-CALVO et al., 2020; SILVA; MACHUCA; MILAGRES, 2005; CHITTARAGI; KUMAR; SINGH, 2018; ANDRADE et al., 2008).

O *Lentinula edodes* (Berk.) Pegler, popularmente conhecido como shiitake, é um fungo basidiomiceto pertencente ao grupo dos saprófitas lignocelulolíticos (CHUNG et al., 2020). A literatura evidencia que a grande capacidade de reprodução de *L. edodes* está ligada às enzimas extracelulares que atuam sobre a lignina, celulose e hemicelulose que compõem a estrutura da parede celular da biomassa vegetal, de modo que este fungo é normalmente utilizado na conversão de resíduos agroindustriais em cogumelos de importância gastronômica e funcional (GE et al., 2018).

Além da produção de cogumelos, o micélio do *L. edodes* pode ser utilizado no biobranqueamento de materiais, na biodegradação de poluentes (LÓPEZ; SILVA; SANTOS, 2017) e na produção de biocompostos de interesse comercial, como metabólitos secundários (FUKUSHIMA-SAKUMO, 2020) e enzimas (SONG; KIM; KIM, 2018). Vários fatores afetam a produção de enzimas lignocelulolíticas em basidiomicetos decompositores, dentre estes fatores a escolha da linhagem é de suma importância, já que as linhagens apresentam diferenças quanto à ação enzimática (PELÁEZ, 2017).

Dessa forma o presente experimento teve como objetivo avaliar e comparar o crescimento micelial de quatro linhagens de *L. edodes* cultivadas em meios de cultura à base de serragem de eucalipto, suplementado com bagaço de malte ou farelo de trigo.

2 MATERIAL E METODOS

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Ciência e Tecnologia Ambiental do Centro Universitário Sagrado Coração (Unisagrado), Bauru – SP, localização geográfica: latitude 22° 19' 38.9"S e longitude 49° 03' 11.3"W.

2.1 Linhagens de *Lentinula edodes*

As linhagens de *L. edodes* avaliadas foram: LE-241, LE-242, LE-243 e LE-244 (Tabela 1), fornecidas pela empresa Funghi & Flora de Valinhos – SP, localização geográfica: latitude 23° 00' 57.0"S e longitude 47°01'08.3"W. Sobre essas linhagens, não existem na literatura científica dados anteriores de pesquisa publicados, mas são linhagens comerciais muito utilizadas por fungicultores no Brasil.

Tabela 1. Origem e ano de aquisição das linhagens de *Lentinula edodes* utilizadas no presente estudo

Código da linhagem	Origem	Ano de Aquisição
LE-241	Bélgica	2011
LE-242	Bélgica	2012
LE-243	Bélgica	2014
LE-244	Tailândia	2015

2.2 Preparo do substrato

Os substratos foram preparados utilizando duas formulações (Tabela 2). Ambas as formulações foram preparadas calculando-se

a base seca (bs). A umidade foi ajustada para 70% (bs). A serragem de eucalipto (*Eucalyptus* sp.) foi utilizada como base para todos os substratos por ser uma madeira de uso comum no cultivo de *L. edodes*.

Tabela 2. Formulação da dosagem (bs) dos substratos utilizados no presente estudo

Substratos	FORMULAÇÃO (g)			
	Serragem de eucalipto	Farelo de trigo	Bagaço de malte	Calcário calcítico
S1 (20% farelo de trigo)	6400	1600	0	160
S2 (20% bagaço de malte)	6400	0	1600	160

Nota: Foi adicionado 2% de calcário calcítico (base seca) em todos os tratamentos.

Cada formulação foi suplementada com 20% da massa seca total do substrato e adicionado 2% (bs) de calcário calcítico. O substrato 1 (S1) levou em sua composição o farelo de trigo (*Triticum aestivum*) e serviu como testemunha, uma vez que é comumente utilizado como suplemento no cultivo de *L. edodes*. Já o substrato 2 (S2), foi suplementado com o resíduo de cervejaria, bagaço de malte, obtido em parceria com a Cervejaria Servus Bier, de Bauru – SP, localização geográfica: latitude 22° 21' 17.1"S e longitude 49° 02' 39.4"W. O calcário calcítico, muito utilizado como tampão pH, assim como a serragem de eucalipto e o farelo de trigo, foram adquiridos no comércio local de Bauru – SP.

Em um recipiente previamente limpo, os ingredientes foram misturados manualmente, bem como a umidificação do substrato com água destilada até obter a umidade de 70% (bs).

Depois de preparados, os substratos foram esterilizados a uma temperatura de 100 °C durante três horas. O mesmo procedimento foi realizado após 24 horas. Ao resfriar, os substratos foram acondicionados em sacos plásticos e mantidos sob refrigeração até o

preparo dos meios de cultura, que ocorreu após sete dias.

2.3 Preparo dos meios de cultura

Utilizou-se o meio de cultura SA [substrato (serragem de eucalipto enriquecida com suplemento) - ágar] para a avaliação do crescimento micelial das linhagens de *L. edodes*, conforme metodologia utilizada por Andrade et al. (2008).

Os meios de cultura SA foram preparados a partir da infusão de 70g de substrato, em 875 mL de água destilada fervente durante 15 minutos e, em seguida, filtrado em peneira de aço inox com manta de algodão. Posteriormente, o extrato obtido (filtrado) foi disposto em frascos Duran (capacidade de 1 L), completando-se seu volume para 875 mL com água destilada e, em seguida, adicionado 17,5% de ágar. Após isto, os meios foram autoclavados a 121 °C durante 30 minutos e resfriados até aproximadamente 45-50 °C, então vertidos em placas de Petri previamente esterilizadas, em câmara de fluxo laminar.

2.4 Delineamento experimental

Foi utilizado um delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 4, cujos tratamentos corresponderam às combinações dos dois tipos

de substratos com suplementação à base de bagaço de malte e farelo de trigo no nível de 20% e quatro tipos de linhagens de *L. edodes*, totalizando oito tratamentos (Tabela 3), com cinco repetições, cada uma correspondente a uma placa de Petri, totalizando 40 placas.

Tabela 3. Tratamentos utilizados na experimentação

Tratamentos	Substratos	Linhagens
T1	FT	LE-241
T2	BM	LE-241
T3	FT	LE-242
T4	BM	LE-242
T5	FT	LE-243
T6	BM	LE-243
T7	FT	LE-244
T8	BM	LE-244

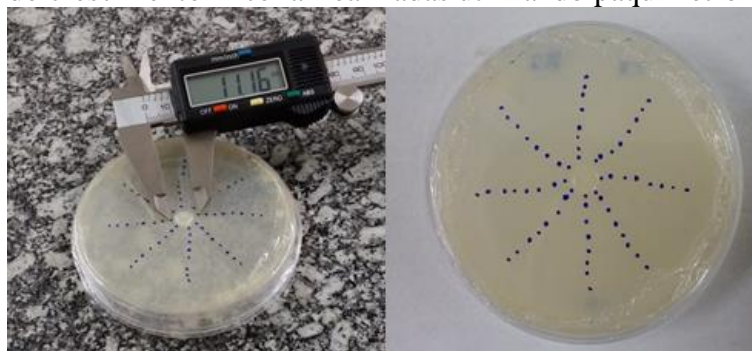
Legenda: FT= Farelo de trigo; BM= Bagaço de malte.

2.5 Inoculação, colonização e variável analisada

Após a solidificação dos meios de cultura, discos de 7 mm de diâmetro de matriz secundária das linhagens do *L. edodes* foram transferidos para as placas de Petri com os meios de cultura previamente preparados e vertidos. Após inoculadas, as placas foram identificadas de acordo com cada tratamento, envoltas de plástico filme em suas extremidades e mantidas em estufa incubadora a 25 °C.

Durante o período de colonização, a cada 24 horas, a partir da data de inoculação, foram feitas avaliações do crescimento micelial das linhagens do *L. edodes* por meio de medição do crescimento radial do micélio na superfície do meio. Com auxílio de um paquímetro graduado em milímetros (Figura 1), foram realizadas quatro medições equidistantes entre si do crescimento radial do micélio na superfície do meio de cultura, até que o micélio de uma das linhagens de *L. edodes* atingisse a proximidade das bordas da placa de Petri, o que ocorreu após oito dias.

Figura 1. Medições do crescimento micelial realizadas utilizando paquímetro



2.6 Análise estatística

Para a variável crescimento micelial, foram ajustados modelos lineares generalizados com a distribuição gama e função de ligação logarítmica tendo como fatores linhagem e substrato (NELDER; WEDDERBURN, 1972).

A qualidade dos ajustes de todos os modelos lineares generalizados ajustados foi feita através da análise de desvios (*deviance*), gráficos dos resíduos de Pearson padronizados. Para comparações entre tratamentos, foi

utilizado o teste de Tukey-Kramer (WESTFALL; TOBIAS; WOLFINGER, 1999) do procedimento *genmod* do programa estatístico SAS – *Free Statistical Statistical Software, SAS University Edition*.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O crescimento micelial das linhagens em ambos os substratos estão descritos na Tabela 4. Houve interação significativa entre linhagens e substratos.

Tabela 4. Crescimento micelial, em milímetros, das linhagens em ambos os substratos. Erro padrão da média entre parênteses

Linhagem	Substrato	
	BM	FT
LE-241	57,21 ^{Ba} (1,45)	56,81 ^{Ba} (0,95)
LE-242	61,85 ^{Aa} (0,67)	58,48 ^{ABb} (0,73)
LE-243	59,50 ^{ABa} (0,71)	57,19 ^{Ba} (0,75)
LE-244	61,82 ^{Aa} (0,33)	60,40 ^{Aa} (0,23)

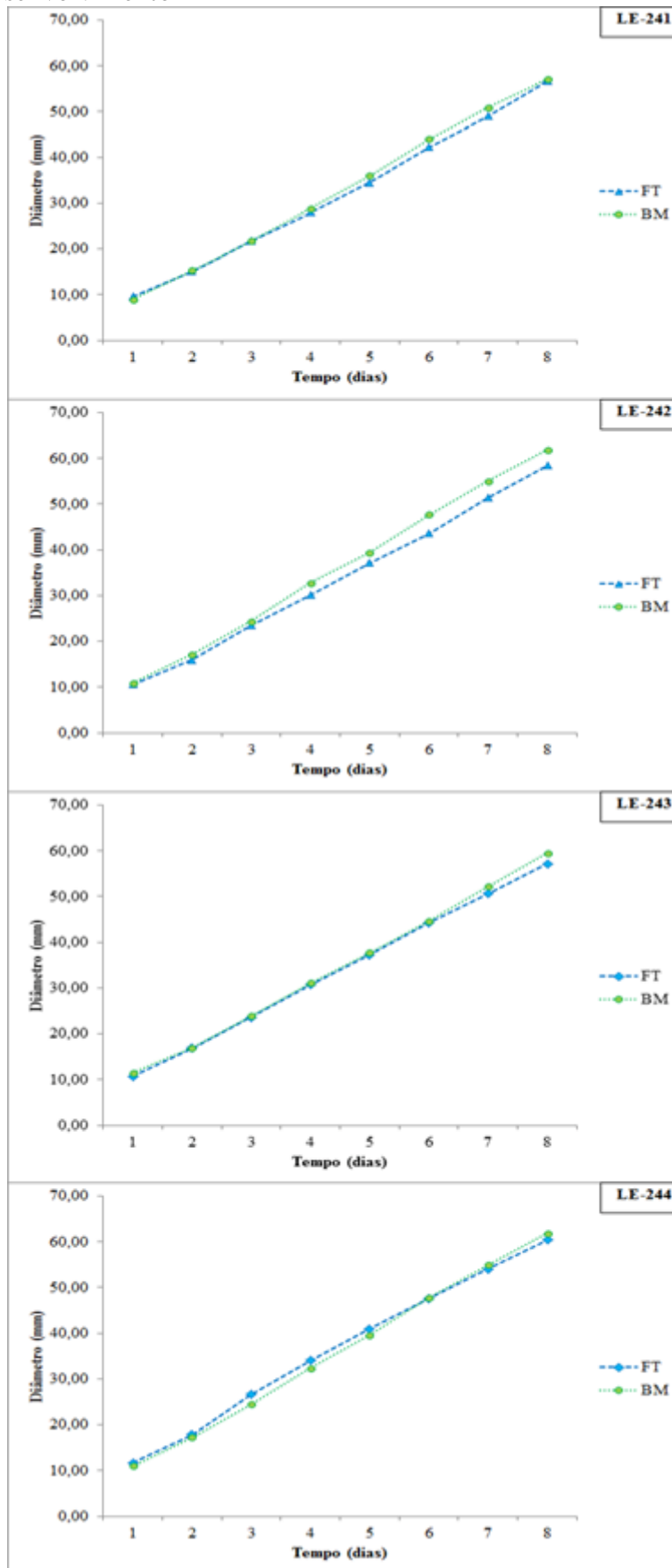
Legenda: BM= Bagaço de malte; FT= Farelo de trigo; LE-241, LE-242, LE-243 e LE-244= Linhagens; Letras maiúsculas= linhagens; Letras minúsculas= substratos; Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna ou linha não diferem estatisticamente entre si segundo o teste de Tukey-Kramer, ao nível de 5% de significância.

O menor desenvolvimento micelial ocorreu com a linhagem LE-241 em ambos os substratos e com a linhagem LE-243 no substrato suplementado com farelo de trigo. O maior desenvolvimento foi obtido com a linhagem LE-242 no substrato suplementado com bagaço de malte e com a linhagem LE-244 em ambos os substratos. Todavia, os demais

tratamentos não apresentaram diferença estatística significativa contra os maiores e menores valores obtidos.

O desenvolvimento micelial de todas as linhagens em ambos os substratos durante os oito dias de medições está representado na Figura 2.

Figura 2. Avaliação do crescimento micelial (mm) das linhagens de *Lentinula edodes*, durante oito dias de desenvolvimento



Legenda: FT= farelo de trigo; BM= bagaço de malte.

Observa-se que com as linhagens LE-241, LE-243 e LE-244, o crescimento foi constante em ambos os substratos, de modo que não houve diferença ao final da medição. Com a linhagem LE-242, o maior crescimento no substrato à base de bagaço de malte pode ser observado desde o segundo dia, diferindo ao final da medição.

García-Cruz et al. (2020) cultivaram três linhagens de *L. edodes* em meio de cultura à base de extrato de malte e observaram diferenças na produção de biomassa entre linhagens. O referido estudo reforça que pesquisas acerca do desenvolvimento micelial de diferentes linhagens de uma mesma espécie são necessárias para seleção de linhagens para utilização comercial.

Sales-Campos et al. (2011) avaliaram o crescimento micelial de *Pleurotus ostreatus* e *L. edodes* em seis meios de cultura (malte-ágar, serragem-dextrose-ágar-marupá, serragem-dextrose-ágar-cajuí, serragem-dextrose-ágar-açaí, serragem-dextrose-ágar-banana 50% e serragem-dextrose-ágar-banana 100%) e constataram que, para o *L. edodes*, o maior crescimento micelial foi no substrato malte-ágar, onde obteve diâmetro médio de 62 mm, valor próximo aos encontrados no presente estudo.

Lara, Arias e Villaseñor (2002) compararam o crescimento micelial de *P. ostreatus* e *P. pulmonarius* em meios de cultura suplementados com extrato de malte, resíduo de agave e uma combinação de ambos. Ambas as espécies obtiveram desenvolvimento satisfatório em todos os substratos, mas o melhor crescimento foi obtido com a espécie *P. pulmonarius* no meio suplementado com 50% de resíduo de agave.

Malomo et al. (2013) avaliaram a viabilidade do uso de resíduo de cervejaria no cultivo de cinco isolados fúngicos (*Rhizopus stolonifer*, *Rhizopus oligosporus*, *Mucor racemosus*, *Aspergillus niger* e *Mucor rouxii*), constatando o maior crescimento micelial nos tratamentos à base de resíduo de cervejaria e extrato de levedura (em proporção 1:1), sobretudo na espécie *A. niger*. Os autores enfatizam que os resultados do experimento evidenciam uma aplicação biotecnológica

importante utilizando este resíduo que é produzido em grandes quantidades.

Outros resíduos podem ser utilizados como suplementação no meio de cultura para *L. edodes*. Silva, Machuca e Milagres (2005) avaliaram o crescimento micelial e produção de enzimas por três linhagens de *L. edodes*, em meio de cultura suplementado com diferentes proporções de farelo de trigo, de soja e de arroz. Os três suplementos foram viáveis, mas o maior crescimento e produção de enzimas ocorreu no meio suplementado com 20% de farelo de soja. Os autores atribuem este resultado a uma maior disponibilidade de nitrogênio proveniente desta suplementação para o desenvolvimento do fungo. Atila (2019) reforça o argumento de que maiores concentrações de nitrogênio no meio de cultura reduzem o tempo necessário para a corrida micelial, e complementa que é necessário que haja quantidades moderadas de lignina e celulose durante esta etapa do desenvolvimento do fungo.

Aguiar et al. (2011) compararam o crescimento micelial de uma linhagem de *L. edodes* em meios de cultura à base de diferentes resíduos (coroa de abacaxi, casca de tucumã, casca de cupuaçu, casca de banana pacovan e casca de banana prata), suplementado com farelo de trigo, em diferentes proporções, e obtiveram o maior crescimento micelial nos tratamentos contendo casca de cupuaçu e casca de tucumã suplementados com 20% de farelo de trigo. Entretanto, no tratamento à base de coroa de abacaxi, a suplementação com farelo resultou em diminuição do crescimento micelial, o que os autores atribuíram a um possível excesso de nitrogênio, de modo que a composição do meio deve ser estudada para averiguar a necessidade de suplementação, pois altas concentrações de nitrogênio inibem o crescimento do fungo.

Os resultados do presente estudo, bem como da literatura, sugerem que o bagaço de malte e diversos resíduos agroindustriais podem ser utilizados para o preparo de meio de cultura para cultivo de fungos comestíveis, de modo que laboratórios e fungicultores que produzam inóculo destes fungos não fiquem sujeitos à diferenças da disponibilidade de materiais em cada região, sendo também uma

aplicação biotecnológica válida para resíduos sem destinação. Ademais, as diferenças observadas entre linhagens podem ocorrer devido a características genéticas destas (SALES-CAMPOS et al., 2013).

4 CONCLUSÕES

A utilização do bagaço de malte como suplementação no meio de cultura para o

crescimento micelial é uma alternativa viável à suplementação tradicional com farelo de trigo, nos parâmetros do presente estudo, pois todas as linhagens obtiveram crescimento igual ou superior em relação à suplementação tradicional. A linhagem LE-244 obteve o maior crescimento micelial em ambos os substratos e a linhagem LE-242 não diferiu significativamente da linhagem LE-244 no substrato à base de bagaço de malte.

5 REFERÊNCIAS

- AGUIAR, L. V. B.; SALES-CAMPOS, C.; CARVALHO, C. S. M.; MINHONI, M. T. A.; ANDRADE, M. C. N. Desenvolvimento micelial de *Lentinula edodes* em meios de cultivo à base de diferentes substratos orgânicos. **Interciencia**, Caracas, v. 36, n. 3, p. 205-210, 2011.
- ANDRADE, M. C. N.; SILVA, J. H.; MINHONI, M. T. A.; ZIED, D. C. Mycelial growth of two *Lentinula edodes* strains in culture media prepared with sawdust extracts from seven Eucalyptus species and three Eucalyptus clones. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 3, p. 333-337, 2008.
- ATILA, F. Compositional changes in lignocellulosic content of some agro-wastes during the production cycle of shiitake mushroom. **Scientia horticultrae**, Amsterdã, v. 245, n. 1, p. 263-268, 2019.
- CHATTERJEE, S.; SARMA, M. K.; DEB, U.; STEINHAUSER, G.; WALTHER, C.; GUPTA, D. K. Mushrooms: from nutrition to mycoremediation. **Environmental Science and Pollution Research**, Heidelberg, v. 24, n. 24, p. 19480-19493, 2017.
- CHITTARAGI, A.; KUMAR, A.; SINGH, S. Effect of different media on mycelial growth of *Lentinula edodes*. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, Kancheepuram, v. 7, n. 4, p. 2193-2198, 2018.
- CHUNG, I.; KIM, S.; HAN, J.; KONG, W.; JUNG, M. Y.; KIM, S. H. Fatty Acids and Stable Isotope Ratios in Shiitake Mushrooms (*Lentinula edodes*) Indicate the Origin of the Cultivation Substrate Used: A Preliminary Case Study in Korea. **Foods**, Basileia, v. 9, n. 9, p. 1210-1233, 2020.
- DEL TORO, G. V.; RAMÍREZ-ORTIZ, M. E.; FLORES-RAMÍREZ, G.; COSTA-MANZANO, M. R.; ROBLES-MARTÍNEZ, F.; GARÍN-AGUILAR, M. E.; LEAL-LARA, H. Effect of *Yucca schiedigera* bagasse as substrate for oyster mushroom on cultivation parameters and fruit body quality. **Revista Mexicana de Ingeniería Química**, Cidade do México, v. 17, n. 3, p. 835-846, 2018.
- FUKUSHIMA-SAKUNO, E. Bioactive small secondary metabolites from the mushrooms *Lentinula edodes* and *Flammulina velutipes*. **The Journal of Antibiotics**, Tóquio, v. 73, n. 10, p. 687-696, 2020.
- GARCÍA-CRUZ, F.; DURÁN-PÁRAMO, E.; GARÍN-AGUILAR, M. A.; DEL TORO, G. V.; CHAIREZ, I. Parametric characterization of the initial pH effect on the polysaccharides production

by *Lentinula edodes* in submerged culture. **Food and Bioproducts Processing**, Rugby, v. 119, n. 1, p. 170-178, 2020.

GE, S.; CHEN, X.; LI, D.; LIU, Z.; OUYANG, H.; PENG, W.; ZHANG, Z. Hemicellulose structural changes during steam pretreatment and biogradation of *Lentinus edodes*. **Arabian journal of chemistry**, Riade, v. 11, n. 6, p. 771-781, 2018.

LARA, M.; ARIAS, A.; VILLASEÑOR, L. Cultivation of *Pleurotus ostreatus* and *P. pulmonarius* on spent brewer's grain and tequila maguey bagasse. In: SÁNCHEZ, J. E.; HUERTA G.; MONTIEL, E. (ed.). **Mushroom Biology and Mushroom Products: Proceedings of the Fourth International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products**. Cuernavaca: Universidad Autónoma del Estado de Morelos, 2002. p. 323-330.

LIU, X. M.; WU, X. L.; CHEN, Q.; QIU, Z.; ZHANG, J.; HUANG, C. Effects of heat stress on *Pleurotus eryngii* mycelial growth and its resistance to *Trichoderma asperellum*. **Mycosystema**, Beijing, v. 36, n. 11, p. 1566-1574, 2017.

LÓPEZ, A. M. Q.; SILVA, A. L. S.; SANTOS, E. C. L. The fungal ability for biobleaching/biopulping/bioremediation of lignin-like compounds of agro-industrial raw material. **Química Nova**, São Paulo, v. 40, n. 8, p. 916-931, 2017.

MALOMO, O.; DANIELS, A. O.; OLAJIGA, O.; FEMI-OLA, T. O.; ALAMU, A. E. The use of brewers spent grains in the cultivation of some fungal isolates. **International Journal of Nutrition and Food Sciences**, New York, v. 2, n. 1, p. 5-9, 2013.

MYRONYCHEVA, O.; BANDURA, I.; BSKO, N.; GRYGANSKYI, A. P.; KARLSOON, O. Assessment of the growth and fruiting of 19 oyster mushroom strains for indoor cultivation on lignocellulosic wastes. **BioResources**, Raleigh, v. 12, n. 3, p. 4606-4626, 2017.

NELDER, J. A.; WEDDERBURN, R. W. Generalized linear models. **Journal of the Royal Statistical Society Series A**, Malden, v. 135, n. 3, p. 370-384, 1972.

PELÁEZ, R. D. R. **Enzimas lignocelulolíticas de basidiomicetos cultivados em biomassas vegetais oriundas da agroindústria do dendê e obtenção de açúcares fermentescíveis**. 2017. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, 2017.

ROKNI, N.; GOLTAPPEH, E. M. Tolerance to dry bubble disease (*Lecanicillium fungicola*) in Iranian wild germplasm of button mushroom (*Agaricus bisporus*). **Mycoscience**, Tóquio, v. 60, n. 2, p. 125-131, 2019.

SALES-CAMPOS, C.; CARVALHO, C. S. M.; AGUIAR, L. V. B.; ANDRADE, M. C. N. Cinética micelial dos fungos comestíveis *Pleurotus ostreatus* e *Lentinula edodes* em resíduos lignocelulósicos. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 78, n. 1, p. 141-145, 2011.

SALES-CAMPOS, C.; PIRES, D. A.; BARBOSA, S. R.; ABREU, R. L. S.; ANDRADE, M. C. N. In vitro cultivation of *Pleurotus ostreatus* and *Lentinula edodes* in lignocellulosic residues from Amazon. **African Journal of Biotechnology**, Nairóbi, v. 12, n. 46, p. 6526-6531, 2013.

SATO, M.; MIYAGI, A.; YONEYAMA, S.; GISUSI, S.; TOKUJI, Y.; KAWAI-YAMADA, M. CE-MS-based metabolomics reveals the metabolic profile of maitake mushroom (*Grifola frondosa*)

strains with different cultivation characteristics. **Bioscience, biotechnology, and biochemistry**, Tóquio, v. 81, n. 12, p. 2314-2322, 2017.

SILVA, E. M.; MACHUCA, A.; MILAGRES, A. M. F. Effect of cereal brans on *Lentinula edodes* growth and enzyme activities during cultivation on forestry waste. **Letters in Applied Microbiology**, Oxford, v. 40, n. 1, p. 283-288, 2005.

SONG, H. Y.; KIM, D. H.; KIM, J. M. Comparative transcriptome analysis of dikaryotic mycelia and mature fruiting bodies in the edible mushroom *Lentinula edodes*. **Scientific reports**, Londres, v. 8, n. 1, p. 1-15, 2018.

TEJEDOR-CALVO, E.; GARCÍA-BARREDA, S.; SÁNCHEZ, S.; MARCO, P. Effect of bacterial strains isolated from stored shiitake (*Lentinula edodes*) on mushroom biodeterioration and mycelial growth. **Agronomy**, Basileia, v. 10, n. 6, p. 898-910, 2020.

WESTFALL, P. H.; TOBIAS, R. D.; WOLFINGER, R. D. **Multiple comparisons and multiple tests using SAS**. Cary: SAS Institute, 1999.