Ciclo de produção de cogumelos comestíveis cultivados em resíduos lignocelulósicos da fruticultura Amazônica: Um estudo de caso.

Production cycle of edible mushrooms grown in lignocellulosic residues from Amazonian fruit growing: A case study

Maria do Perpétuo Socorro de Lima Verde Coelho^{1*}, Adrya da Silva Figueiredo¹, Salomão Rocha Martim¹, Maria Francisca Simas Teixeira²

RESUMO

Alimentos saudáveis com propriedades terapêuticas está impulsionando a produção e a comercialização de espécies de *Pleurotus*. Em escala comercial, esses cogumelos são cultivados em matriz sólida, utilizando diferentes substratos orgânicos. Resíduos lignocelulósicos disponíveis na Amazônia vêm demonstrando potencial para obtenção de basidiomas de *Pleurotus*. Este trabalho apresenta contribuições científicas promissoras que demonstram os ciclos de produção de *Pleurotus ostreatoroseus* e *P. albidus*, cultivados em resíduos da fruticultura amazônica pela tecnologia da fermentação no estado sólido. Essas espécies desenvolveram a fase micelial completa em grãos de trigo (*spwan*), em 15 dias e cinco dias, respectivamente. Porém, demonstraram diferentes ciclos produtivos quando cultivadas em exocarpo de cupuaçu misturado com farelo de arroz. *P. ostreatoroseus* apresentou dois ciclos de produção. No entanto, *P. albidus* foi observado apenas um fluxo produtivo, caracterizado pela maturação e colheita dos basidiomas. Resíduos lignocelulósicos da fruticultura amazônica são substratos eficientes para a produção de *P. ostreatoroseus* e *P. albidus*.

Palavras-chave: Basidioma; Fermentação em estado sólido; *Pleurotus albidus*; *Pleurotus ostreatoroseus*; *Theobroma grandiflorum*.

ABSTRACT

Healthy food with therapeutic properties is boosting the production and commercialization of *Pleurotus* species. On a commercial scale, these mushrooms are grown in a solid matrix, using different organic substrates. Lignocellulosic residues available in the Amazon have shown potential for obtaining *Pleurotus* basidiomes. This work presents promising scientific contributions that demonstrate the production cycles of *Pleurotus ostreatoroseus* and *P. albidus*, cultivated in residues of the Amazonian fruit culture by the solid state fermentation technology. These species developed the complete mycelial phase in wheat grains (*spwan*), in 15 days and five days, respectively. However, they showed different production cycles when cultivated in cupuaçu exocarp mixed with rice bran. *P. ostreatoroseus* showed two production cycles. However, *P. albidus* was observed only one productive flow, characterized by the maturation and harvest of the basidiomes. Lignocellulosic residues from Amazonian fruit crops are efficient substrates for the production of *P. ostreatoroseus* and *P. albidus*.

¹ Rede de Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal (REDE BIONORTE) *E-mail: mcoelho@ufam.edu.br

² Universidade Federal do Amazonas.

Keywords: Basidioma; Solid state fermentation; *Pleurotus albidus*; *Pleurotus ostreatoroseus*; *Theobroma grandiflorum*.

INTRODUÇÃO

Os cogumelos são universalmente reconhecidos como alimentos e vem sendo amplamente cultivados em escala comercial, em diversos países. Espécies de cogumelos comestíveis têm despertado interesse socioeconômico, não só por constituírem um *pool* de nutrientes (proteínas, carboidratos, minerais, vitaminas, aminoácidos essenciais, baixo teor de gorduras e fibra dietética), mas também por sintetizarem compostos antimicrobianos, antioxidantes, antitumoral, anticancerígeno, antiviral, anti-inflamatório, entre outros, que os caracterizam como alimentos funcionais (BEHERA; GUPTA, 2015; BONONI; GIMENES; ROJAS, 2015).

Espécies de *Pleurotus* que são produzidas em pequena e grande escala, em muitos países, ocupam a terceira posição na produção de cogumelos comestíveis (GOGAVEKAR, et al. 2014; CORRÊA et al., 2016; ADEBAYO; ALOKE, 2017). *Pleurotus ostreatoroseus* e *P. albidus* que estão disponíveis no mercado, geralmente são colhidos de ecossistemas florestais de clima tropical e subtropical onde constituem agentes de degradação de diversos resíduos lignocelulósicos (MARTIM et al., 2017; GAMBATO et al., 2018; SILVA et al., 2021).

Com base no hábito de vida dos cogumelos, a produção envolve um conjunto de processos que viabilizam a conversão de resíduos lignocelulósicos em alimentos de alta qualidade nutricional (ATILA, 2016). Neste contexto, a produção de cogumelos está alinhada com os conceitos atuais de economia circular, modelo econômico voltado para o uso eficiente de recursos por meio da minimização de resíduos e ciclos fechados de produtos (MORSELETTTO, 2020). Além disso, o cultivo de cogumelos para fins comerciais auxilia na proteção de recursos naturais e gera benefícios socioeconômicos que podem contribuir para o desenvolvimento regional sustentável (MEYER et al., 2020).

A fermentação no estado sólido é uma tecnologia eficiente e barata para produção de cogumelos, pois neste bioprocessos são utilizados resíduos lignocelulósicos como substrato para o crescimento dos fungos comestíveis (ARAUJO et al., 2016; ZIED; IOSSI, 2018). Entretanto, para atender à demanda crescente por cogumelos comestíveis e promover o desenvolvimento econômico, em diversos países, pesquisas são realizadas

para aprimoramento de técnicas de produção, associadas ao uso ambientalmente correto de substratos da fruticultura regional (DE ITA et al., 2015; MKHIZE et al 2017).

No Brasil, em especial na região Norte, substratos da fruticultura amazônica vêm sendo utilizados nos cultivos em escala laboratorial, para avaliar e otimizar o ciclo produtivo de diferentes espécies de cogumelos com potencial econômico. Exocarpo de cupuaçu misturado com casca de arroz (*Oryza sativa* L.) foram eficazes para produção de *Lentinus citrinus* e *P. ostreatus*, evidenciando a formação basidiomas de excelente valor nutricional (TEIXEIRA; PALHETA; CASTILLO, 2011; NEVES, 2014)

Com base no exposto, este trabalho tem por objetivo demonstrar os dados dos ciclos de produção de *Pleurotus ostreatoroseus* e *Pleurotus albidus*, cultivados em resíduos lignocelulósicos da fruticultura amazônica, como um processo ecoamigável para produção de alimentos alternativos e com qualidade nutricional.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Nesta pesquisa foi realizado levantamento bibliográfico de acesso público compreendendo dados relativos ao uso de resíduos lignocelulósicos da fruticultura amazônica e agroindustrial disponíveis em artigos, dissertações e teses desenvolvidas no Laboratório de Micologia Industrial e Médica, ambiente físico pertencente à Coleção de Culturas DPUA, da Universidade Federal do Amazonas-UFAM. Nesses trabalhos científicos foram considerados dados que mostraram, desde a aquisição dos substratos, viabilidade, as estratégias e o respectivo ciclo de produção de *Pleurotus ostreatoroseus* e *P. albidus*, ambos do acervo da Coleção de Culturas DPUA.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Comumente, *Pleurotus* são cultivados em condições ambientais controladas, com a finalidade do conhecimento do ciclo de vida, preservação ambiental, reutilização e/ou no reprocessamento de materiais para desenvolvimento de tecnologias ecoamigáveis (PALHETA et al., 2011; SOUZA et al., 2016). Estas características biotecnológicas atendem aos requisitos de valorização de resíduos lignocelulósicos, além de auxiliarem no desenvolvimento econômico sustentável exigidos pela economia circular moderna (GRIMM; WÖSTEN, 2018; PIMENTA et al., 2021).

Embora tenham valor econômico, gastronômico e medicinal, os cogumelos não estão incluídos como produto alimentício integrante da dieta da população brasileira. Inclusive, a busca por fungos está aumentando, mas em muitas regiões há carência de

empresas produtoras e, quando disponível no comércio importador, os altos preços desses produtos dificultam o acesso pela população (AZEVEDO et al., 2014; GAMBATO et al., 2018; CABRERA et al., 2020).

Em ecossistemas florestais, cogumelos crescem em resíduos vegetais, condição que favorece a colonização de folhas, frutos, sementes, caules, entre outros. Essa capacidade de adaptação em diversos substratos lignocelulósicos favorece o cultivo desses fungos comestíveis em condições padronizadas *in vitro* (FONSECA et al., 2015; PANDEY et al., 2020). Desse modo, estudos realizados com *P. ostreatoroseus* DPUA 1720 e *P. albidus* DPUA 1692, foi verificada a viabilidade da produção em substratos lignocelulósicos da fruticultura amazônica, usando a tecnologia de fermentação no estado sólido, bioprocesso observado em dois ciclos, conforme apresentado na figura 1.

Figura 1: Fluxograma do ciclo de produção de espécies de *Pleurotus*

Fonte: Fonseca et al. (2014); Pimenta et al., (2021) e Barbosa et al., (2021).

Os resultados de uma pesquisa motivadora, que promoveu a geração de novos estudos e oportunidades bioeconômicas, mostraram a viabilidade da cadeia tecnológica produtiva de *P. ostreatoroseus* isolado do bioma amazônico. Nessa produção orgânica, realizada por Fonseca *et al.*, (2014), no início do ciclo de crescimento, *P. ostreatoroseus* desenvolveu a fase micelial completa em grãos de trigo (*spawn*), em 15 dias. Após inoculação do *spawn* em exocarpo de cupuaçu misturado com farelo de arroz [80:20 (% p/p)], foi verificado o surgimento dos primórdios em três dias, seguido do crescimento e maturação dos basidiomas. A primeira colheita que caracterizou o primeiro fluxo foi feita aos 23 dias de cultivo (Figura 2) e, em 42 dias, o segundo fluxo. Ao término da colheita, os basidiomas foram desidratados em condições adequadas para a manutenção de suas propriedades nutricionais e funcionais.

Figura 1 - Produção de *P. ostreatoroseus* DPUA 1720: (A) em exocarpo de cupuaçu+farelo de arroz (CC+FA com grãos de trigo; (B) Surgimento dos primórdios; (C) Primórdios e início do crescimento dos basidiomas; (D) Basidiomas maduros (E) = (Primeiro Fluxo).

Fonte: Fonseca et al. (2014); Fotos da Coleção DPUA/UFAM

A Figura 2 mostra também que *P. ostreatoroseus* possui basidiomas de superfície lisa e coloração rósea característica dessa espécie. Barbosa, E. et al. (2021) relataram características similares, além de odor agradável e textura firme dos basidiomas. Para essa espécie, nas condições de cultivo, a estimativa de produção, com base na eficiência biológica, foi 22,90%, em média. Eficiência biológica é uma variável que mostra a capacidade do cogumelo converter o substrato em basidiomas (corpo de frutificação) (CHANG e MILES, 2004; OLIVEIRA et al., 2007). Valor de eficiência biológica de aproximadamente 20% revela que se trata de substrato recomendável para

uso no cultivo de cogumelo comestível, além de mostrar que, para cada 100 kg de substrato úmido, a produtividade pode abranger 20 kg de cogumelos *in natura* (STEFFEN *et al.*, 2020). Na mistura de substrato formulado com exocarpo de cupuaçu, a biomassa de *P. ostreatoroseus* foi caracterizada como um produto alimentício com teor significativo de proteína e fibra, baixo teor de de lipídio, podendo ainda fornecer sais minerais e aminoácidos (FONSECA, 2013).

Pleurotus albidus é outra espécie que vem sendo investigada em relação aos aspectos fisiológico, biotecnológico e nutricional. Nos cultivos em resíduo lignocelulósico, em condições ambientais controladas, foram observados a colonização do substrato e o ciclo de produção de *P. albidus*. O *spwan* totalmente miceliado foi obtido em cinco dias e inoculado nos seguintes resíduos da fruticultura amazônica: exocarpo de cupuaçu misturado com farelo de arroz [80:20 (% p/p)]. Em cinco dias, foi observada a miceliação total do substrato e, após choque térmico a 12 °C, formação dos primórdios, em seis dias. O início do desenvolvimento dos basidiomas ocorreu aos nove dias de cultivo e com 15 dias a maturação e colheita dos basidiomas (Primeiro Fluxo), Figura 3. A análise de composição centesimal evidenciou que, entre os nutrientes de *P. albidus*, predominou o conteúdo de proteínas (33,31 g/100g de produto).

Figura 2 - Produção de *P. albidus* DPUA 1692: (A) em exocarpo de cupuaçu+ farelo de arroz (CC+FA), inoculado com *spwan* preparado com grãos de trigo; (B) Surgimento dos primórdios; (C) crescimento dos basidiomas; (D) Basidiomas maduros (E) (Primeiro Fluxo).

Fonte: Fotos do Coleção da Coleção DPUA/UFAM.

Nas condições avaliadas, *P. albidus* demonstrou crescimento rápido, invasor e excelente viabilidade para a reprodução, porém a eficiência biológica foi baixa (5,33%). A eficiência biológica inferior à desejável, para a produção em escala industrial, está associada ao quantitativo de basidiomas desenvolvidos, condição que dificulta o crescimento dessas estruturas. Embora *P. albidus* não tenha apresentado crescimento eficaz *in vitro*, foi observado ciclo de produção completo. A partir destes resultados, outros estudos estão em andamento, para a identificação das condições de cultivo adequadas, para a produção em grande escala, utilizando resíduos da fruticultura amazônica.

Em um estudo pioneiro realizado por Kirsch *et al.*, (2016), usando a tecnologia do cultivo em meio líquido, foi verificado que fonte de carbono e nitrogênio, além do pH, volume de inóculo e velocidade de agitação, são fatores que comprometem significativamente a produção de biomassa *P. albidus*.

Dados da literatura já comprovaram sua importância biotecnológica como fonte de diversos compostos bioativos. Souza *et al.* (2016) cultivaram *P. albidus* em casca de abacaxi e concluíram que a biotransformação desse resíduo resulta em um bioproduto com teores significativos de fibras (14,23%), proteínas (8,61%) e minerais (5,26%), que pode ser utilizado para aumentar o valor nutricional e biológico de produtos de panificação.

Teixeira e Martim (2017) por processos tecnológicos concluiu que *P. albidus* sintetiza proteases coagulantes do leite bovino com características bioquímicas adequadas para uso na fabricação de queijo. Atualmente, o processo de produção e extração de coagulante do leite bovino utilizando *P. albidus* consta no depósito de pedido nacional de patente nº BR 10 2017 014672 3 A2.

Em outros experimentos realizados com exocarpo de cupuaçu com farelo de arroz, *P. albidus* foi uma espécie que sintetizou peptidases ou proteases ácidas, com predomínio de metalo e cisteíno peptidases, características que revelam aplicabilidade na indústria de alimentos (PIMENTA *et al.*, 2021).

REFERÊNCIAS

ADEBAYO, E. A.; OLOKE, J. K. Oyster mushroom (*pleurotus* species); a natural functional food. **Journal of Microbiology, Biotechnology Food Sciences**, [S. L.], v.7, n.3, p. 254-264, 2017.

ARAUJO, W.J. *et al.* Análise de custo da produção de champignon: estudo em uma propriedade rural no município de Domingos Martins-ES. **Revista Científica Intelletto**, v.1, n.1, p. 102-114, 2016.

ATILA, F. Effect of Different substrate Disinfection Methods on the Production of *Pleurotus ostreatus*. **Journal of Agricultural Studies**, v.4, n.4, 2016.

AZEVEDO, D. B.; OSORIO, R. M. L.; CARVALHO, R. Q. C.; CARDOSO, B. B. C. Cadeia de produção do cogumelo orgânico: o estudo de caso da empresa cogumelos brasileiros. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade - GeAS**, v. 3, n.1. Jan./Abr 2014.

BARBOSA, E. E. P. **Biorrefinaria: exploração sustentável de resíduos lignocelulósicos para produção de cogumelo e bioproduto comestível**. 2021. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) Universidade Federal do Amazonas, Manaus:UFAM/PPGBiotec, 2021. (Apresentação em 29/07/2021)

BARBOSA, E. E. P.; PIMENTA, L.; BRITO, A. K. P.; MARTIM, S. R.; TEIXEIRA, M. F. Cultivo de cogumelo comestível em resíduos lignocelulósicos de floresta tropical para produção de proteases. **Brazilian Journal of Development**. Curitiba, v. 6, n. 11, p.92475-92485, nov. 2020.

BEHERA, S.; GUPTA, N. Utilization of vegetable waste for biomass production of some wild edible mushroom cultures. **An International Journal Tropical Plant Research**, v.2, n.1, p.: 05-09. 2015.

BONONI, V. L. R.; GIMENES, L.J.; ROJAS, A.C.B. Produção de cogumelos e biotecnologia. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COGUMELOS NO BRASIL. 8., 2015. **Anais[...]** Sorocaba/SP: SICG, 2015. p. 96-109. Disponível em: <https://uniso.br/publicacoes/2015-anais-sicog/sicog-versaoonline.pdf>. Acesso em: 05 jun 2018.

CABRERA, L. C.; CONSTANTINO, L. V.; ANTUNES, P. S.; GONÇALVES, L. S. A.; CORTE, L. E. Caracterização da produção de cogumelos comestíveis: um estudo de caso na região de Londrina, Paraná. **Pesquisa Sociedade e Desenvolvimento**, v.9, n.7, 2015. (Ciências Agrárias e Biológicas)

CASTILLO, T. A.; PEREIRA, J. R. G.; ALVES, J. M.; TEIXEIRA, M. F. S. Mycelial Growth and Antimicrobial Activity of Species of Genus *Lentinus* (Agaricomycetes) from Brazil. **International Journal of Medicinal Mushrooms**, v.19, n. 12, p.1135-1143, 2018.

CHANG, S; MILES, G.P. Cogumelos: cultivo, valor nutricional, efeitos medicinais e impacto ambiental. Boca Raton, FL: CRC Press, 2004.

CORRÊA, R.C.G. *et al.* Uso biotecnológico, nutricional e terapêutico de *Pleurotus* spp. (Cogumelo-ostra) relacionado com a sua composição química: Uma revisão sobre os resultados da década passada. **Trends in Food Science & Technology**, [S. L.], v.50, p. 103-117, 2016.

FONSECA, T. R. B. ***Pleurotus ostreatoroseus* DPUA 1720: Avaliação do crescimento, produção de basidioma e determinação da atividade proteolítica em**

resíduos agroindustriais. 2013. 77 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) Universidade Federal do Amazonas, Manaus, UFAM, 2013.

FONSECA, T. R. B.; BARRONCAS, J. F.; TEIXEIRA, M. F. S. Produção em matriz sólida e caracterização parcial das Proteases de cogumelo comestível da floresta Amazônica. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 8, n. 1, p. 1227-1236, 2014.

FONSECA, T. R. B. *et al.* Cultivation and nutritional studies of na edible mushroom from North Brazil. **African Journal of Microbiology Research**, v.9, n.30, p.1814-1822, 2015.

GAMBATO, G.; PAVÃO, E. M.; CHILANTI, G.; FONTANA, R. C.; SALVADOR, M.; CAMASSOLA, M. *Pleurotus albidus* Modulates Mitochondrial Metabolism Disrupted by Hyperglycaemia in EA. hy926 Endothelial Cells. **BioMed Research International**, [S. L.], v.2018, p.1-10, 19 jun.2018.

GOGAVEKAR, S.S. *et al.* Important nutritional constituents, flavour components, antioxidant and antibacterial properties of *Pleurotus sajor-caju*. **Journal Food Science Technology**, v.51, n.8, p. 1483-1491, 2014. Disponível em: DOI 10.1007/s13197-012-0656-5. Acesso em: 02 jul. 2019.

GRIMM, D.; WÖSTEN, H. A. B. Mushroom cultivation in the circular economy. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 102, n.18, p.7795-7803, 2018.

ITA, M. A. V.; ARANDA, D. P. B.; LEZAMA, C. P.; REYES, J. R. T.; MARTINEZ, A. I.; ROMERO-ARENAS, O. Evaluation of Substrates in the Elaboration of Secondary Inoculum for the Cultivation of *Pleurotus ostreatus*. **Journal of Pure and Applied Microbiology**, v. 12, n. 2, p. 679-686, jun. 2018.

KIRSCH, L. S.; MACEDO, A. J. P.; TEIXEIRA, M. F. S. Production of mycelial biomass by the Amazonian edible mushroom *Pleurotus albidus*. **Brazilian Journal of microbiology**, v.47, p. 658-664, 2016.

MARTIM, S. R.; SILVA, L. S. C.; ALECRIM, M. M.; SOUZA, B. C.; OLIVEIRA, I. M. A., TEIXEIRA, M. F. S. Proteases ácidas de cogumelo comestível da Amazônia para aplicabilidade industrial. **Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Natural**. Belém, v. 12, n. 3, p. 353-362, set.-dez. 2017.

MEYER, V; BASENKO, E. Y; BENZ, J. P.; BRAUS, G. H.; CADDICK, M. X.; CSUKAI, M.; VRIES, R. P. de; ENDY, D; FRISVAD, J. C.; GUNDE-CIMERMAN, N. Growing a circular economy with fungal biotechnology: a white paper. **Fungal Biology And Biotechnology**, [S. L.], v. 7, n. 1, p. 1-55, 2 abr. 2020.

MKHIZE, S. S.; ZHARARE, G. E.; BASSON, A. K.; MTHEMBU, M. S.; CLOETE, J. Desempenho do cogumelo *Pleurotus pulmonarius* cultivado em resíduos de colmo de milho suplementado com vários níveis de farinha de milho e farelo de trigo. **Food Science Technology**, Campinas, v. 37, n. 4, pág. 570-577, dez. 2017.

MORSELETTTO, P. Targets for a circular economy. **Resources, Conservation & Recycling**, v.153, 104553, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104553>

NEVES, K. C. S. **Produção de proteases coagulante por espécies de *Pleurotus* de resíduos vegetais da Amazônia**. Tese (Doutorado em Biotecnologia) Rede Nordeste de Biotecnologia - RENORBIO. Recife: UFPE, 2014.

OLIVEIRA, M. A.; DONEGA, M. A.; PERALTA, R. M.; SOUZA, C. G. M. Produção de inóculo do cogumelo comestível *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Quélet - CCB19 a partir de resíduos da agroindústria. **Ciência Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 27(supl.), p.84-87, ago. 2007.

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

PANDEY, A. K.; RAJAN, S.; SARSAIYA, S.; JAIN, S. K. Mushroom for the National Circular Economy. **International Journal of Scientific Research in Biological Sciences**, v.7, n. 6, p.58-66, dec. 2020.

PIMENTA, L.; BARBOSA, E. E. P.; BRITO, A. K. P.; MARTIM, S. R.; TEIXEIRA, M. F. S. Processo eco-amigável para selecionar substrato Lignocelulósico para produção de peptidases ácidas. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.1, p.3469-3479 Jan. 2021.

SILVA, S. D. da; SANTOS, E. C. dos; SILVA, W. M. C. da; MAGALHÃES, A. A. da S; BARBOSA, E. E. P; TEIXEIRA, M. F. S; PEREIRA, J. O; MOTA, A. J. da. Draft Genome Sequence of the Wild Edible Mushroom *Pleurotus ostreatoroseus* DPUA 1720. **Microbiology Resource Announcements**, [S. L.], v. 10, n. 4, p. 1-6, 28 jan. 2021.

SOUZA, R. A. T.; FONSECA, T. R. B.; KIRSCH, L. S.; SILVA, L. S. C.; ALECRIM, M. M.; CRUZ FILHO, R. F.; TEIXEIRA, M. F. S. Nutritional composition of bioproducts generated from semi-solid fermentation of pineapple peel by edible mushrooms. **African Journal of Biotechnology**, v.15, n. 12, p. 451-457, 23 mar, 2016.

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

PIAIA, A.; MORAIS, R. M. **Produção de cogumelos comestíveis em Substratos orgânicos**. Porto Alegre: DDPA, 2020. (Circular: divulgação técnica, n.3).

TEIXEIRA, M. F. S.; PALHETA, R. A.; CASTILLO, T. A. **Bioproduto compreendendo micélio, processo de produção do mesmo, e composição alimentícia**. Depositante: Fundação Universidade do Amazonas. BR N. PI 1106545-1 A2. Depósito: 04 ago. 2011

TEIXEIRA, M. F. S.; MARTIM, S. R. **Produção e extração de coagulante do leite bovino utilizando o cogumelo *Pleurotus albidus***. Depositante: Fundação Universidade do Amazonas. BR 102017014672-3 A2. Depósito: 06 jul. 2017.

ZIED, D.C; IOSSI, M.R. Fungicultura: produção de alimentos em pequeno espaço, rápido ciclo de produção e alta tecnologia. **Revista Agronomia Brasileira**, v. 2, 2018.

Recebido em: 05/01/2022

Aprovado em: 08/02/2022

Publicado em: 12/02/2022