



CULTIVO DE *PLEUROTUS OSTREATUS* UTILIZANDO BAGAÇO DE MALTE, SERRAGEM E CASCA DE ARROZ

D.M. Rossi¹, C.C. Oliveira¹

1--Departamento de Engenharia Química – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, – CEP: 90035-007– Porto Alegre – RS – Brasil, Telefone: 55 (51) 3308-2196 – e-mail: (drossi@enq.ufrgs.br)

RESUMO – O cultivo de cogumelos é uma alternativa muito interessante para a destinação dos resíduos agroindustriais, visto que o material gerado neste segmento é rico em composição lignocelulósica e pode ser utilizado como substrato para o crescimento de cogumelos. O Rio Grande do Sul é particularmente um grande gerador de casca de arroz, assim como produz uma grande quantidade de bagaço de malte e serragem. O objetivo do trabalho foi avaliar o desenvolvimento do fungo *Pleurotus ostreatus* (popularmente conhecido como Shimeji) em diferentes formulações de substrato contendo casca de arroz, serragem e bagaço de malte (BDM). As formulações contendo 25 e 40 % de BDM apresentaram eficiências próximas ao valor mínimo para a produção comercial. Portanto, com o melhoramento das técnicas de ajuste de pH, umidade e densidade aparente sobre a aeração do substrato, é possível que se obtenham eficiências superiores tornando a produção mais atrativa economicamente.

ABSTRACT – Mushroom cultivation is a very interesting alternative for the destination of agroindustrial waste agribusiness, since the material produced in this segment is rich in lignocellulosic composition, and can be used as a substrate for the growth of mushrooms. Rio Grande do Sul is a particularly large generator of rice husk, as well as producing a large amount of malt and sawdust, which are very common residues throughout Brazil. The objective of the work was to evaluate the development of the fungus *Pleurotus ostreatus* (popularly known as Shimeji) in different formulations of substrate containing rice husk and sawdust and malt bagasse (BDM). Formulations containing 25 and 40% BDM show efficiencies close to the minimum value for commercial production. Therefore, with the improvement of the pH adjustment techniques, absorption and apparent density on the aeration of the substrate, it is possible to obtain higher efficiencies making the production more economically attractive.

PALAVRAS-CHAVE: cogumelos comestíveis, *Pleurotus ostreatus*, resíduos agroindustriais.

KEYWORDS: *Mushroom*, *Pleurotus ostreatus*, agroindustrial waste.

1. INTRODUÇÃO

Uma enorme quantidade de resíduos de colheita, da agroindústria e pecuária são gerados anualmente, sendo a maior parte material lignocelulósico. Apesar dos resíduos agroindustriais possuírem compostos benéficos, o seu valor aparente é menor do que o custo com coleta, transporte e processamento para o uso. Contudo, se forem utilizados para a indústria alimentícia, não serão mais considerados resíduos, mas sim novas fontes de matéria prima. Um número grande de resíduos agroindustriais como palhas, cascas e serragem, tem sido aproveitado em processos de fermentação em estado sólido (SSF) para a produção de cogumelos, utilizando fungos basidiomicetos para a produção de metabólitos valiosos, tais como esteróis, ácidos graxos e ácidos orgânicos, celulasas, amilases, lipases, proteinases, pectinases penicilina, cefalosporina, ciclosporina, estatina e outros. (RAJARATHNAM et al. 1998, HOWARD et al. 2003).



Os fungos da espécie *Pleurotus* podem ser cultivados em toras de algumas espécies de madeiras (MOLENA, 1986; CHANG & MILES, 2004). Entretanto o processo tradicional para o cultivo destes cogumelos é a compostagem curta seguida de pasteurização (MOLENA, 1986; OBODAI et al., 2003). Os *Pleurotus* são cogumelos de alta versatilidade e com rápido crescimento, podendo-se utilizar diversas técnicas e substratos.

O bagaço de malte (BDM) é o principal resíduo sólido da indústria cervejeira, representando cerca de 85 % do total de resíduo gerado. O Brasil, por ser o quarto maior produtor mundial de cerveja, gera grandes quantidades deste resíduo. Cerca de 200 kg de BDM são gerados a cada 1000 L de cerveja produzida (MUSSATTO, 2009). É composto principalmente por cevada e/ou outros cereais como trigo, aveia e até mesmo arroz e milho. O BDM é um resíduo agroindustrial rico em fibras e proteínas. Embora seja uma matéria prima interessante, seu potencial é muitas vezes negligenciado. No Japão, por exemplo, 95 % do BDM gerado é destinado à alimentação animal, enquanto o restante muitas vezes se torna um problema ambiental, principalmente para pequenas cervejarias locais. Por estas razões, o BDM se apresenta como possível componente de substrato para cultivo de cogumelos, possivelmente atuando como suplemento proteico, já que possui alto teor de proteínas. A casca de arroz (CA) é um resíduo agroindustrial de destaque na região sul do Brasil. Abundante no Rio Grande do Sul, este resíduo é gerado no processo de beneficiamento do arroz. Cerca de 220 kg são separados para cada tonelada do grão bruto.

Neste trabalho, foi estudada a viabilidade de se produzir o cogumelo *P. ostreatus* com substratos contendo BDM como suplemento proteico e casca de arroz e serragem como base lignocelulósica. O *P. ostreatus* foi escolhido principalmente por ter crescimento rápido e ser capaz de degradar substratos bastante fibrosos, sem a necessidade de passar por um processo de compostagem. Além disso, é um dos cogumelos mais utilizados na culinária e possui boa aceitação no mercado consumidor, por suas propriedades nutricionais e organolépticas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Resíduos Utilizados e Microrganismo

O microrganismo utilizado foi o *Pleurotus ostreatus*, cedido por Diego Melo Pereira, e armazenado em placas contendo meio BDA (Batata- Dextrose-Ágar), sob refrigeração para posterior uso.

O bagaço de malte utilizado para este trabalho foi 100% de cevada sem a utilização de grãos torrados ou tostados, coletado após uma brassagem em cervejaria artesanal. O bagaço foi armazenado algumas horas depois em um freezer a -6 °C, sendo utilizado na semana seguinte para a preparação dos substratos chegando ainda congelado no laboratório para a manipulação. A casca de arroz utilizada foi cedida pelo laboratório BiotecLab, do Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos (UFRGS), sempre mantida refrigerada. A serragem utilizada foi proveniente de toras da madeira de Angelim, sempre mantida refrigerada, cuja doação foi da Marcenaria Siqueira (RS).

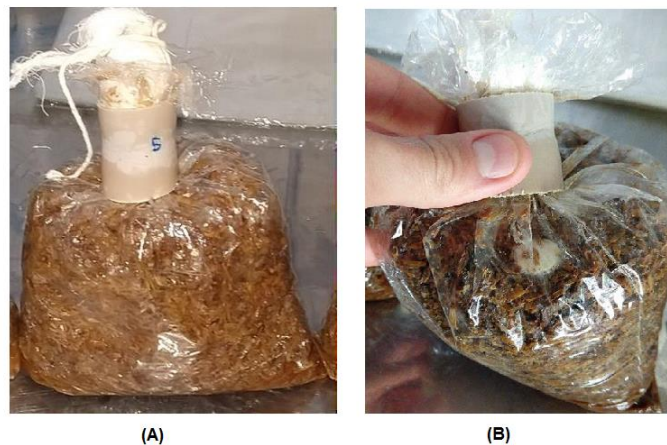
2.2 Preparo dos Substratos

Os substratos para os experimentos foram preparados em sacos de polipropileno com 180 g em cada formulação. A umidade relativa do substrato foi de 70 %, com o intuito de não haver água em excesso nos cultivos. Após as quantidades definidas estarem dentro dos sacos, foi utilizado cano PVC para envolver a ponta dos sacos e criar uma passagem, possibilitando a troca de ar com o meio externo. Uma bucha de algodão foi colocada nos canos PVC para evitar a contaminação e permitir a troca gasosa, como mostra a Figura 1A. Os sacos foram autoclavados em duas bateladas em um período de 15 minutos cada a 121 °C. Após a esterilização foram levados para o laboratório e deixados por 5 horas para resfriar, antes de proceder a inoculação com o fungo.

Utilizou-se tubos Falcon para coletar amostras circulares do fungo cultivado nas placas petri e dois discos foram inseridos nos sacos de polipropileno para cada experimento realizado (Figura 1B). Após a inoculação, a

bucha foi recolocada na entrada dos sacos, mantendo-se o meio em contato com o ar e com proteção para contaminantes. Todo o procedimento foi realizado em capela de fluxo laminar.

Figura 1 Saco de polipropileno contendo substrato, com cano de PVC e bucha de algodão no Topo (A). Sacos inoculados com os discos do fungo *Pleurotus ostreatus* (B).



2.2 Preparação dos Cultivos

Foram feitas duas bateladas e as formulações de substrato foram divididas em dois diferentes grupos baseado em suas composições. No primeiro grupo de experimentos, a base do substrato foi composta unicamente por casca de arroz, enquanto que no segundo grupo, a base foi 100 % serragem. A suplementação proteica com BDM foi feita nas proporções de 10, 25, 40, 55 e 70 % em ambos os grupos. Em todos os substratos foi adicionado 1 % (base seca) de carbonato de cálcio. A Tabela 1 mostra as diferentes formulações dos substratos em base seca.

Tabela 1 -Diferentes formulações de substratos testados, em base seca.

Base	XBDM (%)	XSE(%)	XCA(%)	XCaCO ₃ (%)
Casca de arroz	10	0	89	1
Casca de arroz	25	0	74	1
Casca de arroz	40	0	59	1
Casca de arroz	55	0	44	1
Casca de arroz	70	0	29	1
Serragem	10	89	0	1
Serragem	25	74	0	1
Serragem	40	59	0	1
Serragem	55	44	0	1
Serragem	70	29	0	1

XBDM: Fração mássica de bagaço de malte; XSE: Fração mássica de serragem;
XCA: Fração mássica de casca de arroz; XCaCO₃: Fração mássica de carbonato de cálcio.

A incubação se deu em uma geladeira adaptada às condições de cultivo em estado sólido. A faixa de temperatura adequada à expansão do micélio do *P. Ostreatus* foi mantida em torno de 24-27°C, através de um controlador de temperatura (modelo Tic-17, Full Gauge). A umidade do ambiente foi medida por um termo higrômetro digital com sensor externo com termômetro medidor de umidade e temperatura e, sempre que verificada abaixo de 65 %, água foi borrifada no interior da geladeira, a fim de se alcançar umidade de 75 %. A incubação foi dada como completa quando o micélio alcançou o fundo de cada saco. Neste momento, o saco foi retirado desta geladeira e encaminhado ao ambiente de frutificação.

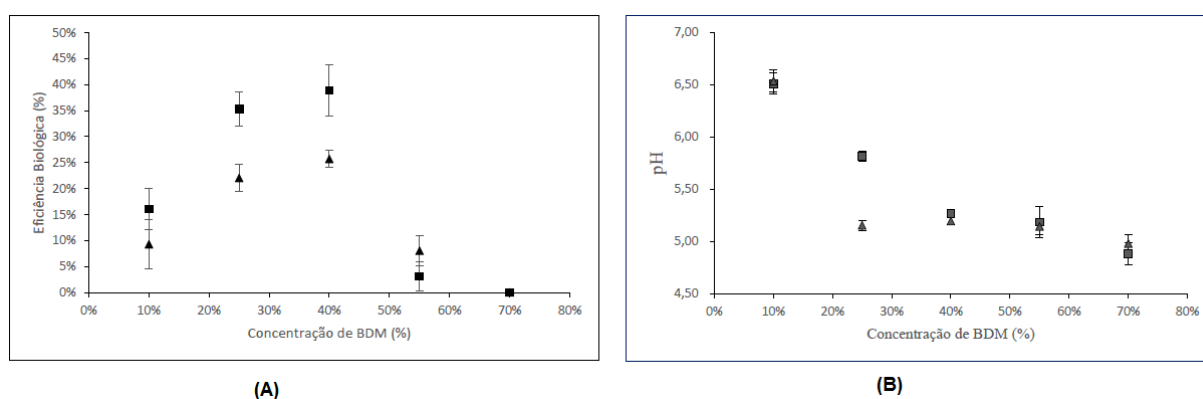
A frutificação ocorreu em outra geladeira, também acoplada com controlador de temperatura e medidor de umidade. A temperatura foi controlada entre 12 e 15 °C e água foi borrifada diariamente nas paredes da geladeira para manter a umidade acima de 80 %. Uma lâmpada de LED de 9W foi instalada na geladeira e um temporizador foi configurado para ligar e desligar a lâmpada a cada 12 h. Os experimentos totalizaram 45 dias de cultivo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Eficiência Biológica e pH

A produtividade do cultivo de cogumelos se mede mediante o parâmetro de eficiência biológica (EB), expresso em porcentagem. A EB consiste na razão entre a massa de cogumelos frescos e a massa seca do substrato original. Uma EB a partir de 50 % é percebida como valor mínimo de referência para o cultivo comercial de *P. ostreatus* (ANA BELEM *et al.*, 2016). Os cogumelos foram colhidos quando seus chapéus começaram a inverter e imediatamente tiveram suas massas medidas. Na Figura 2A, estão representadas as eficiências biológicas obtidas nos dois primeiros flushes.

Figura 2 - Eficiência biológica das formulações com casca de arroz (-■-) e com serragem (-▲-) (A). pH medido das formulações com casca de arroz (-■-) e com serragem (-▲-) (B).



Apresentaram melhores eficiências biológicas as formulações suplementadas com 25 e 40 %, tanto para substratos com CA como para os substratos com SE. Entre estas, as formulações contendo casca de arroz apresentaram EB superiores às formulações contendo serragem. Como a serragem é um componente clássico de substratos para cultivo de cogumelos, é razoável supor que também é possível utilizar casca de arroz como base lignocelulósica, inclusive com diferentes suplementações proteicas. Formulações contendo 25 e 40 % de BDM produziram mais cogumelos que as formulações contendo apenas 10 %, tanto para serragem como para a casca de arroz, indicando que a suplementação proteica foi benéfica. Os substratos suplementados em 55 % apresentaram eficiência biológica quase nula, enquanto os substratos com 70 % de BDM não produziram nenhum cogumelo. Gregori *et al.* (2008) consideraram que BDM, serragem e farelo de trigo podem formar substratos apropriados para o cultivo de *P. ostreatus*, sendo que o máximo de eficiência que obtiveram foi 51 % em um substrato contendo 20 % farelo de trigo, 10 % BDM, 2 % CaCO₃ e 68 % serragem.

Todas as formulações apresentaram valores de pH dentro da faixa de sobrevivência do *P. ostreatus*, porém a maioria ficou abaixo da faixa ótima (6,0-6,5). Além disso, é possível observar uma tendência de diminuição do pH com o aumento da suplementação com BDM, o que faz sentido, pois o BDM é sabidamente ácido (MUSSATTO *et al.*, 2006). Os resultados obtidos na análise de pH estão representados na Figura 2B.

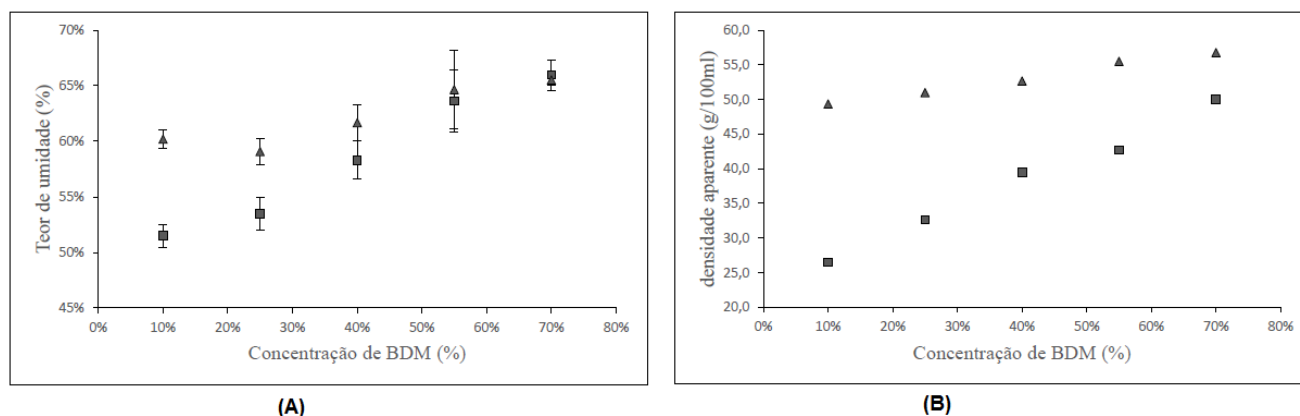
Wang *et al.* (2001) avaliaram o efeito de lavar o BDM antes de sua utilização em formulações de substrato para o *P. ostreatus*. Embora o pH tenha aumentado, os benefícios de um incremento observado da eficiência

biológica não foram superiores ao custo energético da lavagem. Yildiz *et al.* (2002) analisaram o cultivo de *P. ostreatus* em 41 formulações de substrato e 10 delas apresentaram EB superiores a 50 %. Interessante observar que estas dez formulações apresentaram pH dentro da faixa 5,94-7,11. As duas únicas formulações que apresentaram EB superiores a 100 % exibiram pH 6,83 e 6,86. Podemos assumir que um incremento nas adições de carbonato de cálcio aumente o pH para valores mais apropriados ao cultivo, possivelmente aumentando a eficiência biológica.

3.2 Umidade e Densidade Aparente

Na Figura 3 estão apresentados os valores médios de teores de umidade em função do grau de suplementação de BDM e a densidade aparente.

Figura 3 - Teor de umidade medido nas formulações com casca de arroz (-■-) e com serragem (-▲-) (A). Densidade aparente das formulações com casca de arroz (-■-) e com serragem (-▲-) (B).



Pode-se observar que apresentaram maior umidade os substratos com maior teor de BDM nas suas composições. A alta umidade do BDM se mostrou interessante ao facilitar o processo de umedecimento do substrato, como verificado pelas análises. Em seu estudo, Sözbir (2015) utilizou o teste do palmo e, quando deu positivo, mediu a umidade de seus substratos, que variaram entre 50 e 66 %. Embora todas suas formulações tenham produzido cogumelos, os substratos com umidade próxima a 50 % foram justamente os que apresentaram menores eficiências biológicas, e o autor credits isto à baixa capacidade de absorção de água dos componentes do substrato.

A densidade aparente foi medida com a massa total de um saco, logo após sua esterilização. Os dados mostram que os substratos com maior concentração de BDM apresentam maior densidade aparente, possivelmente devido tanto à umidade quanto à forma do BDM. A diferença entre as densidades aparentes dos substratos com casca de arroz e serragem é bastante grande, possivelmente devido à umidade, já que a granulometria da serragem pareceu até maior que a da casca de arroz. O dado de densidade aparente não se mostrou determinante para o sucesso do cultivo de *P. ostreatus*, já que as formulações que apresentaram valores mais próximos de um referencial da literatura foram as que mais tiveram problemas. Possivelmente outros parâmetros físicos do substrato, como porosidade, capacidade de absorção de água e tamanho das partículas, sejam tão ou mais importantes que a densidade aparente.



4. CONCLUSÃO

O fungo *P. ostreatus* se mostrou capaz de colonizar todas as formulações. As formulações contendo 25 e 40 % de BDM apresentaram eficiências próximas ao valor entendido como mínimo para a produção comercial de *P. ostreatus*, apesar dos parâmetros de umidade, pH e densidade aparente estarem fora da faixa ideal, de acordo com a literatura. É razoável supor, portanto, que, ao melhorar técnicas de ajuste de pH e ao investigar o efeito da umidade e densidade aparente sobre a aeração do substrato, se obtenham eficiências superiores, tornando a produção atrativa economicamente.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANA BELEM, P. G.; DIEGO ALEJANDRO, N. M.; FABIÁN, R. M. Utilización de residuos agrícolas y agroindustriales en el cultivo y producción del hongo comestible seta (*Pleurotus* spp.). **Revista Internacional de Contaminación Ambiental**, v. 32, n. Especial Residuos Sólidos, p. 141–151, 2016.
2. CHANG, S.-T.; MILES, P.G. **Mushrooms: Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effect, and Environmental Impact**. 2 ed. CRC Press, Boca Raton, Florida, 451 p, 2004.
3. SÖZBIR, D. G. et al. **Lignocellulosic Wastes Used for the Cultivation of *Pleurotus ostreatus* Mushrooms: Effects on Productivity**. **BioResources.com**. (10)3, Lignocellulosic Wastes Used for the Cultivation of *Pleurotus ostreatus* Mushrooms: Effects on Productivity. **BioResources.com**, 10(3), pg 4686-4693.
4. GREGORI, A. et al. The use of spent brewery grains for *Pleurotus ostreatus* cultivation and enzyme production. **New Biotechnology**, v. 25, n. 2–3, p. 157–161, 1 out. 2008.
5. HOWARD RL, ABOTSI E, JANSEN VAN RENSBURG EL. **Lignocellulose biotechnology: issues of bioconversion and enzyme production**. **African J Biotechnol** 2(12): 602–619, 2003.
6. MOLENA, O. **O moderno cultivo de cogumelos**. São Paulo: [s.n.], 1986. 170p.
7. MUSSATTO, S. I. Biotechnological potential of brewing industry by-products. In: **Biotechnology for Agro-Industrial Residues Utilisation: Utilisation of Agro- Residues**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2009. p. 313–326.
8. MUSSATTO, S. I.; DRAGONE, G.; ROBERTO, I. C. Brewers' spent grain: generation, characteristics and potential applications. **Journal of Cereal Science**, v. 43, n. 1, p. 1–14, 2006.
9. OBODAI, M.; CLELAND-OKINE, J.; VOWOTOR, K.A. **Comparative study on the growth and yield of *Pleurotus ostreatus* mushroom on different lignocellulosic byproducts**. **Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology**, v.30, p.146-149, 2003.
10. RAJARATHNAM S, SHASHIREKA MNJ, BANO Z. **Biodegradative and biosynthetic capacities of mushrooms: Present and future strategies**. **Critic Rev Biotechnol** 18(2–3): 91–236, 1998.
11. WANG, D.; SAKODA, A.; SUZUKI, M. Biological efficiency and nutritional value of *Pleurotus ostreatus* cultivated on spent beer grain. **Bioresource Technology**, v. 78, n. 3, p. 293–300, 1 jul. 2001.
12. YILDIZ, S. et al. Some lignocellulosic wastes used as raw material in cultivation of the *Pleurotus ostreatus* culture mushroom. **Process Biochemistry**, v. 38, n. 3, p. 301–306, 2002.