

AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO DE *Pleurotus sajor-caju* (FR.) SINGER UTILIZANDO RESÍDUO DO BENEFICIAMENTO TÊXTIL DO ALGODÃO COMO SUBSTRATO*

Evaluation of the production of *Pleurotus sajor-caju* in cotton textile mill waste

Ana Luisa Aguiar de Castro¹, Paulo César de Aguiar Paiva², Vera Lúcia Banys³,
Eustáquio Souza Dias⁴, Juliana dos Santos⁵

RESUMO

Realizou-se um ensaio objetivando investigar a viabilidade da produção do cogumelo comestível *Pleurotus sajor-caju* (Fr.) Singer em substratos cuja principal fonte de carbono fosse o resíduo do beneficiamento têxtil do algodão. Foram avaliadas duas composições de substrato: C1 (resíduo do beneficiamento têxtil do algodão, farelo de trigo, gesso e calcário) e C2 (resíduo do beneficiamento têxtil do algodão, farelo de trigo, palha de feijão, gesso e calcário). O experimento foi estabelecido em delineamento inteiramente casualizado, com nove repetições por tratamento e os dados de produção e eficiência biológica foram analisados utilizando-se o procedimento ANOVAG do pacote estatístico SAEG. O resíduo do beneficiamento têxtil do algodão, como principal ingrediente do substrato, mostrou-se eficiente para a produção do cogumelo *P. sajor-caju*, apresentando valores satisfatórios de produtividade (0,56 e 0,55 kg/kg substrato) e eficiência biológica (55,76 e 55,39 %), respectivamente para C1 e C2, podendo ser recomendado como alternativa menos onerosa de substrato comercial para a espécie *Pleurotus sajor-caju*.

Termos para indexação: Bioconversão, cogumelo comestível, degradação, eficiência biológica, produtividade, resíduos agro-industriais.

ABSTRACT

The experiment was conducted to investigate the viability of the production of the edible fungus *Pleurotus sajor-caju* (Fr.) Singer in substrates in which main source of carbon was the cotton textile mill waste. Two substrates compositions were tested: C1 (cotton textile mill waste, wheat bran, plaster and limestone) and C2 (cotton textile mill waste, wheat bran, bean straw, plaster and limestone). A DIC experimental design was used, with nine repetitions for treatment and the production data and biological efficiency were analyzed being used the procedure ANOVAG of the statistical package SAEG. The cotton textile mill waste improvement, as the main ingredient of the substrate, was shown efficient for the production of the mushroom *P. sajor-caju*, presenting satisfactory values of productivity (0,56 and 0,55 kg/kg substratum) and biological efficiency (55,76 and 55,39%), respectively for C1 and C2. These results showed us that cotton textile mill waste, could be recommended as less onerous alternative of commercial substrate for the species *Pleurotus sajor-caju*.

Index terms: Bioconversion, biological efficiency, edible mushroom, degradation, productivity, agro-residues.

(Recebido em 9 de março de 2006 e aprovado em 6 de dezembro de 2006)

INTRODUÇÃO

Devido à modernização da agricultura e à crescente industrialização deste setor, a quantidade de subprodutos gerados tem aumentado a cada ano. Tais subprodutos, compostos basicamente de celulose e hemicelulose, são alimentos energéticos em potencial para animais ruminantes. Sua utilização em dietas de bovinos, além do benefício econômico, obedece aos princípios de conservação do meio ambiente (BUTOLO, 2002) e

possibilita o equilíbrio do ecossistema mundial em função da redução dos possíveis danos ambientais causados pelo acúmulo e destruição dessa massa no solo, no ar e na água.

O resíduo do beneficiamento têxtil do algodão, oriundo da indústria têxtil é resultante do processo que antecede o tingimento do tecido de algodão. Sua composição química é, segundo Almeida (2001), 91,76% de matéria seca (MS); 1,22% de proteína bruta (PB); 94,40% de fibra em detergente neutro (FDN); 91,34% de fibra em

*Projeto financiado pelo CNPq, parte da Dissertação do primeiro autor;

¹Doutoranda, Curso de Zootecnia – Universidade Federal de Goiás/UFG – Campus Jataí/CAJ – Rodovia Br 364, Km 192 – Cx. P. 03 – 75800-000 – Jataí, GO – alacbr@yahoo.com.br

²Doutor, Professor Titular – Departamento de Zootecnia/DZO – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – pcpaiva@ufla.br

³Doutora, Professora Adjunta – Curso de Zootecnia – Universidade Federal de Goiás/UFG – Campus Jataí/CAJ – Rodovia Br 364, Km 192 – Cx. P. 03 – 75800-000 – Jataí, GO – verabanys@uol.com.br

⁴Doutor, Professor Adjunto – Departamento de Biologia/DBI – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – esdias@ufla.br

⁵Doutoranda, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/FCAV – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”/UNESP – Campus de Jaboticabal – 14884-900 – Jaboticabal, SP – jusantos@fcav.unesp.br

detergente ácido (FDA); 89,59% de celulose; 3,06% de hemicelulose; 1,77% de lignina e 0% de sílica. A principal característica deste resíduo é a elevada fração fibrosa composta, principalmente, de celulose. Porém, na forma cristalina, tal carboidrato apresenta degradação limitada requerendo tratamentos específicos para sua biodisponibilização. Santos (2003) avaliando a eficiência de diferentes tratamentos físico-químicos em aumentar a degradabilidade ruminal do resíduo do beneficiamento têxtil do algodão concluiu que, *in natura*, o mesmo é rico em constituintes de parede celular e apresenta baixa degradabilidade. A autora observou que os tratamentos físico e/ou químicos uréia, pressão/vapor + uréia e hidróxido de sódio + uréia, foram semelhantes estatisticamente ($p < 0,05$), e promoveram aumento semelhante na degradabilidade efetiva da MS (6,70 pontos percentuais) e da FDN (5,72 pontos percentuais). Além do emprego na alimentação animal, outra alternativa para otimizar o aproveitamento do resíduo do beneficiamento têxtil do algodão seria sua utilização como substrato para o cultivo de cogumelos comestíveis. Os cogumelos, denominados fungos causadores da podridão branca da madeira, devido à inespecificidade e localização extracelular de seu sistema enzimático, degradam celulose, hemicelulose e lignina como fonte energética, sendo, por isso, excelentes candidatos (AGOSIN et al., 1985, 1990; BISARIA et al., 1997; BUSWELL et al., 1996; WOOD & SCHMIT, 1987). Dentre os cogumelos comestíveis, destacam-se as espécies do gênero *Pleurotus* e o *Lentinula edodes*, que estão entre as espécies mais cultivadas e consumidas no mundo.

Existe uma variedade de técnicas para a produção comercial de cogumelos comestíveis, sendo a “Jun-Cao”, uma das mais utilizadas (DIAS & GONTIJO, 2000). Os substratos tradicionais utilizados nesta técnica são constituídos de uma ou duas gramíneas (fonte de carbono para o cogumelo), um farelo (fonte de nitrogênio), gesso (friabilidade ao substrato, aumentando sua porosidade e evitando sua compactação) e água. Em função da exigência nutricional da espécie de cogumelo cultivada, pode ser necessário o acréscimo de outros componentes ao substrato. As espécies do gênero *Pleurotus sp.* apresentam exigência de cálcio particularmente elevada (ROYSE, 1992), que pode ser atendida pela adição de soja grão ou calcário (CaCO_3). O método “Jun-Cao”, além

de substituir a utilização de toras de árvores nativas por gramíneas, diminuindo o processo de desmatamento, passou a ser também um fator importante no controle de erosão do solo (DIAS & GONTIJO, 2000). Posteriormente, a técnica “Jun-Cao” foi adaptada para a utilização de resíduos agroindustriais, abrindo maiores possibilidades de cultivo para várias espécies de cogumelos, trazendo ainda maiores benefícios quanto à preservação do meio ambiente, além de reduzir o custo de produção (CURVETTO et al., 2002; DIAS et al., 2003; PANDEY et al., 2000). Normalmente, a técnica “Jun-Cao” requer a esterilização do substrato em autoclave ou uma pasteurização severa com vapor d’água utilizando um sistema de caldeira. No entanto, no Brasil, tem-se verificado que a pasteurização severa permite um maior índice de contaminação durante o período de colonização e, principalmente, durante a frutificação do cogumelo. Por isso, objetivou-se com esse ensaio avaliar a produção do cogumelo *Pleurotus sajor-caju* em substratos utilizando o resíduo do beneficiamento têxtil do algodão como fonte principal de carbono, em um sistema de compostagem curta, seguida de pasteurização severa com vapor d’água.

MATERIAL E MÉTODOS

Utilizou-se como base dos substratos para o cultivo dos cogumelos, o resíduo do beneficiamento têxtil do algodão proveniente da Companhia Industrial Jauense, Jaú/SP. O material utilizado como inoculante foi arroz com casca (2 kg), submetido à fervura em água durante 30 minutos. Logo após a fervura e a drenagem do excesso de água, adicionou-se 0,2 kg de farelo de trigo e a mistura foi acondicionada em frascos de vidro, fechados com tampa de rosca perfurada contendo tampão de algodão, para permitir a troca gasosa. Os frascos foram esterilizados em autoclave a 121°C / $1,2\text{ kgf/cm}^2$ por 1 hora e após resfriamento à temperatura ambiente os grãos contidos em cada frasco foram inoculados com meio BDA, colonizado pelo micélio do fungo *Pleurotus sajor-caju*, em câmara de fluxo laminar. Os frascos colonizados foram incubados à temperatura ambiente (20 a 25°C) durante aproximadamente 20 dias para a completa colonização da superfície dos grãos. Paralelamente, submeteu-se o resíduo do beneficiamento têxtil do algodão ao processo de compostagem nas formulações indicadas na Tabela 1.

TABELA 1 – Formulação dos substratos C1 e C2, em percentagem.

Ingredientes (%)	Substrato*	
	C1	C2
Resíduo do beneficiamento têxtil do algodão	86	66
Farelo de trigo	10	10
Palha de feijão	0	20
Gesso	2	2
Calcário	2	2
Total	100	100

C1: substrato sem palha de feijão; C2: substrato com 20% de palha de feijão.

Formaram-se medas dimensões de 105 x 110 x 89 cm, com o auxílio de uma caixa desmontável de madeira. Distribuindo os ingredientes dos compostos em camadas, alternando o resíduo do beneficiamento têxtil do algodão úmido com os demais ingredientes utilizados em cada composto. Após a compactação do material, as laterais da caixa foram retiradas e para garantir a aerobiose, o composto foi revirado e remontado a cada dois dias. Após período de 10 dias de fermentação, o substrato foi pasteurizado com vapor d'água por 24 horas, contadas a partir do momento em que a temperatura interna do composto atingiu 60° C. Após a pasteurização e o resfriamento do composto à temperatura ambiente (20 a 25° C), o material foi acondicionado em sacos de polietileno, formando blocos de 8 e 16 kg (C1) e 6 kg (C2), sendo o peso dos blocos definido em função da equivalência da área de frutificação do cogumelo entre os compostos.

Os blocos de substrato receberam 2 % do peso, em matéria natural, de inoculante misturado manualmente buscando proporcionar o maior número possível de pontos de crescimento e colonização rápida, reduzindo a probabilidade de contaminação do substrato. Após a colonização completa dos substratos, em seis semanas para o C1 e sete semanas para o C2, os sacos plásticos foram abertos e após quatro dias, observou-se o aparecimento dos primeiros corpos de frutificação. A colheita, realizada até três vezes ao dia, durou 43 e 24 dias, respectivamente, para o C1 e o C2, e os cogumelos colhidos foram pesados para o cálculo da produção, por substrato. Durante o período de colheita, os blocos foram irrigados diariamente por vaporização para manter a umidade ambiente. Ao final do período de colheita, os blocos foram quebrados, homogeneizados, amostrados, secos, moídos e armazenados para as análises de matéria seca, proteína

bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e hemicelulose, segundo metodologia descrita por Silva & Queiróz (2002). Para o cálculo da eficiência biológica, a matéria seca do substrato de cultivo foi determinada antes da inoculação do mesmo.

O experimento foi estabelecido em delineamento inteiramente casualizado, com nove repetições por tratamento, sendo cada bloco de substrato uma repetição e os dados foram analisados utilizando-se o procedimento ANOVAG, do pacote estatístico SAEG, descrito por Euclides (1983).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios obtidos para a produção do cogumelo fresco, a eficiência biológica dos substratos (EB) e a produtividade do *Pleurotus sajor-caju* estão apresentados na Tabela 2.

TABELA 2 – Valores médios de produção total (kg cogumelo), eficiência biológica (%) e produtividade (kg cogumelo/kg substrato) do cogumelo *Pleurotus sajor-caju*, cultivados em substratos formulados com resíduo do beneficiamento têxtil do algodão.

Tratamento ¹	Produção Total (kg cogumelo)	EB ² (%)	Produtividade (kg cogumelo/kg substrato)
C1	1,81	55,76	0,56
C2	0,86	55,39	0,55
Teste F	10,0 (p < 0,06)	0,002 (p < 0,01)	---
CV (%)	48,15	30,92	---

1. C1= resíduo do beneficiamento têxtil do algodão, farelo de trigo, gesso e calcário; C2 = resíduo do beneficiamento têxtil do algodão, farelo de trigo, palha de feijão, gesso e calcário.

2. Eficiência biológica (EB) = [kg cogumelo fresco/kg substrato (MS)] * 100.

A produção total média de cogumelo fresco dos substratos C1 e C2 foi de 1,81 e 0,86 kg, respectivamente (Tabela 2). Porém, analisando-se a produtividade (kg de cogumelo fresco/kg de substrato em MS) e a eficiência biológica, observam-se valores semelhante entre os substratos, 0,56 e 0,55 kg/kg e EB de 55,76 e 55,39 % , respectivamente para C1 e C2. A eficiência biológica (EB) demonstra a adequação do substrato ao cultivo de determinada espécie de cogumelo; quanto maior a EB, maior

a adequação do substrato para o cultivo de determinada espécie de cogumelo. Rangunathan et al. (1996) avaliando a produção de *P. sajor-caju*, em diferentes substratos de resíduos agroindustriais, observaram produção de 0,396 kg/kg (EB = 46,60%); 0,306 kg/kg (EB = 35,39%); 0,358 kg/kg (EB = 41,31%); 0,279 kg/kg (EB = 30,69%) e 0,368 kg/kg (EB = 41,765), respectivamente para palha e casca de arroz; palha de milho; bagaço de cana-de-açúcar; fibra de coco e substrato composto (1:1:1:1). Dentre os substratos testados, os autores concluíram que o substrato mais adequado para o cultivo de *P. sajor-caju* foi o constituído por palha e casca de arroz misturados. Rangunathan & Swaminathan (2003), avaliando a produção de *P. sajor-caju* por 35 dias, relataram produção de 0,414 kg/kg, em restos de colheita do algodão (EB de 36,69 a 41,42 %), 0,368 kg/kg em palhada de sorgo moída (EB = 32,17 a 36,84%) e 0,273 kg/kg em fibra de coco (EB = 23,64 a 27,33%). Os autores concluíram que a fibra de coco não é substrato adequado para a produção dessa espécie de cogumelo, devido à baixa produção obtida. Mesmo com a utilização dos restos da colheita do algodão, os autores observaram produtividade inferior àquela observada no presente trabalho. Esses resultados podem ser explicados pelo fato de que nos dois substratos testados, houve o enriquecimento com farelo de trigo, calcário e gesso, além da palha de feijão para o substrato C2. Zanetti & Ranal (1997) avaliaram o efeito da suplementação do bagaço de cana com guandu, em diferentes proporções, para a produção do *Pleurotus* sp. 'Florida' e verificaram que a maior produção foi obtida quando o bagaço foi suplementado com 15% de guandu. Porém, neste trabalho não se verificou maior produção de cogumelos no substrato enriquecido com palha de feijão, o que pode ser explicado pelo fato de que a adição do farelo de trigo, calcário e gesso, foram suficientes para suprir todas as necessidades nutricionais do *Pleurotus sajor-caju*. Por outro lado, Basak et al. (1996), observaram EB de 54,6% e de 64,0% quando utilizaram substrato composto de palha de arroz e resíduos da tecelagem de juta (previamente tratado com 1% de NaOH), num ensaio de produção com o cogumelo *P. sajor-caju*. Esses resultados demonstram que, quando não se utiliza suplementação com farelos e adubos, a combinação de diferentes resíduos é importante para se alcançar maior EB. Curvetto et al. (2002) observaram variação na EB de 60 a 112% na produção de cogumelos *P. ostreatus*, quando utilizaram casca de semente de girassol como substrato, e a adição de $MnSO_4$ e $(NH_4)_2SO_4$.

Os resultados obtidos neste trabalho mostram que o substrato à base do resíduo de algodão possui grande potencial de utilização para a produção do cogumelo

Pleurotus sajor-caju, além do fato de que novas combinações podem ser desenvolvidas com o objetivo de melhorar a EB. Além disso, verificou-se que o substrato obtido não apresentou qualquer problema de contaminação, mostrando que o sistema de compostagem curta, seguida de pasteurização com vapor d'água é seguro, além de ser acessível ao pequeno produtor, pela sua simplicidade de operação e baixo custo.

CONCLUSÕES

O resíduo do beneficiamento têxtil do algodão, na forma de C1 e C2, possibilita alta produtividade e mostra-se adequado para o cultivo de *Pleurotus sajor-caju*. Nas regiões onde o resíduo é facilmente encontrado, possuindo baixo custo de aquisição e/ou transporte, pode ser recomendado como um dos componentes para a produção do substrato de cultivo para a espécie *Pleurotus sajor-caju*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSIN, E.; MONTIES, B.; ODIER, E. Structural changes in wheat straw components during decay by lignin degrading white rot fungi in relation to improvement of digestibility for ruminants. **Journal Science of Food and Agriculture**, London, v. 36, n. 10, p. 925-935, Oct. 1985.
- ALMEIDA, O. C. de. **Caracterização e cinética ruminal de resíduos têxtil da fibra de algodão submetido a diferentes tratamentos**. 2001. 71 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.
- BASAK, M. K.; CHADA, S.; BHADURI, S. K.; MONDAL, S. B.; NANDI, R. Recycling of jute waste for edible mushroom production. **Industrial Crops and Products**, [S.l.], v. 5, p. 173-176, 1996.
- BISARIA, R.; MADAN, M.; VASUDEVAN, P. Utilization of agro residues as animal feed through bioconversion. **Bioresource Technology**, Oxford, v. 59, n. 1, p. 5-8, Jan. 1997.
- BUSWELL, J. A.; CAI, Y. J.; CHANG, S. T.; PEBERDY, J. F.; FU, S. Y.; YU, H. S. Lignocellulolytic enzyme profiles of edible mushroom fungi. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, London, v. 12, n. 5, p. 537-542, Sept. 1996.
- BUTOLO, J. E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. Campinas: [s.n.], 2002. 430 p.

- CURVETTO, N. R.; FIGLAS, D.; DEVALIS, R.; DELMASTRO, S. Growth and productivity of different *Pleurotus ostreatus* strains on sunflower seed hull supplemented with N-NH₄⁺ and/or Mn (II). **Bioresource Technology**, Essex, v. 84, p. 171-176, 2002.
- DIAS, E. S.; GONTIJO, C. R. L. **Cultivo de cogumelos comestíveis**. Lavras: UFLA, 2000. 34 p. (Boletim de Extensão, 52).
- DIAS, E. S.; KOSHIKUMO, E. M. S.; SCHWAN, R. F.; SILVA, R. Cultivo do cogumelo *Pleurotus sajor-caju* em diferentes resíduos agrícolas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 6, p. 1363-1369, 2003.
- EUCLYDES, R. F. **Manual de utilização do programa SAEG - Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas**. Viçosa: UFV, 1985. 59 p.
- PANDEY, A.; SOCCOL, C. R.; NIGAM, P.; BRAND, D.; MOHAN, R.; ROUSSOS, S. Biotechnological potential of coffee pulp and coffee husk for bioprocesses. **Biochemical Engineering Journal**, [S.l.], v. 6, p. 153-162, 2000.
- RAGUNATHAN, R.; GURUSAMY, R.; PALANISWAMY, M.; SWAMINATHAN, K. Cultivation of *Pleurotus spp.* on various agro-residues. **Food Chemistry**, Oxford, v. 55, n. 2, p. 139-144, 1996.
- RAGUNATHAN, R.; SWAMINATHAN, K. Nutritional status of *Pleurotus spp.* grown on various agro-wastes. **Food Chemistry**, Oxford, v. 80, n. 3, p. 371-375, Mar. 2003.
- ROYSE, D. J. Recycling of spent shiitake substrate for production of the oyster mushroom *Pleurotus sajor-caju*. **Applied Microbiology and Biotechnology**, New York, v. 38, n. 2, p. 179-82, Nov. 1992.
- SANTOS, J. dos. **Alterações no resíduo de lixadeira do algodão submetido a diferentes tratamentos físicos e químicos**. 2003. 51 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. de. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2002. 235 p.
- WOOD, D. A.; SMITH, J. F. The cultivation of mushrooms. In: NORRIS, J. R.; PETTIPHER, G. L. (Eds.). **Essay in agricultural and food microbiology**. New York: J. Wiley & Sons, 1987. p. 309-343.
- ZANETTI, A. L.; RANAL, M. A. Suplementação da cana-de-açúcar com guandu no cultivo de *Pleurotus sp.* 'Florida'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 9, p. 959-964, 1997.