

AVALIAÇÃO DAS ALTERAÇÕES BROMATOLÓGICAS E DE DEGRADABILIDADE DO RESÍDUO DE LIXADEIRA DO ALGODÃO APÓS TRATAMENTO BIOLÓGICO COM *Pleurotus sajor-caju*

Nutritional value and degradability alterations of cotton textile mill waste after biological treatment with *Pleurotus sajor-caju*

Ana Luisa Aguiar de Castro¹, Paulo César de Aguiar Paiva², Eustáquio Souza Dias³, Juliana dos Santos¹

RESUMO

Com objetivo de avaliar possibilidades de melhorar o valor nutritivo e a degradabilidade do resíduo de lixadeira do algodão utilizando tratamento biológico de bioconversão com cogumelo *Pleurotus sajor-caju*, conduziu-se este experimento nos Departamentos de Zootecnia e Biologia da UFLA, Lavras/MG, no período de julho de 2002 a janeiro de 2003. Realizou-se ensaio de produção do cogumelo *Pleurotus sajor-caju* em dois substratos diferentes (C1 e C2) compostos basicamente de resíduo de lixadeira; após a produção, submeteu-se o resíduo *in natura* e resultante dos tratamentos C1 e C2 à análise bromatológica e ensaio de degradabilidade de matéria seca e fibra em detergente neutro. Em relação ao resíduo *in natura*, os tratamentos mostraram-se eficientes em reduzir a fração fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido de 95,24% para 81,11% e 71,21% para fibra em detergente neutro e de 91,16% para 76,85% e 71,14% para fibra em detergente ácido, respectivamente, para C1 e C2. Os tratamentos aumentaram a degradabilidade efetiva da matéria seca e da fibra em detergente neutro do resíduo de lixadeira de algodão de 40,87% para 60,55% e 56,05% e de 44,15% para 65,42% e 67,83%, respectivamente.

Termos para indexação: Alimento alternativo, biotransformação, cogumelo comestível, resíduo industrial.

ABSTRACT

The objective of the experiment was to evaluate the bio-conversion treatment to enhance the nutritional value and degradability of cotton textile mill waste, using the fungi *Pleurotus sajor-caju*. The experiment was conducted at the Departments of Biology and Animal Science of the Universidade Federal de Lavras (UFLA), between July 2002 and January 2003. Bio-conversion was induced by the use of the residue as the main component in a substrate bed for cultivation of edible mushrooms (C1 and C2). In comparison to the untreated cotton textile mill waste, two bio-conversion alternatives by *Pleurotus sajor-caju* were tested. After mushroom production, samples of the treated material were submitted to *in situ* degradability tests and chemical composition. Results indicated that C1 and C2 treatments decreased fibrous fractions (ADF and NDF) and increased CP of cotton textile mill waste, improving the chemical composition. C1 and C2 treatments also resulted in an increased of soluble fraction (a), the degradation rate (c), and decreased insoluble potential degradable fraction (b); increasing effective degradability of DM and NDF of cotton textile mill waste.

Index terms: Alternative food, bioconversion, edible mushroom, industrial by-products.

(Recebido para publicação em 14 de abril de 2003 e aprovado em 8 de setembro de 2003)

INTRODUÇÃO

No Brasil são cultivados anualmente 887,5 mil hectares de algodão (AGRIANUAL, 2002) e a produção nacional destina-se à indústria têxtil e alimentícia. Após a colheita e processamento, resultam alguns subprodutos, dos quais o farelo, o caroço e a casca são usual-

mente utilizados na alimentação animal. O resíduo de lixadeira, um subproduto específico da indústria têxtil, é pouco conhecido e não-utilizado.

Ainda que amplamente disponíveis e ricos em energia potencialmente disponível para os ruminantes, devido a seus altos teores de celulose e hemicelulose (resíduos lignocelulósicos), esse e outros resíduos agrí-

1. Mestres em Nutrição de Ruminantes pela Universidade Federal de Lavras/UFLA – CAIXA POSTAL 37 – 37200-000 – LAVRAS, MG. alac-br@yahoo.com.br e jusantos1@hotmail.com

2. Professor Titular do Departamento de Zootecnia da UFLA – pcapaiwa@ufla.br

3. Professor Titular do Departamento de Biologia da UFLA – esdias@ufla.br

colas e agroindustriais são subutilizados na alimentação animal em razão do baixo teor protéico e da baixa digestibilidade. Várias pesquisas tem sido realizadas visando ao aumento da qualidade nutricional e digestibilidade dos diferentes tipos de resíduos lignocelulósicos, mediante tratamentos físicos, químicos e biológicos.

O problema para o aproveitamento do resíduo de lixadeira do algodão é o fato de sua celulose se encontrar em um arranjo físico pouco degradável pelos microrganismos. Esse fator, além de dificultar sua utilização como fonte energética para ruminantes, limita sua decomposição no meio ambiente, gerando problemas ambientais e econômicos para a indústria têxtil. Alguns autores referiram-se ao resíduo do beneficiamento têxtil do algodão como um "alimento em potencial" para ruminantes (BEN-GHEDALIA et al., 1983; BANYS et al., 1998; ALMEIDA, 2001). Banyas et al. (1998), estudando a composição química e a degradabilidade de resíduos da indústria têxtil do algodão (cottonnea, batedor, batedor 2, borra, sallow e lixadeira), concluíram que esses possuem baixos valores de proteína bruta e altos de fibra, apresentando alto potencial de degradabilidade, devido à fração "b", mas, baixa degradabilidade efetiva. Já Almeida (2001), tratando o resíduo de lixadeira à pressão e vapor, uréia e hidróxido de sódio, concluiu que nenhum desses tratamentos foi eficaz em elevar a degradação da celulose e melhorar a degradabilidade.

Os tratamentos biológicos apresentam como vantagens sobre os tratamentos físicos e químicos a necessidade de pequenas quantidades de produtos químicos e de energia e o fato de não serem poluentes ao meio ambiente. Para Schmidt (2002), os tratamentos biológicos também são superiores aos químicos, pelo fato de os produtos "orgânicos" e "ecologicamente corretos" apresentarem popularidade. Como desvantagens, citam-se os longos períodos requeridos para o desenvolvimento do fungo e a possibilidade de perdas de substrato, devido à contaminação e ao próprio crescimento do fungo inoculado.

Os tratamentos biológicos consistem em inocular tais resíduos com fungos basidiomicetos causadores da podridão-branca da madeira, pertencentes aos gêneros *Phanerochaete*, *Pleurotus*, *Trametes*, *Ganoderma*, *Lentinula*, *Pycnoporus* e *Polyporus*, capazes de degradar celulose, hemicelulose e lignina (CAPELARI, 1996; SOUZA, 1998).

Schmidt (2002) afirmou que durante o crescimento e frutificação, os basidiomicetos causadores da podridão-branca da madeira decompõem enzimaticamente o substrato, solubilizando carboidratos (celulose,

hemicelulose), lignina, CO₂ e água do substrato para utilizá-los em seu metabolismo. O autor salientou que o valor nutritivo do composto após a produção do cogumelo não depende apenas do aumento da digestibilidade devido à remoção da lignina, mas também da fração de polissacarídeos restantes, que servirão como fonte energética para os ruminantes.

As espécies do gênero *Pleurotus* compõem um grupo de cogumelos dispersos mundialmente, que apresentam grande agressividade, produtividade e adaptabilidade, sendo facilmente cultivados nos mais diversos tipos de substratos, como madeira, serragem, palhada de cereais, bagaço de cana-de-açúcar, resíduos de café (borra, casca, talos e folhas), folhagens de banana, caroço de algodão e polpa de soja (FARIAS, 1999). O complexo enzimático produzido pelos cogumelos do gênero *Pleurotus* inclui, entre outras, as enzimas celulase, celobiase, hemicelulase, ligninase e lacase (PLATT et al., 1981). Diversos autores sugeriram que substratos degradados por essas enzimas durante o processo de produção dos cogumelos podem ser mais facilmente digeridos pelos ruminantes.

Arora et al., citados por Schmidt (2002), afirmaram que o substrato obtido após a colheita dos cogumelos tem maior valor nutritivo e contém maior teor de PB, porém, menor teor de fibra e extrato etéreo do que a palhada original, variando os valores de acordo com o basidiomiceto e os substratos utilizados.

Zandrazil (1977) relatou melhoria de 12 unidades percentuais na digestibilidade *in vitro* da palhada de trigo incubada com *Pleurotus sp.* "Florida". Adamovic et al. (1997), trabalhando com *Pleurotus ostreatus* em palhada de trigo, observaram que parte substancial da MS da palhada foi degradada pelas enzimas do cogumelo. Em trabalho semelhante com *Pleurotus sajor-caju* em palhadas de arroz e trigo, Bisaria et al. (1996) observaram perda de matéria orgânica, indicando a degradação da celulose, hemicelulose e lignina do substrato e aumento na proteína bruta e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), inferindo-se que o cogumelo foi eficiente em aumentar o valor nutritivo e a digestibilidade dos volumosos, permitindo sua posterior utilização como alimento.

Estudando o efeito da incubação de *Pleurotus ostreatus* no valor nutritivo do feno de braquiária, Schmidt (2002) concluiu que o fungo reduziu os teores de fibra em detergente neutro (FDN), celulose e hemicelulose em 15,3%, 13,8% e 32,7%, respectivamente, e aumentou o teor de proteína bruta (PB) do feno em 2,1%. Streeter et al. (1982), trabalhando com *Pleurotus*

ostreatus em palhada de trigo, não observaram aumento na DIVMS quando o fungo foi inoculado e observaram aumento significativo na DIVMS quando o mesmo fungo foi inoculado associado à bactéria *Erwinia carotovora*.

Conduziu-se este trabalho com o objetivo de avaliar o valor nutritivo do resíduo de lixadeira do algodão pela composição bromatológica e degradabilidade da matéria seca e da fibra em detergente neutro após a produção de *Pleurotus sajor-caju*.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nos Departamentos de Biologia e Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, Lavras/MG, no período de junho de 2002 a janeiro de 2003. Foi utilizado o resíduo de lixadeira do algodão, proveniente da Companhia Industrial Jauense, Jaú/SP. Realizou-se ensaio de produção do cogumelo *Pleurotus sajor-caju* em dois substratos com diferentes composições: C1 - 86% resíduo de lixadeira do algodão, 10% farelo de trigo, 2% gesso, 2% calcário, e C2 - 66% resíduo de lixadeira do algodão, 10% farelo de trigo, 20% palha de feijão, 2% gesso, 2% calcário. C1 e C2 foram submetidos à compostagem por 10 dias, pasteurizados com vapor d'água por 24 horas, acondicionado em sacos de polietileno, formando blocos de 8 e 16 kg (C1) e 6 kg (C2) e receberam 2% do peso úmido do bloco em inoculante de *Pleurotus sajor-caju*, colocado dentro do saco e misturado manualmente ao composto para proporcionar o maior número possível de pontos de crescimento e rápida colonização. A completa colonização dos blocos ocorreu em 6 semanas (C1) e 7 semanas (C2) e, 4 dias após a abertura dos blocos, apareceram os primeiros corpos de frutificação do cogumelo. O período de colheita teve duração de 43 e 24 dias, respectivamente para C1 e C2, foi calculada a eficiência biológica (EB) dos tratamentos e, em seguida, os blocos foram quebrados, homogeneizados e retiradas amostras que foram secas em estufa com ventilação forçada a 65° C por 72 horas, moídas e armazenadas para análises de matéria seca, proteína bruta, pelo método semimicro kjedahl, conforme AOAC (1970), fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e hemicelulose, segundo metodologia descrita por Silva (1990).

O ensaio de degradabilidade foi conduzido segundo as recomendações de Nocek (1988) utilizando três vacas da raça Jersey, não-lactantes, providas de câmara ruminal, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado com uso de sacos de náilon medindo

6 x 8 cm com porosidade média de 50 µm. As incubações foram feitas no tempo 0, 4, 8, 12, 24, 36, 48, 72 e 96 horas em ordem sequencial, inserindo-se primeiro o tempo 96. Após a incubação, os sacos foram lavados em máquina própria por 30 minutos. Os dados obtidos por diferença de peso foram ajustados por regressão não-linear pelo método de Gauss-Newton, a equação proposta por Orskov e McDonald (1979). Considerando o resíduo de lixadeira um alimento volumoso, assumiu-se uma taxa de passagem da digesta de 5% por hora, sendo, pois, $k = 0,05$ (ORSKOV e MCDONALD, 1979). As médias do efeito dos tratamentos e dos parâmetros da degradabilidade da MS e FDN do material foram comparadas pelo teste de Scott e Knott, contido no programa estatístico SAEG.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tratamentos C1 e C2 apresentaram, respectivamente, EB de 55,76% e 55,39%, significativamente diferentes pelo teste F ($P < 0,2\%$). A eficiência biológica ($EB = [kg \text{ cogumelo fresco/kg substrato (MS)}] * 100$) demonstra a adequação do substrato ao cultivo de determinada espécie de cogumelo; quanto maior EB, maior a adequação do substrato à espécie.

Ragunathan e Swaminathan (2003), trabalhando com *P. sajor-caju* em diferentes substratos lignocelulósicos, relataram EB de 36,69 a 41,42% para restos de colheita de algodão; 23,64 a 27,33% para fibra de coco e 32,17 a 36,84% para palhada de sorgo moída. Ragunathan et al. (1996) relataram valores de EB de 35,94% para *P. sajor-caju* em fibra de casca de coco. Pradeep Kumar et al., citados por Ragunathan e Swaminathan (2003), encontraram 90% de EB para *P. sajor-caju* em arroz com casca. Comparando os resultados de EB obtidos na literatura, observa-se que, entre os resíduos lignocelulósicos, o resíduo de lixadeira do algodão na forma de C1 e C2 permitiu boa produção do *P. sajor-caju*, podendo ser utilizado como substrato comercial para tal espécie.

Os valores de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido do resíduo de lixadeira do algodão estão na Tabela 1.

O *Pleurotus sajor-caju*, como outros fungos causadores da podridão-branca da madeira, mostrou-se eficiente em reduzir as frações FDN e FDA ($P < 0,05$) e em aumentar o teor de PB ($P < 0,05$) dos substratos C1 e C2 em relação ao resíduo-testemunha (ZANDRAZIL, 1977; AGOSIN et al., 1985; WOOD e SCHMIT, 1987; AGOSIN et al., 1990; BUSWELL et al., 1996;

BISARIA et al., 1996). Schmidt (2002) afirmou que fungos do gênero *Pleurotus* não incorporam nitrogênio atmosférico; as elevações verificadas no teor de PB dos substratos após tratamentos são relativas e devidas à perda de outros nutrientes. Como não houve diferença significativa no teor de MS entre os tratamentos inoculados com o fungo e o testemunha, o aumento no teor de PB de C1 é relativo e decorrente da perda dos componentes fibrosos FDN e FDA ($P < 0,05$); já em C2, es-

sa variação da composição química está relacionada, além de a atividade degradadora do fungo, à composição inicial do composto. C2 contém 20% de palha de feijão, apresentando, por esse motivo, menor teor de fibra e maior teor de PB, mesmo antes da inoculação com o fungo.

Os valores de degradabilidade potencial, efetiva, fração solúvel "a", fração insolúvel potencialmente degradável "b" e taxa de degradação "c" da MS e FDN do resíduo de lixadeira do algodão estão na Tabela 2.

TABELA 1 – Efeito dos tratamentos nos componentes nutritivos do resíduo de lixadeira, em base de matéria seca.

Tratamentos	Fração (%)			
	MS	PB	FDN	FDA
In natura	96,50	0,87 ^c	95,24 ^a	91,16 ^a
C1	95,97	2,28 ^b	81,06 ^b	76,85 ^b
C2	95,39	4,07 ^a	71,21 ^c	71,14 ^c
CV (%)	0,67	16,99	1,20	2,29

*Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5 % de probabilidade. MS – matéria seca; PB – proteína bruta; FDN – fibra em detergente neutro; FDA – fibra em detergente ácido; CV (%) coeficiente de variação

TABELA 2 – Valores médios dos coeficientes "a" (fração solúvel), "b" (fração insolúvel potencialmente degradável), "c" (taxa de degradação da fração b), degradabilidade potencial (DP) e efetiva (DE) da matéria seca (MS) e da fibra em detergente neutro (FDN) do resíduo de lixadeira e respectivos coeficientes de determinação (r^2).

Tratamentos	a (%)	b (%)	c (h)	DP	DE	r^2 (%)
	Matéria seca					
<i>In natura</i>	8,04 ^b	90,00 ^a	0,03 ^b	98,04 ^a	43,87 ^b	95,63
C1	21,02 ^a	75,62 ^b	0,06 ^a	96,64 ^a	60,55 ^a	95,31
C2	21,63 ^a	69,70 ^b	0,05 ^a	91,33 ^b	56,05 ^a	94,66
CV (%)	25,33	5,38	20,89	1,65	7,55	1,27
Fibra em detergente neutro						
<i>In natura</i>	8,31 ^b	90,00 ^a	0,03	98,31	44,15 ^b	95,52
C1	37,07 ^a	62,02 ^b	0,05	98,31	65,42 ^a	95,87
C2	40,35 ^a	56,42 ^b	0,04	96,77	67,83 ^a	96,53
CV (%)	16,62	7,31	18,18	1,40	5,04	2,31

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5 % de probabilidade. CV (%) – coeficiente de variação.

Os tratamentos C1 e C2 apresentaram alterações significativas nas frações solúvel (a), insolúvel potencialmente degradável (b) e na taxa de degradação da fração insolúvel potencialmente degradável (c); apresentaram também maior degradabilidade efetiva. Essa alteração na degradabilidade efetiva de C1 e C2 provavelmente está associada à alteração na composição bromatológica desses tratamentos (Tabela 1), que mostraram reduções significativas dos teores de FDN de 14,18% e 24,03% e de FDA de 14,31 e 21,02% para C1 e C2, respectivamente.

Os valores de degradabilidade efetiva da FDN encontrados para os tratamentos C2 e C1 foram significativamente superiores ao testemunha, refletindo o aumento da fração solúvel "a", redução da fração insolúvel potencialmente degradável "b" e aumento, ainda que não significativo, da taxa de degradação da fração b (c). Tais alterações são resultado do metabolismo do fungo *P. sajor-caju*, que é capaz de solubilizar parte dos componentes da parede celular do resíduo de lixadeira do algodão.

CONCLUSÕES

Os tratamentos com o fungo *Pleurotus sajor-caju* (C1 e C2) foram eficientes em aumentar o valor nutricional do resíduo de lixadeira do algodão, reduzindo as frações fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido e aumentando o teor de proteína bruta e a degradabilidade efetiva do material, sendo uma alternativa para agregar valor ao resíduo que, posteriormente, poderá ser utilizado como alimento para ruminantes.

AGRADECIMENTOS

À Companhia Industrial Jauense – Jaú/SP, pela doação do resíduo de lixadeira do algodão, para que o experimento pudesse ser conduzido, e aos Departamentos de Zootecnia e Biologia da Universidade Federal de Lavras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMOVIC, M.; GRUBIC, G.; MILENKOVIC, I.; JOVANOVIC, R.; PROTIC, R.; SRETENOVIC, L.; STOICEVIC, L. The biodegradation of wheat straw by *Pleurotus ostreatus* mushroom and its use in cattle feeding. **Animal Feed Science Technology**,

Amsterdam, v. 71, n. 3/4, p. 357-362, Apr. 1998.

AGOSIN, E.; BLANCHETTE, R. A.; SILVA, H.; LAPIERRE, C.; CEASE, K.; IBACH, R. E.; ABAD, A. R.; MUGA, P. Characterization of palo podrido, a natural process of delignification in wood. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 56, n. 1, p. 65-74, Jan. 1990.

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.

AGRIANUAL. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP, 2002.

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.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. Washington, 1970. 1094 p.

BANYS, V. L.; PAIVA, P. C.; REZENDE, C. P. Composição bromatológica e degradabilidade de resíduo da indústria têxtil em bovinos. In. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1988, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1998. CD-ROM.

BEN-GHEDALIA, D.; SHEFET, G.; DROR, Y. Chemical treatments for increasing the digestibility of cotton straw: 1. effect of ozone and sodium hydroxide treatments on rumen metabolism and on the digestibility of cell walls and organic matter. **Journal of Agriculture Science**, Cambridge, v. 100, n. 2, p. 393, Apr. 1983.

BISARIA, R.; MADAN, M.; VASUDEVAN, P. Utilisation of agro residues as animal feed through bioconversion. **Bioresource Technology**, Oxford, v. 59, n. 1, p. 5-8, Jan. 1996.

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.
- CAPELARI, M. **Atividade biodegradadora e cultivo de três espécies comestíveis de basideomicetos: *Pleurotus spp* e *Agrocybe perfecta* (Rick) sing.** 1996. 190 f. Tese (Doutorado em Botânica) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.
- FARIAS, J. E. **Produção de cogumelos.** Guaíba: Agropecuária, 1999. 135 p.
- NOCEK, J. E. In situ and others methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 71, n. 8, p. 2051-2059, Aug. 1988.
- ORSKOV, E. R.; MCDONALD, T. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighed according to rate of passage. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 92, n. 2, p. 499-503, Apr. 1979.
- PLATT, M. W.; HADAR, Y.; HENIS, Y.; CHET, I. Lignocellulose degradation of during growth of the *Pleurotus* sp. "Florida" on cotton straw. **European Journal Applied Microbiology Biotechnology**, Rehovot, v. 13, p. 194-201, 1981.
- 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.
- SCHMIDT, P. **Efeito da incubação com uréia ou inoculação com *Pleurotus ostreatus* no valor nutritivo do feno de braquiária.** 2002. 83 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu, 2002.
- SILVA, D. J. da. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos.** Viçosa: UFV, 1990. 166 p.
- SOUZA, O. Tratamento de subprodutos e resíduos lignocelulósicos com uréia na alimentação de ruminantes. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 1., 1998, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Nordestina de Produção Animal, 1998. p. 195-213.
- STREETER, C. L.; CONWAY, K. E.; HORN, G. W.; MADER, T. L. Nutritional evaluation of wheat straw incubated with edible mushroom *Pleurotus*. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 54, n. 1, p. 183-188, Jan. 1982.
- 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: John Wiley & Sons, 1987. p. 309-343.
- ZADRAZIL, F. The conversion of straw into feed by Basidiomycetes. **European Journal of Applied Microbiology**, New York, v. 4, p. 273-281, 1977.