

Composição mineral de uma linhagem de *Pleurotus ostreatus* cultivada em resíduos madeireiros e agroindustriais da região amazônica

Mineral composition of Pleurotus ostreatus strain grown in wood and agroindustrial residues from the Amazon region

Ceci SALES-CAMPOS^{1*}, Luiz Antônio de OLIVEIRA¹, Lidia Medina ARAUJO¹, Maria de Jesus Coutinho VAREJÃO¹, Meire Cristina Nogueira de ANDRADE¹

Resumo

Os cogumelos do gênero *Pleurotus* são cultivados em diversos substratos lignocelulósicos, dada a atividade decompositora desses organismos proveniente de seu metabolismo enzimático. O presente estudo teve como objetivo analisar a composição mineral de *Pleurotus ostreatus* e dos substratos de cultivo preparados à base de resíduos madeireiros e agroindustriais da região amazônica. Foram analisados macro (P, K, Ca e Mg) e micronutrientes (Fe, Zn, Cu, Mn e Na) dos cogumelos e dos substratos. Os substratos foram formulados a partir da serragem de *Simarouba amara* Aubl. (marupá), *Ochroma pyramidale* Cav. ex. Lam. (pau de balsa) e de bagaços de *Bactris gasipaes* Kunth (pupunheira) e de *Saccharum officinarum* (cana-de-açúcar). As amostras foram solubilizadas mediante digestão ácida (nitríco-peridrol). Os elementos Ca, Mg, Fe, Cu, Zn e Mn foram determinados por espectrometria de absorção atômica; o Na e K, por emissão atômica e o P, por colorimetria. A composição mineral do cogumelo variou com o substrato de cultivo. Os diferentes substratos possibilitaram a produção de um cogumelo rico em K, P, Mg e Fe, essenciais à nutrição e à saúde humana. O potássio foi o mineral de maior teor no cogumelo em todos os substratos testados (36,83-42,18 g.kg⁻¹), seguido de fósforo (6,95-10,60 g.kg⁻¹) e do magnésio (1,57-2,50 g.kg⁻¹).

Palavras-chave: *Pleurotus*; cogumelo; substrato; composição mineral.

Abstract

Mushrooms belonging to the *Pleurotus* gender are grown in several lignocellulosic substrates due to the decomposing activity of these organisms that result from their enzymatic metabolism. The objective of the present study was to analyze the mineral composition of *Pleurotus ostreatus* and the cultivation substrates prepared with wood and agroindustrial residues from the Amazon region. Macro (P, K, Ca and Mg) and micronutrients (Fe, Zn, Cu, Mn and Na) of mushroom and substrates were analyzed. Substrates were formulated from *Simarouba amara* Aubl. and *Ochroma pyramidale* Cav. ex. Lam. sawdust and crushed *Bactris gasipaes* Kunth, and *Saccharum officinarum* (sugar cane). The samples were solubilized by acid digestion (nitric-peridrol). The elements Ca, Mg, Fe, Cu, Zn and Mn were determined by atomic absorption spectrometry; Na and K, by atomic emission, and P by colorimetry. The mineral composition of the mushroom varied with the substrate. Different substrates made possible the production of a mushroom rich in K, P, Mg, and Fe, essential to human nutrition and health. Potassium was the mineral with the highest content in the mushroom for all substrates tested (36.83-42.18 g.kg⁻¹) followed by phosphorus (6.95-10.60 g.kg⁻¹) and magnesium (1.57-2.50 g.kg⁻¹).

Keywords: *Pleurotus*; mushroom; substrate; mineral composition.

1 Introdução

O cultivo de cogumelos comestíveis é uma atividade de grande importância econômica, principalmente a produção de espécies dos gêneros *Agaricus*, *Pleurotus* e *Lentinula* (GUZMÁN et al., 1993).

O aumento da produção mundial de cogumelos comestíveis, em especial do gênero *Pleurotus*, se deu em particular pela capacidade que as espécies têm de colonização e produção em uma variedade de resíduos, dentre eles a serragem e os oriundos da agroindústria, uma característica que viabilizou economicamente a produção (EIRA et al., 1997). Tais características os tornam importantes não só quanto ao seu papel na produção mas também do ponto de vista nutricional.

O tipo de substrato, as condições ambientais e a espécie de fungo utilizada no cultivo influenciam significativamente na composição química dos cogumelos, podendo ocorrer variações, principalmente, em relação a minerais e à qualidade proteica deles (CRISAN; SANDS, 1978; ANDRADE, 2007).

Alguns estudos acerca da composição mineral dos cogumelos cultivados têm sido feito, entre eles, Gbolagade et al. (2006), Strmisková, Strmiska e Dubravicky (1992), Vetter (1994), Sturion e Ranzani (2000). No entanto, adaptação de linhagens de *Pleurotus* spp. a novos resíduos requer mais do que conhecimentos inerentes ao processo de cultivo, necessita também de conhecimentos sobre a composição química do

Recebido para publicação em 7/2/2008

Aceito para publicação em 14/11/2008 (003208)

¹ Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA, Coordenação de Pesquisas em Produtos Florestais-CPPF, Av. André Araújo, 2936, Aleixo, CP 478, CEP 69060-001, Manaus - AM, Brasil, E-mail: ceci@inpa.gov.br

*A quem a correspondência deve ser enviada

substrato e do cogumelo, sobretudo quando se trata de novas formulações com resíduos madeireiros e agroindustriais da Amazônia, onde esse tipo de estudo está sendo introduzido.

Assim, o presente estudo teve por fim analisar a composição mineral de cogumelos de *P. ostreatus* cultivados a partir de resíduos madeireiros e da agroindústria da Amazônia, visando contribuir com novos estudos acerca do cultivo de cogumelos, para futura aplicação no cultivo de fungos comestíveis na região.

2 Material e métodos

2.1 Amostras analisadas

Os substratos e cogumelos empregados no estudo foram nomeados da seguinte forma:

a) Substrato inicial autoclavado (SIA), antes de ser submetido ao cultivo do fungo, composto pela mistura de serragem ou bagaço (78%) + mistura de farelos [Os farelos utilizados na mistura (MFR) foram arroz e trigo na proporção 2:1 (g/g)] (MFR) (18%) + carbonato de cálcio (2%), cuja mistura foi umedecida com água destilada (70%). Adotou-se a seguinte codificação: SIAMP – substrato inicial formulado a partir da serragem de marupá; SIAPB – da serragem de pau de balsa; SRPP – do resíduo do estipe da pupunheira; SIACN – do bagaço de cana-de-açúcar. Os substratos foram autoclavados a 121 °C durante 1 hora.

b) Cogumelo cultivado nos respectivos substratos iniciais: SIAMP-COG; SIAPB-COG; SIAPP-COG; e SIACN-COG.

2.2 Determinação de macro e micronutrientes

As análises foram realizadas em triplicata, seguindo o mesmo procedimento utilizado para análise de solos e plantas descrito por Malavolta, Vitti e Oliveira (1989) e Malavolta (1992). As amostras foram desidratadas primeiramente ao ar livre e sequencialmente em estufa de circulação de ar forçada a 55 ± 5 °C. Em seguida, foram moídas em moinho de faca, tipo Willey, nas dependências da Coordenação de Pesquisas

em Produtos Florestais do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – CPPF/INPA e encaminhadas para digestão e análises nos Laboratórios de Análise de Solos e Plantas do mesmo Instituto e da Central Analítica da Universidade Federal do Amazonas. Efetuou-se análise dos macronutrientes: cálcio, magnésio, fósforo, potássio; e dos micronutrientes: sódio, ferro, cobre, manganês e zinco.

As amostras foram pesadas em uma balança analítica (0,5000 g), digeridas com ácido nítrico-peridrol e solubilizadas. Os elementos foram analisados por espectrometria de absorção atômica, emissão atômica e colorimetria por UV-visível previamente calibradas com soluções padronizadas para cada elemento (AOAC, 1997).

O conteúdo de cálcio, magnésio, ferro, cobre, manganês e zinco foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica. O fósforo foi determinado por colorimetria, sódio e potássio por emissão atômica. Os valores dos macronutrientes (Ca, P, Mg, K) foram calculados em g.kg^{-1} e os dos micros (Na, Fe, Cu, Mn e Zn) em mg.kg^{-1} .

3 Resultados e discussão

A tabela 1 apresenta os teores de macro e micronutrientes nos diferentes substratos de cultivo.

Os macronutrientes presentes nos substratos iniciais (Tabela 1) obedeceram à seguinte ordem decrescente para SIAPB e SIAPP: Ca, K, P e Mg, enquanto que para SIAMP e SIACN a ordem decrescente foi: Ca, P, K e Mg. Já os micros obtiveram a seguinte: Na, Fe, (exceto para SIAPP e SIACN, em que o Fe foi superior ao Na), Mn, Zn e Cu. A presença destes minerais nos substratos testados confirma sua importância para o cultivo de cogumelos (KURTZMAN; ZADRAZIL, 1982; MOLENA, 1986; CHANG; MILES, 1989; MILES; CHANG, 1997).

Na Tabela 2 apresentam-se os resultados dos minerais presentes no cogumelo *P. ostreatus* cultivado nos diferentes substratos, caracterizando-o como fonte de minerais, os quais estão de acordo com os trabalhos de Chang e Miles (1989); Miles

Tabela 1. Composição mineral dos substratos iniciais autoclavados – SIA.

Substrato inicial autoclavado	Macronutrientes				Micronutrientes				
	Ca	Mg	P	K	Na	Fe	Zn	Mn	Cu
	g.kg ⁻¹				mg.kg ⁻¹				
SIAMP	(0,77)	(0,13)	(0,00)	(0,10)	(0,10)	(1,00)	(4,51)	(0,58)	(0,39)
	9,79	1,49	3,78	3,67	67,03	64,00	21,33	34,67	3,49
SIAPB	(0,61)	(0,12)	(0,01)	(0,32)	(0,16)	(1,53)	(6,66)	(1,00)	(0,06)
	10,27	1,75	3,78	7,92	66,83	61,67	29,33	35,00	5,02
SIAPP	(2,22)	(0,11)	(0,17)	(0,44)	(0,27)	(1,15)	(1,00)	(0,00)	(0,04)
	36,86	2,38	7,18	8,55	66,85	104,33	82,00	40,00	9,35
SIACN	(0,02)	(0,01)	(0,01)	0,03	(1,37)	(0,58)	(2,00)	(1,53)	(0,98)
	8,42	1,49	3,55	3,35	41,15	67,67	32,00	37,33	9,94

SIAMP: substrato inicial formulado a partir da serragem de marupá; SIAPB: da serragem de pau de balsa; SIAPP: do estipe da pupunheira triturado; SIACN: do bagaço de cana. Números em negrito: média de três repetições por substrato em relação a cada mineral. Valores entre parênteses referem-se ao desvio padrão.

e Chang (1997); Vetter (1990; 1994); Sturion e Ranzani (2000); Zhang e Fadel (2002); Bernás et al. (2006).

Os minerais presentes nos cogumelos são retirados do substrato por meio do micélio, durante o crescimento deste, e transferidos para o cogumelo durante o seu processo de formação (CHANG; MILES, 1989).

Os constituintes minerais dos cogumelos são basicamente os mesmos das plantas superiores (MOLENA, 1986). Assim como nestas, dentre todos os minerais analisados, o K apresenta-se como constituinte presente em maior concentração, seguido de P e Mg, confirmando os dados da literatura (CHANG; LAU; CHO, 1981; CHANG; MILES, 1989; STRMISKOVÁ; STRMISKA; DUBRAVICKY, 1992; VETTER, 1990; 1994; STURION, 1994; STURION; OETTERER, 1995; MILES; CHANG, 1997; STURION; RANZANI, 2000; WANG; SAKODA; SUZUKI, 2001; BERNÁS et al., 2006). O potássio variou de 36,83-42,18 g.kg⁻¹, seguido de fósforo (6,95-10,60 g.kg⁻¹), magnésio (1,57-2,50 g.kg⁻¹) e cálcio (0,34-0,60 g.kg⁻¹).

Os valores de potássio, fósforo e magnésio do cogumelo cultivado nos diversos resíduos (Tabela 2) são superiores aos apresentados por Vetter (1990) e também por Sturion (1994), em que a autora cultivou diversas linhagens de *Pleurotus* spp. em diferentes resíduos agrícolas. Os trabalhos de Chang et al. (1981), Vetter (1994) e o de Sturion e Ranzani (2000) relatam resultados de potássio e de magnésio analisados em diversas linhagens comerciais de *Pleurotus* spp. cultivados no Brasil.

Segundo Li e Chang (1982), apud Chang e Miles (1989), os teores de potássio, fósforo, cálcio, magnésio e sódio do cogumelo constituem cerca de 56 a 70% de seu conteúdo total de cinzas, sendo que o potássio contribui com aproximadamente 45%, o que demonstra a riqueza desse mineral no cogumelo.

Potássio, fósforo e magnésio (este último, com exceção para o cogumelo cultivado no substrato oriundo de resíduo de pupunheira) estiveram presentes em maior quantidade no cogumelo do que no substrato inicial conforme comparação das Tabelas 1 e 2. O mesmo foi constatado por Bano e Rajarathnam (1988) apud Sturion (1994)

para o fósforo, quando cultivaram diferentes espécies de *Pleurotus* spp. em palha de arroz. O conteúdo de fósforo e de potássio também foi maior no cogumelo em relação ao substrato de cultivo nos trabalhos de Zhang e Fadel (2002), quando cultivaram *Pleurotus sajor-caju* em palha de arroz e de trigo. Resultados semelhantes foram observados para magnésio e potássio no estudo de Sapata(2005), ou seja, estes nutrientes também foram maiores no cogumelo do que no substrato.

O teor de cálcio detectado no cogumelo, que aparece em menor concentração no atual estudo (0,34 a 0,60 g.kg⁻¹) (Tabela 2), está de acordo com os dados da literatura, como pode ser visto em todos os estudos reportados na tabela 3, exceto para o cogumelo *Pleurotus tuber-regium* em que o conteúdo de cálcio é mais alto do que o de fósforo.

Entre os microminerais presentes no cogumelo cultivado nos diversos substratos analisados, o maior conteúdo apresentado foi para o sódio em todos os substratos testados, variando de 154-194,40 mg.kg⁻¹, seguido de ferro (115,67-151 mg.kg⁻¹), zinco (64,67-82 mg.kg⁻¹), manganês (16-23 mg.kg⁻¹) e cobre (9,10-11,69 mg.kg⁻¹). Embora o sódio tenha tido o valor mais alto entre os microminerais, este ainda é considerado baixo, do ponto de vista de dieta humana, segundo Sturion e Ranzani (2000). Este fato, aliado à riqueza em potássio, faz deste cogumelo um alimento importante para pacientes com problemas de hipertensão.

Para micronutrientes em basidiomas, Strimisková et al. (1992) obtiveram a ordem decrescente em mg.kg⁻¹: sódio, ferro, zinco, cobre e manganês, os respectivos valores (Na = 195,0 > Fe = 90, 3 > Zn = 67,6 > Cu = 15,1 > Mn = 7,4 mg.kg⁻¹). A ordem é semelhante à do atual estudo, exceto para o manganês que foi superior ao cobre.

Houve uma variação da composição química do cogumelo de acordo com o substrato em que foi cultivado (Tabela 2). O mesmo foi relatado em estudos anteriores (CHANG; LAU; CHO, 1981; FASIDI; EKUERE, 1993; STURION, 1994; SILVA; COSTA; CLEMENTE, 1981).

Tabela 2. Composição mineral do cogumelo *Pleurotus ostreatus* cultivado nos diferentes substratos.

Cogumelo por substrato	Macronutrientes				Micronutrientes				
	Ca	Mg	P	K	Na	Fe	Zn	Mn	Cu
	g.kg ⁻¹				mg.kg ⁻¹				
SIAMPCOG	(0,06)	(0,02)	(0,17)	(0,66)	(16,97)	(1,73)	(1,00)	(1,00)	(0,05)
	0,47	2,50	7,40	39,68	154,00	151,00	118,00	23,00	11,69
SIAPB COG	(0,01)	(0,02)	(0,22)	(1,01)	(5,40)	(1,15)	(1,00)	(0,58)	(0,32)
	0,34	2,12	10,60	36,83	172,67	131,33	124,00	20,33	10,97
SIAPP COG	(0,04)	(0,01)	(0,13)	(0,43)	(2,12)	(1,15)	(2,65)	(0,00)	(0,31)
	0,57	1,57	9,74	42,18	181,90	115,67	82,00	16,00	9,10
SIACN COG	(0,03)	(0,02)	(0,28)	(0,74)	(8,20)	(1,00)	(1,00)	(0,58)	(0,27)
	0,60	2,12	6,95	41,52	194,40	123,00	96,00	20,67	10,39

SIAMP-COG: cogumelo cultivado no substrato a partir da serragem de marupá; SIAPB-COG: da serragem de pau de balsa; SIAPP-COG: do estipe da pupunheira triturado; SIACN-COG: do bagaço de cana. Números em negrito: média de três repetições por substrato em relação a cada mineral. Valores entre parênteses referem-se ao desvio padrão.

Tabela 3. Estudo comparativo da composição mineral com outros autores – Valores convertidos em g.kg⁻¹ (para macro) e em mg.kg⁻¹ (para micronutrientes).

Fonte	Fungo	Substrato	Macronutrientes				Micronutrientes					
			K	P	Mg	Ca	Na	Fe	Zn	Mn	Cu	
			g.kg ⁻¹				mg.kg ⁻¹					
Akindahansi, Oyeyayo (2006)	<i>P. tuber-regium estipe/pileo</i>	-	3,1-3,3	0,10-0,15	0,02	2,9-1,2	80-70	-	20-50	-	-	3-2
Bernás et al. (2006)	<i>P. ostreatus</i>	-	27,22-51,00	6,18-13,39	1,28-1,90	0,89-1,50	440-1440	90-150	30 a 120	-	-	-
Chang, Lau e Cho (1981)	<i>P. sajor-caju</i>	palha de trigo, resíduo algodoeiro	23,2-24	5,87-8,40	1,37-1,88	0,19-0,36	1720-2380	50-115	-	-	-	-
Chang, Lau e Cho (1981)	<i>P. ostreatus</i>	-	37,93	13,48	-	0,33	8370,0	152	-	-	-	-
Gbolagade et al. (2006)	<i>P. florida</i>	madeira em decomposição	0,146	0,137	0,017	0,05	3	0,7	5	7	0,5	0,5
Moda, Horii e Spoto (2005)	<i>P. sajor-caju</i>	bagaco de cana lavado e suplementado	43,2	19,7	4,6	0,102	215,0	163	192	21	14	14
Sapata (2005)	<i>P. ostreatus</i>	palha trigo + diferentes resíduos agrícolas	11,7-32,5	-	1,14-3,56	0,48-8,8	18 600	97-283	67-125	8,6-18	14-42	14-42
Silva, Costa e Clemente (2002)	<i>P. pulmonarius</i>	diversos resíduos agrícolas	5,79-23,709	-	0,71-2,593	0,034-0,684	-	75-154	-	-	-	-
Sturion e Ranzani (2000)	<i>Pleurotus spp.</i>	diferentes resíduos agrícolas	9,9 - 29,8	3,8 - 11,2	0,7-1,8	0,1-5,2	-	27-561	26-163	3 - 32	7 a 19	7 a 19
Sturion e Ranzani (2000)	<i>Pleurotus spp.</i>	-	32,8	14	1,9	-	105,14	136,28	127,47	12,42	24,42	24,42
Vetter (1990)	<i>P. ostreatus silvestre</i>	diferentes substratos	19,93-27,12	3,79 - 7,13	1,20 - 1,59	1,40-1,65	-	99-252	70,3-91,2	9,7-23,6	5,7-11	5,7-11
Vetter (1994)	<i>P. ostreatus pileo/estípite</i>	palha de trigo	39,83-27,22	11,98-6,18	1,90-1,24	0,89-1,06	544-438	151-137	80,2-48,9	7,06-11,3	21,9-16,2	21,9-16,2
Wang, Sakoda e Suzuki (2001)	<i>P. ostreatus pileo/estípite</i>	resíduo cevada + trigo	21,71	16,48	1,82	-	219	71	137	16	25	25
Zhang e Fadel (2002)	<i>P. ostreatus</i>	palha de arroz, palha de trigo sem suplemento	35,5	9,7	-	-	-	-	-	-	-	-
Strmiskova, Strmiska e Dubravicky (1992)	<i>P. ostreatus</i>	-	39,9	13,39	1,84	0,14	195	90,3	67,6	7,38	15,1	15,1

4 Conclusões

- A composição mineral do cogumelo variou com o substrato de cultivo;
- O potássio foi o mineral de maior conteúdo no cogumelo, em todos os substratos testados; e
- Os diferentes substratos utilizados no presente estudo possibilitaram a produção de um cogumelo rico em minerais: K, P, Mg e Fe, essenciais à nutrição e saúde humana.

Referências bibliográficas

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis of AOAC International**. 16 ed. Gaithersburg: AOAC International, 1997.
- ANDRADE, M. C. N. **Crescimento micelial, produção e características bromatológicas do shiitake em função de linhagens e de propriedades físicas e químicas de espécies e clones de eucalipto**. Botucatu, 2007. 195 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista – UNESP.
- AKINDAHUNSSI, A. A.; OYETAYO, F. L. Nutrient and antinutrient distribution of edible mushroom, *Pleurotus tuber-regium* (fries) Singer. **Food Science and Technology**, v. 39, n. 5, p. 548-553, 2006.
- BERNÁS, B.; JAWORSKA, G.; LISIEWKA, Z. Edible Mushrooms as a source of valuable nutritive constituents. **Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria**, v. 5, n. 1, p. 5-20, 2006.
- CHANG, S. T.; LAU, O. W.; CHO, K. Y. The cultivation and nutritional value of *Pleurotus sajor-caju*. **European Journal of Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 12, n. 1, p. 58-62, 1981.
- CHANG, S. T.; MILES, P. G. **Edible mushrooms and their cultivation**. Florida: CRC Press, 1989.
- CRISAN, E. V.; SANDS, A. A nutritional value. In: CHANG, S. T.; HAYES, W. A. (Eds). **The biology and cultivation of edible mushroom**. New York: Academic Press, 1978. p. 137-168.
- EIRA, A. F. et al. 1997. **Manual teórico/prático do cultivo de cogumelos comestíveis**. Botucatu: FEPAP, 1997.
- FASIDI, I.; EKUERE, V. U. Studies on *Pleurotus tuber-regium* (Fries) Singer: cultivation, proximate composition and mineral contents of sclerotia. **Food Chemistry**, v. 48, n. 3, p. 255-258, 1993.
- GBOLAGADE, J. et al. Nutritive value of common wild edible mushrooms from northern Nigeria. **Global Journal of Biotechnology and Biochemistry**, v. 1, n. 1, p. 16-21, 2006.
- GUZMÁN, G. et al. **El cultivo de los hongos comestibles**. México: Instituto Politécnico Nacional, 1993.
- KURTZMAN, R. H.; ZADRAZIL, F. Physiological and taxonomic considerations for cultivation of *Pleurotus* mushrooms. In: CHANG, S. T.; QUIMIO, T. H. (Eds.). **Tropical mushrooms: biological nature and cultivation methods**. Hong Kong: The Chinese University Press, 1982. p. 299-348.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Editora Gráfica Nagy, 1989.
- MALAVOLTA, E. **ABC da análise de solos e folhas: amostragem, interpretação e sugestões de adubação**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1992.
- MILES, P. G., CHANG, S. T. **Mushroom biology: concise basics and current developments**. Singapore: Word Scientific Publishing, 1997.
- MODA, E. M.; HORII, J.; SPOTO, M. H. F. Edible mushroom *Pleurotus sajor-caju* production on washed and supplemented sugar cane bagasse. **Scientia Agricola**, v. 62, n. 2, p. 127-132, 2005.
- MOLENA, O. **O moderno cultivo de cogumelos**. São Paulo: Nobel, 1986.
- SAPATA, M. R. L. **Valorização de resíduos agrícolas: produção de cogumelos do gênero *Pleurotus***. Oeiras: Instituto Nacional de Investigação Agrária e das Pescas; Estação Agronômica Nacional, 2005. 32 p. (Relatório final do projeto).
- SILVA, S. O.; COSTA, S. M. G.; CLEMENTE, E. Chemical composition of *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Quel., substrates and residue after cultivation. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 45, n. 4, p. 531-535, 2002.
- STRMISKOVÁ, G.; STRMISKA, F.; DUBRAVICKY, J. Mineral composition of oyster mushrooms. **Nahrung**, v. 36, n. 2, p. 210-212, 1992.
- STURION, G. L. **Utilização da folha da bananeira como substrato para o cultivo cogumelo (*Pleurotus spp*)**. Piracicaba, 1994. 147 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade do Estado de São Paulo – USP.
- STURION, G. L.; RANZANI, M. R. T. C. Composição em minerais de cogumelos comestíveis cultivados no Brasil – *Pleurotus spp.* e outras espécies desidratadas. **Archivos Latino Americanos de Nutricion**, v. 50, n. 1, p. 102-103, 2000.
- STURION, G. L.; OETTERER, M. Composição química de cogumelos comestíveis (*Pleurotus spp.*) originados em diferentes substratos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 15, n. 2, p. 189-193, 1995.
- VETTER, J. Mineral element content of edible and poisonous macrofungi. **Acta Alimentaria**, v. 19, n. 1, p. 27-40, 1990.
- VETTER, J. Mineral elements in the important cultivated mushrooms *Agaricus bisporus* and *Pleurotus ostreatus*. **Food Chemistry**, v. 50, n. 3, p. 277-279, 1994.
- 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. 293-333, 2001.
- ZHANG, R.; LI, X.; FADEL, J. G. Oyster mushroom cultivation with rice and wheat straw. **Bioresource Technology**, v. 82, n. 3, p. 277-284, 2002.