

INFLUÊNCIA DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO SUBSTRATO NO CULTIVO DE *Pleurotus florida*

Influence of the chemical composition of the substrate in the cultivation of *Pleurotus florida*

Gláucia Garcia Figueiró¹, Luiz Antônio Graciolli²

RESUMO

Com o objetivo de avaliar a influência da composição química do substrato no cultivo do cogumelo comestível *Pleurotus florida*, seis resíduos agrícolas foram testados: palha de arroz, palha de feijão, palha de trigo, folha de bananeira, palha de sorgo e sabugo de milho. O substrato palha de feijão apresentou resultados semelhantes para a produção (189,8 g kg⁻¹), eficiência biológica (89,2%) e número de cogumelos (12) à palha de arroz, substrato utilizado tradicionalmente no cultivo de *Pleurotus* em escala comercial. Não foi possível atribuir apenas a um fator químico as altas produções e eficiências biológicas observadas em palha de arroz e palha de feijão e muito menos para a baixa produção em palha de sorgo (77,8 g kg⁻¹) e sabugo de milho (53,2 g g⁻¹). No geral, substratos com relação C/N em torno de 45 (N = 1,0%), maior conteúdo de cinzas, acrescido de altos teores de P, K, Ca, Mg and Mn foram os melhores para o cultivo de *P. florida*.

Termos para indexação: Cogumelo ostra, resíduos agrícolas, eficiência biológica, produção.

ABSTRACT

The purpose of this work was to evaluate the influence of the chemical composition of the substrate in the cultivation of the edible mushroom *Pleurotus florida*. Six agricultural by-products were tested: rice straw, bean straw, wheat straw, banana leaf, sorghum straw and maize cobs. Using bean straw as the substrate showed similar results for yield (189.8 g kg⁻¹), biological efficiency (89.2%) and number of mushrooms (12) as rice straw substrates traditionally used for the cultivation of *Pleurotus* on a commercial scale. It was not possible to attribute the high yields and biological efficiency observed in rice and bean straw solely to chemical factors and, even less so for the low yields presented by sorghum straw (77.8 g kg⁻¹) and maize cobs (53.2 g kg⁻¹). In general, substrates with C/N ratio around 45 (N = 1.0%), high ash content and high levels of P, K, Ca, Mg and Mn were the best for the cultivation of *P. florida*.

Index terms: Oyster mushroom, agricultural waste, biological efficiency, production.

(Recebido em 25 de agosto de 2009 e aprovado em 11 de abril de 2011)

INTRODUÇÃO

A população mundial produz milhões de toneladas de resíduos agroindustriais anualmente e, embora esse tipo de poluente seja biodegradável é necessário um tempo mínimo para que seja mineralizado. A maior parte desses resíduos são direcionados à ração animal ou simplesmente depositados no solo. Entretanto, novas soluções podem ser dadas a esses resíduos, a fim de agregar o seu valor, uma alternativa seria a bioconversão utilizando microrganismos, principalmente os fungos (FAN et al., 2003; VILLAS-BÔAS et al., 2002).

Os fungos do gênero *Pleurotus* são conhecidos como causadores da podridão branca da madeira, pois possuem a capacidade de se desenvolver em qualquer resíduo que contenha celulose, hemicelulose e lignina,

desempenhando importante papel no ciclo do carbono (BONATTI et al., 2004).

O aproveitamento de resíduos lignocelulósicos oriundos da produção agrícola, tais como: palha de trigo e de arroz, resíduos de algodão, bagaço de cana-de-açúcar, serragens, polpa e casca de frutas, folha de bananeira, polpa de café, entre outros podem ser utilizados para a produção de cogumelos comestíveis como *Pleurotus* spp. (EIRA, 2004). Dessa forma, o uso de resíduos agrícolas como substrato em bioprocessos, além de se tornar economicamente viável, ajuda a resolver os problemas ambientais decorrentes de seu acúmulo na natureza.

Vários autores têm discutido a importância da composição química do substrato no crescimento micelial e na qualidade dos cogumelos (LELLEY; JANBEN, 1993; STURION; OETERRER, 1995; CURVETTO et al., 2002,

¹Universidade de Brasília/UNB – Departamento de Fitopatologia – Instituto de Ciências Biológicas – Campus Universitário Darcy Ribeiro – Asa Norte – 70910-900 – Brasília, DF – glauciafigueiro@yahoo.com.br

²Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”/UNESP – Departamento de Biologia e Zootecnia – Ilha Solteira, SP

PEDRA; MARINO, 2006) porém, a influência no cultivo tem recebido pouca atenção.

Diante disso, conduziu-se este trabalho, com o objetivo de analisar a influência da composição química de vários substratos: palha de arroz, palha de feijão, palha de trigo, folha de bananeira, palha de sorgo e sabugo de milho no cultivo de *P. florida*.

MATERIAL E MÉTODOS

Microorganismo e produção de inoculante

A cultura de *P. florida* utilizada para a produção de inoculante foi obtida da micoteca do Departamento de Biologia da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS), preservada no meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA), a 6° C. O inoculante foi produzido em arroz parboilizado, cozido em água por 20 minutos. Os grãos foram drenados e distribuídos em erlenmeyers de 250 ml e esterilizados a 121° C por 20 minutos. Após o resfriamento, em câmara de fluxo laminar, cada frasco recebeu cinco discos de 4 mm de diâmetro de *P. florida* desenvolvido em BDA. Os frascos foram incubados em BOD a 25° C no escuro, durante 10 dias, até completar a colonização dos grãos.

Preparo dos substratos

Os substratos utilizados como matéria prima para o cultivo de *P. florida* foram: palhas de arroz, feijão, trigo e de sorgo constituídos de restos de plantas coletadas após a retirada dos grãos em trilhadeira mecânica. A folha de bananeira foi colhida verde de plantas adultas e o sabugo de milho proveniente de plantas após a debulha dos grãos. Todos os resíduos foram coletados na Fazenda de Ensino e Pesquisa da FEIS e secos em estufa de circulação de ar forçado à 55° C. Depois de secos, foram triturados em partículas de 10 mm e uma amostra foi separada para posterior análise química. O restante foi deixado de molho em água por um período de 12 horas, em seguida escorridos por 4 horas. De cada substrato, 100 g foram acondicionados em frascos de vidro, medindo 11 x 5 cm, os quais foram esterilizados a 121° C por 2 horas.

Inoculação e condições de cultivo

Após a esterilização e resfriamento em temperatura ambiente, em câmara de fluxo laminar, os substratos foram inoculados na superfície com 2 g (2%) do inoculante e mantidos em uma sala a 25-28° C, no escuro até sua completa colonização.

Frutificação, colheita e produção

Após a completa colonização de cada substrato, os frascos foram abertos e distribuídos em um barracão

de alvenaria, para frutificação, sem controle da temperatura, porém a umidade relativa do ar foi mantida acima de 70% com auxílio de nebulizadores (tecnologia de cultivo simples). Os cogumelos foram colhidos quando as bordas estavam no mesmo plano da superfície do píleo e imediatamente pesados (peso fresco). Foram avaliados: o tempo necessário para a completa colonização do substrato, ou seja, a corrida micelial; o início da formação de primórdios; o tempo total de cultivo; o número de cogumelos; a produção tomando-se por base a massa da matéria fresca dos cogumelos em relação à massa do substrato úmida, em um fluxo de produção e a eficiência biológica, utilizando a fórmula: $EB = (\text{peso fresco dos cogumelos} / \text{peso seco do substrato inicial}) \times 100$.

Análise química dos resíduos

Os resíduos foram analisados quanto ao teor de cinzas conforme metodologia A.O.A.C (1975). Lignina calculada pelo método seqüencial, conforme Van Soest (1994). Celulose e hemicelulose calculados de acordo com metodologia proposta por Silva (1981). O teor de carbono (C) para posterior cálculo da relação C/N foi analisado de acordo com Tedesco et al. (1995). Foram analisados os teores de macro e micronutrientes: nitrogênio (N), pelo método de Micro-kjeldahl, conforme metodologia A.O.A.C (1975). Fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn), determinados segundo metodologia proposta por Bataglia et al. (1983).

Análise estatística

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com seis tratamentos e cinco repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância e ao teste de média Skott-Knott a 5% de probabilidade, pelo programa SISVAR 4.5 (FERREIRA, 2008). Os dados de correlação entre os componentes de produção e a análise química dos substratos foram submetidos à análise de regressão por meio do programa estatístico SAEG 9.1. A significância estatística utilizada foi de 5% pelo Teste t. (RIBEIRO JÚNIOR, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De um modo geral, entre os substratos analisados, observa-se uma grande variação nos teores de celulose, lignina, hemicelulose, cinzas, relação C/N (Tabela 1), bem como dos teores de macro e micronutrientes (Tabela 2).

Tabela 1 – Resultados da análise química dos resíduos agrícolas utilizados no cultivo do cogumelo *Pleurotus florida*.

Substratos	Celulose (%)	Lignina (%)	Hemicelulose (%)	Cinzas (%)	C/N
Palha de arroz	32,7 c	4,5 d	35,5 c	10,7 a	44,2 d
Palha de feijão	40,5 a	9,5 b	16,7 e	9,0 b	46,2 d
Palha de trigo	34,6 b	4,9 d	37,5 b	8,6 b	60,1 c
Folha de bananeira	28,1 c	12,4 a	31,7 d	10,7 a	20,2 e
Palha de sorgo	35,3 b	5,7 c	32,6 d	4,3 c	79,3 b
Sabugo de milho	34,0 b	4,0 e	49,1 a	3,0 d	70,7 a
CV (%)	3,9	6,3	4,2	5,1	4,1

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Skott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 2 – Resultados da análise de macro e micronutrientes dos resíduos agrícolas utilizados no cultivo do cogumelo *Pleurotus florida*.

Substratos	N (%)	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn
		g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹	
Palha de arroz	1,1b	2,0a	10,6c	4,5c	2,3c	96,4d	806,2b	30,2a
Palha de feijão	1,0b	1,3b	16,3b	10,1a	4,1a	329,0b	60,8d	11,4d
Palha de trigo	0,9c	2,1a	10,7c	1,4e	1,1d	141,6c	129,0c	16,9c
Folha de bananeira	2,1a	2,0a	21,2a	6,7b	3,0b	476,0a	835,8a	7,5f
Palha de sorgo	0,6e	1,1b	7,6d	3,8d	3,1b	315,8b	55,4d	9,7e
Sabugo de milho	0,7d	1,1b	7,0d	0,6f	0,3e	143,6c	7,8e	23,3b
CV (%)	5,1	14,2	7,9	4,9	7,9	10,3	4,2	5,4

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Skott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Os fungos, incluindo os que produzem cogumelos, fazem uso de uma variedade de compostos orgânicos, para suprir suas necessidades de carbono, e entre esses compostos estão monossacarídeos, polissacarídeos, ácidos orgânicos, alcoóis e produtos naturais como a lignina e a celulose, os quais fornecem energia para seu metabolismo (MILES; CHANG, 1997).

A degradação da lignina é um pré-requisito para acessar com facilidade a degradação da celulose e hemicelulose (RAJARATHNAM et al., 1979, RAJARATHNAM et al., 1987). Além disso, a lignina juntamente com a hemicelulose, envolve as fibras de celulósicas, formando uma barreira física que dificulta a atividade das enzimas celulolíticas, restringindo o ataque à superfície externa do substrato (RAJARATHNAM et al., 1998). Tudo indica que teor elevado de lignina no substrato dificulta o desenvolvimento do fungo, pois certamente ocorre um maior gasto metabólico ao se desenvolver em materiais ricos neste componente, dificultando o acesso à celulose e hemicelulose (FREER; DETROY, 1982). O alto teor de lignina em fibras de coco foi responsável pela baixa

produção e eficiência biológica de *P. florida* quando comparado a palha de arroz (SHANSHIREKHA; RAJARATHNAM, 2007). No presente estudo a maior produção (202,7 g kg⁻¹), eficiência biológica (90,4%) e número de cogumelos foram observados no substrato palha de arroz (Tabela 3). O teor de lignina da palha de arroz apesar de baixo (4,5%) não explica os resultados obtidos, uma vez que a quantidade deste componente foi inferior no sabugo de milho (4,0%) e semelhante à palha de trigo (4,9%). Além disso, a palha de feijão foi um dos substratos com maior teor de lignina (9,5%) e os dados de produção foram semelhantes à palha de arroz (Tabela 3). A palha de feijão também foi o melhor substrato para o cultivo de *P. sajor-caju* quando comparado com a palha de milho e casca de café (DIAS et al., 2003). Não foram verificadas, nesse experimento, correlações significativas dos dados de produção, eficiência biológica e número de cogumelos com o teor de lignina nos diferentes substratos (Tabela 4). No entanto, houve correlação negativa significativa ($p < 0,05\%$) entre o teor de hemicelulose e os dados de produção e eficiência biológica, indicando que o maior teor desse

componente observado em sabugo de milho contribuiu para um maior gasto metabólico pelo fungo, proporcionando menor produção e eficiência biológica (Tabela 3).

A relação C/N do substrato é um fator importante no cultivo de *Pleurotus* e interfere tanto na colonização do substrato, como na produção de cogumelos (PHILIPPOUSSIS et al., 2001). No cultivo axênico, isto é, quando o substrato é submetido a uma esterilização, a relação C/N ideal está entre 20 a 50/1 (EIRA, 2004). No presente trabalho, estudos de correlação entre a composição química dos diferentes substratos com os parâmetros de produção revelaram uma correlação negativa significativa ($p > 0,05\%$) com a relação C/N (Tabela 4). Assim, as menores produções observadas principalmente em palha de sorgo e sabugo de milho podem ser atribuídas à elevada relação C/N desses resíduos (Tabelas 3 e 4). O presente experimento está de acordo com resultados obtidos por vários autores onde mostraram que a produção de cogumelos varia de acordo com a relação C/N do substrato (YILDIZ; KARAKAPLAN, 2003; BHATTI et al., 1987).

Outro fator que pode ter contribuído para os resultados obtidos em palha de arroz, assim como, em palha

de feijão é o teor de N. O nitrogênio é indispensável para assegurar a síntese de ácidos nucleicos, aminoácidos e de proteínas (CHANG; MILES, 1989; ZANETTI; RANAL, 1997). No entanto, há evidências de que o excesso de N mineral ou orgânico, além de exercer um efeito negativo sobre o crescimento micelial, pode inibir a síntese de enzimas que degradam a lignina (KIRK et al., 1978; SILVA et al., 2007; GRACIOLLI et al., 2010).

No presente estudo, a colonização foi mais rápida em palha de trigo (21 dias) e mais lenta em palha de feijão (25 dias), no entanto, a diferença do teor de N entre esses substratos foi de apenas 0,1% (Tabela 2). O substrato folha de bananeira que apresentou o maior conteúdo de N (2,1%) foi totalmente colonizado em 23 dias. Recentemente, foi constatada uma inibição do crescimento micelial de *P. florida* quando cultivado em substrato de ramas de mandioca suplementado com 20% de farelo de soja cujo teor de nitrogênio chegou a 2,5% (GRACIOLLI et al., 2010). *P. sajor-caju* quando cultivado em capim coast-cross, bagaço de cana-de-açúcar, farelo de trigo e uréia para suplementação de nitrogênio nos teores entre 0,65 a 1,3% houve colonização dos substratos, enquanto que substratos com teores de 1,7 e 2,2% o crescimento micelial

Tabela 3 – Resultados da corrida micelial (CM), início de formação de primórdios (IFP), tempo total de cultivo (TTC), eficiência biológica (EB), produção e número de cogumelos (NCs) de *Pleurotus florida* nos diferentes resíduos agrícolas.

Substratos	CM (dias)	IFP (dias)	TTC (dias)	Produção (g kg ⁻¹)	EB (%)	NCs
Palha de arroz	22	26	30	202,7a	90,4a	12,0a
Palha de feijão	25	25	30	189,8a	89,2a	12,0a
Palha de trigo	21	22	25	122,4b	62,9b	10,0b
Folha de bananeira	23	32	39	115,1b	56,3b	9,0b
Palha de sorgo	24	27	32	77,8c	41,3c	3,0c
Sabugo de milho	24	24	31	53,2d	23,5d	5,0c
CV (%)				10,5	10,9	20,6

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Skott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 4 – Correlação de Pearson (R) entre os parâmetros de produção e a composição química dos substratos utilizados no cultivo de *Pleurotus florida*.

Parâmetros	Composição química dos diferentes substratos				
	Celulose	Hemicelulose	Lignina	Cinzas	C/N
Produção	(+ 0,1792 ^{ns})	(- 0,4992*)	(+ 0,0627 ^{ns})	(+ 0,7677*)	(- 0,5281*)
EB	(+ 0,2290 ^{ns})	(- 0,5196*)	(+ 0,0738 ^{ns})	(+ 0,7567*)	(- 0,4205*)
NC	(+ 0,090 ^{ns})	(- 0,3238 ^{ns})	(+ 0,0239 ^{ns})	(+ 0,7563*)	(- 0,6746*)

ns- Não significativo e * Significativo pelo teste t a 5% de probabilidade; + Correlação positiva, - Correlação negativa; EB = eficiência biológica; NC = número de cogumelos.

foi totalmente inibido (SILVA et al., 2007). O início da formação de primórdios em diferentes substratos para o gênero *Pleurotus* tem sido observado entre 19° e 30° dias (KHANNA et al., 1992, RAGUNATHAN et al., 1996, RAGUNATHAN; SWAMINATHAN, 2003, GRACIOLLI et al., 2008). Os resultados obtidos estão de acordo com a literatura, exceto para o substrato folha de bananeira que levou 32 dias. O tempo total de cultivo, em um fluxo de produção, foi mais rápido em palha de trigo (25 dias) e mais lento em folha de bananeira (39 dias), porém dentro do intervalo de tempo encontrado para as várias espécies do gênero *Pleurotus* (PHILIPPOUSSIS et al., 2001, ROYSE et al., 2004). Uma rápida colonização inicial é desejável para evitar problemas de contaminação do substrato, porém, os resultados obtidos nesse trabalho mostraram que não foi suficiente para garantir uma boa produção.

Os maiores teores de P: 2,0; 2,1 e 2,0 g kg⁻¹ foram observados em palha de arroz, palha de trigo e em folha de bananeira, respectivamente, sendo que os valores observados em palha de trigo e na folha de bananeira foram superiores aos encontrados por Sturion (1994). Embora a palha de arroz e a palha de feijão não tenham apresentado os maiores teores de P e K, foi observada uma correlação positiva significativa ($p < 0,05\%$) desses nutrientes com a produção e eficiência biológica (Tabela 5). A palha de feijão apresentou os maiores teores de Ca e Mg (10,1 e 4,1 g kg⁻¹, respectivamente), sendo o teor de Ca superior ao verificado por Dias et al. (2003), porém, o teor de Mg foi inferior. A importância do Ca no crescimento dos fungos é atribuída ao seu papel na ativação enzimática, enquanto Mg é importante no metabolismo pela produção de ATP (GRIFTIN, 1994). As espécies do gênero *Pleurotus* apresentam exigências de Ca particularmente elevada (ROYSE, 1992). Da mesma maneira que o P, foi encontrada uma correlação positiva significativa ($p < 0,05\%$) do Ca e do Mg com os parâmetros de produção (Tabela 5).

Com relação aos micronutrientes, a folha de bananeira apresentou os maiores teores de Fe e Mn (476,0

e 835,8 mg kg⁻¹, respectivamente) Sturion, (1994). O maior teor de Zn (30,2 mg kg⁻¹) foi verificado em palha de arroz. Tanto o Fe como o Zn são importantes para a atividade enzimática e para o metabolismo intermediário dos fungos (GRIFTIN, 1994). Outro micronutriente importante na ativação de enzimas é o Mn (MILES; CHANG, 1997). O aumento do conteúdo de Mn no substrato favorece a atividade de enzimas lignolíticas e, conseqüentemente, a degradação do substrato por *P. ostreatus* (KEREN; HADAR, 1995). Logo, o teor de Mn em maiores concentrações em palha de arroz pode ter exercido efeito positivo nos componentes de produção. Por outro lado, a palha de feijão foi um dos substratos com menor teor de Mn (Tabela 2).

No geral, observou-se entre os substratos utilizados no presente trabalho uma grande variação nos teores de celulose, lignina, hemicelulose, cinzas, relação C/N, bem como dos teores de macro e micronutrientes. Assim, não foi possível isolar apenas um fator responsável pelos melhores resultados obtidos com a palha de arroz e a palha de feijão. Porém, nas condições em que foi realizado esse experimento, substratos com teores de hemicelulose inferiores a 49%, conteúdo de N ao redor de 1,0%, relação C/N em torno de 45:1, alto conteúdo de cinzas, acrescido de altos teores de P, K, Ca, Mg e Mn foram os melhores para o cultivo de *P. florida*.

Os resultados de produção observados com palha de feijão foram semelhantes à palha de arroz, resíduo tradicionalmente utilizado na produção comercial de *Pleurotus* (RAJARATHNAM et al., 1987). Além disso, a composição química favorável da palha de feijão e a tecnologia de cultivo simples empregada nesse experimento evidenciam que esse substrato é viável para o cultivo de *P. florida*.

Outros testes deverão ser realizados utilizando os mesmos resíduos em misturas, pois poderão se sobressair quando utilizados em diferentes combinações, especialmente a palha de feijão, que se destacou em relação aos demais substratos.

Tabela 5 – Correlação de Pearson (R) entre os parâmetros de produção e os teores de nutrientes dos substratos utilizados no cultivo de *Pleurotus florida*.

Parâmetros	Nutrientes							
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn
Produção	(+0,220 ^{ns})	(+0,414*)	(+0,401*)	(+0,540*)	(+0,533*)	(-0,067 ^{ns})	(+0,436*)	(+0,216 ^{ns})
EB	(+0,193 ^{ns})	(+0,399*)	(+0,386*)	(+0,530*)	(+0,545*)	(-0,013 ^{ns})	(+0,377*)	(+0,157 ^{ns})
NCs	(+0,142 ^{ns})	(+0,359 ^{ns})	(+0,2392 ^{ns})	(+0,231 ^{ns})	(+0,165 ^{ns})	(-0,163 ^{ns})	(+0,263 ^{ns})	(+0,208 ^{ns})

ns- Não significativo e * Significativo pelo teste t a 5% de probabilidade; + Correlação positiva, - Correlação negativa; EB = eficiência biológica; NC = número de cogumelos.

CONCLUSÕES

P. florida foi cultivado com sucesso, especialmente em palha de arroz e palha de feijão. A composição química favorável desses substratos proporcionou as melhores produções e eficiências biológicas utilizando uma tecnologia de cultivo simples.

Não foi possível isolar apenas um fator químico responsável pelos melhores resultados de produção e eficiência biológica. O cultivo de *P. florida* foi favorecido em substratos com menor teor de hemicelulose, maior teor de cinzas, relação C/N em torno de 45 (N = 1,0%), e com maior teor de P, K, Ca, Mg e Mn.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A.O.A.C. **Official methods of analysis**. 12.ed. Whashington, D.C.: Association of Official Agricultural Chemists, 1975.
- BATAGLIA, O.C. et al. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1983. 48p. (Boletim técnico, 78).
- BHATTI, M. A.; MIR, F.A.; SIDDIQ, M. Effect of different bedding materials on relative yield of oyster mushroom in the successive flushes. **Pakistan Journal of Agricultural Research**, Punjab, v.8, n.3, p.256-259, 1987.
- BONATTI, M. et al. Evaluation of *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus sajor-caju* nutritional characteristics when cultivated in different lignocellulosic wastes. **Food Chemistry**, London, v.88, p.425-428, 2004.
- CHANG S.T.; MILES, P.G. **Edible mushrooms and their cultivation**. Boca Raton: CRC Press, 1989.
- CURVETTO, N. R. et al. Growth and productivity of different *Pleurotus ostreatus* strains on sunflower seed hulls supplemented with N-NH₄⁺ and/or Mn (II). **Bioresource Technology**, Essex, v.84, n.2, p.171-176, 2002.
- DIAS, E.S. et al. Cultivo do cogumelo *Pleurotus sajor-caju* em diferentes resíduos agrícolas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.27, p.1363-1369, 2003.
- EIRA, A. F. Fungos comestíveis. In: ESPÓSITO, E. ; AZEVEDO, J.L. (Ed.). **Fungos uma introdução a biologia, bioquímica e biotecnologia**. Caxias do Sul: Educ, 2004. Cap.12, p.379-448.
- FAN, L. et al. Cultivation of *Pleurotus* mushrooms on Brazilian coffee husk and effects of caffeine and tannic acid. **Micologia Aplicada International**, v.15, p.15-21, 2003.
- FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v.6, p.3641, 2008.
- FREER, S; DETROY, R. Biological delignification of ¹⁴C-labeled lignocelluloses by basidiomycetes: degradation and solubilization of lignin and cellulose components. **Mycology**, New York, v.74, p.943-951, 1982.
- GRACIOLLI, L. A. et al. Productivity and biological efficiency of *Pleurotus florida* cultivated on water hyacinth. In: SYMPOSIUM BRAZIL-JAPAN IN ECONOMY, SCIENCE, AND TECHNOLOGICAL INNOVATION, 2008, São Paulo. **Proceedings of the...** São Paulo: SBPN, 2008. p.1-6.
- GRACIOLLI, L. A. et al. Cultivo do cogumelo comestível *Pleurotus florida* em ramas de mandioca. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, Botucatu, v.6. p.26-39, 2010.
- GRIFTIN, D.H. **Fungal physiology**. 2.ed. New York: Wiley Liss, 1994.
- KEREM, Z.; HADAR, Y. Effect of manganese on preferential degradation of lignin by *Pleurotus ostreatus* during solid-state fermentation. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v.61, n.8, p.3057-3062, 1995.
- KIRK, T.; YANG, H. ; KEYSER, P. The chemistry and physiology of the fungal degradation of lignin. **Developments in Industrial Microbiology**, Arlington, v.19, p.51-61, 1978.
- KHANNA, P. K. et al. Evaluation of *Pleurotus spp.* For growth, nutritive value and antifungal activity. **Indian Journal Microbiology**, Pune, v.32, p.197-200, 1992.
- LELLEY, J. I.; JANBEN, A. Productivity improvement of oyster mushrooms substrate with a controlled release of nutrient. **Mushroom News**, Canada, v.41, n.2, p.6-13, 1993.
- MILES, P. G.; CHANG, S.-T. **Mushroom biology: concise basics and current developments**. Singapore: World Scientific, 1997. 194 p.

- PEDRA, W. N.; MARINO, R. H. Cultivo axênico de *Pleurotus* spp. em serragem da casca de coco (*Cocos nucifera* Linn) suplementada com farelo de arroz/e ou de trigo. **Arquivo do Instituto de Biologia**, São Paulo, v.73, n.2, p.219-225, 2006.
- PHILIPPOUSSIS, A.; ZERVAKIS, G.; DIAMANTOPOULOU, P. Bioconversion of agricultural lignocellulosic wastes through the cultivation of the edible mushrooms *Agrocybe aegerita*, *Volvarellaria volvaceae* and *Pleurotus* spp. **World Journal of Microbiology & Biotechnology**, Oxford, v.17, p.191-200, 2001.
- RAGUNATHAN, R. et al. Cultivation of *Pleurotus* spp. on various agro-residues. **Food Chemistry**, London, v.55, n.2, p.139-144, 1996.
- RAGUNATHAN, R.; SWAMINATHAN, K. Nutritional status of *Pleurotus* spp. grown on various agro-wastes. **Food Chemistry**, London, v.80, n.3, p.371-375, 2003.
- RAJARATHNAM, S.; WANKHEDE, D.B.; PATWARDHAN, M.V. Some chemical and biochemical changes in straw constituents during growth of *Pleurotus flabellatus* (Berk and Br.). **Applied Microbiology and Biotechnology**, Berlin, v.8, p.125-134, 1979.
- RAJARATHNAM, S.; WANKHEDE, D.B.; BANO, Z. Degradation of rice straw by *Pleurotus flabellatus*. **Journal of Chemical Technology and Biotechnology**, Oxford, v.37, p.203-214, 1987.
- RAJARATHNAM, S.; SHANSHIREKHA, M. N.; BANO, Z. Biodegradative and biosynthetic capacities of mushrooms: present and future strategies. **Critical Reviews in Biotechnology**, Boca Raton, v.18, p.233-361, 1998.
- RIBEIRO JÚNIOR, J. I. **Análises estatísticas no SAEG**. Viçosa: UFV, 2001.
- ROYSE, D. J. Recycling of spent shiitake substrate for production of the oyster mushroom *Pleurotus sajor-caju*. **Applied Microbiology and Biotechnology**, Berlin, v.38, n.2, p.179-82, 1992.
- ROYSE, D. J. et al. Yield mushroom size and time to production of *Pleurotus cornucopiae* (oyster mushroom) grown on switch grass substrate spawned and supplemented at various rates. **Bioresource Technology**, Essex, v.91, p.85-91, 2004.
- SHANSHIREKHA, M. N.; RAJARATHNAM, S. Bioconversion and biotransformation of coir pith for economic production of *Pleurotus florida*: chemical and biochemical changes in coir pith during the mushroom growth and fructification. **World Journal of Microbiology & Biotechnology**, Oxford, v.23, p.1107-1114, 2007.
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1981.
- SILVA, E. G et al. Análise química de corpos de frutificação de *Pleurotus sajor-caju* cultivado em diferentes concentrações de nitrogênio. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.27, n.1, p.72-75, 2007.
- STURION, G L. **Utilização da folha de bananeira como substrato para o cultivo de cogumelos comestíveis (*Pleurotus* spp.)**. 1994. 147p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 1994.
- STURION, G L.; OETTERER, M. Composição química de cogumelos comestíveis (*Pleurotus* spp) originados de cultivos em diferentes substratos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.15, n.2, p.189-193, 1995.
- TEDESCO, M. J. et al. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2.ed. Porto Alegre: Departamento de Solos, 1995. 174p.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. New York: Cornell University Press, 1994. 476p.
- VILLAS-BÔAS, S.L.; ESPOSITO, E.; MITCHELL, D. A. Microbial conversion of lignocellulosic residues for production of animal feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v. 98, n. 1, p. 1-12, 2002.
- YILDIZ, A.; KARAKAPLAN, M. (2003). Evaluation of Some Agricultural Wastes for the Cultivation of Edible Mushrooms: *Pleurotus ostreatus* var. *Salignus*. **Journal Food Science Technology**, Mysore, v. 40 p.290-292, 2003.
- ZANETTI, A. L.; RANAL, M.A. Suplementação de cana-de-açúcar com guandu no cultivo de *Pleurotus* sp. 'Florida'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.32, n.9, p.959-964, 1997.