



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Campus de Ilha Solteira

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**INFLUÊNCIA DO SUBSTRATO NO CULTIVO E NA  
COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO COGUMELO *Pleurotus florida***

**GLÁUCIA GARCIA FIGUEIRÓ**  
Engenheira Agrônoma

Ilha Solteira – SP  
Setembro - 2009

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Campus de Ilha Solteira

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**INFLUÊNCIA DO SUBSTRATO NO CULTIVO E NA  
COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO COGUMELO *Pleurotus florida***

**GLÁUCIA GARCIA FIGUEIRÓ**

Orientada

**Prof. Dr. LUÍZ ANTÔNIO GRACIOLLI**

Orientador

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia - UNESP – Campus de Ilha Solteira, para obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Especialidade: Sistemas de Produção

Ilha Solteira – SP  
Setembro – 2009

## FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação  
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação da UNESP - Ilha Solteira.

F475i

Figueiró, Gláucia Garcia.

Influência do substrato no cultivo e na composição química do cogumelo  
*Pleurotus florida* / Gláucia Garcia Figueiró. -- Ilha Solteira : [s.n.], 2009.  
65 f. : il., fots. color.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de  
Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de Produção, 2009

Orientador: Luíz Antônio Gracioli  
Inclui bibliografia

1. Cogumelos – Cultivo. 2. Resíduos agrícolas. 3. Eficiência biológica.  
4. Basidiomicetos.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA  
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA

### CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO:** Influência do substrato no cultivo e na composição química do cogumelo *Pleurotus florida*

**AUTORA:** GLÁUCIA GARCIA FIGUEIRÓ  
**ORIENTADOR:** Prof. Dr. LUIZ ANTONIO GRACIOLLI

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE em AGRONOMIA ,  
Área: SISTEMAS DE PRODUÇÃO, pela Comissão Examinadora:

  
Prof. Dr. LUIZ ANTONIO GRACIOLLI  
Departamento de Biologia e Zootecnia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

  
Profa. Dra. ANA MARIA RODRIGUES CASSIOLATO  
Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

  
Prof. Dr. EUSTÁQUIO SOUZA DIAS  
Departamento de Biologia / Universidade Federal de Lavras

Data da realização: 02 de setembro de 2009.

A Deus por estar sempre presente em minha vida iluminando meus caminhos,  
AGRADEÇO.

Aos meus pais, Victor Hugo Pereira Figueiró e Maria Elena Garcia Figueiró, pelo apoio constante na realização dos meus sonhos. Ao meu namorado Gerrard Cristiano, pela compreensão, amizade e companheirismo, DEDICO

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por permitir mais esta conquista em minha vida;

Ao Prof. Dr. Luíz Antônio Graciolli pela orientação, dedicação, paciência e pelos inúmeros ensinamentos no fascinante mundo dos cogumelos;

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Sistemas de Produção) da UNESP-FEIS (Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira) pela oportunidade de realização do curso de Mestrado;

A (CAPES) pela bolsa de estudos concedida;

Aos professores Eustáquio Souza Dias e Ana Maria Rodrigues Cassiolato pelas ricas contribuições na defesa deste trabalho;

Aos professores Shizuo Seno e Marli de Fátima Stradioto Papa pelas contribuições no exame de qualificação;

Aos meus pais Victor Hugo P. Figueiró e Maria Elena Garcia Figueiró pelo amor, incentivo e esforços na realização desta conquista. E aos meus irmãos Dener, Heriton e Ilton por sempre torcerem por mim;

Ao meu namorado Gerrard pelo carinho, amizade e companheirismo mesmo à distância durante estes anos;

Ao Sr. Adoilo Rodrigues Pereira pela amizade e consideração durante estes anos em Ilha Solteira;

Aos Profs. Drs. Salatier Buzetti e João Andrade, e aos colegas (Flávio Binotti e Simone), e funcionários da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da UNESP, Campus de Ilha Solteira, João e Alceu, os quais forneceram o material usado como substrato neste estudo;

Aos funcionários da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da UNESP, Campus de Ilha Solteira, pelo auxílio na coleta e preparo dos substratos utilizados neste trabalho;

Aos técnicos de laboratório Cidval e Alexandre, por orientar e acompanhar as análises químicas no decorrer do experimento;

À técnica do laboratório de microbiologia Circélia pelo auxílio no preparo do meio de cultura e produção de inoculante utilizados neste trabalho;

Ao Bibliotecário João Josué Barbosa pela atenção e auxílio nas correções deste trabalho com as normas ABNT;

Aos colegas Renato Franco, Danilo Aires e Rodrigo pelo auxílio em algumas etapas do experimento;

Aos colegas de Pós-graduação pelos momentos de estudo, amizade e descontração em Ilha Solteira: Gustavo Mamoré, Cleiton Dalastra, Fabiana Abrantes, Simone, Vagner Nascimento, Danilo Aires, Flávio Binotti, Gilberto, Cleiton Bennet, Renato Franco e Eliozeas;

E as colegas de república: Caroline Couto, Maximilliam Dornelas e Juliana Castilho, pelo bom convívio e amizade durante o tempo em que estive em Ilha Solteira.



"A mente que se abre a uma nova idéia jamais  
voltará ao seu tamanho original"

(Albert Einstein)

FIGUEIRÓ, G.G. **Influência do substrato no cultivo e na composição química do cogumelo *Pleurotus florida***. Ilha Solteira, 2009. 65f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Sistema de Produção) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2009.

**Autor:** Eng. Agr<sup>a</sup>. Gláucia Garcia Figueiró

**Orientador:** Prof. Dr. Luiz Antônio Graciolli

## RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo evidenciar os principais componentes químicos que influenciam o cultivo do cogumelo *Pleurotus florida*, bem como avaliar a composição química dos corpos de frutificação cultivados em diferentes resíduos agrícolas. Para tanto, foram utilizados seis resíduos agrícolas: palha de arroz (PA), palha de feijão (PF), palha de trigo (PT), palha de sorgo (PS), folha de bananeira (FB) e sabugo de milho (SM). Estes resíduos, coletados na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da UNESP, Campus de Ilha Solteira, foram analisados quanto aos teores de macro (N, P, K, Ca, Mg) e micronutrientes (Fe, Mn e Zn), lignina, celulose, hemicelulose, cinzas e relação C/N. Foram avaliados: o tempo necessário para a colonização do substrato (corrida micelial), o início da formação de primórdios, o tempo total de cultivo, o número de cogumelos, a produção e a eficiência biológica utilizando a fórmula:  $EB = (\text{peso fresco dos cogumelos} / \text{peso seco do substrato inicial}) \times 100$ . Além disso, os cogumelos foram avaliados quanto aos teores de macro (N, P, K, Ca e Mg) e micronutrientes (Fe, Mn e Zn) e o teor de proteínas. O substrato PF apresentou resultados semelhantes para produção ( $189,8 \text{ g/kg}^{-1}$ ), EB (89,2%) e número de cogumelos (12) à PA, substrato utilizado tradicionalmente no cultivo de *Pleurotus* em escala comercial. Não foi possível atribuir apenas a um fator químico as altas produções e EB observadas em PA e PF e muito menos para a baixa produção em PS ( $77,8 \text{ g/kg}^{-1}$ ) e SM ( $53,2 \text{ g/kg}^{-1}$ ). No geral, substratos com conteúdo de N ao redor de 1,0%, relação C/N em torno de 45%, baixo teor lignina, alto conteúdo de cinzas e maiores teores de P, K e Ca foram os melhores para o cultivo de *P. florida*. Entre os macronutrientes analisados, *P. florida* apresentou maiores teores de K, seguido por P. O Ca e o Mg estiveram presentes em pequenas quantidades nos corpos de frutificação. Entre os micronutrientes, Zn esteve presente em maior quantidade, seguido por Fe e Mn. *P. florida* apresentou alta capacidade em acumular Zn. Os cogumelos

obtidos no presente trabalho não puderam ser considerados fonte de minerais porque não atingiram o mínimo de 15% da RDA (ingestão diária recomendável). O substrato folha de bananeira proporcionou cogumelos mais ricos em proteínas. Os resultados obtidos neste estudo confirmam que o tipo de substrato utilizado influenciou o cultivo e a composição química dos cogumelos.

Palavras-chave: Cogumelo ostra, fungo, basidiomicetos, resíduos agrícolas, eficiência biológica, teor de proteína.

FIGUEIRÓ, G.G. **Influence of the substrate in the cultivation and chemical composition of the mushroom *Pleurotus florida***. Ilha Solteira, 2009. 65f. Dissertation (Masters degree in Agronomy – Production's Systems) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2009.

**Author:** Eng. Agr<sup>a</sup>. Gláucia Garcia Figueiró

**Adviser:** Prof. Dr. Luiz Antônio Gracioli

## **ABSTRACT**

This study aimed to show the main chemical components that influence the cultivation of the mushroom *Pleurotus florida*, and evaluate the chemical composition of fruiting bodies grown on different agricultural residues. For that, six agricultural residues were used: rice straw (RS), bean straw (BS), wheat straw (WS), sorghum straw (SS), banana leaf (BL) and cob of maize (CM). These wastes were collected at Teaching, Research and Extension Farm of UNESP, Campus of Ilha Solteira, analyzed for the levels of macro (N, P, K, Ca, and Mg) and micronutrients (Fe, Mn and Zn), lignin, cellulose, hemicellulose, ash and the C/N ratio. Was evaluated: spawn run time, earliness, the total time of cultivation and mushroom number, production and biological efficiency using the formula:  $EB = (\text{fresh weight of mushrooms} / \text{dry weight of initial substrate}) \times 100$ . Moreover, the mushrooms were evaluated for levels of macro (N, P, K, Ca and Mg) and micronutrients (Fe, Mn and Zn) and protein content. The substrate BS showed similar results for yield ( $189,8 \text{ g/kg}^{-1}$ ), EB (89,2%) and number of mushrooms (12) as RS substrate traditionally used for the cultivation of *Pleurotus* in commercial scale. Unable to allocate only the chemical factors and the high yields and EB observed in BS and RS, much less for the yield low in SS ( $77,8 \text{ g/kg}^{-1}$ ) and CM ( $53,2 \text{ g/kg}^{-1}$ ). In general, substrates with N content of around 1.0%, C/N ratio around 45%, low lignin content, high ash content, increased by higher levels of P, K, Ca were the best for the cultivation of *P. florida*. Among the macronutrients analyzed, *P. florida* with higher contents of K, followed by P. The Ca and Mg were present in small amounts in fruiting bodies. Among the micronutrients, Zn was present in high amount, followed by Fe and Mn. *P. florida* showed high ability to accumulate Zn. The mushrooms obtained in this work could not be considered a source of minerals because they do not achieve the minimum 15% of the RDA (recommended daily intake). The substrate banana leaf provided mushrooms rich in protein.

The results of this study confirm that the type of substrate used influenced the growth and chemical composition of mushrooms.

**Key-Words:** Oyster mushroom, fungi, basidiomycetes, agricultural wastes, biological efficiency, protein content.

## LISTA DE TABELAS

	<b>Página</b>
Tabela 1. Resultados da análise de macro e micronutrientes dos resíduos agrícolas utilizados no cultivo do cogumelo <i>Pleurotus florida</i> . Ilha Solteira, SP. 2009.	44
Tabela 2. Resultados da corrida micelial (CM), início de formação de primórdios (IFP), tempo total de cultivo (TTC), eficiência biológica (EB), produção e número de cogumelos (NC) de <i>Pleurotus florida</i> nos diferentes resíduos agrícolas. Ilha Solteira, SP. 2009.	45
Tabela 3. Resultados da análise química dos resíduos agrícolas utilizados no cultivo do cogumelo <i>Pleurotus florida</i> . Ilha Solteira, SP. 2009.	47
Tabela 4. Resultados da análise de macro e micronutrientes dos resíduos agrícolas utilizados no cultivo do cogumelo <i>Pleurotus florida</i> . Ilha Solteira, SP. 2009.	56
Tabela 5. Resultados da análise de macro e micronutrientes de <i>Pleurotus florida</i> cultivado em diferentes resíduos agrícolas. Ilha Solteira, SP. 2009.	57
Tabela 6. Teor de nitrogênio e conteúdo de proteínas em <i>Pleurotus florida</i> cultivado em diferentes resíduos agrícolas. Ilha Solteira, SP. 2009.	59

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Página</b>
Figura 1. Aspecto de <i>P. florida</i> na fase de colheita.	43
Figura 2. Aspecto do substrato completamente colonizado por <i>P. florida</i>	45
Figura 3. Detalhe do início da formação de primórdios em <i>P. florida</i>	46

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
CAPÍTULO 1. CONSIDERAÇÕES GERAIS	16
1. Introdução	16
2. Revisão de Literatura	18
2.1 Características dos basidiomicetos	18
2.1.2 Importância dos basidiomicetos	19
2.2 Cogumelos comestíveis	19
2.3 Fungos do gênero <i>Pleurotus</i>	20
2.4 Valor nutricional e medicinal dos cogumelos	22
2.5 Aspectos do cultivo	23
2.5.1 Substratos utilizados no cultivo	24
2.5.2 Componentes do substrato que influenciam o cultivo	25
2.5.2.1 Celulose	26
2.5.2.2 Hemicelulose	26
2.5.2.3 Lignina	27
2.5.2.4 Minerais	27
2.5.2.5 Relação C/N	28
3. Referências	30
CAPÍTULO 2. Influência da composição química do substrato no cultivo de <i>Pleurotus florida</i>	41
1. Introdução	41
2. Material e Métodos	41
3. Resultados e Discussão	44
4. Conclusões	49
5. Referências	49
CAPÍTULO 3. Influência do substrato na composição química do cogumelo comestível <i>Pleurotus florida</i>	53
1. Introdução	53
2. Material e Métodos	54
3. Resultados e Discussão	56
4. Conclusões	61
5. Referências	61



## CAPÍTULO 1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

### 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos os processos biotecnológicos têm aumentado sua importância, principalmente no setor alimentício. Neste sentido, uma das aplicações de interesse atual da biotecnologia, é o cultivo de cogumelos comestíveis, os quais são apreciados em muitas dietas européias e orientais, e sua importância vêm crescendo nos últimos anos, já que o seu cultivo possibilita reciclar economicamente certos resíduos agrícolas e agroindustriais.

Anualmente são produzidos quatro milhões de toneladas de cogumelos, sendo os maiores produtores mundiais os Estados Unidos, França, Alemanha, Holanda, Japão e China (MODA; HORRI; SPOTO, 2005). A produção anual de cogumelos tem crescido nos países da América Latina desde 1945, mas no período de 1995-2001, o aumento foi de 31%, um crescimento de aproximadamente 5% ao ano. Apesar disso a América Latina produz apenas 1,3% do total de cogumelos cultivados no mundo inteiro. Dentre os maiores produtores nesta região estão o México (58,6%), Chile (17,6%) e o Brasil (10,6%) (TAVEIRA; NOVAES, 2007).

No Brasil, o consumo de cogumelos comestíveis vem crescendo significativamente devido ao reconhecimento do seu alto valor nutritivo e ao aumento da oferta, tornando o produto mais popular e acessível, sendo os principais cogumelos cultivados o *Agaricus bisporus* Lange (champignon de Paris), *Lentinula edodes* Berk. (Shiitake) e espécies do gênero *Pleurotus* (EIRA; MINHONI, 1997).

O cogumelo *Pleurotus* tem sido estudado intensivamente em muitas partes do mundo pelo seu valor gastronômico, habilidade em colonizar e degradar uma grande variedade de resíduos lignocelulósicos, por apresentar ciclo relativamente curto em comparação com outros gêneros de cogumelos comestíveis e, também, por ser possível o seu cultivo em ambiente rústico de produção (WONG; WANG, 1991, BONATTI et al., 2004, EIRA, 2004).

Na busca por um equilíbrio ambiental, o uso de resíduos agrícolas tem se tornado importante, devido à eliminação destes do ambiente, agregando-se valor para a produção de alimentos (VILLAS-BOAS; ESPOSITO; MITCHELL, 2002). Nesse contexto, o cultivo de cogumelos do gênero *Pleurotus* constitui uma importante alternativa para reciclar resíduos lignocelulósicos no Brasil, pois diversos resíduos são gerados anualmente na agricultura (ABE; EIRA; MINHONI, 1992, BONONI et al., 1995, SILVEIRA et al., 2006).

A escolha do substrato a ser utilizado no cultivo de cogumelos é um fator de primordial importância, pois se sabe que existem resíduos que promovem maiores produções, em função da sua composição química. E conseqüentemente, os valores nutricionais dos cogumelos dependem do tipo de substrato utilizado e condições de cultivo (CURVETTO et al., 2002).

Diante disto, o presente trabalho teve por objetivo evidenciar os principais componentes químicos que influenciam o cultivo do cogumelo *Pleurotus florida*, bem como avaliar a composição química dos corpos de frutificação cultivados em diferentes resíduos agrícolas.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Características dos basidiomicetos

Os cogumelos são definidos como macrofungos com um corpo de frutificação distinguível, que pode estar sobre (epígeo) ou sob (hipógeo) a superfície do solo (MILES; CHANG, 1997). Os mais importantes pertencem ao filo Basidiomycota, classe Hymenomyces da ordem Agaricales (ALEXOPOULOS; MIMS; BLACWELL, 1996). Apresentam consistência frágil a coriácea resistente, morfologia bastante variável e formas curiosas (URBEM; OLIVEIRA, 1998).

Os fungos produtores de cogumelos comestíveis excretam enzimas que degradam celulose, hemicelulose, lignina, fenóis, proteínas e carboidratos, isso possibilita seu crescimento num amplo espectro de resíduos de plantas, facilitando a viabilidade do seu cultivo (RAJARATHNAM; SHASHIREKA; BANO, 1998). Todos os fungos são decompositores de matéria orgânica, mas somente os pertencentes ao filo Basidiomycota e alguns Ascomycotas produzem cogumelos verdadeiros. A produção do cogumelo é o ápice do ciclo vital das espécies, também pode ser denominado de corpo de frutificação, carpóforo ou basidiocarpo. O basidiocarpo dos Agaricales, chamado vulgarmente de cogumelo, é formado pelo estipe central, ligado a um píleo no topo, o qual possui em geral forma de umbela ou chapéu, e apresenta em sua superfície inferior um tecido diferenciado, o himênio, formado por lamelas, poros ou tubos através dos quais há a liberação dos esporos quando ocorre a maturação (KRUGNER; BACCHI, 1995).

A reprodução nos fungos ocorre de forma sexuada e assexuada. A reprodução sexuada inicia-se pela germinação do esporo originado das basídias localizadas nas lamelas sob o chapéu, estes esporos são sexuais, haplóides, resultado do processo de divisão meiótica do basidiocarpo. Os esporos germinados dão origem às hifas, que formam o micélio primário; a união de micélios primários compatíveis gera um micélio dicariótico ou micélio secundário, responsável pela formação dos primórdios, que darão origem aos cogumelos (CHANG; MILES, 1984, RAJARATHNAM; BANO, 1987).

A reprodução assexuada ou vegetativa ocorre por multiplicação de qualquer fragmento do cogumelo mantido sobre um substrato favorável e em condições adequadas, principalmente em relação à umidade e temperatura. Nessa fase, o fungo ocorre como micélio vigoroso e, pela união de hifas, ocorre a formação de estruturas rizomórficas (cordões de hifas macroscopicamente visíveis) (EIRA; MINHONI, 1997).

### 2.1.2 Importância dos basidiomicetos

Os fungos basidiomicetos têm recebido atenção especial dos pesquisadores, nas últimas décadas, devido a sua aplicabilidade no tratamento de efluentes (indústrias têxteis e papelaria), na biorremediação e na produção de antibióticos (BLANCHETTE, 1995, KOTTERMAN et al., 1994, SMÂNIA et al., 1997, ZJAWIONY, 2003).

Também vem sendo discutido o papel desses organismos na produtividade das florestas, as quais são estritamente dependentes da reciclagem de nutrientes imobilizados da madeira e, portanto, na dinâmica dos processos de decomposição (RAYNER et al., 1998).

Outra importância atribuída aos fungos basidiomicetos é o seu cultivo, já que alguns desses fungos produzem basidiocarpos de alto valor nutricional, sendo ricos em proteínas, fibras, minerais, vitaminas, e apresentam baixo teor de lipídeos e carboidratos (WASSER et al., 1999). Assim, o seu cultivo é um dos processos economicamente viáveis de bioconversão de resíduos lignocelulósicos (THOMAS et al., 1998, CHANG; MILES, 1993). Uma vez que materiais orgânicos desperdiçados, como subprodutos agrícolas e resíduos animais, são utilizados como substrato para o cultivo de fungos, produzindo alimentos de boa qualidade, estes podendo ser consumidos pelos humanos. Dessa maneira, os nutrientes presentes nos substratos são reciclados e retornam para a cadeia alimentar (ALEXOPOULOS; MIMS; BLACKWELL, 1996, ANKE, 1997).

Além destas vantagens, após a colheita dos cogumelos o substrato residual, com alta digestibilidade e rico em nutrientes, pode ser utilizado na alimentação de ruminantes e suínos, podendo também ser aproveitado como fertilizante ou na produção de biogás (MANSUR et al., 1992, BUSWELL; CHANG, 1993).

### 2.2 Cogumelos comestíveis

Os cogumelos são alimentos muito apreciados desde a idade antiga por se acreditar em seu elevado valor nutritivo e utilidade como uma especiaria nobre em pratos culinários, além do seu potencial medicinal.

A familiarização com o consumo de cogumelos tornou-se evidente quando se iniciou o cultivo de espécies como *L. edodes* e *Volvariella volvacea* na China. Desde então, houve um crescimento no consumo dessas iguarias e, conseqüentemente, iniciou-se a produção industrial de cogumelos nos países europeus com o champignon de Paris, e nos Estados Unidos da América e Canadá com o shiitake, vindo a diversificar-se, recorrendo a outras

espécies, como por exemplo, as do gênero *Pleurotus* (ANKE, 1997, DELMAS, 1989, ROLLAN, 2003). O Japão, Taiwan e Coréia são grandes produtores de cogumelos, entretanto, a China lidera a produção, exportação e consumo desde 1978. As espécies mais cultivadas são o champignon de Paris, Shiitake, *Pleurotus* spp., *Auricularia* spp., *Tremella* spp. e *Flammulina velutipes* (Enoki) (CHANG, 2005).

O interesse por cogumelos comestíveis, muito apreciados pelos europeus e orientais, vem crescendo nos últimos anos, em função da possibilidade de reciclar resíduos. Além disso, o elevado teor protéico dos cogumelos faz com que o cultivo seja visto como uma alternativa para incrementar a oferta de proteínas para países em desenvolvimento e com alto índice de desnutrição (CHANG, 1980, CHANG; MILES, 1984).

O consumo de cogumelos no Brasil ainda é muito pequeno se comparado ao consumo pelos europeus e asiáticos, porém vem crescendo significativamente, em virtude de seu valor nutritivo e da disponibilidade do mercado, o que torna o produto mais popular e acessível (BRAGA et al., 1999). Além do destaque principalmente por seu alto potencial de uso medicinal e sabor exótico (DEMIATE et al., 2003).

No Brasil, os cogumelos mais consumidos são o champignon de Paris, shiitake e os da espécie do gênero *Pleurotus* (SANTOS, 2005).

### **2.3 Fungos do gênero *Pleurotus***

*Pleurotus* é um importante cogumelo comestível, o qual é comumente chamado de cogumelo ostra, todas as espécies conhecidas são comestíveis e, várias são cultivadas comercialmente (RAGUNATHAN et al., 1996). A palavra *Pleurotus* vem do grego “pleuro”, que significa formado lateralmente, referindo-se a posição do estipe em relação ao píleo (STAMETS; CHILTON, 1983).

*Pleurotus* é um cogumelo comestível com grande interesse biotecnológico, devido à sua habilidade decompositora de inúmeros resíduos agrícolas e pela produção de basidiocarpos de alta qualidade organoléptica (RAJARATHNAM; BANO, 1987). É um cogumelo decompositor de matéria vegetal, encontrado praticamente no mundo todo e que ocorre naturalmente nas matas brasileiras (MAZIEIRO; BONONI; CAPELARI, 1992, WISBECK, 2003, BONATTI et al., 2004). São chamados de fungos causadores da podridão branca da madeira, por degradarem eficientemente a lignina, um polímero fenólico recalcitrante encontrado nos vegetais (ERIKSSON; BLANCHETE; ANDER, 1990). Tal habilidade deve-se ao fato de produzirem diversas enzimas lignocelulolíticas, principalmente

lacases, Mn peroxidase, que têm numerosas aplicações industriais (ERIKSSON; BLANCHETE; ANDER, 1990, COHEN; PERSKY. HADAR, 2002, STAJIC et al., 2006).

É um gênero bastante versátil e adaptável a diversas condições ecológicas, conhecidos pelos orientais como Hiratake e Shimeji, também chamado de cogumelo gigante, caetetuba e internacionalmente como cogumelo ostra “Oyster mushroom” (BONONI et al., 1999). Possuem basidiocarpo de 6 a 10 cm, formando uma “pétala” ou “leque” e nascem em cachos, eles dificilmente apresentam estipe e quando apresenta, a mesma é diminuta (FERREIRA, 1998). As espécies de *Pleurotus* apresentam uma grande variedade de cores, que vão do branco ao azul escuro, marrom, amarelo, rosa, variando de acordo com a espécie, incidência de luz durante a frutificação, natureza do substrato e tempo de incubação.

A maioria das espécies e linhagens utilizadas para o cultivo no Brasil foram introduzidas da Europa e da Ásia (BONONI et al., 1995). Entre as espécies de *Pleurotus*, as mais conhecidas são *P. citrinopileatus*, *P. ostreatus*, *P. ostreatoroseus*, *P. pulmonarius*, *P. eryngii* e *P. florida* (= *P. ostreatus* var. *Florida*) (KUES; LIU, 2000).

Os cogumelos do gênero *Pleurotus* são encontrados nas regiões tropicais e subtropicais do mundo, tendo o Brasil, portanto, um clima propício para o seu desenvolvimento (ZADRAZIL; KURTZMAN, 1984). As espécies *P. florida*, *P. sajor-caju* e *P. ostreatus* são apontadas como as mais apropriadas para cultivo em regiões subtropicais e tropicais (CASTRO, 2003). A popularidade deste gênero tem aumentado especialmente devido seu sabor e textura (KIM et al., 2007).

*P. florida*, geralmente possui coloração branca, creme, marrom clara ou amarela, dependendo das condições de cultivo. Os cogumelos cultivados em temperatura elevada apresentam píleo branco (KINUGAWA et al., 1997). Abaixo de 9°C é marrom brilhante e a 25°C, é creme ou branca (ZADRAZIL; GRABBE, 1983). Esta espécie é capaz de frutificar em temperaturas acima de 25°C, o que torna esta característica desejável em condições tropicais (EGER; EDEN; WISSING, 1976, EGER, 1978).

No Brasil, o cultivo de *Pleurotus* foi introduzido por volta de 1980, sendo utilizado o substrato bagaço de cana-de-açúcar, devido a sua abundância como resíduo da produção de álcool como combustível (MAZIEIRO; BONONI; CAPELARI, 1992).

Os fungos do gênero *Pleurotus* apresentam algumas vantagens de cultivo em relação ao gênero *Agaricus* e outros cogumelos comestíveis: são pouco exigentes em relação ao substrato e de bom desenvolvimento em condições rústicas (SCHMIDT et al., 2003). Além disso, apresentam crescimento mais rápido, são mais agressivos na competição com outros organismos, têm capacidade de crescimento numa grande amplitude térmica, podendo ser

cultivados em todo o território nacional, por tolerarem temperaturas elevadas. Estes fungos, também requerem uma tecnologia de produção menos complexa e apresentam um ciclo produtivo reduzido, características desejáveis e determinantes na viabilidade técnica e econômica de um cultivo industrial (CHANG; HAYES, 1978, CHANG; QUIMIO, 1984).

#### **2.4 Valor nutricional e medicinal dos cogumelos**

Os cogumelos não são apreciados apenas devido sua textura e sabor, mas também pela suas características químicas e nutricionais.

Os processos biotecnológicos de cultivo de cogumelos em resíduos agroindustriais resultam em alimentos de alto valor nutricional, os quais podem ser considerados uma boa fonte de proteína e outras substâncias de interesse como minerais (Ca, P, Fe, Mg), fibras alimentares solúveis, fibras alimentares insolúveis, beta-glucanas, quitina e compostos fenólicos (SILVA; COSTA; CLEMENTE, 2002, MANZI et al., 2004, NGAI; NG, 2004).

Estudos têm comprovado que o valor nutritivo dos cogumelos, apesar da variabilidade apresentada entre as espécies estudadas, é considerado de qualidade para uma dieta balanceada (MANZI et al., 1999). São excelentes alimentos a serem incorporados em uma dieta, a fim de proporcionarem baixas quantidades de lipídios, oferecerem um elevado conteúdo de fibras, além de compostos funcionais na alimentação (BREENE, 1990, MANZI; AGUZZI; PIZOFERRATO, 2001). Outra vantagem é que contem mais proteína que a maioria dos vegetais, possui todos os aminoácidos essenciais, e são ricos em vitaminas e minerais (CHANG; MILES, 1989, YILDIZ et al., 2002). O teor de proteína bruta do cogumelo na base seca varia de 8,9 a 38,7%, de 15 a 50%, e em média 19,8%, valores obtidos com o fator  $N \times 4,38$  (BANO; RAJARATHNAM, 1982, LAU, 1982, MAZIERO, 1990).

Os cogumelos contêm minerais, como cálcio, potássio, iodo e fósforo e vitaminas, entre elas tiamina, riboflavina, niacina e ácido ascórbico, além de outras do complexo B (BONONI et al., 1995, MOLENA, 1986). A presença de altos teores de potássio, juntamente com baixos níveis de sódio, torna esses alimentos apropriados para pessoas com hipertensão (MANZI et al., 1999, AGRAHAR-MURUGKAR; SUBBULAKSHMI, 2005). Os cogumelos comestíveis cozidos ou processados são nutricionalmente uma boa opção para vegetarianos, e são adequados para pacientes diabéticos e cardíacos (BREENE, 1990). Além disso, podem acompanhar qualquer tipo de carne ou simplesmente ser um ingrediente principal de uma receita (MOLENA, 1986).

Inúmeras variáveis determinam as diferenças observadas na composição química dos basidiocarpos, principalmente no conteúdo de proteínas, minerais e nos constituintes de aroma e sabor, entre elas citam-se a espécie, a idade ou estágio de desenvolvimento do cogumelo, condições pós-colheita, a composição do substrato, bem como o método de cultivo (CRISAN; SANDS, 1978, CHANG; LAU; CHO, 1981, BANO; RAJARATHNAM, 1988).

*P. ostreatus* ao ser cultivado em folha de bananeira apresentou 5,97% de gordura bruta, 47,0% de carboidratos totais, 16,9% de proteína total, 9,41% de fibras, 3,85% de nitrogênio total e 5,58% de cinzas (BONATTI et al., 2004). Os cogumelos *P. ostreatoroseus* e *P. ostreatus* cultivados em resíduos de algodão apresentaram teores de proteína bruta entre 15 a 20%, podendo ser incluídos no grupo de alimentos de alto teor protéico (SCARIOT et al., 2000).

Além do seu apreciado valor nutricional, os cogumelos comestíveis contêm importantes propriedades funcionais, em particular  $\beta$ -glucanas, homo e hetero-glucanas, supostamente responsáveis por algumas propriedades benéficas à saúde humana, como atividade imunomodulatória, antioxidante, antiinflamatória e anticancerígena (PARK et al., 2003). As propriedades medicinais de *Pleurotus* são conhecidas na Ásia, Europa, América do Sul (GUZMAN, 1994) e África (OSO, 1977). Estudos mostram que o gênero possui a capacidade de modular o sistema imunológico, possui atividade hipoglicêmica e antitrombótica, diminui a pressão arterial e o colesterol sanguíneo, e possui ação antitumoral, antiinflamatória e antimicrobiana (GUNDE-CIMERMAN, 1999). *P. ostreatus* apresenta atividade antimicrobiana principalmente contra *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* e *Candida albicans* (WISBECK; ROBERT, FURLAN, 2002).

## 2.5 Aspectos do cultivo

No início da etapa de cultivo é importante fazer uma seleção do fungo que irá ser usado na obtenção da matriz, optando-se por aquele que apresente características desejáveis como boa produtividade, resistência a pragas e doenças, vigor, menor ciclo de produção, etc. Cada etapa tem grande importância na produtividade, no entanto, a seleção do fungo que será utilizado deve ser cautelosa, uma vez que se não possuir boas características de crescimento, como por exemplo, ser adaptada ao sistema de cultivo, temperatura e exigências nutricionais conhecidas não será possível obter boa produção (FLEGG, 1985).

A reprodução dos cogumelos ocorre por dois processos básicos: sexuada e assexuadamente. Na prática do cultivo de cogumelos comestíveis não se utilizam esporos. O



seu tamanho reduzido faz com que sejam difíceis de manusear e as suas características genéticas podem diferir das do seu progenitor. Além disso, os esporos precisam de algum tempo para germinar. Assim, a produção de micélio para o cultivo de cogumelos em laboratório é realizada por meio de fragmentos do basidioma, a partir do pseudoparênquima interno do cogumelo, mantendo desta forma as mesmas características do progenitor (STAMETS, 1993).

Os fungos possuem habilidade para se desenvolver em variados substratos (SINGER; HARRIS, 1987). As fontes de carbono como polissacarídeos, lignina, glicose, manose, frutose, óleos e ácidos orgânicos são importantes fornecedores de energia para a atividade metabólica dos cogumelos e consiste a base para a síntese de proteínas e substâncias de reserva, resultando em aproximadamente 50% do peso da matéria seca dos corpos de frutificação em carbono (ZANETTI; RANAL, 1997).

Tradicionalmente o cultivo é realizado em substrato compostado, esterilizado ou, ainda, em substrato natural, apenas pasteurizado. A forma mais tradicional e mais comum de se cultivar *Pleurotus* é em sacos de polipropileno, de preferência transparentes, pois facilitam a visualização de áreas de crescimento do micélio, além de possibilitar a visualização de contaminações (BONONI et al., 1995).

Quanto aos fatores climáticos relacionados ao cultivo, tanto a temperatura como a umidade relativa do ar, são importantes para a boa produção das espécies de *Pleurotus*. A influência da temperatura tanto no crescimento do micélio, quanto na produção dos basidiocarpos, depende da espécie e da linhagem em questão (MAZIERO, 1990). Para o gênero *Pleurotus*, a faixa de temperatura entre 20 e 30°C é a ideal (BONONI; CAPELARI, 1985).

A colheita deve ser feita quando as margens do píleo estiverem planas, pois em breve ocorre a liberação de esporos (BONONI et al., 1995).

### **2.5.1 Substratos utilizados no cultivo**

Um dos fatores determinantes no cultivo de cogumelos é a seleção de substratos para produção, onde materiais adequados, tanto biologicamente como economicamente, são essenciais para o sucesso do cultivo (TISDALE; MIYASAKA; HEMMES, 2006).

Vários resíduos ligno-celulósicos são indicados para o cultivo de *Pleurotus* spp., tais como, palhas de vários cereais, resíduos de algodão, resíduos de cana-de-açúcar, serragens, polpa e casca de frutas, restos de papel, resíduos cítricos, folhas de bananeira, polpa de café

entre outros (EIRA, 2003, RAGUNATHAN; SWAMINATHAN, 2003, JOB, 2004; MODA; HORRI; SPOTO, 2005).

A palha de trigo é o substrato tradicional para o cultivo de *Pleurotus* na Europa, alcançando uma boa produtividade, o suficiente para não precisar de complementos para a elaboração do composto. A palha de arroz também é um resíduo agrícola muito utilizado para a produção deste cogumelo, como também o sabugo de milho em diversos países (BONONI et al., 1999). No México têm sido testados diversos tipos resíduos agrícolas para o cultivo de *Pleurotus*, principalmente resíduos derivados da produção cafeeira (BONONI et al., 1999, OEI, 2003). No Brasil, um dos resíduos mais utilizados no cultivo deste tipo de cogumelo é o bagaço de cana-de-açúcar; porém, tem-se a necessidade de testar outros substratos, pois o bagaço de cana muitas das vezes não está em abundância em dada região, podendo, assim, prejudicar a produção de cogumelos (DIAS et al., 2003). É grande a lista de materiais que podem ser utilizados como substrato no cultivo de *Pleurotus* (DIWAKAR; MUNJAL; BAHUKHANDI, 1989, KEREN; FRIESEN; HADAR, 1992, HICAPIÉ, 1993, JWANNY; RASHAD; ABDU, 1995).

O aproveitamento de resíduos agrícolas e agroindustriais no cultivo de cogumelos torna-se importante pela agregação de valores e ao mesmo tempo, é uma alternativa viável para o processamento desses resíduos.

### **2.5.2 Componentes do substrato que influenciam o cultivo**

A composição do substrato tem importância decisiva no desenvolvimento e nas características nutricionais dos cogumelos (RAGUNATHAN; SWAMINATHAN, 2003).

Os substratos utilizados no cultivo de cogumelos geralmente são ricos em materiais lignocelulósicos, materiais estes que servirão como fonte de carbono e energia no seu desenvolvimento (SANCHES, 2009).

Os materiais lignocelulósicos são constituídos por celulose, hemicelulose, lignina e sais minerais. O maior componente encontrado no resíduo lignocelulósico é a celulose, seguida da hemicelulose e lignina. Celulose e hemicelulose são macromoléculas formadas por diferentes açúcares, enquanto a lignina é um polímero aromático sintetizado por precursores fenilpropanóides (SANCHES, 2009). A composição e proporção desses compostos variam entre plantas (MALHERBE et al., 2002, MCKENDRY, 2002, JOHN et al., 2006, PRASSAD; SINGH; JOSHI, 2007).

Um dos fatores que determina o rendimento de cogumelos é a proporção dos componentes fibrosos presentes no substrato, e a celulose, a hemicelulose e a lignina são intermediários para que ocorram trocas covalentes na formação de novas estruturas fúngicas (SHARMA, 1995). O gênero *Pleurotus* é considerado um eficiente colonizador e decompositor de materiais lignocelulósicos (RAJARATHNAM; BANO, 1987). A produtividade de *P. sajor-caju* é influenciada pelo conteúdo celulósico e a taxa celulose/lignina dos substratos e estes fatores são importantes para desenvolvimento dos basidiocarpos (THOMAS et al., 1998). O conhecimento do valor nutritivo dos polissacarídeos e frações de lignina no composto para cogumelos são importantes para assegurar um composto de melhor qualidade (WOOD; FERMOR, 1985, ILYAMA; STANE; MACAVLEY, 1994).

### **2.5.2.1 Celulose**

A celulose é um carboidrato que contém 44,4% de carbono, 6,2% de hidrogênio e 49,4% de oxigênio (AGUIAR NETO, 1996). É um polissacarídeo estrutural da parede celular vegetal que existe em maior abundância nos vegetais. Sua molécula é um homopolissacarídeo linear não ramificado de 10.000 ou mais unidades de D-glicose, unidas por ligações glicosídicas  $\beta$  1-4, de organização fibrilar e com ligações de hidrogênio inter moleculares, alternando regiões cristalinas e não cristalinas que ocorrem em intervalos irregulares (PÉREZ et al., 2002). A extensão das regiões não cristalinas, chamadas amorfas, nas quais as ligações de hidrogênio ocorrem em menor grau, está relacionada à degradação da celulose por hidrólise ácida ou enzimática (LEHNINGER, 1985). As regiões cristalinas, organizadas na forma de microfibrilas, é menos acessível a agentes químicos e enzimáticos, o que dificulta a hidrólise. A percentagem e a forma cristalina da celulose na parede celular variam de acordo com o estágio de desenvolvimento e o tipo da célula em questão (FENGEL; WEGENER 1989, LESCHINE, 1995).

A cada ano mais de  $10^{11}$  toneladas de  $\text{CO}_2$  são fixados por meio da fotossíntese derivada de material vegetal, e metade desse material consiste em celulose (LESCHINE, 1995).

### **2.5.2.2 Hemicelulose**

A hemicelulose é formada por várias hexoses, pentoses, ácidos urônicos e outros açúcares menores (RAJARATHNAM; BANO, 1989).

É um polissacarídeo com menor peso molecular que a celulose, é formado a partir de D-xilose, D-manose, D-galactose, D-glucose, L-arabinose, 4-O-metil-glucurônico, D-galacturônico e ácidos D-glucurônico. Açúcares são ligados por ligações  $\beta$ -1,4 e algumas vezes por laços glicosídicos  $\beta$ -1,3. A principal diferença entre celulose e hemicelulose é que a extensão da hemicelulose tem cadeias laterais curtas constituída de diferentes açúcares e a celulose consiste em oligômeros facilmente hidrolizáveis (SANCHES, 2009).

### 2.5.2.3 Lignina

A lignina está ligada à hemicelulose e a celulose, formando uma barreira física impenetrável na parede celular vegetal. Ela está presente na parede celular para oferecer apoio estrutural, impermeabilidade, resistência ao ataque de microrganismos e estresse oxidativo. É um heteropolímero amorfo, não hidrossolúvel e opticamente inativo, que é formado a partir de unidades fenilpropano unidas por ligações não hidrolizáveis (SANCHES, 2009).

A lignina, depois da celulose, é o segundo biopolímero terrestre mais abundante. Nas plantas, é encontrada como parte integral da parede celular, emaranhada em uma complexa matrix de celulose e hemicelulose (FENGEL; WEGENER, 1983).

Apenas alguns microrganismos na natureza, pertencentes a classe dos fungos de degradação branca, possuem sistemas capazes de degradar a lignina com eficiência (HATAKKA, 1994). Basidiomicetos de degradação branca como *Pleurotus* spp, são caracterizados pela habilidade de degradar os polímeros da lignina em tecidos vegetais. A lignina é um polímero aromático da parede celular vegetal que proporciona a célula rigidez, impermeabilidade, resistência microbiana e possuem uma biodegradabilidade restrita. Com isso o ataque inicial do fungo precisa ser extracelular, não-específico e oxidativo (KIRK; CROAN; TIEN, 1986, KLYOSOV, 1990).

A degradação e/ou biotransformação da lignina permite que as enzimas hidrolíticas como a celulase e a xilanase entre outras, atuem nas fontes de carbono, possibilitando a absorção de polissacarídeos pelo micélio, os quais constituem fonte de carbono principalmente para formação das frutificações (KAMIDA, 2005).

### 2.5.2.4 Minerais

No geral, os elementos minerais necessários para a frutificação dos cogumelos são os mesmos requeridos por várias plantas cultivadas (MOLENA, 1986).

Os substratos utilizados no cultivo de cogumelos possuem em sua composição elementos minerais. Nove elementos minerais são considerados essenciais para todos os fungos, sendo quatro macronutrientes (P, K, Mg, e S), os quais são requeridos a uma concentração de  $10^{-3}$  Mol e cinco micronutrientes (Cu, Fe, Mn, Mo e Zn), os quais são requeridos a uma concentração de  $10^{-6}$  M ou menos (Cu, Fe),  $10^{-7}$  (Mn),  $10^{-9}$  (Mo) e (Zn)  $10^{-8}$  (FLEGG et al., 1985). P, K, Mg e S são necessários para o crescimento de vários fungos (MILES; CHANG, 1997). Minerais como Na, Mg e Ca estimulam o crescimento micelial, bem como a formação dos corpos de frutificação (KURTZMAN; ZADRAZIL, 1982).

Os micronutrientes Fe, Zn, Al, Mn, Cu, Cr e Mo presentes no material de cultivo são essenciais para o crescimento de muitas espécies de fungos (MOLENA, 1986, MILES; CHANG, 1997).

Entre os vários minerais presentes no substrato utilizados pelo cogumelo o N desempenham importante papel no seu metabolismo, pois se converte em aminoácidos, proteínas, purinas e pirimidinas (ZANETTI; RANAL, 1997). O N quando em excesso tende a reprimir a degradação da lignina, retardando ou até inibindo completamente o aparecimento do micélio (OLIVEIRA; URBEN, 2001). No cultivo de *Pleurotus* teores de N entre 1 a 1,5% têm sido os melhores para seu crescimento (DANAI; LEVANON; SILANIKOVE, 1989).

#### **2.5.2.5 Relação C/N**

As palhas e gramíneas apresentam relação C/N variável, mas possível de serem colonizadas pelo micélio de *Pleurotus*. Os cogumelos são dependentes desta relação para que ocorra um adequado desenvolvimento miceliano e conseqüentemente produção de cogumelos (MONTINI, 2001).

Na fase de crescimento do micélio a relação C/N deve ser alta. Substratos com elevada concentração de N e conseqüentemente baixa relação C/N, como rami, café e alface não proporcionaram colonização total do substrato e não permitiram a produção de corpos de frutificação (MAZIERO, 1990). A presença de muito nitrogênio reprime a degradação da lignina e, conseqüentemente, retarda ou até mesmo cessa o crescimento do micélio (MAZIERO, 1990). Esta mesma autora ao analisar o cultivo de *Pleurotus* em diferentes resíduos agrícolas concluiu que a baixa produtividade de alguns substratos estava relacionada a uma relação C/N menor ou igual a 29/1. Por outro lado resíduos com relação C/N de 150/1

causou baixa produção no cultivo de *P. ostreatus* (DUNDAR; ACAY; YILDIZ, 2009). Se de um lado o baixo teor de N diminui a produtividade, por outro, teores elevados desse nutriente no substrato também afetam negativamente a produção de *Pleurotus* (ZANETTI; RANAL, 1997). Para o gênero *Pleurotus* a relação C/N ideal está entre 20 a 50:1 (EIRA, 2004).

## REFERÊNCIAS

ABE, E.; EIRA, A. F.; MINHONI, M. T. A. Relações entre temperatura de pasteurização e contaminação do composto durante o cultivo de *Pleurotus ostreatus* (Jacquim Fries) Kummer. **Científica**, São Paulo, v.20, n.2, p.423-433, 1992.

AGRAHAR-MURUGKAR, D.; SUBBULAKSHMI, G. Nutritional value of edible wild mushrooms collected from the Khasi hills of Meghalaya. **Food Chemistry**, London, v. 89, p.599-603, 2005.

AGUIAR NETO, P. P. **Fibras têxteis**. Rio de Janeiro: SENAI-DN, 1996. 2v.

ALEXOPOULOS, C. J.; MIMS, C. W.; BLACKWELL, M. **Introductory mycology**. 4.ed. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1996.

ANKE, T. **Fungal biotechnology**. London: Chapman and Hall, 1997. 409p.

BANO, Z.; RAJARATHNAM, S. *Pleurotus* mushroom as a nutritional food. In: CHANG, S.T.; QUIMIO, T.H. (Ed.). **Tropical mushrooms**. Hong Kong: The Chinese University, 1982. p.363-380.

BANO, Z.; RAJARATHNAM, S. *Pleurotus* mushrooms. Part II. Chemical composition, preservation, and role an human food. **Critical Reviews in Food Science Nutrition**, Boca Raton, v.27, n.2, p.87-158, 1988.

BLANCHETTE, R. A. Degradation of the lignocellulose complex in wood.Can. **Journal of Botany**, London, v.73, supl.1, p. 999 – 1010, 1995.

BONATTI, M.; KARNOPP, P.; SOARES, H. M.; FURLAN. S. A. Evaluation of *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus sajor-caju* nutritional characteristics when cultivated in different lignocellulosic wastes. **Food Chemistry**, London, v. 88, n. 3, p. 425-428, 2004.

BONONI, V. L. R.; CAPELARI, M. **Manuais prático vida: cogumelos**. São Paulo: Três, 1985. 32p.

BONONI, V. L. R; CAPELARI, M.; MAZIERO, R.; TRUFEM, S. F. B. **Cultivo de cogumelos comestíveis**. São Paulo: Ícone, 1995. 206p.

BONONI, V. L.; CAPELARI, M.; MAZIERO, R.; TRUFEM, S. F. B. **Cultivo de cogumelos**

**comestíveis**. 2.ed. São Paulo: Cone Editora, 1999. 206 p.

BRAGA, G. C. **Productivity *Agaricus blazei* Murril in relation to the cultivation environment, the substratmass and the casing layer**. 1999. 73 f. Tese (Doutorado)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1999.

BREENE, W. M. Nutritional and medicinal value of specialty mushrooms. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v.53, n.10, p.883–894, 1990.

BUSWELL, J. A.; CHANG, S. T. Edible mushrooms: attributes and applications. In: CHANG, S. T.; BUSWELL, J. A.; MILES, P. G. **Genetics and breeding of edible mushrooms**. Amsterdam: Gordon and Breach Science Publishers, 1993. cap.15, p.306-318.

CASTRO, A. L. A. **Resíduo de lixadeira do algodão: produção de cogumelo , ensilagem e alterações da composição bromatológica e degradabilidade**. 2003. 56 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia-Nutrição de Ruminantes) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

CHANG, S. T.; HAYES, W. A. **The biology and cultivation of edible mushrooms**. New York: Academic Press, 1978. 819 p.

CHANG, S. T. Mushrooms as human food. **Bioscience**, Washington, v.30, n.6, p.399-401, 1980.

CHANG, S. T.; LAU, O. W.; CHO, K. Y. The cultivation and nutritional value of *Pleurotus sajor-caju*. **European Journal of Applied Microbiology and Biotchnology**, Berlin, v.12, p.58-61,1981.

CHANG, S. T.; MILES, P. G. A new look at cultivated mushrooms. **Bioscience**, Washington, v.34, n.6, p.358-362, 1984.

CHANG, S. T.; QUIMIO, T. H. **Tropical mushrooms**. Hong Kong: The Chinese Univ., 1984.

CHANG, S.T, MILES.P.G. **Edible mushrooms and their cultivation**. Boca Raton: CCR, 1989. 345p.

CHANG, S. T.; MILES, P. G. Mushrooms: trends in production and technological development. **Genetic Engineering and Biotechnology**, Vienna, v. 41/42, 73-81, 1993.



CHANG, S. T. The development of the mushroom industry in China, with a note on possibilities for Africa. **Acta Edulis Fungi**, [S.l.], v.12, p.3 - 19, 2005.

COHEN, R. L.; PERSKY, L.; HADAR, Y. Biotechnological applications and potential of wood-degrading mushrooms of the genus *Pleurotus*. **Applied Microbiology Biotechnology**, Berlin, v.58, n.5, p.582-594, 2002.

CRISAN, E. V.; SANDS, A. Nutritional value. In: CHANG, S. T.; HAYES, W. A. (Ed.). **The biology and cultivation of edible mushrooms**. New York: Academic, 1978. p.137-168.

CURVETTO, N. R.; FIGLAS, D.; DEVALIS, R.; DELMASTRO, S. Growth and productivity of different *Pleurotus ostreatus* strains on sunflower seed hulls supplemented with N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> and/or Mn (II). **Bioresource Technology**, Essex, v.84, n.2, p.171-176, 2002.

DANAI, O.; LEVANON, D.; SILANIKOVE, N. Cotton straw silage as a substrate for *Pleurotus* sp. Cultivation. **Mushroom Science**, Eugene, v.12, n.2, p.81-89, 1989.

DELMAS, J. **Les Champignons et leur culture**. Flammarion: La Maison Rustique, 1989.

DEMIATE, M. I.; SHIBATA, R. K. C. Cultivo e análise da composição química do cogumelo do sol (*AGARICUS BLAZEI* MURRIL). **Publicatio UEPG Ciências Biológicas e da Saúde**, Ponta Grossa, v.9, n.2, p.21-32, 2003.

DIAS, E. S.; KOSHIKUMO, E. M. S.; SCHWAN, R. S.; SILVA, R. Cultivo do cogumelo *Pleurotus sajor-caju* em diferentes resíduos agrícolas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 6, p. 1363-1369, 2003.

DIWAKAR, B.; MUNJAL, R. L.; BAHUKHANDI, D. Cultivation of *Pleurotus* species on different agricultural residues. **Indian Phytopathology**, New Delhi, v.42, n.4, p.492-495, 1989.

DUNDAR, A.; ACAY, H.; YILDIZ, A. Effect of using different lignocellulosic wastes for cultivation of *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm. On mushroom yield, chemical composition and nutritional value. **African Journal of Biotechnology**, v. 8, n. 4, p. 662-666, 2009.

EIRA, A. F.; MINHONI, M. T. A. **Manual teórico-prático do cultivo de cogumelos comestíveis**: modulo de cogumelos. 2.ed. Botucatu: FEPAF-Unesp, 1997. 115 p.

EIRA, A. F. **Cultivo do “cogumelo-do-sol” *Agaricus blazei* (Murril) ss. Heinemann.** Viçosa: Aprenda Fácil, 2003. 203p.

EIRA, A. F. Fungos comestíveis. In: ESPÓSITO, E. ; AZEVEDO, J.L. (Ed.). **Fungos uma introdução à biologia, bioquímica e biotecnologia.** Caxias do Sul: Educs, 2004. cap.12, 510p.

EGER, G.; EDEN, G.; WISSING, E. *Pleurotus ostreatus*, breeding potential of a new cultivated mushroom. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v.47, p.155-163, 1976.

EGER, G. Biology and breeding of *Pleurotus*. In: CHANG, S. T.; HAYES, W. A. (Ed). **The biology and cultivation of edible mushrooms.** New York: Academic, 1978. cap.24, p.497-519.

ERIKSSON, K. E. L.; BLANCHETTE, R. A.; ANDER, P. **Microbial and enzymatic degradation of wood and wood components.** New York: Springer, Berlin Heidelberg, 1990.

FENGEL, D.; WEGENER, G. **Wood chemistry, ultra structure, reactions.** Berlin: Walter de Gruyter, 1983. p.182-222.

FENGEL, D.; WEGENER, G. **Wood chemistry, ultra structure and reactions.** New York: Walter de Gruyter, 1989.

FERREIRA, J. E. F. **Produção de cogumelos.** São Paulo: Agropecuária, 1998. 136p.

FLEGG, P. B.; SPENCER, D. M.; WOOD, D. A. **The biology and Technology of the Cultivate Mushrooms.** New York: John Wiley, 1985. 347p.

GUNDE-CIMERMAN, N. Medicinal value of the genus *Pleurotus* (Fr.) P. Karst. (*agaricales s.l.*, Basidiomycetes). **International Journal of Medicinal Mushrooms**, v. 1, p. 69-80, 1999.

GUZMAN, G. The fungi in the traditional medicine in Meso-América and México. **Revista Iberoamericana de Micologia**, Barcelona, n.12, p. 81-85, 1994.

HATAKKA, A. Lignin-modifying enzymes from selected white-rot fungi: production and role in lignin degradation. **FEMS Microbiology Reviews**, Amsterdam, v. 13, p. 125-135, 1994.

HINCAPIÉ, J. G. **Fertilization mineral del hongo comestible *Pleurotus ostreatus***. 1993. 91 f. Tesis (Grado Ingeniero Agrónomo) - Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, 1993.

ILYAMA, K.; STANE, B. A.; MACAVLEY, B. J. Compositional changes in compost during composting and growth of *Agaricus bisporus*. **Applied Environmental Microbiology**, Washington, v. 60, n. 5, p. 1538-1546, 1994.

JOB, D. La utilización de la borra del café como sustrato de base para el cultivo de *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr) Kummer. **Revista Iberoamericana de Micología**, Barcelona, v.21, p.195-197, 2004.

JOHN, F.; MONSALVE, G. MEDINA, P. I. V, RUIZ, C.A.A. Ethanol production of banana Shell and cassava starch. **Dyna Universidad Nacional de Colombia**, Medellín, v.73, p.21-27, 2006.

JWANNY, E. W.; RASHAD, M. M.; ABDU, H. M. Solid state fermentation of agricultural wastes into food through *Pleurotus cultivation*. **Applied Biochemistry and Biotechnology**, Clifton, v.50, n.1, p.71-78, 1995.

KAMIDA, H. M.; DURRANT, L. R.; MONTEIRO, R. T. R.; ARMAS, E. D. Biodegradação de efluentes têxteis por *Pleurotus sajor- caju*. **Química Nova**, São Paulo, v.28, n.4, p. 629-632, 2005.

KEREN, Z.; FRIESEN, D.; HADAR, Y. Lignocellulose degradation during solid-state fermentation: *Pleurotus ostreatus* versus *Phanerochaete chrysosporium*. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v.58, n.5, p.1121-1127, 1992.

KIM, M. K.; MATH, R. K.; CHO, K. M.; SHIN, K. J.; KIM, J. O.; RYU, J. S.; LEE, Y. H.; YUN, H. D. Effect of *Pseudomonas* sp. P7014 on the growth of edible mushroom *Pleurotus eryngii* in bottle culture for commercial production. **Bioresource Technology**, Essex, v.99, n.8, p.3306-3308, 2007.

KINUGAWA, K.; TANESAKA, E.; NAGATA, A.; WATANABE, K. Cross-compatibility between Thai and Japanese oyster mushrooms and the inheritance of fruiting habits. **Memoirs of the Faculty of Agriculture of Kinki University**, n.30, p.7-11, 1997.

KIRK, T. K.; CROAN, S.; TIEN, M. Production of multiple ligninases by *Phanerochaete chrysosporium*: effect of selected growth conditions and use of a mutant strain. **Enzyme and Microbial Technology**, New York, v. 8, p. 27-32, 1986.

KLYOSOV, A. A. Trends in biochemistry and enzymology of cellulose degradation, **Biochemistry**, Washington, v. 29, p. 10577–10585, 1990.

KRUGNER, T. L.; BACCHI, M. A. Fungos. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIN, L. (Ed.). **Manual de fitopatologia**, 3.ed. São Paulo, 1995. v.1, p.87-88.

KUES, U.; LIU, Y. Fruiting body production in basidiomycetes. **Applied Microbiology and Biotechnology**, Washington, v.54, p.141–152, 2000.

KOTTERMAN, M.; HEESSELS, E.; JONG, E.; FIELD, J. A. The physiology of anthracene biodegradation by the white rot fungus *Bjerkandera* sp. Strain BOS55. **Applied Microbiology and Biotechnology**, Washington, v. 42, p. 179-186. 1994.

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: Chinese University, 1982. p.299-348.

LAU, O. Methods of chemical analysis of mushroom. In: CHANG, S.T.; QUIMIO, T.H (Eds). **Tropical mushrooms: biological nature and cultivation methods**. Hong Kong: The Chinese University Press, 1982, p.87-116.

LESCHINE, S. Cellulose degradation in anaerobic environments. **Annual Review of Microbiology**, Palo Alto, v. 49, p. 399-426, 1995.

LEHNINGER, A L. **Biochemistry: the molecular basis of cell structure and function**. New York, 1985. 833 p.

MALHERBE, S. CLOETE, T. E. Lignocellulose biodegradation: fundamentals and applications. **Reviews in Environmental Science and Biotechnology**, Holanda, v.1, n.2, p.105-114, 2002.

MANSUR, M.; KLIBANSKY, M.; GUTIÉRREZ, I.; GONZÁLES, L. Evaluación de parámetros de proceso para la producción de hongos del género *Pleurotus* cultivados sobre paja de caña. **Boletim GEPLACEA**, México, v.9, n.8, p.11-21, 1992.

MANZI, P.; GAMBELLI, L.; MARCONI, S.; VIVANTI, V.; PIZZOFERRATO, L. Nutrients in edible mushrooms: An inter-species comparative study. **Food Chemistry**, London, v.65, p.477-482, 1999.

MANZI, P.; AGUZZI, A.; PIZZOFERRATO, L. Nutritional value of mushroom widely consumed in Italy. **Food Chemistry**, London, v.73, p.321-325, 2001.

MANZI, P.; MARCONI, S.; AGUZZI, A.; PIZZOFERRATO, L. Commercial mushroom: nutritional quality and effect of cooking. **Food Chemistry**, London, v.84, p.201-206, 2004.

MAZIERO, R. **Substratos alternativos para o cultivo de *Pleurotus* spp.** 1990. 136 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1990.

MAZIERO, R.; BONONI, V.L; CAPELARI, M. Cultivo e produtividade de *Pleurotus ostreatus* var. “Flórida” em Mogi das Cruzes, S.P., Brasil. **Hoehnea**, São Paulo, v.19, n.1-2, p.1-7, 1992.

MCKENDRY, P. Energy production from biomass: overview of biomass. **Bioresource Technology**, Essex, v.83, p.37-43, 2002.

MILES, P. G.; CHANG, S.-T. **Mushroom biology: concise basics and current developments.** Singapore: World Scientific, 1997.194p.

MODA, E. M.; HORRI, J.; SPOTO, M. H. F. Edible mushroom *Pleurotus sajor-caju* production on washed and supplemented sugarcane bagasse. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.62, p.127-132, 2005.

MOLENA, O. **O moderno cultivo de cogumelos.** São Paulo: Nobel, 1986. 170p.

MONTINI, R. M. **Efeito de linhagens e substrato no crescimento miceliano e na produtividade do cultivo axênico de shiitake *Lentinula edodes* (Berk.) Pegler.** 2001, 97 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

NGAI, P. H. K.; NG, T. B. A ribonuclease with antimicrobial, antimitogenic and antiproliferative activities from the edible mushroom *Pleurotus sajor-caju*. **Peptides**, New York, v.25, p.11-17, 2004.

OLIVEIRA, H. C. B.; URBEN, A. F. Cultivo de *Pleurotus* sp. utilizando a técnica “Jun-Cao”. In: URBEN, A.F. **Produção de cogumelos por meio da tecnologia chinesa modificada.** Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2001. 151p.

OSO, B. A. *Pleurotus tuber regium* from Nigéria. **Mycological Society of America**, Cambridge, v. 69, n. 2, p. 271-279, 1977.

PARK, Y. K.; IKEGAKI, M.; ALENCAR, S. M.; AGUIAR, C. L. Determinação da concentração de  $\beta$ -glucana em cogumelo *Agaricus blazei* Murill por método enzimático. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 3, p. 312-316, 2003.

PÉREZ, J.; MUÑOZ-DORADO, J.; DE-LA-RUBIA, T.; MARTINEZ, J. Biodegradation and biological treatments of cellulose, hemicellulose and lignin: An Overview. **International Microbiology**, Spain, v.5, p.53-63, 2002.

PRASSAD, S.; SINGH, A.; JOSHI, H. C. Ethanol as an alternative fuel from agricultural, industrial and urban residues. **Resources, Conservation and Recycling**, Amsterdam, v.50, p.1-39, 2007.

RAGUNATHAM, R.; GURUSAMY, R.; PALANISWAMY, M.; SWAMINATHAM, K. 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.; BANO, Z. *Pleurotus* mushrooms part IA. Morphology, life cycle, taxonomy, breeding and cultivation. **CRC Critical Review of Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 26, n. 2, p. 157-223, 1987.

RAJARATHNAM, S.; BANO, Z. *Pleurotus* mushrooms. Part III. Biotransformations of natural lignocellulosic wastes: commercial applications and implications. **CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 28, p. 31-113, 1989.

RAJARATHNAM, S.; SHASHIREKA, M.N.U.; BANO, Z. Biodegradative and biosynthetic capacities of mushrooms: present and future strategies. **Critical Reviews in Biotechnology**, Boca Raton, v.18, p. 233-361. 1998.

RAYNER, A. D. M. **Fungal decomposition of wood, its biology and ecology**. Chichester: John Wiley & Sons, 1998. 587 p.

ROLLAN, M. G. **Cultivo de setas y trufas**. 4.ed. Madrid: Mundi-Prensa, 2003. 239p.

SÁNCHEZ, C. Lignocellulosic residues: Biodegradation and bioconversion by fungi. **Biotechnology Advances**, New York, v.27, p.185-194, 2009.

SANTOS, L. G. **Resposta técnica**: Ministério da Ciência e Tecnologia, Rio Grande do Sul, SENAI/RS – Departamento Regional, 2005.

SCARIOT, M. R.; RAK, L.; COSTA, S. M. G.; CLEMENTE, E. Composição química de cogumelos comestíveis cultivados em resíduo de algodão (*Gossypium hirsutum* L.). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 22, p. 317-320, 2000.

SCHMIDT, P.; WECHSLER, F. S.; NASCIMENTO, J. S.; VARGAS JUNIOR, F. M. Tratamento do feno de braquiária pelo fungo *Pleurotus ostreatus*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 1866-1871, 2003.

SHARMA, H. S. S. Thermogravimetric analysis of mushroom (*Agaricus bisporus*) compost for fibre components. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON THE SCIENCE AND CULTIVATION OF EDIBLE FUNGI, 14., 1995, Balkema. **Proceedings...** Balkema, 1995. p. 267-273.

SILVA, S. O.; COSTA, S. M. G.; CLEMENTE, E. Chemical composition of *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Quél., substrates and residue after cultivation. **Brazilian Archives of Biology and Biotechnology**, Curitiba, v.45, n.4, p.531-535, 2002.

SILVEIRA, M. L. L.; WISBECK, E.; NINOW, J. L.; GERN, R. M. M.; FURLANI, S. A. *Pleurotus* cultivation in submerged culture and nutritional value of fruit bodies cultivated in solid cultura. In: LARROCHE, C.; PANDEY, A.; DUSSAP, C. G. (Ed.). **Current topics on bioprocesses in food industry**. New Delhi: Asiatech Publishers, 2006. cap.16, p.197-203.

SINGER, R.; HARRIS, B. Mushrooms and truffles for human consumption and other uses. In: SINGER, R.; HARRIS, B. **Mushrooms and truffles: botany, cultivation and utilization**. Ciesnmitt: Koeltz Scientific Books, 1987. cap.13, p.273-278.

SMÂNIA, E. F. A; A. SMÂNIA ; C. LOGUERCIO-LEITE; GIL, M. L. Optimal parameters for cinnabarin synthesis by *Pycnoporus sanguineus*. **Journal of Chemical Technology and Biotechnology**, London, v. 70, p. 57-59, 1997.

STAJIC, M. PERSKY, L.; FRIESEM, D.; HADAR, Y.; WASSER, S. P.; NEVO, E.; VUKOJEVIĆ, J. Effect of different carbon and nitrogen sources on laccase and peroxidase production by selected *Pleurotus* species. **Enzyme and Microbial Technology**, New York, v.38, n.1, p.65-73, 2006.

STAMETS, P.; CHILTON, J.S. 1983. **The mushroom cultivator**. Washington: Agarikon Press Olimpia, 1983. 415p.

STAMETS, P. **Growing gourmet medical mushroom**. Oregon: Ten Speed , 552p. 1993.

TAVEIRA, V. C.; NOVAES, M. R. C. G. Consumo de cogumelos na nutrição humana: uma revisão de literatura. **Comunicação em Ciências da Saúde**, Brasília, v.18, n.4, p.315-322, 2007.

THOMAS, G. V.; PRABHU, M. Z.; REENY, BOPAI AH, B. M. Evaluation of lignocellulosic biomass from coconut palm as substrate for cultivation of *Pleurotus sajor-caju* (Fr.) Singer. **World Journal of Microbiology & Biotechnology**, Oxford, v.14, p.879-882, 1998.

TISDALE, T. E.; MIYASAKA, S. C.; HEMMES, D. E. Cultivation of the oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) on wood substrates in Hawaii. **World Journal of Microbiology & Biotcnology**, Oxford, v.22, p.201-206, 2006.

URBEN, A. F.; OLIVEIRA, C. Cogumelos comestíveis: utilização e fontes genéticas. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v.6, p.173-196, 1998.

VILAS BÔAS, S. G.; ESPOSITO, E.; MITCHELL, D. A. Microbial conversion of lignocellulosic residues for production of animal feeds. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.98, n.1-2, p.1-12, 2002.

YILDIZ, S.; YILDIZ, U. C.; GEZER, E. D.; TEMIZ, A. Somelignocellulosic wastes used as raw material in cultivation of the *Pleurotus ostreatus* culture mushroom. **Process Biochemistry**, London, v.38, p.301–306, 2002.

WASSER, S. P.; WEIS, A. L. Therapeutic effects of substances occurring in higher basidiomycetes mushrooms: a modern perspective. **Critical Reviews in Immunology**, Boca Raton, v.19, p.65-96, 1999.

WISBECK, E.; ROBERT, A. P.; FURLAN, S.A. Avaliação da produção de agentes antimicrobianos por fungos do gênero *Pleurotus*. **Revista Saúde e Ambiente**, Joinville, v. 3, n. 2, p. 7-10, 2002.

WISBECK, E. **Estudo do cultivo submerso de *Pleurotus ostreatus* DSM 1833 para a produção de biomassa e de exopolissacarídeos**. 2003. 196 f. Tese (Doutorado Engenharia Química) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.



WOOD, D. A.; FERMOR, T. R. **The biology and technology of the cultivated mushrooms.** Chichester: John Wiley and Sons, 1985.

WONG, Y. S.; WANG, X. Degradation of tannins in spent coffee grounds by *Pleurotus sajor-caju*. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, Oxford, v.7, n.5, p.573-574, 1991.

ZADRAZIL, F.; GRABBE, K. Edible mushrooms. **Biotechnology**, Weinheim, v.3, p.145-187, 1983.

ZADRAZIL, F.; KURTZMAN, R. H. The biology of *Pleurotus* cultivation in the tropics. In: CHANG, S.T.; QUIMIO, T.H. **tropical mushrooms.** Hong Kong: The Chinese Univ., 1984.

ZANETTI, A. L.; RANAL, M. A. Suplementação de cana-de-açúcar com guandu no cultivo de *Pleurotus* sp. 'Florida'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.9, p.959-964, 1997.

ZJAWIONY, J. K. Biological active compounds from Aphyllophorales (Polypore) fungi. **Journal of Natural Products**, Cincinnati, v.61, p.1053-1071, 2003.

## **CAPÍTULO 2. INFLUÊNCIA DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO SUBSTRATO NO CULTIVO DE *Pleurotus florida***

### **1. INTRODUÇÃO**

A população mundial produz milhões de toneladas de resíduos agro-industriais anualmente e, embora esse tipo de poluente seja biodegradável é necessário um tempo mínimo para que seja mineralizado. A maior parte destes resíduos são direcionados a ração animal ou simplesmente depositados no solo. Entretanto, novas soluções podem ser dadas a esses resíduos a fim de agregar o seu valor, dentre as quais, uma alternativa seria a bioconversão utilizando microrganismos, principalmente os fungos (VILLAS BÔAS, 2008).

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 (ROSADO et al., 2002, BONATTI et al., 2004).

Os 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 aproveitados para a produção de cogumelos comestíveis como *Pleurotus* spp. (EIRA, 2003). Desta 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.

A composição química dos cogumelos varia de acordo com o tipo de substrato utilizado no cultivo (CRISAN; SANDS, 1978). Diante disso, o substrato é um fator de primordial importância, pois diversos autores têm atribuído a velocidade de crescimento micelial e a qualidade do cogumelo à composição química do substrato (LELLEY; JANBEN, 1993, STURION; OETERRER, 1995, CURVETTO et al., 2002, PEDRA; MARINO, 2006). Porém, a composição química do substrato e sua influência no cultivo de cogumelos têm recebido pouca atenção.

Diante disto, o objetivo do presente trabalho foi 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 *Pleurotus florida*.

### **2. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **Microrganismo e produção de inoculante**

O cogumelo comestível *P. florida* utilizado neste estudo é proveniente da micoteca do Laboratório de Biotecnologia da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira-SP, esteve armazenado a 6° C, em geladeira no meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA). 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 meio 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 resíduos agrícolas utilizados como matéria prima na composição dos substratos foram: palha de arroz (PA), palha de feijão (PF), palha de trigo (PT), folha de bananeira (FB), palha de sorgo (PS) e sabugo de milho (SM). As palhas e o sabugo são provenientes de plantas na fase de colheita após a retirada dos grãos em trilhadeira mecânica, sendo aproveitada toda palhada da planta para PA, PF, PT e PS. A folha de bananeira foi colhida verde de plantas adultas. Todos os resíduos foram coletados na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da UNESP, Campus de Ilha Solteira. Eles foram secos em estufa de circulação de ar forçado à 55°C, 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, e acondicionados em frascos de vidro (100 g de cada substrato), medindo 11 x 5 cm, os quais foram esterilizados a 121°C por 2 horas.

### **Inoculação e condições de cultivo**

Após 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. Não houve controle da temperatura, porém a umidade relativa do ar foi mantida acima de 70% com auxílio de nebulizadores. Este ambiente foi caracterizado como de baixa tecnologia, por não haver controle automatizado de temperatura e umidade, simulando as condições do pequeno produtor rural, que não dispõe de maiores recursos para investimento em tecnologia. Os cogumelos foram colhidos quando as

bordas estavam no mesmo plano da superfície do píleo e, imediatamente pesados (peso fresco) (Figura 1). Foram avaliados: o tempo necessário para a completa colonização do substrato, ou seja, a corrida micelial (CM), o início da formação de primórdios (IFP), o tempo total de cultivo (TTC) e número de cogumelos (NC). A produção foi calculada tomando-se por base a massa da matéria fresca dos cogumelos em relação à massa do substrato úmida, em um fluxo de produção. A eficiência biológica foi calculada utilizando a fórmula:  $EB = (\text{peso fresco dos cogumelos} / \text{peso seco do substrato inicial}) \times 100$ .



**Figura 1.** Aspecto de *P. florida* na fase de colheita.

### **Análise química dos resíduos**

Os resíduos foram analisados quanto aos 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). O teor de lignina foi calculado pelo método sequencial conforme Van Soest (1994) e celulose e hemicelulose calculados de acordo com metodologia proposta por Silva (1981). Os teores de cinzas foram determinados conforme metodologia A.O.A.C (1975). E o teor de carbono (C) para posterior cálculo da relação C/N foi analisado de acordo com Tedesco et al., (1995).

### **Análise estatística**

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com oito tratamentos e cinco repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância, sendo as médias

comparadas pelo teste Skott-Knott a 5% de probabilidade, pelo programa SISVAR 4.5, desenvolvido pela Universidade Federal de Lavras.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 encontram-se os resultados da análise de macro e micronutrientes dos substratos utilizados. De um modo geral, observa-se uma grande variação nos teores de macro e micronutrientes entre os substratos analisados.

**Tabela 1.** Resultados da análise de macro e micronutrientes dos resíduos agrícolas utilizados no cultivo do cogumelo *Pleurotus florida*. Ilha Solteira, SP. 2009.

Substrato	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn
	(%)	g/kg <sup>-1</sup>					mg/kg <sup>-1</sup>	
PA	1,1 b	2,0 a	10,6 c	4,5 c	2,3 c	96,4 d	806,2 b	30,2 a
PF	1,0 b	1,3 b	16,3 b	10,1 a	4,1 a	329,0 b	60,8 d	11,4 d
PT	0,9 c	2,1 a	10,7 c	1,4 e	1,1 d	141,6 c	129,0 c	16,9 c
FB	2,1a	2,0 a	21,2 a	6,7 b	3,0 b	476,0 a	835,8 a	7,5 f
PS	0,6 e	1,1 b	7,6 d	3,8 d	3,1 b	315,8 b	55,4 d	9,7 e
SM	0,7 d	1,1 b	7,0 d	0,6 f	0,3 e	143,6 c	7,8 e	23,3 b
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. PA=palha de arroz; PF=palha de feijão; PT=palha de trigo; FB=folha de bananeira; PS= palha de sorgo e SM= sabugo de milho.

Os melhores resultados de produção, EB e número de cogumelos foram obtidos em palha de arroz (202,7 g/kg<sup>-1</sup>, 90,4% EB e 12 cogumelos) e palha de feijão (189,8 g/kg<sup>-1</sup>, 89,2% EB e 12 cogumelos) (Tabela 2).

O principal fator determinante para os resultados obtidos nestes substratos foi o teor de N (Tabela 1), fator indispensável para assegurar a síntese de ácidos nucleicos, aminoácidos e de proteínas (CHANG; MILES, 1989, ZANETTI; RANAL, 1997). 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; YANG; KEYSER, 1978, SILVA et al., 2007). Recentemente foi demonstrado que o baixo teor de N em lascas de cedro é responsável pela baixa produção e EB de *Pleurotus* (SAVON; ODUARDO, LOPÉZ, 2007).

No presente estudo, a colonização foi mais rápida em palha de trigo (21 dias) e mais lenta em palha de feijão (25 dias) (Figura 2). A disponibilidade de N nos diferentes resíduos parece ter uma importante função na habilidade do fungo em colonizar o substrato. Assim, o teor de N observado em folha de bananeira (2,1%) (Tabela 1), pode ter afetado

principalmente o tempo para o início da formação de primórdios (9 dias após a corrida micelial) e conseqüentemente foi o substrato que levou mais tempo para os cogumelos serem colhidos (39 dias) (Tabela 2).

**Tabela 2.** Resultados da corrida micelial (CM), início de formação de primórdios (IFP), tempo total de cultivo (TTC), eficiência biológica (EB), produção e número de cogumelos (NC) de *Pleurotus florida* nos diferentes resíduos agrícolas. Ilha Solteira, SP. 2009.

Substrato	CM (dias)	IFP (dias)	TTC (dias)	Produção (g/kg <sup>-1</sup> )	EB (%)	NC
PA	22	26	30	202,7 a	90,4 a	12,0 a
PF	25	25	30	189,8 a	89,2 a	12,0 a
PT	21	22	25	122,4 b	62,9 b	10,0 b
FB	23	32	39	115,1 b	56,3 b	9,0 b
PS	24	27	32	77,8 c	41,3 c	3,0 c
SM	24	24	31	53,2 d	23,5 d	5,0 c
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. PA= palha de arroz; PF= palha de feijão; PT= palha de trigo; FB= folha de bananeira; PS= palha de sorgo e SM= sabugo de milho.



**Figura 2.** Aspecto do substrato completamente colonizado *P. florida*.

O IFP 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) (Figura 3). Os resultados obtidos estão de acordo com a literatura, exceto folha de bananeira que levou 32 dias (Tabela 2).

O TTC, em um fluxo de produção, foi mais rápido em palha de trigo (25 dias) e mais lento em folha de bananeira (39 dias) (Tabela 2), porém dentro do intervalo de tempo encontrado para as várias espécies de *Pleurotus* (PHILIPPOUSSIS; ZERVAKIS,

DIAMANTOPOULOU, 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.



**Figura 3.** Detalhe do início da formação de primórdios de *P. florida*.

Além do N outros nutrientes apresentaram diferenças entre os substratos testados. O teor de K foi maior em folha de bananeira ( $21,2 \text{ g/kg}^{-1}$ ), valor este superior aos 1,5% encontrado por Sturion (1994). Os maiores teores de P foram observados em palha de arroz, palha de trigo e em folha de bananeira, sendo que os valores observados em palha de trigo e folha de bananeira foram superiores aos encontrados por Sturion (1994). A palha de feijão apresentou os maiores teores de Ca e Mg ( $10,1$  e  $4,1 \text{ g/kg}^{-1}$ , 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 a sua atividade enzimática, enquanto Mg é importante no metabolismo ATP (GRIFTIN, 1994). As espécies do gênero *Pleurotus* apresentam exigências de Ca particularmente elevada (ROYSE, 1992). Embora a palha de arroz e a palha de feijão não tenham apresentado os maiores teores de K, observa-se um efeito positivo em relação aos parâmetros produtivos à medida que o teor deste elemento aumenta nos substratos.

Com relação aos micronutrientes (Tabela 1), a folha de bananeira apresentou os maiores teores de Fe e Mn ( $476,0$  e  $835,8 \text{ mg/kg}^{-1}$ , respectivamente) sendo ambos superiores aos obtidos por Sturion, (1994). O maior teor de Zn ( $30,2 \text{ mg/kg}^{-1}$ ) foi verificado em palha de arroz. Tanto o Fe como o Zn são importantes para a atividade enzimática e para o

metabolismo intermediário de fungos (GRIFTIN, 1994). Outro micronutriente importante na ativação de enzimas é o Mn (MILES; CHANG, 1997).

Na tabela 3 encontram-se os resultados dos teores de celulose, lignina, hemicelulose, cinzas e relação C/N.

**Tabela 3.** Resultados da análise química dos resíduos agrícolas utilizados no cultivo do cogumelo *Pleurotus florida*. Ilha Solteira, SP. 2009.

Substrato	Celulose (%)	Lignina (%)	Hemicelulose (%)	Cinzas (%)	C/N
PA	32,7 c	4,5 d	35,5 c	10,7 a	44,2 d
PF	40,5 a	9,5 b	16,7 e	9,0 b	46,2 d
PT	34,6 b	4,9 d	37,5 b	8,6 b	60,1 c
FB	28,1 c	12,4 a	31,7 d	10,7 a	20,2 e
PS	35,3 b	5,7 c	32,6 d	4,3 c	79,3 b
SM	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. PA=palha de arroz; PF=palha de feijão; PT=palha de trigo; FB=folha de bananeira; PS=palha de sorgo, SM= sabugo de milho e C/N= relação entre carbono e nitrogênio.

A relação C/N do substrato é outro fator importante para o cultivo *Pleurotus*. Substratos com diferentes relações C/N usadas no cultivo de *Pleurotus* spp. afetaram a performance de produção dos cogumelos (YILDIZ; KARAKAPLAN, 2003). A relação ideal está entre 20 a 50:1 (EIRA, 2004). No presente experimento em substratos com relação C/N acima de 46,2 (Tabela 3), foram observados os menores resultados de produção, eficiência biológica e número de cogumelos (Tabela 2), principalmente em palha de sorgo e sabugo de milho, os quais apresentaram baixos teores de N e elevada relação C/N. Resultados semelhantes foram observados com *P. ostreatus* cultivados em sabugo de milho, palha de arroz, palha de trigo e resíduos de algodão, onde todos os substratos foram mais produtivos que o sabugo de milho (BHATTI; MIR; SIDDIQ, 1987)

Um outro fator que provavelmente contribuiu para a maior produção, EB e número de cogumelos observada em palha de arroz (Tabela 2), foi seu menor teor de lignina (4,5%) (Tabela 3). No entanto, só o teor de lignina não explica totalmente os resultados obtidos, uma vez que a quantidade desse componente foi inferior em SM (4,0%) e semelhante em PT (4,9%) quando comparado com a palha de arroz. Além disso, palha de feijão apresentou produções semelhantes à palha de arroz, e foi um dos substratos que mais continha lignina (9,5%). Acredita-se que até este nível o teor de lignina não tenha sido fator limitante no desenvolvimento de *P. florida*.



Os fungos, incluindo os que produzem cogumelos, fazem uso de uma variedade de compostos orgânicos, para suprir suas necessidades de carbono, e entre estes compostos estão monossacarídeos, polissacarídeos, ácidos orgânicos, alcoóis, lignina e 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; WANKHEDE; PATWARDHAN, 1979, RAJARATHNAM; WANKHEDE; BANO, 1987). Tudo indica que teores elevados de lignina no substrato dificultam 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). A folha de bananeira foi um dos substratos que mais continha lignina (12,4%) (Tabela 3) e conseqüentemente foi um dos substratos em que *P. florida* levou maior tempo para ocorrer o início da formação de primórdios e a colheita, o que demonstra ter havido um maior gasto metabólico pelo fungo. Além disso, maiores teores de lignina podem comprometer a produção e EB. No cultivo de *P. florida* o alto teor de lignina em fibras de coco foi responsável pela baixa produção e EB quando comparada a palha de arroz (SHANSHIREKHA; RAJARATHNAM, 2007).

No geral, observou-se entre os substratos utilizados no presente trabalho uma grande variação nos teores de macro e micronutrientes, bem como dos teores de celulose, lignina, hemicelulose, cinzas, relação C/N. Assim, não foi possível isolar apenas um fator responsável pelos melhores resultados.

Porém, nas condições em que foi realizado este experimento, substratos com conteúdo de N ao redor de 1,0%, relação C/N em torno de 45%, baixo teor lignina, alto conteúdo de cinzas, acrescido por maiores teores de P, K, Ca foram os melhores para o cultivo de *P. florida*. Para os demais nutrientes não foi possível atribuir uma influência direta no cultivo de *P. florida*.

Os dados de produção observado em palha de feijão mostram que esse substrato é viável para o cultivo de *Pleurotus* na região de Ilha Solteira. Isso se deve principalmente ao fato do cultivo ter sido realizado com baixa tecnologia e os resultados terem sido semelhantes aos observados em palha de arroz, um dos resíduos tradicionalmente utilizado na produção comercial de *Pleurotus* (RAJARATHNAM; WANKHEDE; BANO, 1987).

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

#### 4. CONCLUSÕES

- O teor de N adequado para o cultivo foi de 1,0 a 1,1 %.
- Substratos com maiores teores de P, K e Ca proporcionaram melhores resultados.
- O desenvolvimento de *P. florida* foi favorecido por relação C/N em torno de 45%, menor teor de lignina, bem como por maior teor de cinzas.
- *P. florida* foi cultivado com sucesso, especialmente em palha de arroz e palha de feijão, pois garantiram ótimas produções e EB em um sistema de baixa tecnologia.

#### 5. REFERÊNCIAS

A.O.A.C. **Official methods of analysis**. 12.ed. Whashington.: Association of Official Agricultural Chemists, 1975.

BATAGLIA, O. C.; FURLANI, A. M. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R.; GALLO, J. P. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: Instituto Agronômico, 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.; KARNOPP, P.; SOARES, H. M.; FURLAN, S. A. 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.

CRISAN, E. V.; SANDS, A. Nutritional value. In: CHANG, S. T.; HAYES, W. A. (Ed.). **The biology and cultivation of edible mushrooms**. New York: Academic, 1978. p.137-168.

CURVETTO, N. R.; FIGLAS, D.; DEVALIS, R.; DELMASTRO, S. Growth and productivity of different *Pleurotus ostreatus* strains on sunflower seed hulls supplemented with N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> and/or Mn (II). **Bioresource Technology**, Essex, v.84, n.2, p.171-176, 2002.

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, p.1363-1369, 2003.

EIRA, A. F. da. **Cultivo do “cogumelo-do-sol” *Agaricus blazei* (Murrill) ss. Heinemann**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003. 203p.

EIRA, A. F. Fungos comestíveis. In: ESPÓSITO, E. ; AZEVEDO, J.L. (Ed.). **Fungos uma introdução a biologia, bioquímica e biotecnologia**. Caxias do Sul: EducS, 2004. cap.12, p.379-448.

FREER, S; DETROY, R. Biological delignification of <sup>14</sup>C-labeled lignocelluloses by basidiomycetes: degradation and solubilization of lignin and cellulose components. **Mycologia**, New York, v.74, p.943-951, 1982.

GRACIOLLI, L. A. ; SILVA, M. E. ; BORGES, T. C. ; GRACIOLLI, C. B. 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...** São Paulo: SBPN, 2008. p.1-6.

GRIFTIN, D. H. **Fungal physiology**. 2.ed. New York: Wiley Liss, 1994.

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.; BHANDARINI, R.; SONI, G. L.; GARCHA, H. S. 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*, *Volvariella volvaceae* and *Pleurotus* spp. **World Journal of Microbiology & Biotechnology**, Oxford, v.17, p.191-200, 2001.

RAGUNATHAN, R.; GURUSAMY, R.; PALANISWAMY, M.; SWAMINATHAN, K. 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.

ROSADO, F. R.; CARBONERO, E. R.; KEMMEL-MEIER, C.; TISCHER, C. A.; GORIN, P. A. J.; IACOMINI, M. A partially 3- O-methylated (1C4)-linked K-D-galactan and K-D mannan from *Pleurotus ostreatoroseus* Sing. **Microbiology Letters**, Amsterdam, v.21, p.261-265, 2002.

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.; RHODES, T. W.; OHGA, S.; SANCHEZ, J. E. 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.

SAVON, R. C. B.; ODUARDO, N. G.; LOPÉZ, A. M. Fermentación sólida para la producción de *Pleurotus sp.* sobre mezclas de pulpa de café y viruta de cedro. **Tecnología Química**, San Tiago de las Vegas, v.27, n.2, p.55-62, 2007.

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.; DIAS, E. S.; SIQUEIRA, F. G.; SCHAN, R. F. Análise química de corpos de frutificação de *Pleurotus sajor-caju* cultivado em diferentes concentrações de nitrogênio. **Ciência e Tecnologia dos 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. 147f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 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.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **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. G. et al. Bioconversão do bagaço de maçã. **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, Brasília, v.14, p.38-42, 2008.

YILDIZ, A.; KARAKAPLAN, M. Evaluation of Some Agricultural Wastes for the Cultivation of Edible Mushrooms: *Pleurotus ostreatus* var. *Salignus*. **Journal of Food Science and 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, v.32, n.9, p.959-964, 1997.

## CAPÍTULO 3. INFLUÊNCIA DO SUBSTRATO NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO COGUMELO COMESTÍVEL *Pleurotus florida*

### 1. INTRODUÇÃO

O consumo de cogumelos no Brasil ainda é pequeno em relação aos povos europeus e asiáticos. Entretanto, nos últimos anos, a procura por cogumelos comestíveis vem aumentando e ganhando destaque, em virtude do seu sabor refinado, valor nutritivo e pelo seu potencial medicinal (BRAGA; EIRA; CELSO, 1998, NEVES; GRACIOLLI, 2008). No Brasil, o cultivo concentra-se nas regiões Sul e Sudeste, destacando-se o cultivo de *Agaricus bisporus* (champignon de Paris), *Lentinula edodes* (Shiitake), *Pleurotus sajor-caju* (Hiratake), *Pleurotus ostreatus* (Shimeji), (EIRA; MINHONI, 1997, MARINO, 1997).

Os cogumelos são apreciados, não apenas pela sua textura e sabor, mas também por suas propriedades físicas e químicas (MANZI et al., 1999). No cultivo de cogumelos comestíveis, como processo biotecnológico, os basidiomas ou corpos de frutificação são fontes de alimento rico em proteína e sais minerais (BONONI et al., 1995). De modo geral, os corpos de frutificação dos cogumelos contêm em base seca aproximadamente 39,9% de carboidrato, 17,5% de proteína e 2,9% de gordura, o restante é composto por minerais (LATIFF; DARAN; MOHOMED, 1996, DEMIRBAS, 2001).

O gênero *Pleurotus* é conhecido em diferentes partes do mundo como um grupo de cogumelos de alta habilidade saprofítica e por degradar resíduos lignocelulósicos como substrato. O cultivo do cogumelo comestível *Pleurotus* spp. tornou-se importante em todo o mundo, devido principalmente sua habilidade em crescer em temperaturas entre 10 a 35°C e por apresentar tempo mais curto de cultivo quando comparado com *Agaricus* spp. (ZADRAZIL, 1978).

O aproveitamento de resíduos oriundos da produção agrícola é uma alternativa para agregar valor a esses resíduos para a produção de proteína alimentar na forma de biomassa fúngica, uma vez que a produção de cogumelos comestíveis é uma atividade comercial já bem estabelecida e rentável.

A adaptação das espécies/linhagens de *Pleurotus* a novos resíduos representa atualmente um dos principais processos de bioconversão de resíduos agroindustriais em produtos comestíveis de alta qualidade (STURION; RANZANI, 2000). Entretanto esta adaptação suscita maiores conhecimentos sobre a composição química dos resíduos, pois a variação ocasionada principalmente na qualidade protéica e na quantidade de minerais nos

cogumelos está diretamente relacionada à composição do substrato (CRISAN; SANDS, 1978, FAVERO; BRESSA, 1990).

Com base nessas informações o objetivo do presente trabalho foi avaliar a influência do substrato: palha de arroz, palha de feijão, palha de trigo, folha de bananeira, palha de sorgo e sabugo de milho na composição química de *Pleurotus florida*.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **Microrganismo e produção de inoculante**

O cogumelo comestível *P. florida* utilizado neste estudo é proveniente da micoteca do Laboratório de Biotecnologia da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira-SP, esteve armazenado a 6° C, em geladeira no meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA). 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 meio 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 resíduos agrícolas utilizados como matéria prima na composição dos substratos foram: palha de arroz (PA), palha de feijão (PF), palha de trigo (PT), folha de bananeira (FB), palha de sorgo (PS) e sabugo de milho (SM). As palhas e o sabugo são provenientes de plantas na fase de colheita após a retirada dos grãos em trilhadeira mecânica, sendo aproveitada toda palhada da planta para PA, PF, PT e PS. A folha de bananeira foi colhida verde de plantas adultas. Todos os resíduos foram coletados na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da UNESP, Campus de Ilha Solteira. Eles foram secos em estufa de circulação de ar forçado à 55°C, 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, e acondicionados em frascos de vidro (100 g de cada substrato), medindo 11 x 5 cm, os quais foram esterilizados a 121°C por 2 horas.

### **Inoculação e condições de cultivo**

Após 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. Não houve controle da temperatura, porém a umidade relativa do ar foi mantida acima de 70% com auxílio de nebulizadores. Este ambiente foi caracterizado como de baixa tecnologia, por não haver controle automatizado de temperatura e umidade, simulando as condições do pequeno produtor rural, que não dispõe de maiores recursos para investimento em tecnologia. Os cogumelos foram colhidos quando as bordas estavam no mesmo plano da superfície do píleo e, imediatamente pesados (peso fresco). Em seguida, foram acondicionados em sacos de papel e secos em estufa de circulação de ar forçado a 55°C por 72 horas, quando foram pesados novamente e triturados em almofariz, para posterior realização das análises químicas. Foram considerados nos corpos de frutificação o píleo (chapeú) e parte do estipe, tendo sido retirada apenas a parte que fica em contato com o substrato.

### **Análises químicas**

Os resíduos e os cogumelos foram analisados quanto aos 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). A proteína bruta do cogumelo foi determinada a partir do teor de nitrogênio, utilizando-se o fator de conversão  $N \times 4,38$ , este fator de correção é dado em consequência do nitrogênio não protéico contido na parede celular dos fungos, o qual é digerido e detectado no método de determinação do conteúdo de nitrogênio protéico (método kjeldhal) (MILES; CHANG, 1997).

### **Análise estatística**

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com oito tratamentos e cinco repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste Skott-Knott a 5% de probabilidade, pelo programa SISVAR 4.5, desenvolvido pela Universidade Federal de Lavras.



### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de N, P, K e Zn estiveram presentes em menores quantidades nos substratos testados (Tabela 4) do que nos corpos de frutificação (Tabela 5 e 6). Exceto K em folha de bananeira, onde este teor foi superior ao encontrado nos corpos de frutificação. E o teor de Mg no substrato foi menor apenas em sabugo de milho quando comparado ao teor presente nos corpos de frutificação neste mesmo substrato. Estes dados mostram a capacidade de *P. florida* acumular nutrientes. A concentração de P e K em *P. sajor-caju* quando cultivado em palha de arroz e de trigo, também foi maior do que no substrato (ZHANG; XIUJIN; FADEL, 2002).

**Tabela 4.** Resultados da análise de macro e micronutrientes dos resíduos agrícolas utilizados no cultivo do cogumelo *Pleurotus florida*. Ilha Solteira, SP. 2009.

Substrato	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn
	N					mg/kg <sup>-1</sup>		
	(% )							
PA	1,09 b	0,20 a	1,06 c	0,45 c	0,23 c	96,40 d	806,20 b	30,20 a
PF	1,04 b	0,13 b	1,63 b	1,01 a	0,41 a	329,00 b	60,80 d	11,38 d
PT	0,89 c	0,21 a	1,07 c	0,14 e	0,11 d	141,60 c	129,00 c	16,86 c
FB	2,12 a	0,20 a	2,12 a	0,67 b	0,30 b	476,00 a	835,8 a	7,52 f
PS	0,64 e	0,11 b	0,76 d	0,38 d	0,31 b	315,80 b	55,40 d	9,72 e
SM	0,74 d	0,11 b	0,70 d	0,06 f	0,03 e	143,60 c	7,80 e	23,32 b
CV (%)	5,13	14,19	7,84	4,94	7,95	10,37	4,27	5,45

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Skott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. PA=palha de arroz; PF=palha de feijão; PT=palha de trigo; FB=folha de bananeira; PS= palha de sorgo e SM= sabugo de milho.

De acordo com a tabela 5 observa-se que o teor de nutrientes nos corpos de frutificação de *P. florida* foi influenciado pelo tipo de substrato utilizado no cultivo. O elemento mineral mais abundante foi o K seguido pelo P, confirmando os dados encontrados na literatura para o gênero *Pleurotus* (VETTER, 1990, MANZI et al., 1999, SCARIOT et al., 2000, STURION; RANZANI, 2000).

*P. florida* apresentou os maiores teores de K quando cultivados em palha de feijão (1,88%) e palha de arroz (1,74%) (Tabela 5). Os cogumelos apresentaram em média nos diferentes substratos testados 1,643 % em peso seco de K, ou seja, 164,3 mg/100g de cogumelo fresco, o que corresponde a 8,21% da RDA (ingestão diária recomendável) que foi estabelecida em 2000 mg. Assim, tendo em vista que um alimento para ser considerado fonte de um determinado mineral deve atingir no mínimo 15% da RDA (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 1997) os cogumelos obtidos neste experimento não podem ser considerados fonte de K.

**Tabela 5.** Resultados da análise de macro e micronutrientes de *Pleurotus florida* cultivado em diferentes resíduos agrícolas. Ilha Solteira, SP. 2009.

Substrato	*(%)				*mg/kg <sup>-1</sup>		
	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn
PA	0,69 c	1,74 a	0,015 a	0,11 a	55,60 d	24,00 a	50,74 d
PF	0,70 c	1,88 a	0,008 b	0,11 a	68,00 c	1,80 d	72,64 a
PT	0,94 a	1,41 b	0,014 a	0,11 a	48,60 e	6,60 c	37,12 e
FB	1,03 a	1,60 b	0,009 b	0,12 a	76,60 b	14,20 b	58,50 c
PS	0,56 d	1,65 b	0,004 c	0,10 a	74,20 b	1,80 d	48,26 d
SM	0,85 b	1,58 b	0,006 c	0,12 a	94,40 a	3,80 d	66,48 b
Cv (%)	11,04	9,11	17,31	8,27	10,42	20,50	7,78

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Skott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. PA=palha de arroz; PF=palha de feijão; PT=palha de trigo; FB=folha de bananeira; PS=palha de sorgo e SM= sabugo de milho.

\* Os resultados estão expressos em base seca, e cada valor corresponde a média de cinco repetições.

Com relação ao P os maiores teores foram observados quando cultivados em folha de bananeira (1,03%) e palha de trigo (0,94%) (Tabela 5). Esses valores foram inferiores aos observados em várias espécies de *Pleurotus* (VETTER, 1990, MANZI et al., 1999, SCARIOT et al., 2000, STURION; RANZANI, 2000). Valores próximos aos observados no presente experimento foram encontrados em *P. sajor-caju* cultivado em palha de arroz (ZHANG; XIUJIN; FADEL, 2002).

Os cogumelos obtidos no presente trabalho apresentaram em média 0,795% em peso seco de P, ou seja 79,5 mg/100g de cogumelo fresco, o que corresponde a 9,95% da RDA que é de 800 mg, portanto não podem ser considerados fonte deste mineral.

Quanto ao teor de Mg nos corpos de frutificação, não houve diferenças entre os substratos testados, os teores variaram de 0,10 a 0,12% (Tabela 5). Estes teores são inferiores aos encontrado em *P. florida* (0,25%) cultivado em composto básico de cana-de-açúcar (FREITAS et al., 1993) e em *P. ostreatus* (0,16 a 0,25 %) cultivado em vários substratos (CAMPOS et al., 2009). O teor médio de Mg observado nos corpos de frutificação foi de 0,111 %, valor correspondente a 11,1 mg/100g de cogumelo fresco, o que corresponde a 3,47% da RDA que é estabelecida entre 270 a 300 mg, portanto os cogumelos obtidos, nas condições em que foi realizado o presente experimento, não podem ser considerados fonte de Mg.

Os maiores teores de Ca foram observados em *P. florida* quando cultivados em palha de arroz (0,015%) e palha de trigo (0,014%) (Tabela 5). De um modo geral, o conteúdo de cálcio nos cogumelos não é alto quando comparado a outros macronutrientes, sendo característico das espécies de *Pleurotus* e outros macrofungos apresentarem esse elemento em baixas concentrações (BANO; RAJARATHNAM, 1988, CHANG; MILES, 1989). *L. edodes*

e *Auricularia auricula*, por exemplo, cultivado em diferentes substratos, inclusive em toros, apresentaram entre 0,01 a 0,17% (ZHANXI; ZHANHUA, 2001). Valores próximos ao encontrado neste estudo foram verificados em *P. sajor-caju* (0,012%) cultivado em palha de arroz misturada com juta e *P. ostreatus var. salignus* cultivado em palha de trigo e palha de soja (0,010%) (BASAK et al., 1996, YILDIZ; KARAKAPLAN; AYDIN, 1997).

Os teores de Fe relatados em amostras de cogumelo variam entre 30 a 7162 mg/kg<sup>-1</sup> (SESLI; TUZEN, 1999, KALAC; SVOBODA, 2000, ISILOGLU; YILMAZ; MERDIVAN, 2001). No presente experimento, entre os micronutrientes analisados, o Fe aparece em maiores quantidades nos corpos de frutificação. O maior teor foi observado quando cultivado em sabugo de milho (94,40 mg/kg<sup>-1</sup>) (Tabela 5). O teor médio de 69,56 mg/kg<sup>-1</sup> referente ao peso seco, corresponde a 0,69 mg/100g de peso fresco do cogumelo, em relação a RDA de 14 mg, o que representaria 4,93% das necessidades diárias. Os valores obtidos no presente trabalho não permitem classificar *P. florida* como fonte de Fe.

A concentração de Zn em amostras de cogumelos tem sido relatada entre 29 e 188 mg/kg<sup>-1</sup> (ISILOGLU; YILMAZ; MERDIVAN, 2001, TUZEN, 2003, SOYLAC et al., 2005). Os resultados obtidos no presente estudo estão dentro da faixa encontrada na literatura. Os maiores teores de Zn foram observados quando cultivado em palha de feijão (72,64 mg/kg<sup>-1</sup>) (Tabela 5). Valores de Zn inferiores aos obtidos neste estudo foram encontrados em *P. sajor-caju* cultivado em juta (60 mg/kg<sup>-1</sup>) e palha de arroz misturada com juta (50 mg/kg<sup>-1</sup>) (BASAK et al., 1996). Porém, valores superiores foram observados em *P. ostreatus var. salignus* quando cultivado em palha de sorgo, palha de amendoim e palha de trigo (média de 117 mg/kg<sup>-1</sup>) (YILDIZ; KARAKAPLAN; AYDIN, 1997). Entre os micronutrientes analisados, observa-se uma maior concentração de Zn nos corpos de frutificação (Tabela 5), evidenciando que o processo de translocação desse elemento para os corpos de frutificação parece ser muito eficiente. O mesmo ocorreu com *P. ostreatoroseus*, *P. florida* e *P. sajor-caju* cultivados em palha de arroz com teor inicial de Zn de 20,7 ppm e foram obtidos corpos de frutificação com teores de 82,7, 111,4 e 129,0 ppm, respectivamente (BANO et al., 1981). Os dados confirmam a tendência desses fungos em acumular Zn nos corpos de frutificação (VETTER, 1993, BANO; RAJARATHNAM, 1988). No entanto, metais como Fe, Zn e Mn encontram-se no gênero *Pleurotus* em baixa quantidade (traços) (MADAN et al., 1992, SCARIOT et al., 2000, STURION; RANZANI, 2000). O teor médio de Zn nos corpos de frutificação foi de 55,62 mg/kg<sup>-1</sup> referente ao peso seco (Tabela 5), corresponde a 0,55 g/100g de peso fresco do cogumelo, o que contribuiria com 3,66% da RDA.

Quanto aos teores de Mn nos corpos de frutificação, de maneira geral foram baixos (Tabela 5). O maior teor foi encontrado quando cultivado em palha de arroz ( $24,0 \text{ mg/kg}^{-1}$ ). É característica dos macrofungos apresentarem teores baixos deste micronutriente, principalmente nas espécies de *Pleurotus* (VETTER, 1990). Os valores de manganês relatados na literatura estão na faixa de  $7,1$  a  $81,3 \text{ mg/kg}^{-1}$  (TUZEN, 2003, ISILDAK et al., 2004, SOYLAK et al., 2005). Valores próximos aos verificados neste estudo foram obtidos em *P. ostreatus* cultivados em substratos à base de marupá, pau de balsa e cana de açúcar (CAMPOS et al., 2009) e em *P. ostreatus var. salignus* cultivados em palha de sorgo e palha de trigo (YILDIZ; KARAKAPLAN; AYDIN, 1997). O teor médio observado nos corpos de frutificação foi de  $8,7 \text{ mg/kg}^{-1}$  em peso seco (Tabela 5), o que corresponde a  $0,087 \text{ mg/100g}$  de peso fresco do cogumelo, atingindo  $1,73\%$  da ESADDI (ingestão dietética diária considerada segura e adequada). Este indicador é empregado em alimentos onde a RDA ainda não foi estabelecida (CZAJKA-NARINS, 1998)

Como se pode notar a variação do conteúdo mineral no cogumelo é reflexo da variação do conteúdo mineral no substrato (BISARIA; MADAN, 1983, STURION; OETTERER, 1995, KALAC; SVODOBA, 2000).

O teor de nitrogênio e o conteúdo de proteínas de *P. florida* estão apresentados na Tabela 6.

**Tabela 6.** Teor de nitrogênio e conteúdo de proteínas em *Pleurotus florida* cultivado em diferentes resíduos agrícolas. Ilha Solteira, SP. 2009.

Substratos	N (%)	Proteína (%)
PA	2,73 b	11,95 b
PF	2,84 b	12,45 b
PT	3,15 b	13,79 b
FB	4,46 a	19,54 a
PS	2,85 b	12,47 b
SM	3,39 b	14,86 b
Cv (%)	14,21	14,21

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Skott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. PA=palha de arroz; PF=palha de feijão; PT=palha de trigo; FB=folha de bananeira; PS= palha de sorgo e SM= sabugo de milho.

\* Os resultados estão expressos em base seca, e cada valor corresponde a média de cinco repetições.

Diferenças significativas entre si para os teores de N e proteína, foram observados em *P. florida* quando cultivado nos diferentes resíduos. O maior teor de N nos corpos de frutificação foi observado quando cultivado em folha de bananeira ( $4,46\%$ ) (Tabela 6). O conteúdo de N observado em *P. florida* neste resíduo foi semelhante aos de *P. sajor-caju* cultivado em palha de bananeira e palha de bananeira misturada com bagaço de cana-de-

açúcar, onde foi encontrado um teor de 4,4% de N (RANZANI; STURION, 1998). Os teores de N de *P. ostreatus* e *P. sajor-caju* quando cultivados também em folha de bananeira variaram entre 3,85 a 4,20% (BONATTI et al., 2004). Teores mais elevados de N (6,5%) foram encontrados em *P. ostreatus* quando cultivados em palha de trigo suplementada com açúcar de beterraba (MANZI et al., 1999).

Os corpos de frutificação produzidos nos diferentes resíduos apresentaram 11,95% a 19,54% de proteína, utilizando-se o fator de conversão N x 4,38 (Tabela 6). Esse fator de conversão é ideal e dado em consequência do nitrogênio não protéico contido na parede celular dos fungos, o qual é digerido e detectado no método de determinação do conteúdo de nitrogênio protéico (método Kjeldhal) (MILES; CHANG, 1997). A proteína é um importante componente dos cogumelos comestíveis, eles apresentam quantidade de proteína variável dependendo da espécie e dos substratos nos quais são produzidos (STURION; OETTERER, 1995, SÁNCHEZ et al., 2002). O maior teor de proteína em *P. florida* foi observado quando cultivado em folha de bananeira (19,54%). O conteúdo de proteína do cogumelo se relaciona significativamente com o conteúdo de N do substrato (MULLER, 1988). Neste estudo o substrato folha de bananeira também apresentou os maiores teores de N (Tabela 4). Porém *Pleurotus* possui a habilidade de colonizar resíduos vegetais com baixo teor de N e também produzir corpos de frutificação com alto teor de N (RAJARATHNAM; BANO, 1987), e conseqüentemente maior teor de proteína. O teor de proteína verificado neste estudo é superior ao encontrado em *P. ostreatus* cultivado em resíduo de algodão (14,96%) e também ao encontrado em *P. ostreatus* DSM 1833 cultivado em folha de bananeira e em palha de arroz (16,9 e 13,1%, respectivamente) (SCARIOT et al., 2000, BONATTI et al., 2004). Porém foram inferiores aos teores encontrados em *P. ostreatoroseus* e *P. sajor-caju* cultivados em palha de trigo (25,26 e 25,51%, respectivamente) (STURION, 1994).

Geralmente o conteúdo de proteína dos cogumelos são superiores aos encontrados em vegetais verdes (CHAN, 1981, BONONI et al., 1995). Desta forma os cogumelos poderiam contribuir na alimentação como forma suplementar de proteínas.

Os resultados obtidos no presente trabalho confirmam que o tipo de substrato utilizado no cultivo tem grande influência na composição química dos cogumelos, principalmente no teor de minerais e proteínas, conforme verificado por outros autores (CRISAN; SANDS, 1978, CHANG; LAU; CHO, 1981, BANO; RAJARATHNAM, 1988). Assim, foi possível observar que ocorreram mudanças significativas na composição química dos cogumelos, mostrando que houve uma absorção de nutrientes diferenciada nos diferentes resíduos agrícolas testados.

#### 4. CONCLUSÕES

- Os nutrientes N, P, K e Zn estiveram presentes em maiores quantidades nos corpos de frutificação do que no substrato;
- *P. florida* apresentou alta capacidade em acumular Zn;
- O substrato folha de bananeira proporcionou cogumelos mais ricos em proteínas;
- *P. florida* obtido no presente trabalho não pode ser considerado fonte de minerais porque não atingiu as necessidades mínimas da ingestão diária recomendável (RDA).

#### 5. REFERÊNCIAS

A.O.A.C. **Official methods of analysis**. 12.ed. Whashington: Association of Official Agricultural Chemists, 1975.

BANO, Z.; RAJARATHNAM, S. *Pleurotus mushrooms*. Part II. Chemical composition, nutritional value, post-harvest physiology, preservation, and roles an human food. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v.27, n.2, p.87-158, 1988.

BASAK, M. K.; CHANDA, S.; BHADURI, S. K.; MONDAL, S. B. NANDI, R. Recycling of jute waste for edible mushroom production. **Industrial Crops and Products**, Netherlands, v.5, p.173-176, 1996.

BATAGLIA, O. C.; FURLANI, A. M. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R.; GALLO, J. P. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: Instituto Agronômico, 1983. 48p. (Boletim técnico, 78).

BISARIA, R.; MADAN, M. Mushrooms: potential protein source from cellulosic residues. **Enzyme and Microbial Technology**, New York, v. 5, n. 4, p. 251-259, 1983.

BONATTI, M.; KARNOPP, P.; SOARES, H. S.; FURLAN, S. A. 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.

BONONI, V. L. R.; CAPELARI, M.; MAZIERO, R.; TRUFEN, S. F. B. **Cultivo de cogumelos comestíveis**. São Paulo: Icone, 1995. 206p.

BRAGA, G. C.; EIRA, A. F. L.; CELSO, G. P. **Manual de cultivo de *Agaricus blazei* Murril “cogumelo do sol”**. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 1998. 44p.

CAMPOS, C. S.; EIRA, A. F.; MINHONI, M. T. A.; ANDRADE, M. C. N. Mineral composition of raw material, substrate and fruiting bodies of *Pleurotus ostreatus* in culture. **Interciência**, Caracas, v.34, n.6, p.432-436, 2009.

CHANG, S. T.; LAU, O. W.; CHO, K. Y. The cultivation and nutritional value of *Pleurotus sajor-caju*. **European Journal of Applied Microbiology and Biotchnology**, Berlin, v.12, p.58-61,1981.

CHANG, S. T.; MILES, P. G. **Edible mushrooms and their cultivation**. Boca Raton: CRC, 1989.

CHAN, H. K. M. Consumption of edible mushroom in Hong Kong. **Mushroom Newsletter Tropics**, v.1, n.4, p.5-10, 1981.

CRISAN, E. B.; SANDS, A. Nutritional value. In: CHANG, S. T.; HAYES, W. A (Ed). **The biology and cultivation of mushrooms**. New York: Academic, 1978. p.137.

CZAJKA-NARINS, D. Minerais. In: MAHAN, L. K, Escott-Stump S. Tradução Andrea Favano. Krause; alimentos, nutrição e diototerapia. 9.ed. São Paulo: Roca, 1998. p.123-166.

DEMIRBAS, A. Heavy metal bioaccumulation by mushroom from artificially fortified soils. **Food Chemistry**, London, v.74, p.293-301.

EIRA, A. F.; MINHONI, M. T. A. **Manual teórico prático do cultivo de cogumelos comestíveis**. Botucatu: UNESP-FEPAF, 1997. 115p.

FAVERO, N.; BRESSA, G. C. P. Response of *Pleurotus ostreatus* to cadmium exposure. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, New York, v.20, n.1, p.1-6, 1990.

FREITAS, G. R.; MATSUCUMA, L. A.; SILVA, F. A.; ZANETTI, A. L.; RANAL, M. A. Cultivo de *Pleurotus* sp.Florida na Região de Uberlândia, MG, Brasil. **Revista do Centro Ciências Biomédicas, Universidade Federal de Uberlândia**, Uberlândia, v.9, n.1, p.13-25, 1993.

ISILDAK, O.; TURKEKUL, I.; ELMASTAS, M.; TUZEN, M. Analysis of heavy metals in some wild-grown edible mushrooms from the middle black sea region, Turkey. **Food Chemistry**, London, v.86, p.547-552, 2004.

ISILOGLU, M.; YILMAZ, F.; MERDIVAN, M. Concentrations of trace elements in wild edible mushrooms. **Food Chemistry**, London, v.73, p.163-175, 2001.

KALAC, P.; SVOBODA, L. A review of trace element concentrations in edible mushrooms. **Food Chemistry**, London, v.69, p.273-28, 2000.

LATIFF, L. A.; DARAN, A. B. M.; MOHOMED, A. B. Relative distribution of minerals in the pileus and stalk of some selected edible mushrooms. **Food Chemistry**, London, v.56, p.115-121, 1996.

MADAN, M.; SHARMA, S.; VASUDEVAN, P. Mineral content of *Pleurotus sajor caju* and organic substrates used. **Microbios**, Cambridge, v. 69, p. 113-118, 1992.

MANZI, P.; GAMBELLI, L.; MARCONI, S.; VIVANTI, V.; PIZZOFERRATO, L. Nutrients in edible mushrooms: an inter-species comparative study. **Food Chemistry**, London, v.65, p.477-482, 1999.

MARINO, R. H. **Produtividade de *Pleurotus sajor-caju* (Fr.) Sing. em função dos métodos de isolamento e produção de inoculantes.** 1997. 134 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 1997.

MILES, P. G.; CHANG, S. T. **Biología de las setas: fundamentos básicos y acontecimientos actuales.** Hong Kong: World Scientific, 1997. 133 p.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretária da Vigilância Sanitária. Portaria n. 27; 1998 jan. 13; Diário Oficial da União 1998 jan. 16. Regulamento Técnico referente à informação nutricional. In: ABIAD – Associação Brasileira da Indústria de Alimentos Dietéticos. Compêndio de Legislação sobre Alimentos para fins especiais e outros alimentos. São Paulo: ABIAD, 1998; p. 115-122.

MÜLLER, J. Genetic potencial of *Pleurotus ostreatus*: relevance to the disposal of agro-wastes. **Micological Neotropical Aplicada**, v.1, p.29-44, 1988.

NEVES, C. F. Q.; GRACIOLLI, L. A. Caracterização da produção em toros do cogumelo comestível *Lentinula edodes* (Berk.) Pegler na região oeste do Estado de São Paulo. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 30, n. 4, p. 487-494, 2008.



RAJARATHNAM, S.; BANO, Z. *Pleurotus* mushrooms part IA. Morphology, life cycle, taxonomy, breeding and cultivation. **CRC Critical Review of Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 26, n. 2, p. 157-223, 1987.

RANZANI, M. R. T. C.; STURION, G. L. Avaliação da composição em aminoácidos de *Pleurotus* spp. cultivados em folha de bananeira. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v.48, n.4, p.57-60, 1998.

SANCHÉS, A.; YSUNZA, F.; BELTÁN-GARCIA, M. J.; ESQUEDA, M. Biodegradation of viticulture wates by *Pleurotus*: a source of microbial and human food and its potential use in animal feeding. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v.50, n.9, p.2537-2542, 2002.

SCARIOT, M. R.; RAK, L.; da COSTA, S. M. G.; CLEMENTE, E. Composição química de cogumelos comestíveis cultivados em resíduos de algodão (*Gossypium hirsutum* L.). **Acta Scientiarum**, Maringá, v.22, n.2, p.317-320, 2000.

SESLI, E.; TUZEN, M. Levels of trace elements in the fruiting bodies of macrofungi growing in the East Black Sea region of Turkey. **Food Chemistry**, London, v.65, p.543-460, 1999.

SOYLAK, M.; SARACOGLU, S.; TUZEN, M.; MENDIL, D. Determination of trace metals in mushroom samples from Kayseri, Turkey. **Food Chemistry**, London, v.92, p.649-652, 2005.

STURION, G. L. **Utilização da folha de bananeira como substrato para o cultivo de cogumelos comestíveis (*Pleurotus* spp.)**.1994. 147 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 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.

STURION, G. L.; RANZANI, M. R. T. C. Composição em minerais de cogumelos comestíveis cultivados no Brasil – *Pleurotus* spp. e outras espécies desidratadas. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v. 50, n. 1, p. 102-108, 2000.

TUZEN, M. Determination of heavy metals in soil, mushroom and plant samples by atomic absorption spectrometry. **Microchemical Journal**, New York, v.74, p.289-297, 2003.

VETTER, J. Mineral element content of edible and poisonous macrofungi. **Acta Alimentaria**, Budapest, v.19, n.1, p.27-40, 1990.

VETTER, J. Toxic elements in certain higher fungi. **Food Chemistry**, London, v.48, n.2, p.207-208, 1993.

YILDIZ, A.; KARAKAPLAN, M.; AYDIN, F. Studies on *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) Kum. Var. *salignus* (Pers. ex Fr.) Konr. et Maubl.: cultivation, proximate composition, organic and mineral composition of carpophores. **Food Chemistry**, London, v.61, n.1/2, p.127-130, 1997.

ZADRAZIL, F. Cultivation of *Pleurotus*. In: CHANG, S.T.; HAYES, W.A. (Ed.). **The biology and cultivation of edible mushrooms**. New York: Academic, 1978. p.521-557.

ZHANG, R.; XIUJIN, L.; FADEL, J. G. Oyster mushroom cultivation with rice and wheat straw. **Bioresource Technology**, Essex, v.82, p.277-284, 2002.

ZHANXI, L.; ZHANHUA, L. **Jun-cao technology**. Fuzhou: China Agricultural Sciencetech, 2001. 250p.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)