CULTIVO DO FUNGO COMESTÍVEL *Lentinula edodes* EM RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS DO PARANÁ ATRAVÉS DO USO DE FERMENTAÇÃO NO ESTADO SÓLIDO*

MARCIA REGINA BEUX**

CARLOS RICARDO SOCCOL***

O presente trabalho teve por objetivo viabilizar o cultivo do fungo comestível *Lentinula edodes* (shiitake), utilizando como substrato resíduos agroindustriais do Estado do Paraná. O cultivo tradicional é realizado em troncos de *Quercus acutissima* e *Q. serrata* (castanheira) e para que ocorra a frutificação são necessários dezesesseis meses. No Brasil não há disponibilidade destas árvores e na busca de alternativas de substratos que possibilitem e reduzam o tempo de cultivo deste fungo, o bagaço de mandioca misturado a 20% de bagaço de cana demonstrou-se viável, com eficiência biológica de 72,91. O "spawn" foi produzido em grãos de trigo e inoculado primeiramente em sacos plásticos contendo bagaço de mandioca isolado ou misturado em diferentes proporções com bagaço de cana. Os primeiros basidiocarpos apareceram 65 dias após a inoculação, reduzindo o ciclo de cultivo deste fungo em sete vezes quando comparado ao método tradicional.

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho teve por objetivo buscar nova alternativa biotecnológica de aproveitamento dos resíduos agroindustriais do Estado do Paraná, especialmente o bagaço de mandioca, o farelo de milho e o bagaço de cana, biotransformando-os em substrato para cultivo do fungo saprófita comestível *Lentinula edodes* (shiitake).

O shiitake é um cogumelo comestível originário da China. Apreciado mundialmente pelo genuíno sabor e aroma, apresenta atributos nutricionais e terapêuticos que justificam sua produção em escala comercial.

* Parte da dissertação de Mestrado em Tecnologia Química, Área de Concentração Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Paraná (UFPR).

** Coordenadora do Laboratório de Alimentos do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos (CEPPA) da UFPR.

*** Professor Titular em Biotecnologia Industrial, UFPR.

Nos países orientais é cultivado em troncos de árvores da família das Fagáceas, principalmente em *Quercus acutissima* e *Q. serrata* (castanheira), espécies vegetais típicas da região asiática e nas quais o *Lentinula edodes* desenvolve-se espontaneamente.

No Brasil em virtude da indisponibilidade destas madeiras, o cultivo é realizado em troncos de *Pinus* sp. Em média, são necessários dezesseis meses para que ocorra a frutificação dos primeiros basidiocarpos.

O Paraná é um Estado essencialmente agrícola. O incremento da produção procura suprir a demanda progressiva de alimentos, mas também ocasiona acúmulo de resíduos agroindustriais. Grande parte destes resíduos é desprezada em razão do baixo valor nutritivo que apresentam.

Na busca de alternativas racionais de aproveitamento e valorização destes resíduos, o uso da fermentação no estado sólido, biotransformando-os em substratos que possibilitem e reduzam o ciclo de cultivo do shiitake, apresenta-se como opção viável.

As etapas deste experimento envolveram além do levantamento e disponibilidade dos resíduos agroindustriais do Estado do Paraná; a produção do inóculo em grãos de trigo sob condições otimizadas; o acompanhamento do comportamento do micélio, desde a inoculação nos resíduos agroindustriais selecionados, até a frutificação e a eficiência biológica obtida.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 CEPA ESTUDADA

A cepa de *Lentinula edodes* LPB 031 utilizada neste estudo é originária da Station de Recherche sur les Champignons (INRA) - França fornecido pelo Dr. Sevastianos Roussos e do Institut Français de Recherche Scientifique pour le Devellopment en Cooperation (ORSTOM) - França.

2.2 PRODUÇÃO DO "SPAWN" PARA INOCULAÇÃO DOS RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS E SUBSTRATOS DE FRUTIFICAÇÃO

2.2.1 Inoculação dos resíduos agroindustriais (farelo de milho, bagaço de mandioca, farelo de trigo, farelo de soja, casca de arroz, bagaço de cana e casca de café)

O inóculo foi produzido em triplicata, em sacos plásticos autoclaváveis de 10 cm x 15 cm, contendo 5 g de trigo em grão, previamente cozido por 15 minutos (TAN & CHANG, 1989), com pH 4 e 60% de umidade (ROYSE, 1985). Os sacos plásticos foram autoclavados a 121°C por 1 hora (MEE, 1978; TAN & CHANG, 1989) e após resfriamento inoculados com 5

discos de ágar contendo o micélio da cepa de *L.edodes* LPB 031, em avançado estágio de crescimento.

2.2.2 Inoculação dos substratos de frutificação (bagaço de mandioca e farelo de milho isolados ou misturados com diferentes proporções de bagaço de cana)

O inóculo foi produzido em triplicata, em sacos plásticos autoclaváveis de 10 cm x 15 cm, contendo 15 g de trigo em grão, previamente cozido por 15 minutos (TAN & CHANG, 1989), com 60% de umidade (ROYSE, 1985). Os sacos plásticos foram autoclavados a 121°C por 1 hora (MEE, 1978; TAN & CHANG, 1989) e após resfriamento inoculados com 5 discos de ágar contendo o micélio da cepa de *L.edodes* LPB 031, em avançado estágio de crescimento.

2.3 RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS DO ESTADO DO PARANÁ UTILIZADOS COMO SUBSTRATOS DE FRUTIFICAÇÃO DO "SPAWN" DA CEPA DE *Lentinula edodes* LPB 031, PRODUZIDO EM TRIGO EM GRÃO

2.3.1 Seleção dos resíduos agroindustriais (farelo de milho, bagaço de mandioca, farelo de trigo, farelo de soja, casca de arroz, bagaço de cana e casca de café)

Os resíduos agroindustriais foram selecionados primeiramente a partir do levantamento da produção agrícola das principais culturas do Estado do Paraná, segundo a média obtida em toneladas, durante as safras de 87/88 a 91/92, através de dados fornecidos pela Secretaria da Agricultura e do Abastecimento (SEAB) e posteriormente estimados segundo fatores de conversão.

O farelo de milho, de trigo e o de soja foram obtidos na Cooperativa Mista Boqueirão Ltda, em Curitiba-PR; a casca de café proveniente do Sítio Santa Maria, situado em Carlópolis-PR, a casca de arroz, da Indústria de Beneficiamento Kulitch e Cia Ltda situada em Campo Largo-PR; o bagaço de mandioca da Companhia LORENZ, situada em Quatro Pontas-PR e o bagaço de cana, do resíduo da extração de caldo de cana comercializado na região metropolitana de Curitiba.

2.3.2 Análises realizadas nos resíduos agroindustriais selecionados

As análises de umidade, resíduo mineral fixo, lipídios e proteínas foram realizadas segundo as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz - IAL (1990). As análises de fibras, carboidratos e valor calórico foram realizadas segundo FREITAS et al, 1979. Na metodologia empregada na análise de fibras transferiu-se ± 5 g da amostra para um frasco

Erlenmeyer de 600 mL e acrescentou-se 200 mL de solução de ácido clorídrico 1,25%. Adaptou-se o frasco a um refrigerante de refluxo, aquecendo-o até ebulição por 30 min, evitando-se que o material ficasse aderido às paredes do frasco. Removeu-se o Erlenmeyer e filtrou-se em papel de filtro faixa preta, lavando-se com água quente. Transferiu-se o resíduo para o mesmo frasco com auxílio de 200 mL de solução de hidróxido de sódio 1,25%. Ferveu-se novamente nas mesmas condições do tratamento ácido, com refluxo, por 30 min. Removeu-se o Erlenmeyer e filtrou-se em papel de filtro faixa preta tarado, lavando-se o resíduo com água quente, até que o filtrado não acusasse reação alcalina, com papel indicador universal de pH. Lavou-se em seguida com 20 mL de álcool etílico e por último com 20 mL de éter etílico. Secou-se em estufa a 105°C por 2 horas, esfriou-se em dessecador e pesou-se.

Cálculo: $(A \times 100) / P = \text{Fibras, \%}$

A = diferença de peso encontrado

P = peso da amostra

Os carboidratos foram calculados por diferença (subtraindo-se de 100 a soma das porcentagens de umidade, proteínas, lipídios, fibras e cinzas) e o valor calórico total, calculado pela soma dos seguintes fatores : Proteínas(%) x 4, Lipídios(%) x 9, Carboidratos (%) x 4 (FREITAS et al, 1979).

2.3.3 Preparo dos resíduos agroindustriais

Os resíduos agroindustriais foram transferidos para uma bandeja e secos a 60°C, em estufa com circulação de ar durante 24 horas. Após secagem foram moídos e tamizados, restando-se a porção compreendida entre 2,0 mm e 0,8 mm (OHGA, 1990b).

Anteriormente à secagem lavou-se em água corrente o bagaço de cana. Os resíduos, pesados em alíquotas de 50 g e acondicionados em frascos de vidro foram umidificados a 70% (LEE, 1980), com água destilada e autoclavados a 121°C por 1 hora (DARE, CLARK & CHU-CHOU, 1988).

2.3.4 Preparo dos substratos de frutificação

O bagaço de mandioca, o farelo de milho e o bagaço de cana foram selecionados como substratos para frutificação. O bagaço de mandioca e o farelo de milho foram avaliados isolados ou misturados ao bagaço de cana. A proporção de bagaço de mandioca ou farelo de milho utilizada foi de 20%, 40%, 60%, 80% e 100% e a de bagaço de cana 80%, 60%, 40%, 20% e 0%, respectivamente.

Os resíduos, pesados em alíquotas de 150 g e acondicionados em sacos plásticos autoclaváveis de 40cm x 30cm foram

umidificados a 70% (LEE, 1980), com água destilada e autoclavados a 121°C por 1 hora (DARE, CLARK & CHU-CHOU, 1988).

2.4 INOCULAÇÃO

Utilizou-se 10% de inóculo para cada substrato utilizado (OLIVIER et al, 1991).

2.4.1 Inoculação dos resíduos agroindustriais

Os resíduos agroindustriais acondicionados nos frascos de vidro, foram inoculados em câmara asséptica com 5 g do inóculo, preparado conforme item 2.2.1.

2.4.2 Inoculação dos substratos de frutificação

Os substratos de frutificação, acondicionados nos sacos plásticos, foram inoculados em câmara asséptica com 15 g do inóculo, preparado conforme item 2.2.2.

2.5 INCUBAÇÃO

Os resíduos agroindustriais acondicionados nos frascos de vidro, foram incubados em estufa tipo B.O.D. - Marca FANEM, a 24°C±1°C, durante 40 dias, no escuro (CHANG & MILES, 1989).

Os substratos de frutificação acondicionados em sacos plásticos, foram incubados em estufa tipo B.O.D. - Marca FANEM, a 24°C±1°C, no escuro (CHANG & MILES, 1989), durante 60 dias e após este período transferidos para uma câmara de cultivo a 18°C±2°C, com umidade relativa do ar entre 85% e 90%, controlada através de higrômetro - Marca INCOTERM e com 12 horas diárias de luminosidade (CHANG & MILES, 1989).

2.6 FRUTIFICAÇÃO

Os basidiocarpos foram retirados do substrato no momento em que o véu se rompeu e as lamelas ficaram expostas (ROYSE, 1985). Os cogumelos foram pesados frescos (TAN & CHANG, 1989), em balança semi-analítica Marca - MARTE.

2.7 EFICIÊNCIA BIOLÓGICA

A eficiência biológica foi calculada pela relação entre a média do peso dos cogumelos frescos de cada substrato e o peso seco do substrato, expressa em porcentagem (TAN & CHANG, 1989).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 SELEÇÃO DOS SUBSTRATOS DE FRUTIFICAÇÃO

Os principais resíduos agroindustriais do Estado do Paraná, estimados através do levantamento da produção agrícola das safras 1987/1988 a 1991/1992, foram utilizados como substratos de desenvolvimento do inóculo (Tabela 1).

TABELA 1 - MÉDIA DE PRODUÇÃO DOS RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS (FARELO DE SOJA, BAGAÇO DE CANA, FARELO DE MILHO, BAGAÇO DE MANDIOCA, FARELO DE TRIGO, CASCA DE CAFÉ E CASCA DE ARROZ) GERADOS NO ESTADO DO PARANÁ DURANTE AS SAFRAS 87/88 A 91/92

RESÍDUO AGROINDUSTRIAL	TONELADAS
Farelo de soja	3.488.286
Bagaço de cana	3.407.280
Farelo de Milho	1.692.769
Bagaço de Mandioca	541.326
Farelo de Trigo	518.742
Casca de Café	84.766
Casca de Arroz	79.755

Fonte:SEAB, 1993.

3.1.1 Avaliação do desenvolvimento do inóculo nos resíduos agroindustriais (farelo de milho, bagaço de mandioca, farelo de trigo, farelo de soja, casca de arroz, bagaço de cana e casca de café)

O "spawn" produzido com a cepa de *Lentinula edodes* LPB 031 em grãos de trigo, preparado conforme item 2.2.1, foi inoculado nos resíduos agroindustriais selecionados (farelo de milho, bagaço de mandioca, farelo de trigo, farelo de soja, casca de arroz, casca de café e bagaço de cana), preparados conforme item 2.3.3 e o desenvolvimento do micélio observado durante quarenta dias.

A avaliação foi efetuada através do aspecto visual do micélio. Segundo TAN & MOORE (1992), há uma relação positiva entre a biomassa formada e a frutificação, isto significa que, o aspecto da biomassa aliado ao tempo de colonização do substrato pelo micélio, são fatores que influenciam não só na frutificação, mas também no aspecto morfológico dos cogumelos obtidos (normais ou anormais), além do rendimento.

A formação de película que reveste externamente o substrato, bem como a mudança gradativa de sua coloração de branca para marrom, são indicativos visuais de seleção dos substratos.

Os resultados obtidos demonstraram que após 40 dias de inoculação o micélio havia colonizado totalmente o bagaço de mandioca e o farelo de milho, sendo os únicos substratos que apresentaram película com início de coloração marrom. No farelo de trigo, apesar do micélio haver colonizado o substrato, este apresentava lacunas, caracterizando a inexistência de formação da película externa. No farelo de soja a colonização do micélio cessou após 30 dias de inoculação. Na casca de arroz, no bagaço de cana e na casca de café o desenvolvimento do micélio foi extremamente tênue, sendo que no bagaço de cana a sua visualização só foi possível em virtude da alteração de coloração do substrato.

Os substratos foram classificados, baseando-se no aspecto apresentado pelo micélio (Tabela 2).

Entre os resíduos agroindustriais utilizados como substratos, os classificados como ótimos foram o farelo de milho e o bagaço de mandioca.

Segundo LEATHAM (1986), quando inoculado em substratos artificialmente preparados, o micélio do *L.edodes* degrada preferencialmente os sacarídios e os polissacarídios, sendo considerado como fungo moderadamente lignocelulósico.

TABELA 2 - CLASSIFICAÇÃO DOS SUBSTRATOS (FARELO DE MILHO, BAGAÇO DE MANDIOCA, FARELO DE TRIGO, FARELO DE SOJA, CASCA DE ARROZ, BAGAÇO DE CANA E CASCA DE CAFÉ), QUANTO A COLONIZAÇÃO DO MICÉLIO DA CEPA DE *Lentinula edodes* LPB 031, APÓS 40 DIAS DE INOCULAÇÃO

SUBSTRATO	CLASSIFICAÇÃO*
Farelo de Milho	+ + + +
Bagaço de Mandioca	+ + + +
Farelo de Trigo	+ + +
Farelo de Soja	+
Casca de Arroz	++
Bagaço de Cana	++
Casca de Café	++

- *++++ =ótimo-colonização completa do substrato, com formação de película externa, micélio denso.
 +++ = bom-colonização completa do substrato, sem formação de película externa, micélio visível.
 ++ = fraco-colonização completa do substrato de frutificação, sem formação de película externa, micélio tênue.
 + = inviável-colonização incompleta do substrato.

Entre os monossacarídios a preferência é pela glicose e entre os polissacarídios, pelo amido. Sob este aspecto, a composição química do substrato exerce grande influência no desenvolvimento do micélio e comparativamente aos resíduos agroindustriais selecionados, o farelo de milho e o bagaço

de mandioca foram os substratos que apresentaram maior concentração de carboidratos, 73,46% e 75,16%, respectivamente (Tabela 3).

TABELA 3 - COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DOS SUBSTRATOS (FARELO DE MILHO, BAGAÇO DE MANDIOCA, FARELO DE TRIGO, FARELO DE SOJA, CASCA DE ARROZ, BAGAÇO DE CANA E CASCA DE CAFÉ)

COMPOSIÇÃO CENTESIMAL	SUBSTRATO						
	Farelo de Milho	Bagaço de Mandioca	Farelo de Trigo	Farelo de Soja	Casca de Arroz	Bagaço de Cana	Casca de Café
Umidade*	3,25	9,03	7,08	2,33	7,80	5,89	8,48
Resíduo Mineral Fixo*	1,94	1,70	5,50	7,17	12,38	1,80	7,31
Lípidios*	4,42	0,24	3,62	1,25	5,78	0,62	1,43
Proteínas*	8,35	1,26	16,08	49,14	2,06	0,70	8,38
Fibras*	8,58	12,61	9,18	5,54	46,16	34,81	33,71
Carboidratos*	73,46	75,16	58,54	34,57	25,82	56,18	40,69
Valor Calórico Total**	367,02	307,84	331,06	346,09	163,54	233,10	209,15

* = g/100 g

** = Kcal/100 g

Segundo SOCCOL (1994), a textura do substrato interfere na frutificação. O autor observou que o substrato de frutificação preparado apenas com bagaço de mandioca ficou excessivamente denso e compacto ocasionando queda no rendimento dos basidiocarpos de *Pleurotus ostreatus* 22. Fato observado neste experimento tanto em relação ao bagaço de mandioca, como ao farelo de milho.

Para otimizar a textura dos substratos de frutificação, optou-se pela incorporação, no bagaço de mandioca e farelo de milho, de diferentes proporções de um dos outros resíduos agroindustriais testados.

Na seleção deste resíduo agroindustrial observou-se que no farelo de soja, o micélio cessou sua colonização a partir do trigésimo dia de inoculação, inviabilizando a sua utilização. No desenvolvimento do micélio do *L.edodes* o nitrogênio é considerado por CHANG & MILES (1989) como a segunda fonte de nutrição. O teor de proteína encontrado no farelo de soja foi de 49,14% (Tabela 3), sugerindo que apesar de ser a segunda fonte de nutrição, o alto teor de nitrogênio encontrado não substituiu em termos nutricionais os carboidratos, primeira fonte de nutrição do micélio.

Com relação à casca de café o tênue desenvolvimento do micélio deve estar associado a presença de taninos, pois, segundo TAN & CHANG (1989) a adição de 15 ppm de ácido tânico ao substrato de frutificação atenuou o desenvolvimento do micélio, inibindo a frutificação. Segundo CAIELLI (1984), a casca de café possui cerca de

1,85% de taninos. Devido a estes fatores, o farelo de soja e a casca de café foram excluídos da seleção.

Visando otimizar a textura, o bagaço de cana foi o resíduo escolhido. Este apresenta alto teor de fibras sendo gerado em grande quantidade no Estado.

Os resíduos agroindustriais selecionados como substratos de frutificação foram o bagaço de mandioca, o farelo de milho isolados ou misturados com diferentes proporções (20%, 40%, 60% e 80%) de bagaço de cana.

3.1.2 Substratos de frutificação

3.1.2.1 Desenvolvimento do micélio da cepa de *Lentinula edodes* LPB 031 e dos substratos de frutificação (bagaço de mandioca e farelo de milho preparados isolados ou misturados com diferentes proporções de bagaço de cana), após 60 dias de inoculação do "spawn"

Segundo CHANG & MILES (1989) após a inoculação, o substrato de frutificação é incubado entre 20°C e 25°C, no escuro, até completa colonização do substrato e estabilização do micélio. Neste momento os sacos plásticos devem ser transferidos para uma câmara com temperatura entre 16°C e 18°C, umidade do ar entre 85% e 90% e 12 horas diárias de luminosidade, onde os sacos plásticos devem ser abertos, para que se inicie a frutificação.

3.1.2.1.1 Avaliação do micélio da cepa de *Lentinula edodes* LPB 031 e dos substratos de frutificação preparados com bagaço de mandioca isolado ou misturado com diferentes proporções de bagaço de cana

Os resultados obtidos demonstraram que 60 dias após a inoculação, o micélio encontrava-se estabilizado.

Segundo OHGA (1990a) o micélio é considerado estabilizado quando apresenta externamente ao substrato uma película que o reveste e protege como se fosse a casca da árvore, nesta fase acumulam-se os nutrientes necessários à frutificação. Observam-se também "botões" de micélio, que são considerados corpos de frutificação em potencial, além da película tornar-se gradativamente marrom.

Observou-se a formação dos "botões" de micélio nas cinco formulações de substratos. No substrato de frutificação preparado com 40% de bagaço de mandioca e 60% de bagaço de cana, bem como, no com 20% de bagaço de mandioca e 80% de bagaço de cana, notou-se que apesar do micélio haver colonizado totalmente o substrato, a película que o revestia externamente não apresentava aparência homogênea, havendo regiões em que esta ainda encontrava-se delgada.

3.1.2.1.2 Avaliação do micélio da cepa de *Lentinula edodes* LPB 031 e dos substratos de frutificação preparados com farelo de milho isolado ou misturado com diferentes proporções de bagaço de cana

Os resultados obtidos demonstraram que 60 dias após a inoculação, o micélio encontrava-se estabilizado.

Observou-se a formação dos "botões" de micélio nas cinco formulações de substratos.

No substrato de frutificação preparado com 100% de farelo de milho; 80% de farelo de milho e 20% de bagaço de cana; e 60% de farelo de milho e 40% de bagaço de cana, observou-se que apesar da formação dos "botões" de micélio, a película que os revestia externamente não apresentava coloração marrom. Já nos preparados com 40% de farelo de milho e 60% de bagaço de cana; e 20% de farelo de milho e 80% de bagaço de cana a coloração marrom estava presente.

3.1.3 Frutificação

Segundo SAKURA, FUNABASHI & MUSASHINO (1978) em substratos artificialmente preparados, o início da frutificação depende da composição do substrato utilizado que é em média de 80 dias.

Os primeiros basidiocarpos apareceram 65 dias após a inoculação, sendo que os substratos foram observados durante 100 dias. O tempo necessário para que aparecessem os primeiros basidiocarpos foi inferior ao observado por SONG, CHO & NAIR (1987) que relataram a obtenção de corpos de frutificação após 114 dias utilizando substrato preparado com casca de semente de algodão misturada a 5% de casca de café. Entretanto foi superior ao obtido por OHGA (1990a), que ao utilizar serragem de *Fagus crenata* enriquecida com farinha de trigo, obteve basidiocarpos após 50 dias de inoculação.

Segundo LEE (1980) no cultivo tradicional em troncos de *Quercus serrata* a frutificação ocorre após 16 meses (tempo quase sete vezes superior ao obtido neste experimento).

3.1.4 Eficiência Biológica

Os resultados demonstraram que a maior eficiência biológica foi obtida no substrato preparado com 80% de bagaço de mandioca e 20% de bagaço de cana (Tabela 4).

TABELA 4 - EFICIÊNCIA BIOLÓGICA OBTIDA NOS SUBSTRATOS DE FRUTIFICAÇÃO PREPARADOS COM BAGAÇO DE MANDIOCA E FARELO DE MILHO ISOLADOS OU MISTURADOS COM DIFERENTES PROPORÇÕES DE BAGAÇO DE CANA

Bagaço de mandioca (%)	Farelo de milho (%)	Bagaço de cana (%)	Peso seco do substrato (g)	Peso dos basidiocarpos frescos (g)*	Eficiência biológica (%)
100	-	-	150	59,11	39,41
80	-	20	150	109,37	72,91
60	-	40	150	57,36	38,24
40	-	60	150	0	0
20	-	80	150	0	0
-	100	-	150	0	0
-	80	20	150	0	0
-	60	40	150	0	0
-	40	60	150	14,53	9,69
-	20	80	150	19,35	12,90

*médias das repetições.

Eficiência Biológica = peso fresco dos corpos de frutificação/peso seco do substrato.

Comparando-se a eficiência biológica obtida no substrato de frutificação preparado com 80% de bagaço de mandioca e 20% de bagaço de cana (72,91%), com os relatos de outros autores que também utilizaram o método de cultivo do *L.edodes* em sacos plásticos, constatou-se que neste substrato a eficiência biológica foi superior a encontrada por DIEHLE & ROYSE (1986) e por RAASKA (1992), que obtiveram respectivamente, 66,2% ao cultivar o *L.edodes* em serragem de videiro e bétula suplementada com farelo de arroz e 53,59% ao cultivar o *L.edodes* em serragem.

Da mesma forma, comparando-se a eficiência biológica obtida no substrato preparado com 80% de bagaço de mandioca e 20% de bagaço de cana (72,91%) com a obtida no cultivo do *L.edodes* em troncos, observou-se que nesse substrato a eficiência biológica foi superior a obtida em quatro (*Castanea crenata*-67,8%, *Quercus alba*-61,4%, *Betula nigra*-37,0% e *Pinus virginiana*-5%), das sete espécies de madeiras testadas por FARR (1983), como também da obtida em troncos de *Pinus* sp, que segundo TATEZAWA (1990) é de 27% a 36%.

Constatou-se que a eficiência biológica obtida nessa mistura (72,91%), foi também superior a obtida em *Quercus serrata* (espécie tradicional de madeira utilizada no cultivo do *L.edodes* em troncos), que segundo LEE (1980) - entre 18% e 27%.

4 CONCLUSÃO

O uso da fermentação no estado sólido viabilizou o cultivo do *Lentinula edodes*, reduzindo seu ciclo de cultivo e gerando eficiência biológica superior a conseguida em outros substratos.

O ciclo de cultivo foi reduzido em sete vezes, quando comparado ao cultivo tradicional em troncos de *Quercus acutissima* e *Q.serrata*.

A utilização de 80% de bagaço de mandioca misturado com 20% de bagaço de cana, proporcionou o desenvolvimento de maior número de basidiocarpos, quando comparado aos outros substratos testados, gerando eficiência biológica de 72,91%.

A biotransformação do bagaço de mandioca e bagaço de cana para cultivo do *Lentinula edodes* demonstrou-se como alternativa racional de valorização e aproveitamento destes resíduos agroindustriais, encontrados em grande quantidade no Estado do Paraná.

Abstract

The present work had the objective of evaluating the viability of the cultivation for the edible fungus *Lentinula edodes* (shiitake) over agroindustrial residues produced in Paraná State. The traditional cultivation for this mushroom is made over trunks and scobs of *Quercus acutissima* and *Q.serrata* (chestnut tree) and it takes about sixteen months. Looking for alternative substrates for time reduction and growing possibility, the raw cassava waste with 20% of sugarcane residues has shown a good option. The spawn was produced on wheat grains and inoculated in plastic bags containing raw cassava waste. The basidiocarps growth was observed after 65 days inoculation, which represents a time reduction of seven times when compared to the traditional method.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 CAIELLI, Edgard Leone. Uso de palha de café na alimentação de ruminantes. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 10, n. 119, p. 36-38, nov. 1984.
- 2 CHANG, Shu-Ting, MILES, Philip. **Edible mushrooms and their cultivation**. Florida : CRC Press, 1989. 345 p.
- 3 DARE, P.H., CLARK, T.A., CHU-CHOU, M. Consumption of substrate components by the cultivated mushroom *Lentinus edodes* during growth and fruiting on softwood and hardwood-based media. **Process Biochemistry**, p. 156-160, Oct. 1988.

- 4 DIEHLE, Douglas, ROYSE, Daniel. Shiitake cultivation on sawdust: evaluation of selected genotypes for biological efficiency and mushroom size. **Mycologia**, v. 78, n. 6, p. 929-933, 1986.
- 5 FARR, David F. Mushroom industry: diversification with additional species in the United States. **Mycologia**, v. 75, n. 2, p. 351-360, 1983.
- 6 FREITAS, R.J.S., DAHER, A.L.K., SANTOS, M.A.B., TIBONI, E., CECATO, E. **Técnicas analíticas de alimentos**. Curitiba : TECPAR, 1979. 114 p. Apostila.
- 7 LEATHAM, G. F. The ligninolytic activities of *Lentinus edodes* and *Phanerochaete chrysosporium*. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 24, p. 24-58, 1986.
- 8 LEE, Eung Rae. **Manual of oak mushroom cultivation**. Seoul : National Federation of Forestry Association, 1980. 53 p.
- 9 MEE, Henry, VALLEY, Castro. **Method for growing mushrooms**. U.S. 739,393, n. 4, 127,965; 8 november 1976; 5 december 1978.
- 10 NORMAS ANALÍTICAS DO INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3. ed. São Paulo, 1990. v. 1
- 11 OHGA, Shoji. Effects of nutritional component on mycelial growth and fruit body yield of the shiitake mushroom, *Lentinus edodes*, on sawdust substrate. **Journal of Faculty of Agriculture**, v. 34, n. 4, p. 405-412, 1990a.
- 12 OHGA, Shoji. Growth rate of mycelium of shiitake, *Lentinus edodes*, in relation to water potential medium. **Journal of Faculty of Agriculture**, v. 34, n. 4, p. 413-420, 1990b.
- 13 OLIVIER, Jean-Marc, LABORDE, Jean, GUINBERTEAU, et al. **La culture des champignons**. Paris : Armand Colin, 1991. 158 p.
- 14 RAASKA, Laura. The growth and productivity of six shiitake (*Lentinus edodes*) strains on supplemented sawdust medium. **Material und Organismen**, v. 25, n. 1, p. 48-61, 1992.
- 15 ROYSE, Daniel. Effect of spawn run time and substrate nutrition on yield and size of the shiitake mushroom. **Mycologia**, v. 77, n. 5, p. 756-762, 1985.
- 16 SAKURA, N. F., FUNABASHI, A. M., MUSASHINO, K. H. **Method for cultivation of *Lentinus edodes***. 794,100, U.S. n. 4; 083,144, 5 may 1977, 11 april 1978.

- 17 SEAB. Secretaria da Agricultura e Abastecimento. Acompanhamento da Situação Agropecuária no Paraná. DERAL, Curitiba, v. 19, n. 8, p. 195, set./out. 1993.
- 18 SOCCOL, Carlos Ricardo. Contribuição ao estudo da fermentação no estado sólido em relação com a produção de ácido fumárico, biotransformação de resíduo sólido de mandioca por *Rhizopus* e basidiomacromicetos do gênero *Pleurotus*. Curitiba, 1994. 228 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Química), Universidade Federal do Paraná.
- 19 SONG, C.H., CHO, K.Y., NAIR, N.G. A synthetic medium for the production of submerged cultures of *Lentinus edodes*. *Mycologia*, v. 79, n. 6, p. 866-876, 1987.
- 20 TAN, Y. H., CHANG, S.T. Yield and mycelial growth response of the shiitake mushroom, *Lentinus edodes* (Berk.) Sing. to supplementation on sawdust media. *Mushroom Journal for the Tropics*, v. 9, p. 1-14, 1989.
- 21 TAN, Yee How, MOORE, David. Convenient and effective methods for in vitro cultivation of micelium and fruiting bodies of *Lentinus edodes*. *Mycol. Res.*, v. 96, n. 12, p. 1077-1084, 1992.
- 22 TATEZAWA, N. Cultivo de shiitake no Brasil. São Paulo : MOA, 1990. 33 p.