

ESTUDO FÍSICO-QUÍMICO EM RESÍDUO MADEIREIRO E AGROINDUSTRIAL COMO SUBSTRATO DE CULTIVO DE COGUMELOS.

André Luiz Borborema da CUNHA¹; Ceci SALES-CAMPOS²; Maria de Jesus Coutinho Varejão³; Lídia Medina de Araújo⁴

¹Bolsista PIBIC/CNPq/INPA; ²Orientadora CPPF/INPA; ³Colaboradora CPPF/INPA; ⁴Colaboradora UFAM

1. Introdução

A disponibilidade de resíduos madeireiros e agroindustriais na região norte, possibilita o início e aumento de estudos que estão ligados a tecnologias que favorecem o cultivo de cogumelos comestíveis em substratos de baixo custo e fácil aquisição. A escolha do substrato é muito importante no cultivo, havendo desta forma a necessidade de realização de certas análises físico-químicas a cerca da matéria prima para elaboração dos substratos. Portanto, este estudo teve como objetivo caracterizar o perfil físico-químico de resíduos madeireiros e agroindustriais utilizados na formulação de substratos, avaliando a capacidade destes em fornecer condições favoráveis ao desenvolvimento e crescimento micelial de cogumelos da região.

2. Material e Métodos

O estudo foi conduzido na Coordenação de Pesquisas em Produtos Florestais (CPPF) do Instituto Nacional de pesquisas da Amazônia (INPA), nos laboratórios de Cultivo de Fungos Comestíveis e de Química da Madeira, do mesmo Instituto e no laboratório da Central Analítica da Universidade Federal do Amazonas (UFAM).

Coleta, secagem e preparação das amostras - A escolha do resíduo madeireiro foi baseada na disponibilidade de geração do resíduo produzido pela indústria madeireira local, sendo utilizados resíduos madeireiros de *Simarouba amara* (marupá) e de *Anacardium giganteum* (cajuí). A coleta, secagem e preparação do material foram feitas na CPPF/INPA. Como resíduo agroindustrial foi utilizado: engaço da banana pacova (*Musa sp.*) e a semente de açaí (*Euterpe precatoria* Mart.). Após coleta e processamento dos resíduos, estes foram secos em secador solar CPPF/INPA, e acondicionados em depósitos plásticos de 100 L (separados por cada tipo de matéria-prima) até o preparo do substrato para o teste com fungo. As matérias-primas básicas utilizadas para a formulação dos substratos foram assim especificadas na tabela 1. Aliquotas das matérias-primas utilizadas na formulação dos substratos bem como dos substratos formulados para o cultivo *in vitro* foram retiradas para as análises físico-químicas e composição centesimal após pulverização em moinho de faca tipo Willey.

Tabela 1. Proporção da mistura de ingredientes para cada formulação do substrato.

Matérias-primas e Substratos	Ingredientes					
	Engaço de Banana	Semente de Açaí	Serragem de Marupá	Serragem de Cajuí	Mistura de Farelos	CaCO ₃
BAN-MP	100%	-	-	-	-	-
AÇA-MP	-	100%	-	-	-	-
SIA-BAN-SUPL	80%	-	-	-	18%	2%
SIA-AÇA-SUPL	-	80%	-	-	18%	2%
MIX-SIA-BAN-AÇA-SUPL	40%	40%	-	-	18%	2%
MIX-SIA-BAN-MA-NÃO-SUPL	49%	-	49%	-	-	2%
MIX-SIA-BAN-AÇA-NÃO-SUPL	49%	49%	-	-	-	2%
MIX-SIA-BAN-CA-NÃO-SUPL	49%	-	-	49%	-	2%

Foram realizadas as seguintes análises físico-químicas: determinação de sólidos solúveis (Carvalho, *et al.*, 2002), pH (A.O.A.C. 1997), nitrogênio pelo método Kjeldahl (Malavolta *et al.*, 1989; A.O.A.C. 1997), Carbono orgânico, determinado em analisador elementar Vario Max CN e taninos, pelo método Stiasny (Vetter e Barbora, 1995) por extração ultra-sônica em lavadora ultra-sônica UNIQUE. As análises de composição centesimal foram proteínas, pela conversão do nitrogênio usando o fator de conversão 6,25, teor de lipídios, conteúdo de umidade, massa seca, teor de cinzas (A.O.A.C. 2000) e carboidratos totais (Nepa, 2006).

3. Resultados e Discussão

Características físico-químicas dos substratos - Para os sólidos solúveis analisados, observa-se que em todas as amostras houve pouca ausência desses compostos, indicando baixo conteúdo de açúcares (tabela 2). Em relação ao conteúdo de nitrogênio (N %), observa-se na tabela 2 valor alto (0,78%) para o engaço de banana (BAN-MP) e baixo (0,48%) para a semente de açaí (AÇA-MP). O teor de N foi aumentado quando estas matérias foram suplementadas (SIA-BAN-SUPL, SIA-AÇA-SUPL) resultando em (1,09 e 1,01%) para os respectivos substratos. A suplementação de uma fonte protéica (N) ao substrato é essencial para a nutrição dos fungos (Sales-Campos, 2008). O excesso, no entanto, inibe a degradação da lignina e conseqüentemente retarda ou até mesmo cessa o crescimento micelial (Zadrazil, 1978; Maziero, 1990). Outros fatores podem também influenciar negativamente no crescimento fúngico como a presença de extrativos e taninos. O teor de carbono foi superior na matéria-prima AÇA-MP (40,91%) contribuindo para um maior nível no seu substrato suplementado (43,14). Nos substratos que são compostos por resíduos madeireiros (MIX-SIA-BAN-MA-NÃO-SUPL e MIX-SIA-BAN-CA-NÃO-SUPL), também foi observada maior quantidade de carbono pelo fato da madeira ter maiores quantidades dessa matéria orgânica, como foi observado por Sales-Campos (2008). A relação C:N maior na matéria-prima AÇA-MP (tabela 2), é em função do baixo percentual de N (0,48 %) e carbono elevado, contribuindo para uma relação C:N mais alta (85,23%). Segundo Eira *et al.* (1997), a relação C:N inicial necessária para o cultivo de *Pleurotus* é da ordem de 80-100:1, quando se trata de cultivo de *Pleurotus* em substrato natural (compostado e pasteurizado). Para o cultivo axênico as relações C:N são mais estreitas. Relação C:N muito estreitas ($\leq 29:1$) inibiram o crescimento de *P. ostreatus* no estudo de Maziero (1990), em função de N elevado e baixa taxa de carbono.

Tabela 2. Valores médios das análises físico-químicas (Sólidos solúveis e pH), carbono (C), nitrogênio (N) e relação C:N das matérias-primas e substratos iniciais autoclavados.

Amostras	pH	C (%)	N (%)	C:N (%)	Sólidos Solúveis (Brix)
BAN-MP	10,01	35,48	0,78	45,49	0
AÇA-MP	6,86	40,91	0,48	85,23	0
SIA-BAN-SUPL	9,48	37,7	1,09	34,59	1
SIA-AÇA-SUPL	7,62	43,14	1,01	42,71	0
MIX-SIA-BAN-AÇA-SUPL	8,57	38,15	1	38,15	0
MIX-SIA-BAN-MA-NÃO-SUPL	9,1	41,1	0,81	50,74	0
MIX-SIA-BAN-AÇA-NÃO-SUPL	9,27	39,45	0,95	41,53	1
MIX-SIA-BAN-CA-NÃO-SUPL	9,2	40,92	1	40,92	0

Os valores de pH das matérias-primas variaram de 6,86 a 10,01 (Tabela 2) para a semente de açaí e banana, respectivamente. Nota-se que o pH elevado da matéria-prima engaço da banana (10,01) influenciou na formulação de todos os substratos contribuindo para a elevação do pH destes, exceto no substrato SIA-AÇA-SUP (7,62) no qual recebeu a matéria-prima semente de açaí AÇA-MP (6,86) e seus valores de pH ficaram mais próximos dos ideais para a maioria dos fungos. O substrato composto pela mistura engaço + semente de açaí suplementado (MIX SIA BAN-AÇA SUPL) apresentou pH 8,57, evidenciando a redução quando a semente de açaí foi adicionada ao meio, pois o engaço por si só (pH:10,01) torna o meio bastante básico para o cultivo de cogumelos, podendo influenciar no desenvolvimento deste. Nos substratos que não receberam a suplementação de farelo de cereais (MIX-SIA-BAN-MA-NÃO-SUPL, MIX-SIA-BAN-AÇA-NÃO-SUPL, MIX-SIA-BAN-CA-NÃO-SUPL), os valores de pH variaram de 9,1 a 9,27, os quais também são considerados básicos. A não adição de farelos de cereais também contribuiu para torná-los básicos, já que estes possuem pH 6,6 e foram os mesmos farelos utilizados no trabalho de Sales-Campos (2008), quando cultivou *Pleurotus ostreatus* em diversas serragens, sendo que estas também apresentaram pH (5,9 a 6,7) considerados bons para o cultivo de *Pleurotus ostreatus*.

Em virtude de existirem algumas substâncias que inibem o crescimento micelial foi realizada a determinação de taninos os quais em certas quantidades podem dificultar o desenvolvimento do fungo no substrato (Tabela 3). A matéria-prima engaço de banana (BAN-MP) obteve a maior quantidade desses taninos em teste qualitativo com cloreto férrico. Observou-se a presença de taninos pirocatêquicos (3,77%) influenciando na composição dos demais substratos. Para diminuir a presença desta substâncias foi realizada uma segunda extração da amostra que tinha passado pela primeira extração, para verificar se a concentração permanecia. Observou-se que na maioria dos substratos no teste qualitativo o resultado foi negativo, exceção para a matéria-prima engaço de banana. Os taninos geralmente têm um efeito na redução ou modificação da atividade microbiana e atividade enzimática, muitas vezes agindo como um bactericida, (Mcsweeney *et al.*,

2001), que possivelmente impede o desenvolvimento do fungo em substratos com altas concentrações da matéria-prima engajo da banana. Outra relação importante foi que na segunda extração (lavagem) os taninos tornaram-se ausente ou reduzidos, influenciando os valores de pH, tornando-os mais próximos do que é aconselhável para o cultivo de cogumelos comestíveis, em torno de 6 a 7 (Tabela 3). A presença de taninos do tipo pirocatéquicos conforme Sales-Campos *et al.*, (2010), possivelmente inibiram o crescimento de *Pleurotus ostreatus* e *Lentinula edodes* quando utilizados separadamente no trabalho de Pires *et al.* (2010). Quando este resíduo foi testado quanto ao crescimento micelial de *P. ostreatus* e *L. edodes* adicionado de serragem de marupá; serragem de cajuí e semente de açaí, promoveu crescimento micelial apenas de *P. ostreatus* (Barbosa *et al.*, 2010). *Lentinula edodes* parece mais sensível à presença deste componente, já que não cresceu em nenhuma formulação adicionada desse resíduo.

Tabela 3. Teores de taninos nas matérias-primas e substratos iniciais na 1° e 2° extração.

Amostras	1° Extração			2° Extração		
	Qualitativo	Quantitativo (%)	pH	Qualitativo	Quantitativo (%)	pH
BAN-MP	Presença	3,77	10,2	Presença	2,28	7,8
AÇA-MP	Ausencia	0,00	6,0	Ausencia	0,00	5,7
SIA-BAN-SUPL	Presença	3,58	9,5	Ausencia	0,00	8,2
SIA-AÇA-SUPL	Ausencia	0,00	5,2	Ausencia	0,00	6,6
MIX-SIA-BAN-AÇA-SUPL	Presença	2,38	7,4	Ausencia	0,00	7,9
MIX-SIA-BAN-MA-NÃO-SUPL	Presença	1,57	8,0	Ausencia	0,00	8,0
MIX-SIA-BAN-AÇA-NÃO-SUPL	Presença	3,05	8,9	Ausencia	0,00	7,0
MIX-SIA-BAN-CA-NÃO-SUPL	Presença	1,94	7,9	Ausencia	0,00	7,0

Características da composição centesimal dos substratos - Na composição centesimal das matérias-primas e substratos (Tabela 4), os teores de proteína acompanharam os mesmos valores de nitrogênio já que a proteína é determinada pela quantidade N% em cada amostra. Esses valores foram considerados baixos, onde o aumento só ocorreu com a suplementação deste para tornar o substrato mais protéico. O teor de lipídeos variou pouco em relação às matérias-prima e substratos utilizados. Quando ocorreu a suplementação pela adição de farelos, observa-se que houve maior incremento no teor lipídico (Tabela 4).

Tabela 4. Composição centesimal das matérias-primas e substratos iniciais autoclavados.

Substratos	Proteínas (N x 6,25) (%)	Lipídios (%)	U (%)	Cinzas (%)	MS (%)	Carboidratos Totais (%)
BAN-MP	4,86	1,73	11,48	16,99	88,52	76,42
AÇA-MP	2,97	1,08	9,62	2,24	90,38	93,71
SIA-BAN-SUPL	6,8	3,04	6,00	17,59	94	72,57
SIA-AÇA-SUPL	6,29	2,3	6,05	4,33	93,95	87,08
MIX-SIA-BAN-AÇA-SUPL	5,95	2,34	9,95	12,12	90,05	79,59
MIX-SIA-BAN-MA-NÃO-SUPL	5,08	1,22	7,33	14,24	92,67	79,46
MIX-SIA-BAN-AÇA-NÃO-SUPL	6,22	1,38	6,28	10,88	93,72	81,52
MIX-SIA-BAN-CA-NÃO-SUPL	6,24	1,43	5,84	10,43	94,16	81,9

U= Umidade; MS= Matéria seca

O conteúdo de cinzas foi alto na matéria-prima engajo de banana (BAN-MP) 16,99% e menor na semente de açaí (AÇA-MP) 2,24%. Possivelmente esse valor pode contribuir em futuras análises para aumentar o teor de macro e micronutrientes, assim como, nos substratos com formulação envolvendo o engajo de banana (BAN-MP). Contribui também para aumentar o teor de minerais, havendo a necessidade de lixiviação do tanino. A suplementação favoreceu o aumento do teor de cinzas nos substratos, como pode ser visto no substrato inicial engajo de banana suplementado (SIA-BAN SUPL) e na semente de açaí suplementada (SIA-AÇA-SUPL) com 17,59%, e 4,33% respectivamente (Tabela 3). No substrato composto pela mistura engajo + açaí + suplementação de farelos (MIX-SIA-BAN-AÇA-SUPL) o conteúdo de cinzas foi mais favorecido pelo teor de cinzas proveniente do engajo (16,99%) que é muito superior ao do açaí (2,24%) bem como da mistura destes farelos (8,94%), os quais foram analisados por Sales-Campos *et al.*, (2008) e utilizados neste estudo. Comparando a matéria prima engajo da banana (BAN-MP), com 16,99% de cinzas, com os substrato mistos não suplementados (MIX-SIA-BAN-MA-NÃO-SUPL; MIX-SIA-BAN-AÇA-NÃO-SUPL; MIX-SIA-BAN-CA-NÃO-SUPL), apresentando respectivos teores de cinza (14,24%; 10,88%; 10,43%), observa-se que estes possuem valores inferiores ao engajo, pois não

receberam suplementação. Mesmo assim, tiveram valores elevados em cinza, considerando o teor de cinza proveniente do engaço. A umidade das amostras variou de 5,84 a 11,48%, sendo considerada baixa. O teor de matéria seca acompanhou os resultados de umidade evidenciando que a semente de açaí tem uma porcentagem de umidade menor que o do engaço de banana (Tabela 4). O percentual de carboidratos totais na matéria-prima foi maior na semente de açaí (AÇA-MP): 93,71%. Cabe ressaltar que no teor de carboidratos totais encontra-se inclusa a fração fibra e a semente de açaí por ser um material fibroso, possivelmente contribuiu para o maior conteúdo de carboidratos (93,71%).

4. Conclusão

A matéria-prima semente de açaí possui pH e relação C:N mais adequado para o cultivo de cogumelos e não foi verificada a existência de inibidores de crescimento nesses substratos. No engaço da banana foi detectada a presença de taninos do tipo pirocatéquicos, onde há a necessidade de se fazer redução na concentração deste teor de taninos, para que os fungos possam se desenvolver adequadamente.

5. Agradecimentos

Ao Instituto de Pesquisas da Amazônia pelo apoio institucional e CNPq pelo financiamento da pesquisa.

6. Referências

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. 1997. *Official Methods of Analysis of A.O.A.C. International*. 16a. ed. 3a. rev. A.O.A.C. International. Gaithersburg, MD.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. 2000. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 17. ed. Gaithersburg: AOAC International.
- Barbosa, S. R. L.; Sales-campos, C.; Abreu, R. L. S. de; Andrade, M. C. N. 2010. Avaliação do crescimento micelial de *Pleurotus ostreatus* e *Lentinula edodes* em diferentes substratos a base de engaço de banana. In: Anais. V Simpósio internacional sobre cogumelos no Brasil e IV Simpósio nacional sobre cogumelos comestíveis. UNISO. Sorocaba, São Paulo.
- Carvalho, H. H.; Jong, E. V.; Belló, R. M.; Souza, R. B.; Terra, M. F. 2002. *Alimentos: Métodos físicos e químicos de análise*. Ed. Universidade/UFRGS. p.163-165.
- Eira, A. F.; Minihoni, M. T. A.; Bragag, G. C.; Montini, R. M. C.; Ichida, M. S.; Marino, R. H.; Colauto, N. B.; Silva, J.; Neto, F. J. 1997. *Manual teórico/ prático do cultivo de cogumelos comestíveis*. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais-UNESP, 115p.
- Malavolta, E.; Vitti, G. C.; Oliveira, S. A. 1989. *Avaliação do Estado Nutricional das Plantas: Princípios e Aplicações*. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, Piracicaba, SP. 201 p.
- Maziero, R. 1990. *Substratos alternativos para o cultivo de Pleurotus spp.* Dissertação de mestrado em Ciências Biológicas-Botânica. Instituto de Biociências. USP. S. Paulo, 136 p.
- Mcsweeney, C. S.; Palmer, B.; Bunch, R. et al. 2001. Effect of the tropical forage calliandra on microbial protein synthesis and ecology in the rumen. *J. Appl. Microbiol.*, v. 90, p. 78-88.
- NEPA - Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação. 2006. *Tabela de Composição de Alimentos/NEPA-UNICAMP*. Campinas, São Paulo. 105p.
- Pires, D. A.; Sales-campos, C.; Barbosa, S. R. L. ; Andrade, M. C. N. 2010. Cultivo *in vitro* de *Pleurotus ostreatus* e *Lentinula edodes* em resíduos lignocelulósicos regionais. In: Anais. V Simpósio internacional sobre cogumelos no Brasil e IV Simpósio nacional sobre cogumelos comestíveis. UNISO. Sorocaba, São Paulo.
- Sales-Campos, C. 2008. *Aproveitamento de resíduos madeireiros e da agroindústria regional para o cultivo de fungos comestíveis de ocorrência na região amazônica*. Tese (Doutorado em Biotecnologia) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus-AM. 197 p.
- Sales-Campos, C.; Cunha, A. L. B.; Varejão, M. de J. C.; Andrade, M. C. N. de; Araújo, L. M. 2010. Estudo físico-químico e nutricional de resíduo agroindustrial como base para formulação de substratos para cultivo de cogumelos. In: Anais. V Simpósio internacional sobre cogumelos no Brasil e IV Simpósio nacional sobre cogumelos comestíveis. UNISO. Sorocaba, São Paulo.
- Vetter. R. E.; Barbosa. A. P. R. 1995. Mangrove Bark: A renewable resin source for wood adhesives. *Acta Amazonica*. 25(1/2):69-72.
- Zadrazil, F. 1978. Cultivation of *Pleurotus*. In: Ghang, S. T.; Hayes W. A (eds.). *The biology and cultivation of edible mushrooms*. New York: Academic Press, p. 521-557.