

AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias

ISSN (on line): 1981-0997; (impresso): 1981-1160

v.5, n.2, p.225-231, abr.-jun., 2010

Recife - PE, Brasil, UFRPE. www.agraria.ufrpe.br

DOI 10.5039/agraria.v5i2a683

Protocolo 628 - 30/06/2009 • Aprovado em 28/04/2010

Geisi A. da Silva^{1,2}

Regina H. Marino¹

Mônica E. G. Lopes¹

Thais Á. Almeida^{1,2}

Ângela C. F. Costa¹

Marcus V. G. Martins¹

Avaliação do potencial de degradação de fungos causadores de podridão branca

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial degradador *in vitro* de fungos causadores de podridão branca em serragem de clones de eucalipto. As espécies fúngicas de podridão branca utilizadas nos testes *in vitro* foram: *Pycnoporus sanguineus*, *Phellinus gilvus* e *Schizophyllum commune*. O experimento foi realizado em arranjo fatorial 3 x 3, disposto em delineamento inteiramente casualizado. Os parâmetros analisados foram: diâmetro do crescimento micelial (cm), velocidade de crescimento (cm dia⁻¹), densidade micelial dos isolados fúngicos e perda de massa da serragem (%). Os isolados *Phellinus gilvus* e *Pycnoporus sanguineus* apresentaram maior velocidade de crescimento e resultaram em maior perda de massa da serragem em relação ao *Schizophyllum commune*. *Pycnoporus sanguineus* apresentou maior adensamento micelial que os demais isolados em todos os clones testados. Dentre os clones testados, o 2361 foi o que resultou em menor velocidade de crescimento dos isolados fúngicos e menor perda de massa da serragem, mas favoreceu a formação de micélio mediamente a fortemente adensado em todos os isolados fúngicos. Dos isolados testados, *Pycnoporus sanguineus* e *Phellinus gilvus* foram os mais eficientes na degradação *in vitro* da serragem de eucalipto.

Palavras-chave: biodegradação, basidiomicetos, eucalipto

Evaluating the degradation potential of white-rot fungi

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the *in vitro* degrading potential of white-rot fungi in sawdust of eucalyptus clones. The white-rot fungi species tested were: *Pycnoporus sanguineus*, *Phellinus gilvus* and *Schizophyllum commune*. The experiment was carried out in factorial arrangement 3 x 3, displayed in a completed randomized design. The analysed parameters were: diameter of the mycelial growth (cm), speed of growth (cm day⁻¹), mycelial density of the fungal isolate and loss of sawdust mass (%). The isolated *Pycnoporus sanguineus* and *Phellinus gilvus* presented higher speed growth and resulted in higher loss of sawdust mass when compared to *Schizophyllum commune*. *Pycnoporus sanguineus* presented the highest mycelial density in all clones tested. Clone 2361 resulted in the smallest fungal isolate growth and smaller loss of sawdust mass, but it favored the formation of moderately and highly dense mycelial in all isolates. The most efficient in *in vitro* degradation of eucalyptus sawdust was achieved with *Pycnoporus sanguineus* and *Phellinus gilvus*.

Key words: Biodegradation, basidiomycetes, eucalyptus

¹ Universidade Federal de Sergipe (UFS), Cidade Universitária Prof. José Aloisio de Campos, Jardim Rosa Elze, 49100-000, São Cristóvão-SE, Brasil. Fone: (79) 2105-6984. Fax (79) 2105-6566. E-mail: geisi_azevedo@hotmail.com; rehmarino@hotmail.com; monikinhagomes@hotmail.com; isinha_avilaalmeida@hotmail.com; anjinha.freire@hotmail.com; marcusvgm@yahoo.com

² Bolsista PIBIC/COPEs

INTRODUÇÃO

As pesquisas relacionadas à utilização de fungos causadores de podridão branca têm aumentado a atenção nos últimos anos devido ao reconhecimento da sua importância em diferentes áreas da ciência como, por exemplo, na biodegradação de compostos xenobióticos (Rabinovich et al., 2004; Tortella et al. 2005; Patel et al., 2009) e decomposição de resíduos madeireiros (Yadav et al., 2002; Luna et al., 2004; Fernandes et al., 2005; Alfenas et al., 2007; Van Heerden et al., 2008).

Na indústria de papel e celulose, após o corte da madeira, são deixados no campo tocos que dificultam o preparo do solo e a mecanização da cultura. Estes tocos remanescentes normalmente são retirados mecanicamente, o que aumenta o custo de produção e favorece a compactação do solo devido ao fluxo de máquinas pesadas sobre terreno. Uma forma alternativa de reduzir esses efeitos negativos sobre a produção de eucalipto seria a destoca biológica, utilizando microrganismos lignocelulolíticos, como os fungos causadores de podridão.

O processo de avaliação de microrganismos quanto ao potencial biodegradador pode ser realizado com base, por exemplo, no crescimento micelial (Yadav et al., 2002), densidade micelial ou vigor micelial (Abreu et al., 2007), perda de massa (Fernandes et al., 2005; Abreu et al., 2007), produção de biomassa (Paes et al., 2002) e atividade enzimática (Wesenberg et al. 2003, Rabinovich et al., 2004; Tang & Zhong, 2004).

Neste trabalho avaliou-se, *in vitro*, o potencial biodegradador de fungos de podridão branca em clones de eucalipto.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram desenvolvidos na Clínica Fitossanitária do Departamento de Engenharia Agrônômica (DEA), Universidade Federal de Sergipe, SE.

Obtenção e manutenção dos isolados

Foram utilizadas três espécies fúngicas causadoras de podridão branca: *Pycnoporus sanguineus* (PS05/08), *Phellinus gilvus* (PG20/08) e *Schizophyllum commune* (SC17/08), depositadas na micoteca do DEA/UFS e preservadas em óleo mineral em geladeira. Para uso, os isolados foram repicados para placas de Petri contendo meio de cultura à base de batata-dextrose-água (BDA) e incubados a $27 \pm 2^\circ\text{C}$ por sete dias.

Clones de eucalipto

A serragem de eucalipto utilizada foi dos clones 1249, 1277 e 2361, provenientes de discos de toras de sete anos após o transplante pertencente à empresa Bahia Pulp Ltda, localizada no município de Entre Rios, BA. A granulometria média das partículas da serragem foi de 42 mm.

Parâmetros avaliados

Os parâmetros analisados foram: diâmetro do crescimento micelial (cm), velocidade de crescimento (cm dia⁻¹), densidade micelial (escala subjetiva) e perda de massa (%). Para avali-

ação do crescimento micelial, a serragem foi umedecida a 70% e suplementada com 40% de farelo de trigo. Em seguida, foram acondicionados 20 gramas do substrato em placas de Petri e autoclavados por 20 minutos a 120°C e 1 atm. Após o resfriamento, foi realizada a transferência de um disco do meio de cultura BDA colonizado pelo micélio dos isolados PS05/08, PG20/08 e SC17/08. O disco inoculante foi posicionado com a parte colonizada voltada para o substrato à base de serragem. A incubação foi realizada à temperatura $27 \pm 2^\circ\text{C}$, por 3 dias. Diariamente, por quatro dias, foi mensurado o diâmetro de cada colônia, nos dois sentidos perpendiculares, até que o micélio de qualquer das colônias atingisse a borda da placa.

O diâmetro do crescimento micelial (cm) e a velocidade de crescimento micelial foram determinados, após a inoculação, pela diferença diária entre as medidas de diâmetros consecutivos, até o sétimo dia. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três repetições por isolado e por clone. Cada unidade experimental foi constituída por uma placa de Petri.

A densidade micelial foi avaliada por meio de escala subjetiva onde: + micélio pouco adensado, presença de hifas espaçadas e finas; ++ micélio mediamente adensado e +++ micélio fortemente adensado, e presença de hifas espaçadas do tipo rizóides.

Em seguida, a serragem foi acondicionada em tubos de ensaio de dimensão de 20 cm (comprimento) x 2 cm (diâmetro) que foram vedados com tampão de algodão e autoclavados por 20 minutos a 120°C e 1 atm. Após o resfriamento, a serragem foi inoculada, em condições assépticas, pela transferência de um disco de meio de cultura BDA previamente colonizado pelo micélio dos isolados e incubado à temperatura $27 \pm 2^\circ\text{C}$, por 60 dias. Para determinação da perda de massa, a serragem foi submetida à aclimação por 72 horas à

$$Pm = \frac{Pi - Pf}{Pi} \times 100$$

temperatura de $50 \pm 1^\circ\text{C}$ e após, foi determinado seu peso final (Pf).

A perda de massa (Pm) foi calculada por meio da equação: onde: Pm – perda de massa, em %;

Pi – peso inicial seco (antes da exposição ao fungo), em gramas e

Pf – peso final seco (após a exposição ao fungo), em gramas.

Análise estatística

Foi adotado o delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial A (3) x B (3) (A = clones, B = isolados). Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey a 5% de significância para comparação das médias.

As interações entre diâmetro x período de incubação e velocidade de crescimento x perda de massa foram avaliadas pelas análises de regressão e correlação de Pearson; e aplicado o Teste t a 1 e 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A velocidade média de crescimento micelial dos isolados fúngicos nos clones 1249, 1277 e 2361 foram, respectivamente, 1,24, 1,08 e 0,96 cm dia⁻¹ com diferença significativa entre os clones 1249 e 2361 (Figura 1 A).

Considerando a velocidade média de crescimento entre os isolados testados, *Pycnoporus sanguineus* e *Phellinus gilvus* apresentaram valores significativamente maior que o *Schizophyllum commune*, respectivamente 1,28 e 1,16 cm dia⁻¹ e 0,73 cm dia⁻¹ (Figura 2B). O mesmo comportamento foi verificado nos clones 1249 e 2361, enquanto que no clone 1277, o isolado *P. sanguineus* foi o que apresentou maior velocidade de crescimento micelial (Tabela 1).

Segundo Stanier et al. (1969), o crescimento micelial está correlacionado com o período de incubação, sendo ajustado pelo modelo de regressão linear, tal como observado em todos isolados e clones testados (Figura 2).

Por sua vez, Marino et al. (2006) afirmaram que a velocidade de crescimento micelial é inversamente correlacionada com a densidade micelial, como obtido no isolado *Phellinus gilvus* nos clones 1249 e 1277, e em todos os isolados quando inoculados no clone 2361. Já o *Pycnoporus sanguineus* obteve junto com *P. gilvus* maior velocidade de crescimento e micélio mediamente (clones 1249 e 1277) a fortemente adensado no clone 2361. Enquanto que o isolado *Schizophyllum commune*, que obteve menor valor de velocidade de crescimento, entre os isolados testados, apresentou crescimento micelial fracamente adensado nos clones 1249 e 1277 (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1. Velocidade de crescimento micelial (cm dia⁻¹) dos isolados de fungos causadores de podridão branca em serragem de eucalipto

Table 1. Mycelial growth speed (cm day⁻¹) of white-rot fungi isolate in eucalyptus sawdust

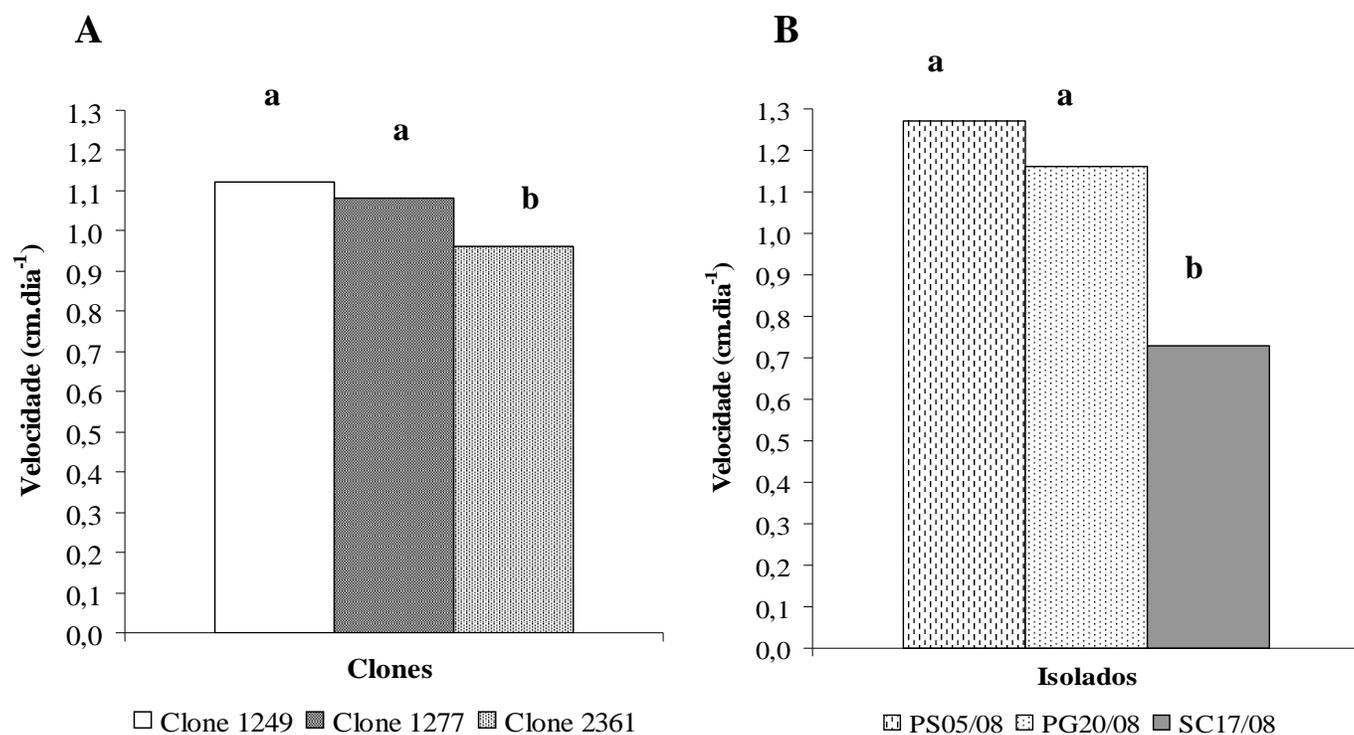
Isolados ¹	Velocidade de crescimento micelial média (cm dia ⁻¹)		
	Clones de eucalipto		
	1249	1277	2361
PS05/08	1,38 aA ²	1,42 aA	1,02 aB
PG20/08	1,19 aA	1,15 bA	1,15 aA
SC17/08	0,80 bA	0,67 cA	0,71 bA

¹ Isolados fúngicos causadores de podridão branca: PS05/08 - *Pycnoporus sanguineus*, PG20/08 - *Phellinus gilvus* e SC17/08 - *Schizophyllum commune*;

² Comparações entre as médias, na mesma linha (letras maiúsculas) e na mesma coluna (letras minúsculas) seguidas por letras distintas diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Os fatores que influenciam na ocorrência de diferentes graus de adensamento de hifas são: composição química do meio de cultivo (Marino et al., 2006), estabilidade genética do isolado (Li et al., 1994) e espécie de fungo (Stamets, 1993).

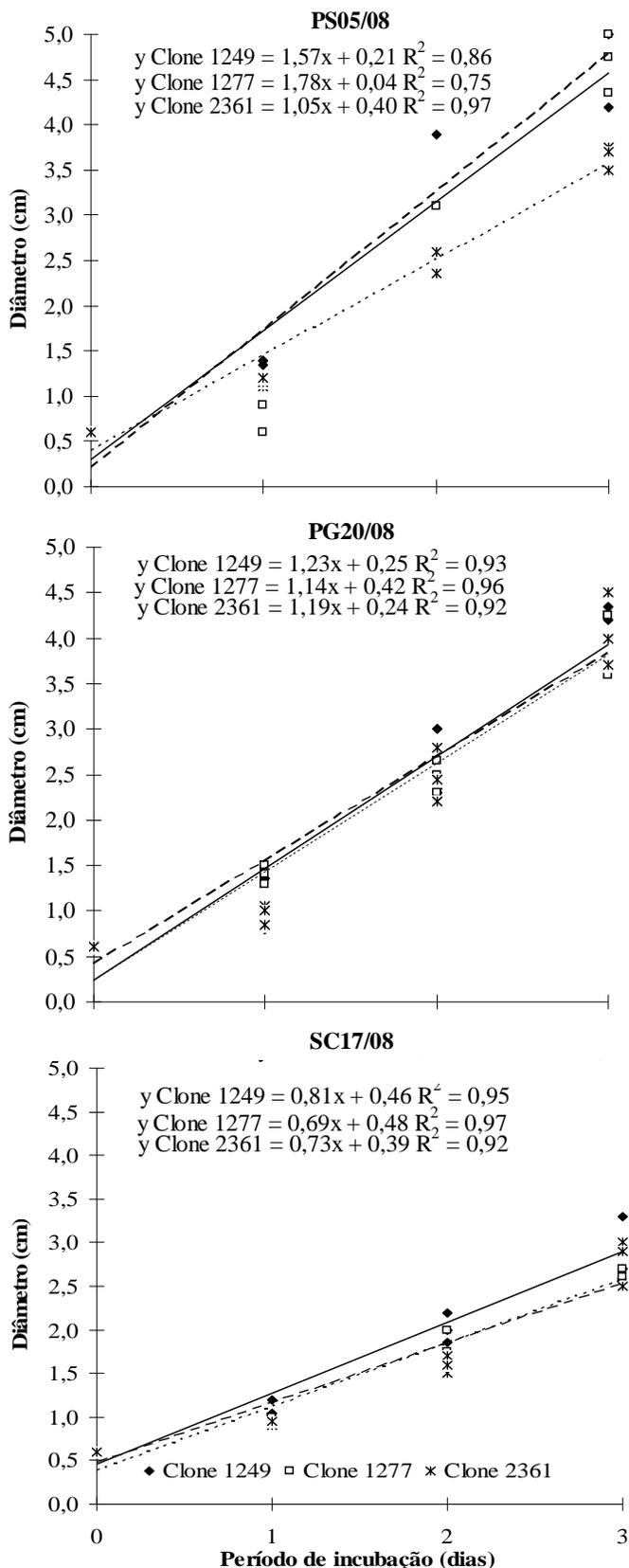
Stamets (1993) classificou o crescimento micelial em basidiomicetos em: cotonoso, estromático ou rizomórfico. Os isolados *Phellinus gilvus* e *Schizophyllum commune* apresentaram crescimento micelial inicial cotonoso, que é caracterizado pela presença de micélio semelhante ao algodão fracamente adensado (Stanier et al., 1969), nos clones 1249 e 1277. Griffin (1994) citou que durante o período de incubação, normalmente, ocorre aumento da densidade micelial. Neste experimento, os isolados *P. gilvus* e *S. commune* apresentaram aumento da densidade micelial durante o período de incuba-



A - Clones de eucalipto: 1249, 1277 e 2361; B - Isolados fúngicos causadores de podridão branca: PS05/08 - *Pycnoporus sanguineus*, PG20/08 - *Phellinus gilvus* e SC17/08 - *Schizophyllum commune*; Comparações entre as médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$)

Figura 1. Velocidade de crescimento micelial (cm dia⁻¹) dos isolados de fungos causadores de podridão branca em serragem de eucalipto

Figure 1. Mycelial growth speed (cm day⁻¹) of white-rot fungi isolate in eucalyptus sawdust



* Isolados fúngicos causadores de podridão branca: PS05/08 - *Pycnoporus sanguineus*, PG20/08 - *Phellinus gilvus* e SC17/08 - *Schizophyllum commune*; Clones de eucalipto: 1249, 1277 e 2361

Figura 2. Análise de regressão entre o diâmetro (cm) e o período de incubação (dias) dos isolados fúngicos em serragem de eucalipto*

Figure 2. Regression analysis between diameter (cm) and period of incubation (days) of fungi isolate in eucalyptus sawdust

Tabela 2. Densidade micelial dos isolados de fungos causadores de podridão branca cultivados em serragem de eucalipto.

Table 2. Mycelial density of white-rot fungi isolate cultivated in eucalyptus sawdust.

Isolados*	Densidade micelial (critério subjetivo)		
	Clones de eucalipto		
	1249	1277	2361
PS05/08	++	++	+++
PG20/08	+	+	++
SC17/08	+	+	++

* Isolados fúngicos causadores de podridão branca: PS05/08 - *Pycnoporus sanguineus*, PG20/08 - *Phellinus gilvus* e SC17/08 - *Schizophyllum commune*;

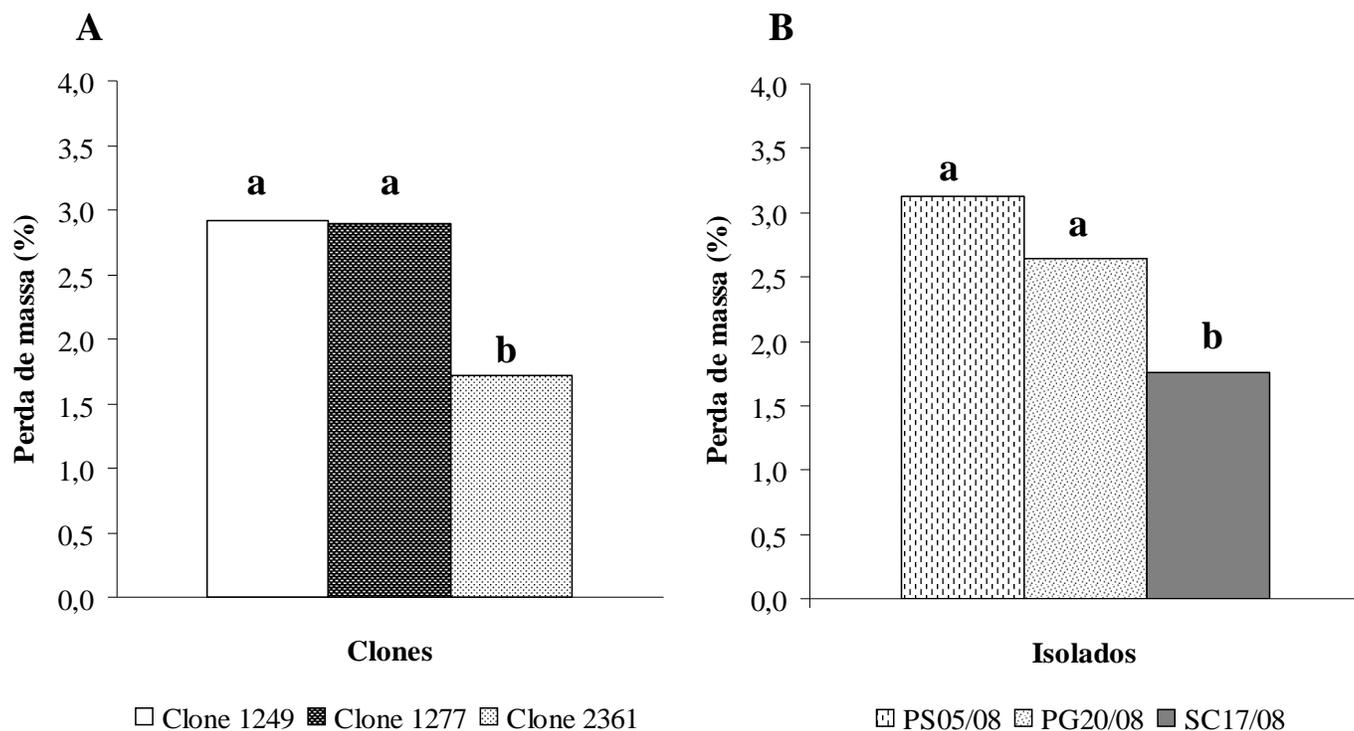
ção, mas não atingiram o nível de mediamente adensado, exceto quando cultivados no clone 2361 (Tabela 2).

Segundo Gutierrez et al. (1995), a formação de micélio fortemente adensado pode ser resultado da liberação de substâncias que estimulem o crescimento micelial. Estes autores citam ainda que *Pycnoporus cinnabarinus*, também de podridão branca, liberou polissacarídeos durante a fase de crescimento micelial e que estes compostos estariam relacionados com aumento da densidade micelial e da adesão das hifas ao substrato, resultando em maior resistência do isolado à desidratação e servindo como fonte de carbono (β -glucanas). Esses fatores podem contribuir, em condições de campo, a biodegradação da casca de eucalipto pelo isolado *Pycnoporus sanguineus* utilizado neste experimento, tal como observado por Abreu et al. (2007) com isolados de *Pycnoporus cinnabarinus*.

Desta forma, a ocorrência de densidade micelial diferenciada entre os isolados nos clones de eucalipto, provavelmente deve-se ao efeito dos isolados e da composição química da serragem, tal como citado por Abreu et al. (2007) e Alves et al. (2006). Os isolados podem apresentar síntese diferenciada de enzimas oxidativas e, conseqüentemente, influenciar na velocidade de crescimento e na densidade micelial (Stanier et al., 1969; Ferraz, 2004). Além disso, a madeira pode conter compostos tóxicos, tais como compostos derivados de fenóis, extrativos, que inibem o crescimento microbiano (Ohga, 2000; Paes & Vital, 2000; Paes et al., 2002) ou compostos nutricionais essenciais que favorecem o crescimento micelial (Stanier et al., 1969).

Considerando a perda de massa da serragem de eucalipto colonizada pelos fungos causadores de podridão branca, observa-se que o valor médio foi de 2,50%, sendo que os clones 1277 (2,89%) e 1249 (2,91%) apresentaram maior perda de massa que o clone 2361 (1,72%) (Figura 3A).

Já entre os isolados, o *Pycnoporus sanguineus* e *Phellinus gilvus* resultaram, respectivamente, em 3,12 e 2,64% de perda de massa da serragem dos clones de eucalipto, valores significativamente maiores aos observados para *Schizophyllum commune* (1,76%) (Figura 3B). O potencial degradador de *Pycnoporus sanguineus* e *Phellinus gilvus* já havia sido descrito por Capelari & Zadrazil (1997) em palha de trigo. Abreu et al. (2007) também observaram que a inoculação de discos de eucalipto com *Pycnoporus cinnabarinus* resultou em maior perda de massa em comparação a *Pleurotus ostreatus* e *Schizophyllum commune*.



A - Clones de eucalipto: 1249, 1277 e 2361; B - Isolados fúngicos causadores de podridão branca: PS05/08 - *Pycnoporus sanguineus*, PG20/08 - *Phellinus gilvus* e SC17/08 - *Schizophyllum commune*; Comparações entre as médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$)

Figura 3. Perda de massa da serragem de eucalipto colonizada por isolados de fungos causadores de podridão branca

Figure 3. Weight loss of eucalyptus colonized by white-rot fungi isolate sawdust

Considerando a interação entre velocidade de crescimento e perda de massa observou-se que apenas os isolados *Pycnoporus sanguineus* no clone 1249 e *Phellinus gilvus* no clone 1277, apresentaram correlação significativa entre estes parâmetros (Tabela 3).

Tabela 3. Análise de correlação entre velocidade média de crescimento (cm dia⁻¹) e perda de massa (%) da serragem de eucalipto inoculada com fungos causadores de podridão branca.

Table 3. Correlation analysis between mycelial growth speed (cm.day⁻¹) and weight loss (%) in eucalyptus inoculated with white-rot fungi sawdust

Isolados ¹	Coeficiente de correlação de Pearson (r)		
	Clones de eucalipto ²		
	1249	1277	2361
PS05/08	+ 0,999 **	- 0,413 ns	+ 0,577 ns
PG20/08	- 0,822 ns	+ 0,972 *	+ 0,924 ns
SC17/08	- 0,189 ns	+ 0,866 ns	+ 0,308 ns

¹ Isolados fúngicos de podridão branca: PS05/08 - *Pycnoporus sanguineus*, PG20/08 - *Phellinus gilvus* e SC17/08 - *Schizophyllum commune*;

² - significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,1$); * - significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$); ns - não significativo ($p > 0,05$)

A perda de massa dos clones de eucalipto quando inoculados com os fungos causadores de podridão branca ocorre pela utilização da celulose, hemicelulose e lignina como fontes de energia para estes microrganismos (Ferraz, 2004). Para tanto, estes microrganismos produzem enzimas oxidativas, como a lacase que atua na decomposição destes compostos lignocelulósicos (Geng & Li, 2002). Estes autores relataram que o fungo *Pycnoporus cinnabarinus* libera a enzima lacase e que esta atua tanto nos compostos não-fenólicos

como fenólicos da lignina, decompondo-a mais rapidamente. Esta enzima vem sendo relatada em diversas espécies de fungos de podridão branca como *Pycnoporus sanguineus*, *Pleurotus ostreatus*, *Lentinula edodes*, *Schizophyllum commune*, *Trametes villosa*, entre outros (Ferraz, 2004).

Outro fator a ser considerado é a influência do clone e do isolado fúngico na perda de massa. Entre os clones, verifica-se que o clone 1249 não influenciou a perda de massa da serragem de eucalipto quando inoculado com os três isolados fúngicos. O clone 1277 favoreceu a perda de massa quando inoculado com *Pycnoporus sanguineus* e *Phellinus gilvus*. Já no clone 2361, a maior perda de massa foi observada quando a serragem foi inoculada com *P. sanguineus* (Tabela 4). É importante destacar que apesar do clone 2361 ter contribuído para formação de micélio mediamente a fortemente adensado, isso não favoreceu a maior decomposição da serragem dos

Tabela 4. Perda de massa (%) da serragem de eucalipto por isolados de fungos de podridão branca

Table 4. Weight loss (%) of eucalyptus sawdust by white-rot fungi isolate

Isolados ¹	Perda de massa (%)		
	Clones de eucalipto		
	1249	1277	2361
PS05/08	2,83 Aab ²	3,77 aA	2,77 aB
PG20/08	3,34 aA	2,95 aA	1,62 bB
SC1708	2,57 aA	1,94 bA	0,77 bB

¹ Isolados fúngicos causadores de podridão branca: PS05/08 - *Pycnoporus sanguineus*, PG20/08 - *Phellinus gilvus* e SC17/08 - *Schizophyllum commune*;

² Comparações entre as médias, na mesma linha (letras maiúsculas) e na mesma coluna (letras minúsculas) seguidas por letras distintas diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$)

clones de eucalipto em todos os isolados testados (Tabelas 2 e 4).

Estes resultados corroboram com os obtidos por Fernandes et al. (2005), Silva et al. (2005) e Alves et al. (2006), em que citaram a influência da composição química da madeira sobre a taxa de degradação microbiana, bem como os observados por Abreu et al. (2007) em que relataram o efeito de diferentes isolados fúngicos causadores de podridão branca no crescimento e na decomposição de discos de eucalipto “in vitro”.

Neste experimento, dentre os isolados testados, o *Pycnoporus sanguineus* e *Phellinus gilvus* se destacam como possíveis agentes degradadores a serem empregados em estudos visando acelerar o processo de decomposição dos tocos remanescentes de eucalipto, por resultarem em maior perda de massa e maior densidade micelial, dependendo do clone, tal como observado por Abreu et al. (2007), com os isolados de *Pycnoporus cinnabarinus* inoculados em discos de eucalipto e *Pycnoporus sanguineus* por Van Heerden et al. (2008).

CONCLUSÕES

Os isolados *Pycnoporus sanguineus* e *Phellinus gilvus* foram os mais eficientes na degradação in vitro da serragem de eucalipto.

A correlação entre a perda de massa da serragem e a velocidade de crescimento depende do isolado e do clone de eucalipto.

LITERATURA CITADA

- Abreu, L.D.; Marino, R.H.; Mesquita, J.B.; Ribeiro, G.T. Degradação da madeira de *Eucalyptus* sp. por basidiomicetos de podridão branca. *Arquivos do Instituto Biológico*, v.74, n.4, p. 321-328, 2007.
- Alfenas, A.C.; Alonso, S.K.de; Silva, A.G. da; Kasuya, M.C.M.; Barros, N.F. de; Cavallazzi, J.R.P.; Bettucci, L.; Lupo, S.; Isolamento e seleção de fungos causadores da podridão branca da madeira em florestas de *Eucalyptus* spp. com potencial de degradação de cepas e raízes. *Revista Árvore*, v.31, n.1, p.145-155, 2007.
- Alves, M.V.S.; Costa, A.F.; Espig, D.S.; Vale, A.T. Resistência natural de seis espécies de madeiras da região Amazônica a fungos apodrecedores, em ensaios de laboratório. *Revista Ciência Florestal*, v.16, n.1, p.17-26, 2006.
- Capelari, M.; Zadrazil, F. Lignin degradation and in vitro digestibility of wheat straw treated with Brazilian tropical species. *Folia Microbiology*, v.42, n.5, p.481-487, 1997.
- Fernandes, L.; Leite, C.L.; Espósito, E.; Reis, M.M. In vitro wood decay of *Eucalyptus grandis* by the basidiomycete fungus *Phellinus flavomarginatus*. *International Biodeterioration & Biodegradation*, v.55, n.3, p.187-193, 2005.
- Ferraz, A.L. Fungos decompositores de materiais lignocelulósicos. In: Espósito, E.; Azevedo, J.L. (Eds.). *Fungos: uma introdução à biologia, bioquímica e biotecnologia*. Caxias do Sul: Educ, 2004. p.213-242.
- Geng, X.; Li, K. Degradation of non-phenolic lignin by the white-rot fungus *Pycnoporus cinnabarinus*. *Applied Microbiology Biotechnology*, v.60, n.3, p.342-346, 2002.
- Griffin, D.H. *Fungal physiology*. New York: Wiley-Liss. 1994. 456p.
- Gutierrez, A.; Martinez, M.J.; Almendros, G.; Gonzaga-Vila, F.J.; Martinez, A.T. Hyphal-sheath polysaccharides in fungal deterioration. *The Science of the Total Environment*, v.167, n.1-3, p.315-328, 1995.
- Li, A.; Begin, M.; Kokurewicz, K.; Bowden, C.; Horgen, P.A. Inheritance of strain instability (sectoring) in the commercial button mushroom, *Agaricus bisporus*. *Applied and Environmental Microbiology*, v.60, n.12, p.2384-2388, 1994.
- Luna, M.L.; Murace, M.A.; Keil, G.D.; Otaño, M.E. Patterns of decay caused by *Pycnoporus sanguineus* and *Ganoderma lucidum* (Aphyllophorales) in poplar wood. *IAWA Journal*, v.25, n.4, p. 425-433, 2004.
- Marino R. H.; Eira, A. F.; Cardoso, E. Q. Melhoramento genético de *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kumm. por cruzamentos multispóricos visando a obtenção de isolados resistentes ao calor. *Hoehnea*, São Paulo, v. 33, n. 3, p. 349-357, 2006.
- Ohga, S. Influence of wood species on the sawdust-based cultivation of *Pleurotus abalonus* and *Pleurotus eryngii*. *Journal Wood Science*, v.46, n.1, p.175-179, 2000.
- Paes, J.B.; Morais, V.M.; Lima, C.R. Resistência das madeiras de Aroeira (*Myracrodruon urundeuva*), Acácia (*Senna siamea*) e Ipê (*Tabebuia impetiginosa*) a fungos e cupins xilófagos, em condições de laboratório. *Floresta e Ambiente*, v.9, n.1, p.135 - 144, 2002
- Paes, J.B.; Vital, B.R. Resistência natural da madeira de cinco espécies de eucalipto a cupins subterrâneos, em testes de laboratório. *Revista Árvore*, Viçosa, v.24, n.1, p. 97-104, 2000.
- Patel, H.; Gupte, A.; Gupte, S. Biodegradation of fluoranthene by basidiomycetes fungal isolate *Pleurotus ostreatus* HP-1. *Applied Biochemical Biotechnology*, v.157, n.3, p.367-376, 2009.
- Rabinovich, M. L.; Bolobova, A.V.; Vasilchenko, L.G. Fungal decomposition of natural aromatic structures and xenobiotics: A review. *Applied Biochemistry and Microbiology*, v.40, n.1, p. 1-17, 2004.
- Silva, J.C.; Matos, J.L. M.; Oliveira, J.T.S. Influência da idade e da posição ao longo do tronco na composição química da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden. *Revista Árvore*, v.29, n.3, p.455-460, 2005.
- Stamets, P. *Growing gourmet, medicinal mushrooms*. Oregon: Ten Speed Press, 1993. 552p.
- Stanier, R.Y.; Doudoroff, M.; Adelberg, E.A. *O mundo dos micróbios*. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1969. 741p.
- Tang, Y.J.; Zhong, J.J. Modeling the kinetics of cell growth and ganoderic acid production in liquid static cultures of the medicinal mushroom *Ganoderma lucidum*. *Biochemical Engineering Journal*, v. 21, n.1, p.259-264, 2004.

- Tortella, G.R.; Diez, M.C.; Durán, N. Fungal Diversity and Use in Decomposition of Environmental Pollutants. *Critical Reviews in Microbiology*, v.31, n.1, p.197–212, 2005.
- Van Heerden, A.; Roux, N.J.L.; Swart, J.; Gardner-Lubbe, S.; Botha, A. Assessment of wood degradation by *Pycnoporus sanguineus* when co-cultured with selected fungi. *World Journal of Microbiology Biotechnology*, v.24, n.11, p. 2489-2497, 2008.
- Wesenberg, D.; Kyriakides, I.; Agathos, S. N. White-rot fungi and their enzymes for the treatment of industrial dye effluents. *Biotechnology Advances*, v.22, n.1, p.161–187. 2003.
- Yadav, K.R.; Sharma, R.K.; Kothari, R.M. Bioconversion of eucalyptus bark waste into soil conditioner. *Bioresource Technology*, v. 81, n.1, p. 163-165, 2002.