

Biocontrole *in Vitro* de *Colletotrichum musae* por Isolados de *Trichoderma* spp.

Biocontrol of *Colletotrichum musae* in Vitro by Isolates of *Trichoderma* spp.

Lucimar Pereira Bonett^{a*}; Eliete Moura de Souza Hurmann^b; Mario César Pozza Júnior^b; Tiago Borges Rosa^b; Jéssica Lorraine Soares^b

^aUniversidade Paranaense, Laboratório de Biotecnologia, Curso de Ciências Biológicas, PR, Brasil

^bUniversidade Paranaense, Curso de Ciências Biológicas, PR, Brasil

*E-mail: lucimar@unipar.br

Resumo

Dentre as frutíferas, a banana ocupa a segunda posição na produção mundial, sendo a fruta fresca mais exportada no mundo tanto por volume como por valor econômico. No entanto, questões fitossanitárias são a maior ameaça para a cultura. O Controle biológico é uma alternativa viável e fungos do gênero *Trichoderma* spp. são destaques como agentes de biocontrole. Sendo assim, o objetivo do trabalho foi avaliar a atividade antagonista *in vitro* de *Trichoderma* spp. para o biocontrole de *Colletotrichum musae*, agente causal da doença pós-colheita de frutos de banana (*Musa* sp.) denominada antracnose. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em quatro repetições. As espécies utilizadas foram *Trichoderma viride*, *T. virens*, *T. harzianum* e *T. koningii*. Para a inibição do crescimento micelial do patógeno foi realizado pareamento de culturas, avaliando a capacidade dos antagonistas e a produção de metabólitos voláteis e não voláteis. Foi realizada análise de variância dos dados e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey ($P=0,05$). Obteve-se para *T. viride* 57,50% de inibição, seguido de *T. harzianum* com 56,71%, *T. koningii* com 50,00% e *T. virens* com 43,61%, cujas diferenças foram estatisticamente significativas ($p>0,05$).

Palavras-chave: Musa. Fungos. Biotecnologia. Cultivos Agrícolas.

Abstract

Among fruits, banana ranks second in world production, with most exported fresh fruit in the world both by volume and by economic value. However, phytosanitary issues are the biggest threat to the banana crop. The Biological control is a viable alternative and fungi of the genus *Trichoderma* spp. are featured as biocontrol agents. Therefore, the objective of this study was to evaluate the antagonistic activity *in vitro* of *Trichoderma* spp. for biocontrol of *Colletotrichum musae*, causal agent of postharvest of banana fruits (*Musa* sp.) called anthracnose. The experiment was conducted in a completely randomized design with four replications. The species used were *Trichoderma viride*, *T. virens*, *T. koningii* and *T. harzianum*. For mycelial growth of the pathogen was performed pairing culture, evaluating the ability of the antagonist and the production of volatile and nonvolatile metabolites. Analysis of variance was performed and means were compared by Tukey test ($P = 0.05$). It was obtained 57.50% of inhibition for *T. viride*, followed by *T. harzianum* with 56.71%, *T. virens* with 43.61% and *T. koningii* with 50.00%, whose differences were statistically significant ($p>0.05$).

Keywords: Fungi. Biotechnology. Agricultural Cultivation.

1 Introdução

O cultivo da banana assume importância econômica e social em todo o mundo. É desenvolvido em aproximadamente 115 países, estando presente em todos os continentes, sendo que o asiático contribui com 58%, o americano, com 27% (América do Sul, com 19% e a América Central, com 8%) e o africano, com 13% do volume produzido. Dentre as frutíferas, a banana ocupa a segunda posição na produção mundial, sendo a fruta fresca mais exportada no mundo tanto por volume como por valor econômico. A população da América do Sul é a maior consumidora, com 21,13 kg por habitante por ano, seguida pela da América Central, com 13,9 kg e da Oceania, com 11,26 kg (VIEIRA, 2011).

No entanto, problemas fitossanitários constituem a maior ameaça para a cultura, tendo em vista a utilização generalizada das cultivares Prata e Maçã, suscetíveis a diversas doenças (LEDO *et al.*, 2008).

A ocorrência de doenças pós-colheita é um sério problema da cultura, sendo que as doenças mais importantes são a antracnose causada por *Colletotrichum musae* (Berk. & M.A. Curtis) Arx 1957, e podridão da coroa, que pode ser causada também por *C. musae*, bem como por uma complexa gama de fungos. O controle dessa doença em banana é um componente essencial da qualidade dos frutos após a colheita (SAGOVA *et al.*, 2011).

A importância da antracnose está ligada à frequência com que aparece, principalmente, nas condições de comércio interno em que poucos cuidados são tomados do ponto de vista de manuseio, ausência de controle químico em campo e de refrigeração (COELHO *et al.*, 2010).

Fungicidas sintéticos são utilizados, principalmente, para o controle de doenças de frutas e produtos hortícolas (SHARMA; SINGH; SINGH, 2009). No entanto, a tendência global parece estar mudando para reduzir a utilização de fungicidas, portanto há um forte desejo público e científico de

buscar alternativas mais seguras e ecológicas para reduzir a perda na colheita (MARI; BERTOLINI; PRATELLA, 2003).

Neste sentido, a utilização de microrganismos com ação de biocontrole e/ou promoção de crescimento vem sendo apontada como uma alternativa viável para sistemas de produção agrícola ecológica e economicamente sustentável (COMPANT *et al.*, 2005).

Dentre os principais agentes utilizados para biocontrole encontra-se o gênero *Trichoderma*, cuja capacidade antagonista foi descoberta há mais de 50 anos, porém somente durante as duas últimas décadas um esforço mundial foi realizado para a elaboração do fungo como um produto comercial (WEIDLING, 1934).

Este gênero possui algumas características que são essenciais para um agente de biocontrole, tais como: ser inócuo ao ser humano e não apresentar impacto negativo ao meio ambiente (SPIEGEL; CHET, 1998; BETTIOL; GHINI, 2001).

Atualmente, existe uma demanda por métodos alternativos que garantam a rentabilidade da atividade do produtor e que colaborem para a diminuição do uso de produtos químicos que podem causar riscos à saúde humana e ambiental. O gênero *Trichoderma* é considerado não-tóxico e rapidamente biodegradável, tornando-se, portanto, uma boa estratégia como agente de biocontrole (BCAS) de doenças de plantas. Diante do exposto, o desafio deste trabalho é avaliar a atividade antagonista *in vitro* de isolados de *Trichoderma* spp. para biocontrole de *Colletotrichum musae*, agente causador da doença pós-colheita em frutos de bananeira (*Musa* sp.).

2 Material e Métodos

2.1 Obtenção de isolados do patógeno e antagonistas

O isolado do patógeno *C. musae* utilizado nos experimentos pertence ao Laboratório de Biotecnologia da Universidade Paranaense, *campus* Toledo. É um isolado monospórico obtido de lesões de frutos de banana com sintomas de antracnose.

Os Agentes de Controle Biológico (ACB) foram *Trichoderma harzianum* Rifai 1969 (MMBF 64/09), *Trichoderma virens* (J.H. Mill., Giddens & A.A. Foster) von Arx 1987 (MMBF 65/09), *Trichoderma koningii* Oudemans 1902 (MMBF 62/09), microrganismos adquiridos do banco de linhagens do Instituto Biológico de São Paulo, e *Trichoderma viride* Pers. 1794 procedente do laboratório de Biotecnologia da Universidade Paranaense, *campus* Toledo. A escolha dos microrganismos ocorreu após um levantamento bibliográfico e constatação do efeito antagonístico em diversos fitopatógenos causadores de doenças em plantas.

2.2 Antagonismo entre *Trichoderma* spp. e *Colletotrichum musae* em cultivo pareado

Para avaliar o antagonismo de *Trichoderma* a *C. musae*, realizou-se o teste do pareamento de culturas através da metodologia de cultura pareada (DENNI; WEBSTER,

1971ab). Em placas de Petri contendo meio de cultivo BDA, foram depositados quadrados de micélio de 6 mm² de área de *C. musae* e dos antagonistas, ambos a 2,0 cm de distância da borda da placa, em posições opostas. Os quadrados foram obtidos em culturas puras dos antagonistas, as quais foram incubadas à temperatura de 28 °C, conforme Amin *et al.* (2010), em câmaras climatizadas do tipo BOD, sob luz fluorescente contínua, escuro contínuo e fotoperíodo de 12 horas por 10 dias, calculando-se os valores médios de porcentagem de inibição em relação à testemunha, que recebeu apenas o *Colletotrichum musae*. A porcentagem da inibição do crescimento foi calculada usando a fórmula descrita por Menten *et al.* (1976) e utilizada por Silva *et al.* (2008), onde Porcentagem de Inibição = $[(C - T)/C] \times 100$, onde; C= crescimento radial do controle; T= crescimento radial do tratamento. Também foram atribuídas notas baseadas na escala de Bell, Wells, Markham (1982), que estabelece o grau de antagonismo por meio da divisão em cinco classes de notas para diferenciação de níveis de antagonismo (notas: 1: controle total; 2: controle de 75%; 3: controle de 50%; 4: controle de até 25%; 5: ausência de controle). O experimento foi disposto em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e a comparação de médias pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se os recursos computacionais do programa Genes.

2.3 Produção de metabólitos voláteis das espécies de *Trichoderma* sobre o crescimento micelial de *Colletotrichum musae*

Para verificar a inibição do crescimento do patógeno por meio de compostos voláteis, que, eventualmente, são produzidos pelo antagonista, utilizou-se o método de placas sobrepostas (BOMFIM *et al.*, 2010), onde quadrados de micélio de 6 mm² de área do patógeno e do antagonista foram inoculados separadamente em meio BDA no centro de placas de Petri. Após 24 horas, as placas contendo micélios e conídios do fitopatógeno foram sobrepostas às do antagonista, e ambas unidas lateralmente por filme de PVC para impedir o escape de metabólitos voláteis. A incubação foi feita em BOD, à temperatura de ± 28 °C, por dezesseis dias. Para a avaliação do crescimento micelial, mediu-se o diâmetro das colônias a cada 3 dias, em dois sentidos diametralmente opostos, com o auxílio de um paquímetro. O diâmetro da colônia foi expresso pela média aritmética dos diâmetros.

A testemunha recebeu apenas o *C. musae* tanto na parte superior como na parte inferior da placa de Petri. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de comparação de médias pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se os recursos computacionais do programa Genes.

3 Resultados e Discussão

Nos testes com cultivo pareado, todos os isolados de *Trichoderma* inibiram o crescimento do fitopatógeno e a análise de variância mostrou que houve diferença significativa entre isolados, principalmente em relação à testemunha (Tabela 1). O tratamento *C. musae* x *T. viride* apresentou uma maior inibição no crescimento do

fitopatógeno (57,50%), e menor inibição no tratamento *C. musae* x *T. virens* (43,61). Esses resultados são similares aos encontrados por Bomfim et al. (2010) que também constataram a maior inibição por *T. viride* e a menor por *T. virens*, quando analisaram a potencialidade antagônica de espécies de *Trichoderma viride*, *T. virens*, *T. harzianum* a *Rhizopus stolonifer* (Ehrenb.) Vuill 1902.

Tabela 1: Crescimento micelial e dias de avaliação de *Trichoderma harzianum*, *T. viride*, *T. virens* e *T. koningii* contra *Colletotrichum musae* ao 10º dia de cultivo pareado

Tratamentos	Dias de avaliação			
	4º	6º	8º	10º
<i>C. musae</i> x <i>T. harzianum</i>	⁽¹⁾ 35,66 f	38,66 d e f	42,66 d e f	45,16 d e f
<i>C. musae</i> x <i>T. viride</i>	34,66 f	36,50 e f	41,16 d e f	44,33 d e f
<i>C. musae</i> x <i>T. virens</i>	46,33 d e f	55,33 c d e f	57,66 c d e	58,83 c d
<i>C. musae</i> x <i>T. koningii</i>	44,00 d e f	46,16 d e f	50,66 d e f	52,16 c d e f
Testemunha	73,33 b c	86,33 a b	95,83 a	104,33 a

(1) Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O *Trichoderma viride* foi destaque nos resultados de Rajkonda et al. (2011) que obtiveram a máxima inibição em *Macrophomina phaseolina* x *T. viride* e *Alternaria alternata* x *T. viride*, dentre vários isolados de *Trichodermas*. Amin et al. (2010) também constataram a máxima inibição (71,41%) de um isolado de *T. viride* (Tv-2) contra *Rhizoctonia solani* J.G. Kühn 1858.

No biocontrole de *Lasiodiplodia theobromae* (Patouillard) Griffon & Maubl 1909 e *C. musae* com o gênero *Trichoderma*, Sangeetha et al. (2009) constataram a máxima inibição com isolados de *T. viride*, sendo TV₃ com 87,10% e TV₄ com 86,30%.

Segundo Bomfim et al. (2010) a menor ação antagônica nesses tratamentos pode ser resultado de uma maior competição pelos nutrientes do meio, ou uma menor produção de protease e cisteína, enzimas produzidas pelas espécies de *Trichoderma* que inativam a capacidade enzimática do fitopatógeno.

A literatura se refere às espécies de *Trichodermas* como parasitas de uma ampla gama de fitopatógenos, a despeito da maioria dos agentes empregados no biocontrole de doenças de plantas apresentarem certo grau de especialização (LOUZADA et al., 2009).

Segundo Wells, Bell e Jaworki (1972), espécies de *Trichoderma* podem ser diferencialmente seletivas contra diferentes fungos. O nível de controle pode variar, a depender do isolado e de sua adaptação às condições bióticas e abióticas específicas, dentro e entre espécies de *Trichoderma* (DENNIS; WEBSTER, 1971a,b).

Conforme demonstrado na Tabela 2, verifica-se que o isolado *T. viride* apresentou maior antagonismo (57,50%), seguido de *T. harzianum* (56,71%) *T. koningii* (50,00%) e *T.*

virens (43,61%). De acordo com a escala de Bell, Wellls e Markham (1982), os isolados avaliados *T. viride*, *T. koningii* e *T. harzianum* apresentaram nota 3 e *T. virens* nota 4. Segundo Vey, Hoagland e Butt (2001), a inibição pode ser explicada pelo fato do antagonista apresentar um crescimento rápido e até sobre o patógeno, provavelmente devido a um tipo de estímulo do próprio hospedeiro, sendo uma característica vantajosa para o antagonista na disputa da colonização da área, vencendo o patógeno na competição, por espaço ou por nutrientes.

Tabela 2: Potencial antagônico de *Trichoderma* contra *Colletotrichum musae* segundo a escala de Bell et al. ao 10º dia de cultivo pareado

Tratamentos	% Inibição	Nota escala de Bell
<i>C. musae</i> x <i>T. harzianum</i>	56,71	3
<i>C. musae</i> x <i>T. viride</i>	57,50	3
<i>C. musae</i> x <i>T. virens</i>	43,61	4
<i>C. musae</i> x <i>T. koningii</i>	50,00	3
Testemunha	-	5

Ao analisar o desempenho do *T. viride* Mishra (2010) em estudos com isolados de *Trichoderma* contra o fungo *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. 1923, constatou-se que o isolado *T. viride* (1433) proporcionou a máxima inibição (72,00%) seguido por *T. harzianum* (4572) com 69,80%, dados estes, que corroboram com este trabalho. Também, Mishra et al. (2011), pesquisando 4 isolados de *Trichoderma viride* (Tr 3, 8, 12 e 14) contra *C. capsici* (Syd. & P. Syd.) E.J. Butler & Bisby 1931, constataram a diminuição de inibição

de 66,25%, 70,14%, 61,23 e 62,50% respectivamente. Amin *et al.* (2010), analisando *T. viride* (Tv-1) e *T. harzianum* (Th-1) sobre *C. capsici*, constataram uma inibição de 55,98% e 53,63% respectivamente.

Também Oliveira (2009) avaliando, em cultivo pareado, a eficiência do isolado *Trichoderma* sp. (TF1) e *B. subtilis* no controle alternativo de *C. musae* em frutos de banana, encontrou índices de inibição de 84% e 74% respectivamente.

Já Odebode e Sobowale (2001) constataram de moderada a forte atividade antagonística em espécies de *Trichoderma* contra os patógenos em pós-colheita causadores da podridão em frutos de pimenta (*Capsicum annum* L.), *Aspergillus niger* Varga, Frisvad & Samson 2007, *Rhizopus nigricans* Ehrenb. 1821, *Penicillium citrinum* Thom 1910 e *Oidium abelmoschi* Thüm. 1878. Adebodin, Odebode e Ayodele (2009) avaliaram o uso de filtrados de cultura de quatro isolados de *T. asperellum* no controle biológico de *Colletotrichum musae*, *Fusarium oxysporum* Fschltdl. 1824 e *L. theobromae* e constataram a máxima redução no crescimento micelial de *F. oxysporum* de 49,70% e *C. musae* de 60,30%, não constatando inibição em *L. theobromae*.

Segundo Denis e Webster (1971a,b) o antagonismo de *Trichoderma* spp. é explicado pela produção de antibióticos,

de amplo espectro, como gliotoxina, viridina, trichodermina, suzucacilina e dermadina, que têm a capacidade de inibir o desenvolvimento de outros fungos. Além de antibióticos, *Trichoderma* spp. produzem enzimas, como celulase e hemicelulase, capazes de degradar materiais lignocelulolíticos e causar lise na parede de células de fungos patogênicos (VEY; HOAGLAND; BUTT, 2001).

Bell, Wells e Markham (1982) afirmam que a redução do crescimento micelial e diminuição da esporulação do patógeno podem ser devido ao micoparasitismo direto pelos antagonistas, ou pela produção de antibióticos que podem interferir no desenvolvimento do fitopatógeno.

Em relação aos componentes voláteis (Tabela 3), após dez dias de incubação observou-se que os isolados de *Trichoderma* cresceram sobre o *C. musae*, uma vez que, no 6º dia, todos haviam preenchido quase a totalidade da placa de Petri (110 mm), diferenciando-se estatisticamente da testemunha *C. musae*, apesar de não diferirem entre si. No 6º dia, o *T. harzianum* atingiu a borda da placa de Petri, resultado parecido com o obtido por Ajith e Lakshmidēvi (2010), onde componentes voláteis de *T. harzianum* provocaram a máxima inibição (67%) sobre *C. capsici* quando comparado com outros e a menor ação antagonista foi constatada com *T. viride* (8,81%).

Tabela 3: Efeitos dos metabólitos voláteis produzidos pelos isolados *Trichoderma harzianum*, *T. viride*, *T. virens* e *T. koningii* no crescimento micelial do fitopatógeno *Colletotrichum musae* ao 10º dia de cultivo

Tratamentos	Dias de avaliação			
	4º	6º	8º	10º
<i>C. Musae</i> x <i>T. harzianum</i>	⁽¹⁾ 95,00 a b	110,00 a	110,00 a	110,00 a
<i>C. Musae</i> x <i>T. viride</i>	91,00 a b	108,66 a	110,00 a	110,00 a
<i>C. Musae</i> x <i>T. virens</i>	69,00 b	101,00 a b	108,33 a	110,00 a
<i>C. Musae</i> x <i>T. koningii</i>	91,33 a b	109,66 a	110,00 a	110,00 a
Testemunha	25,00 c	27,00 c	28,00 c	29,00 c

(1) Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Živković *et al.* (2010) e Prasad e Kumar (2011) demonstraram que metabólitos antimicrobianos produzidos por *Trichoderma* são eficazes contra uma ampla gama de fitopatógenos fúngicos, por exemplo, *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani*, *Curvularia luneta* (Wakker) Boedijn 1933, *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker 1959, *C. lagenarium* Syn *Colletotrichum lagenaria* (Pass.) Ellis & Halst. 1893, *C. acutatum* J.H. Simmonds 1968 e *C. gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. 1884.

De acordo com Vey, Hoagland e Butt (2001), a possível explicação pela supressão do crescimento micelial possa ser a grande variedade de metabólitos secundários voláteis produzidos por *Trichoderma* tais como etileno, cianeto de hidrogênio, aldeídos e cetonas que desempenham um papel importante no controle dos patógenos de plantas.

Segundo Mangenot e Dien (1979) metabólitos voláteis têm

vantagens sobre aqueles não voláteis. Claydon *et al.* (1987) e Simon, Dunlop e Ghisalberti (1988) afirmam que a natureza volátil de certos antibióticos, como as pironas, produzidas por *Trichoderma harzianum* e por *T. koningii*, confere uma vantagem distinta sobre inibidores não voláteis, já que sua ação pode atingir microrganismos fisicamente distantes dos sítios de produção.

4 Conclusão

Os ensaios conduzidos em condições *in vitro* revelaram a ação antagonista dos isolados de *Trichoderma* sobre o crescimento do *Colletotrichum musae* sendo que:

Nos testes com cultivo pareado o tratamento *C. musae* x *T. viride* apresentou uma maior inibição no crescimento do fitopatógeno (57,50%), e a menor inibição no ocorreu no tratamento *C. musae* x *T. virens* (43,61);

Verificou-se, segundo a escala de Bell, que o isolado *T. viride* apresentou maior antagonismo (57,50%) seguido de *T. harzianum* (56,71%), *T. koningii* (50,00%) e *T. virens* (43,61%);

Em relação aos componentes voláteis, observou-se que os isolados analisados cresceram sobre o *C. musae*, diferenciando-se estatisticamente da testemunha, apesar de não diferirem entre si.

Este estudo sugere que os isolados de *Trichoderma*, especialmente *T. viride*, podem ser explorados como controle biológico da antracnose em bananeiras. No entanto, sugere-se realizar testes para avaliar o potencial antagonístico *in vivo*.

Referências

- ADEBESIN, A.A.; ODEBODE, C.A.; Ayodele, A.M. Control of post harvest rots of banana fruits by conidia and culture filtrates of *Trichoderma asperellum*. *J. Prot. Res.*, v.49, n.3, p.303-307, 2009.
- AJITH, P.S.; LAKSHMIDEVI, N. Effect of volatile and non-volatile compounds from *Trichoderma* spp. against *Colletotrichum capsici* incitant of Anthracnose on Bell peppers. *Nat. and Sci.*, v.8, n9, p.265-268, 2010.
- AMIN, F. et al. Effect of volatile metabolites of *Trichoderma* species against seven fungal plant pathogens in-vitro. *J. Phytoleg.*, v. 2, n.10, 34-37, 2010.
- BELL, D.K.; WELLS, H.D.; MARKHAM, C.R. *In vitro* antagonism of *Trichoderma* species against six fungal plant pathogens. *Phytop.*, v. 72, n.1, p.379-382, 1982.
- BETTIOL, W.; GHINI, R. Proteção de plantas em sistemas agrícolas alternativos. In: MICHEREFF, S.J.; BARROS, R. *Proteção de plantas na agricultura sustentável*. Recife: UFRPE, 2001, p.1-12.
- BOMFIM, M.P. et al. Avaliação antagonística in vitro e in vivo de *Trichoderma* spp. a *Rhizopus stolonifer* em maracujazeiro amarelo. *Summa Phytopathol.*, v.36, n.1, p.61-67, 2010.
- CLAYDON, N. et al. Antifungal alkyl - pyrones produced by *Trichoderma harzianum*. *Trans. Br. Mycol. Soc.*, v.88, n.4, p.503-13, 1987.
- COELHO, A.F.S. et al. Controle pós-colheita da antracnose da banana-prata *añ* tratada com fungicidas e mantida sob refrigeração. *Ciênc. Agrotec.*, v.34, n.4, p.1004-1018, 2010.
- COMPANT, S. et al. Use of plant growth-promoting bacteria for biocontrol of plant diseases: principles, mechanisms of action, and future perspectives. *Appl. Environ Microbiol.*, v.71, n.9, p.495-499, 2005.
- DENNIS, C.; WEBSTER, J. Antagonistic properties of species-groups of *Trichoderma*. I - Production of non-volatile antibiotics. *Trans. Brist. Mycol. Soc.*, v.57, p.25-39, 1971a.
- DENNIS, C.; WEBSTER, J. Antagonistic properties of species-groups of *Trichoderma*. II - Production of volatile antibiotics. *Trans. Bris Mycol.*, v.57, p.41-48, 1971.
- LEDO, A.S. et al. Avaliação de genótipos de bananeira na região do baixo São Francisco, Sergipe. *Rev. Bras. Frutic.*, v.30, p.3, p.6191-695, 2008.
- LOUZADA, G.A.S. et al. Potencial antagonístico de *Trichoderma* spp. originários de diferentes agroecossistemas contra *Sclerotinia sclerotiorum* e *Fusarium solani*. *Biot. Neotr.*, v.9, n.3, p.145-149, 2009.
- MARI, M.; BERTOLINI, P.; PRATELLA, G.C. Non-conventional methods for the control of postharvest pear diseases. *J. Appl. Microbiol.*, v.94, n.5, p.761-766, 2003.
- MANGENOT, F.; DIEM, H.G. Fundamentals of biological control. In: KRUPA, S.V.; DOMMERGUES, Y.R. *Ecology of root pathogens*. Amsterdam: Elsevier Sci, 1979, p.207-265.
- MENTEN, J.O.M. Efeito de alguns fungicidas no crescimento micelial de *Macrophomina phaseolina* (Tass.) Goid. "in vitro". *Fitopat Bras.*, v.1, n.2, p.57-66, 1976.
- MISHRA, V.K. *In vitro* antagonism of *Trichoderma* species against *Pythium aphanidermatum*. *J. Phytoleg.*, v.2(9):28-35.
- MISHRA, B.K. et al. Biocontrol efficacy of *Trichoderma viride* isolates against fungal plant pathogens causing disease in *Vigna radiata* L. *Arch. Appl. Sci. Res.*, v.; n.2, p.361-369, 2011.
- MISHRA, V.K. *In vitro* antagonism of *Trichoderma* species against *Pythium aphanidermatum*. *J. Phytoleg.*, v. 2, n.9, p. 28-35, 2010.
- MISHRA, B.K. et al. A. Biocontrol efficacy of *Trichoderma viride* isolates against fungal plant pathogens causing disease in *Vigna radiata* L. *Arch. Appl. Sci. Res.*, v.3, n.2, p.361-369, 2011.
- OLIVEIRA, E.S. *Extratos e óleos essenciais vegetais, microorganismos antagonistas, indutores de resistência e produtos antissépticos no controle da antracnose em banana*. Fortaleza: UFC, 2009.
- ODEBODE, A.C.; SOBOWALE, A. Antagonistic activity of fungal flora isolated from pepper phylloplane on post harvest pathogens of pepper (*Capsicum annum*). *Acta Phytopathol Entomol Hungarica*, v.36, n.1, p.287-292, 2001.
- PRASAD, B.N.; KUMAR, M.R. Effect of non-volatile compounds produced by *Trichoderma* spp. on growth and sclerotial viability of *Rhizoctonia solani*, incitant of sheath blight of rice. *Ind. J. Fund. Appl. Lif. Sci.*, v.1, n.2, p.37-42, 2011.
- RAJKONDA, J.N. et al. Inimical potential of *Trichoderma* species against pathogenic fungi. *Pl. Sci. Feed*, v.1, n.1, p.10-13, 2011.
- SAGOUA, W. et al. Effect of lactoperoxidase system on the control of *Colletotrichum musae* on bananas. *Food Technol Biotechnol.*, v.49, n2, p.244-248, 2011.
- SAGOUA, W. et al. Effect of lactoperoxidase system on the control of *Colletotrichum musae* on bananas. *Food Technol. Biotechnol.*, v.49, n.2, p.244-248, 2011.
- SHARMA, R.R.; SINGH, D.; SINGH, R. Biological control of postharvest diseases of fruits and vegetables by microbial antagonists: a review. *Biol Cont.*, v.50, n.1, p.205-221, 2009.
- SPIEGEL, Y.; CHET, I. Evaluation of *Trichoderma* spp. as a biocontrol agent against soilborne fungi and plant-parasitic nematodes in Israel. *Int Pest Manag Rev.*, v.3, n.3, p.169-175, 1998.
- SILVA, K.S. et al. Atividade antagonística in vitro de isolados de *Trichoderma* spp. ao fungo *Phytophthora citrophthora*. *Semina Ciênc. Agrar.*, v.29, n.4, p.749-754, 2008.
- SANGEETHA, G.; USHARANI, S.; MUTHUKUMAR, A. Biocontrol with *Trichoderma* species for the management of postharvest crown rot of banana. *Phytopathol.*, v.48, n.1, p.214-225, 2009.
- SIMON, A. et al. *Trichoderma koningii* produces a pyrone. *Soil Biol. Biochem.*, v.20, n.2, p.263-264, 1988.
- VEY, A.; HOAGLAND, R.E.; BUTT, T.M. Toxic metabolites of fungal biocontrol agents. In: BUTT, T.M.; JACKSON, C.N. *Fungi as biocontrol agents: progress, problems and potential*. Bristol: CAB International, 2001, p.311-46.
- VIEIRA, L.M. Banana: produção e mercado mundial. 2011. Disponível em: <http://cepa.epagri.sc.gov.br/>. Acesso em: 16 set. 2012.

WEINDLING, R. Studies on lethal principles effective in the parasitic action of *Trichoderma lignorum* on *Rhizoctonia solani* and other soil fungi. *Phytop.*, v.24, n.1, p.1153-1179, 1934.

WELLS, H.D.; BELL, D.K.; JAWORSKI, C.A. Efficacy of *Trichoderma harzianum* as a biocontrol agent for *Sclerotium*

rolfsii. *Phytopath.*, v.62, n.4, p.442-447, 1972.

ŽIVKOVIĆ, S. *et al.* Screening of antagonistic activity of microorganisms against *Colletotrichum acutatum* and *Colletotrichum gloeosporioides*. *Arch. Biol. Sci.*, v.62, n.3, p.611-623, 2010.