



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL
DE PERNAMBUCO**
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM FITOPATOLOGIA**

Dissertação de Mestrado

**MANEJO DA FUSARIOSE DA BANANEIRA UTILIZANDO
Trichoderma SP. E ÓLEOS ESSENCIAIS DE *Lippia*
*sidoides***

Wilson José da Silva Júnior

**Recife – PE
2014**

WILSON JOSÉ DA SILVA JUNIOR

**MANEJO DA FUSARIOSE DA BANANEIRA UTILIZANDO *TRICHODERMA* SP.
E ÓLEOS ESSENCIAIS DE *LIPPIA SIDOIDES***

**RECIFE-PE
FEVEREIRO – 2014**

WILSON JOSÉ DA SILVA JUNIOR

**MANEJO DA FUSARIOSE DA BANANEIRA UTILIZANDO *TRICHODERMA* SP.
E ÓLEOS ESSENCIAIS DE *LIPPIA SIDOIDES***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Fitopatologia.

COMITÊ DE ORIENTAÇÃO:

Prof. Dr. Delson Laranjeira (UFRPE) - Orientador

Dra. Tereza Cristina de Assis (IPA) - Co-Orientadora

Dr. Domingos Eduardo Guimarães Tavares de Andrade (IPA) - Co-Orientador

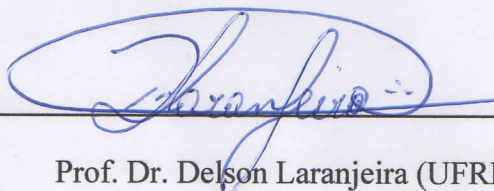
**RECIFE-PE
FEVEREIRO - 2014**

**MANEJO DA FUSARIOSE DA BANANEIRA UTILIZANDO *TRICHODERMA* SP. E
ÓLEOS ESSENCIAIS DE *LIPPIA SIDOIDES***

WILSON JOSÉ DA SILVA JUNIOR

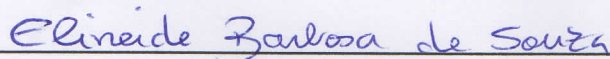
Dissertação defendida e aprovada pela Banca Examinadora em: 28/02/2014

ORIENTADOR:

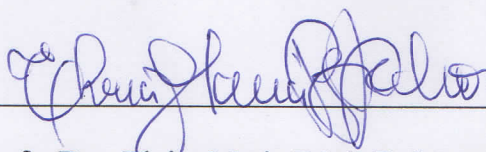


Prof. Dr. Delson Laranjeira (UFRPE)

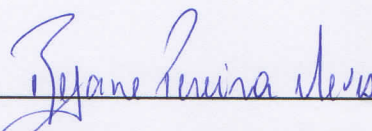
EXAMINADORES:



Profa. Dra. Elineide Barbosa de Souza (UFRPE)



Profa. Dra. Elvira Maria Régis Pedrosa (UFRPE)



Profa. Dra. Rejane Pereira Neves (UFPE)

**RECFE-PE
FEVEREIRO – 2014**

A Deus, aos meus pais Wilson José e Anadeje dos Santos ao meu irmão Williams, pelo apoio incondicional, amizade e confiança.

AGRADEÇO

Aos meus co-orientadores Dr. Domingos Andrade e Dr^a Cristina Assis e seu filho Vitor pela amizade, paciência e confiança.

OFEREÇO

A minha avó Ducinéia Nascimento dos Santos (in memoriam) por todos os ensinamentos, confiança e sabedoria.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), pela oportunidade e suporte para realização do Mestrado.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa Científica (Cnpq) pela concessão da bolsa.

Ao Instituto Agrônômico de Pesquisa (IPA) pela concessão da infra-estrutura para realização dos experimentos.

Aos pesquisadores Dr. Domingos Eduardo Guimarães Tavares de Andrade e Dr^a. Tereza Cristina Assis pela paciência, amizade, apoio, incentivo, conselhos, ensinamentos e orientações.

Ao orientador Professor Delson Laranjeira pelo apoio e ensinamentos.

Aos professores Sami Michereff, Delson Laranjeira, Sonia Oliveira, Elineide Barbosa, Rosa Mariano, Marcus Câmara, Gilvan Pio, Gaus Lima e Manoel Guedes pelos ensinamentos e amizade.

A Coordenação do curso de Pós-Graduação em Fitopatologia, pela assistência; aos funcionários Romildo, Darci, Roberto e Adriana, e a todos professores do curso, pelos ensinamentos.

Aos funcionários do IPA, pesquisadores Dr^a. Regina Ceres, Dr^a. Luciana Gurgel, Dr. Luiz Gonzaga, Dr. Amaro Castro, Dr. Vanildo Leal, Dr. Manuel Américo e aos assistentes de pesquisa Ana Patrícia Gonçalves, Fábio Santana e Samuel Batista por toda atenção e ensinamentos.

Aos professores Valdir Balbino e Rejane Neves pela ajuda e ensinamentos.

Aos amigos Ana Patrícia, Eliane Mayumi, Mariele Porto pela amizade, dedicação e auxílio nos momentos difíceis.

Aos amigos que conquistei ao longo do curso Mayumi, Jackeline, Matheus, Susan, Kamila, João Vitor, Willie, Mariote, Rômulo, Claudeana, Kátia, Waléria, Viviane, Iwanne, Rejane, Meridiana, Marcus, Neto e aos demais alunos da pós-graduação em Fitopatologia.

Aos colegas de turma Jackeline, Moara, Jéssica, Júnior, Ewerton, Etiane, Elizabeth, Fabiana e Carlos.

Ao centro de Biotecnologia da Embrapa Cruz das Almas pela atenção e prestação de serviço.

A todos que participaram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	página
<u>AGRADECIMENTOS</u>	v
<u>SUMÁRIO</u>	vi
<u>RESUMO</u>	vii
<u>ABSTRACT</u>	viii
<u>CAPÍTULO I – Introdução Geral</u>	10
<u>Referências Bibliograficas</u>	23
<u>CAPÍTULO II – EFEITO DE ISOLADOS DE <i>Trichoderma</i> sp. E ÓLEOS ESSENCIAIS DE <i>Lippia Sidoides</i> SOBRE A FUSARIOSE DA BANANEIRA</u>	33
<u>Resumo</u>	34
<u>Material e Métodos</u>	37
<u>Resultados e Discussão</u>	41
<u>Referências Bibliográficas</u>	47
<u>CONCLUSÕES GERAIS</u>	60

RESUMO GERAL

A fusariose da bananeira (*Musa* sp.) causada por *Fusarium oxysporum* f.sp. *Cubense* (FOC) é umas das doenças mais importantes e severas da cultura. Este estudo teve por objetivos avaliar a ação *in vitro* de isolados de *Trichoderma* spp. e óleos essenciais de *Lippia sidoides* sobre isolados de FOC, assim como, verificar o efeito isolado e combinado desses tratamentos em mudas de bananeira do tipo maçã, inoculadas com FOC. Nos testes *in vitro* foram utilizados 10 isolados de *Trichoderma* sp. no pareamento com 15 isolados do fitopatógeno e 2 óleos essenciais (103 e 109) nas concentrações (0,3; 0,6; 0,9; 1,2; 1,5 ppm) incorporados em meio de cultura BDA fundente. As avaliações consistiram na medição diária do crescimento micelial (CM) do fitopatógeno, obtendo-se a taxa de crescimento (TC) por regressão e a inibição do crescimento micelial (ICM); e, determinação da esporulação ao final da avaliação. No teste *in vivo* foram avaliados nove tratamentos, sendo as mudas micropropagadas tratadas com os óleos essenciais (1,5 ppm), enquanto, os isolados de *Trichoderma* sp. (5g de substrato colonizado) e o trichodermil (5g do produto comercial) foram aplicados ao substrato, com todos os tratamentos realizados 48 horas antes da inoculação do fitopatógeno. As mudas foram lavadas e as raízes cortadas a 5cm de sua extremidade, sendo a inoculação realizada pela imersão em suspensão de conídios dos fitopatógenos (AM B e AM E) (1×10^6 conídios/ml), por 1h. Após esse período, as mudas foram plantadas nos respectivos recipientes. A avaliação consistiu observação de sintomas e comparação com escala de notas variando de 0 (planta sem sintoma) a 5 (planta morta).

Palavras-chave: bananeira maçã, controle, mudas, mal do Panamá, manejo.

GENERAL ABSTRACT

The banana's fusarium wilt (*Musa* sp.) Caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* (FOC) is one of the most important and severe diseases of the crop. This study aimed to evaluate the in vitro effect of *Trichoderma* spp. and essential oils of *Lippia sidoides* on isolates of FOC, as well as check the single and combined effect of these treatments on banana plantlets of the manzano bananas, inoculated with FOC. *In vitro* tests were used 10 strains of *Trichoderma* sp. pairing with the 15 isolates of the pathogen and the 2 essential oils (103 and 109) concentrations (0.3, 0.6, 0.9, 1.2, 1.5 ppm) embedded in PDA culture medium flux. The plants were evaluated daily measurement of mycelial growth (CM) of the pathogen, resulting in the growth rate (TC) regression and inhibition of mycelial growth (ICM), and determination of sporulation to endpoint. *In vivo* test nine treatments were evaluated, the plantlets treated with essential oils (1.5 ppm), while the isolates of *Trichoderma* sp. (5g colonized substrate) and trichodermil (5g commercial product) were applied to the substrate with all treatments 48 hours before inoculation of the pathogen. The seedlings were washed and the roots were cut to 5 cm of its end, with an inoculation performed by immersion in a conidial suspension of pathogens (AM and PM E B) (1×10^6 conidia/ml) for 1h. After this period, the seedlings were planted in their containers. The evaluation consisted symptom observation and comparison with scale ranging from 0 (plant without symptoms) to 5 (dead plant).

Keywords: manzano bananas, control, banana seedlings, panama disease, management.

CAPÍTULO I

Introdução Geral

MANEJO DA FUSARIOSE DA BANANEIRA UTILIZANDO *TRICHODERMA* sp. E ÓLEOS ESSENCIAIS DE *LIPPIA SIDOIDES*

INTRODUÇÃO GERAL

Classificação botânica e comercial da bananeira

A bananeira (*Musa* L. spp.) pertence à família Musaceae e ao gênero *Musa* é originária do continente Asiático, sendo reconhecidos também outros centros de origem secundários, na África e ilhas do Pacífico (PLOETZ et al., 2007). Planta monocotiledônea e herbácea, apresenta caule subterrâneo (rizoma) de onde saem as raízes primárias, em grupos de três ou quatro, totalizando 200 a 500 raízes, com espessura, predominantemente, menor que 0,5 mm, podendo atingir até 8 mm. As raízes são brancas e tenras quando novas, tornando-se amareladas e endurecidas com o passar do tempo. O sistema radicular é fasciculado, podendo atingir horizontalmente até 5 m, mas comumente 1 a 2 m, dependendo da variedade e das condições edáficas. Uma das principais características fisiológicas da bananeira é a presença do “falso” tronco, o pseudocaulé que é formado por bainhas foliares, terminando com uma copa de folhas compridas e largas, com nervura central desenvolvida. Uma planta pode emitir de 30 a 70 folhas, com o surgimento de uma nova folha a cada 7 a 11 dias. A inflorescência sai do centro da copa e apresenta brácteas ovaladas de coloração, na maioria das vezes, roxo-avermelhadas, em cujas axilas nascem as flores. De cada conjunto de flores, formam-se as pencas (7 a 15), apresentando número variável de frutos (40 a 220), dependendo da variedade (BORGES; SOUZA, 2004).

Além do sabor, são vários os atrativos nutricionais de estímulo ao seu consumo, pois é rica em vitaminas A e C, fibras e potássio, carboidratos, além de conter pouco sódio (MARTINS; FUELANETO, 2008).

A classificação botânica para o gênero *Musa*, mundialmente adotada, é baseada no número de cromossomos, dividindo-se então em dois grupos. O primeiro grupo compreende as bananeiras com número básico de cromossomos igual a 10, que possuem brácteas lisas e dividem-se nas seções, *Australimusa* e *Callimusa*, que se destacam na extração de fibra e de interesse botânico, respectivamente. O segundo grupo com número

básico de cromossomos igual a 11, também é composto por duas seções a *Rhodoclamys*, que é mais conhecida por *Musa ornata*, de importância ornamental e a seção *Eumusa* ou, simplesmente, *Musa*, que engloba as variedades cultivadas, destacando-se pela grande inflorescência e numerosos frutos por penca. Neste grupo, encontram-se as cultivares Ouro, Nanica, Nanicão, Grande naine, Terra, D'angola, Maçã, Prata, Prata anã, Pacovan, Figo e Ouro da mata (PLOETZ et al., 2007).

O Brasil é destaque no mercado internacional como um dos maiores produtores mundiais de frutas e devido a grande diversidade climática, produz desde fruteiras adaptadas ao clima temperado até as tipicamente tropicais (VIVIANE; LEAL, 2007). No caso das bananeiras, as variedades mais difundidas no País são as bananeiras tipo Prata (Prata, Pacovan e Prata-anã), responsáveis por 60% da área cultivada (NASCIMENTO JUNIOR et al., 2008); Maçã, Mysore, as tipo Cavendish (Nanica, Nanicão e Grande naine), preferidas pelo mercado internacional e as bananas tipo Terra (terra e d'angola) (SILVA et al., 2000, 2006) existindo ainda, outras variedades em menor proporção, como as do tipo Figo ou Bluggoe, as do tipo Caru e do tipo Ouro (PLOETZ et al, 2007).

Importância econômica da cultura da bananeira

A bananeira é uma das culturas mais importantes do mundo, especificamente é a quarta maior em termos de produção, totalizando 5.279.638 ha de área plantada e produção de 107.142.187 t. A Ásia (61.500.039 t) e a América (27.639.086 t) são os continentes que se destacam na produção desta cultura, sendo a Índia (29.666.973 t), China (10.400.000 t), Filipinas (9.165.043 t) e Equador (7.427.776 t) os maiores produtores mundiais (FAO, 2013). O Brasil (7.329.471 t) é atualmente é o quinto maior produtor mundial, em 2013, com uma área colhida de 503.354 ha e uma produtividade de 14,56 t/ha, posicionando assim a bananeira como a segunda frutícola mais cultivada no País, atrás apenas da laranjeira (FAO, 2013)

No Brasil, a produção de banana ocorre em todos os estados da federação (CODEVASF, 2013). O estado de São Paulo (1.215.435 t) lidera o ranking de produção seguido por Bahia (1.083.346 t), Santa Catarina (689.815 t), Minas Gerais (687.293 t) e Pará (547.098 t). Pernambuco ocupa a sétima posição com uma produção de 407.574 t e rendimento de 9,99 t/ha (IBGE, 2013), sendo as cultivares mais plantadas a pacovan e

prata anã, que ocupam cerca de 90% dos plantios nas áreas de produção (SILVA JUNIOR; COELHO; MICHEREFF, 2000). A região Nordeste do Brasil é a maior produtora de banana com 197.295 ha plantados e produção de 2.424.974 t, produzindo mais que as regiões norte, sul e centro-oeste somadas, destacando-se os estados da Bahia (1.083.346 t), Ceará (415.763 t), Pernambuco (407.574 t) e Rio Grande do Norte (147.129 t) (IBGE, 2013). Destaca-se que produção de banana na região Nordeste ocorre nos pólos de fruticultura irrigada.

A região semi-árida do pólo Petrolina-Juazeiro (Pernambuco/Bahia) apresenta excelentes condições de clima e de solo para a produção de banana de alto padrão de qualidade, porém é preciso superar a baixa eficiência na produção e manejo da cultura, assim como, os problemas fitossanitários. O pólo conta com vários projetos de irrigação como Nilo Coelho, Mandacaru, Salitre, Tourão, Curaçá e Pontal que mantêm a produção elevada de frutas, destacando-se em nível nacional. A cultivar pacovan, que domina mais de 90% da área produzida no pólo, aliando-se as ótimas condições climáticas para a prática da agricultura irrigada e a alta luminosidade e temperatura, favoreceram o rápido desenvolvimento da bananicultura nessa região (CORDEIRO, 2003).

A cultura da banana vem sofrendo com alguns obstáculos ao seu desenvolvimento e crescimento, pois levantamentos recentes demonstram que a produção nacional caiu 2,3%, ou seja, tanto a área plantada como a produção diminuíram (IBGE, 2013). Essas comparações foram feitas nas safras de 2011 e 2012, resultados que desbancaram as projeções para esses anos realizadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Ainda de acordo com estes institutos a estimativa é que a produção de banana retorne numa crescente, para os próximos anos.

Da mesma maneira que qualquer outra cultura cultivada em larga escala, a bananeira é afetada por diversos problemas fitossanitários, causados por fungos, bactérias, vírus, nematóides e insetos (CORDEIRO; MATOS; KIMATI, 2005), sendo as principais doenças o moko da bananeira, sigatoka-negra, sigatoka-amarela e a fusariose (CORDEIRO; MATOS; MEISSNER FILHO, 2004; CORDEIRO; MATOS; KIMATI, 2005).

A fusariose

A fusariose também conhecida como mal do Panamá, murcha de fusário ou murcha de *Fusarium* da bananeira é uma das doenças mais destrutivas dessa cultura em todo o mundo (CORDEIRO; MATOS, 2000; MOORE et al., 2001; PLOETZ, 2005, 2006; STOVER, 1972; VILJOEN, 2002). Doença esta que teve seus primeiros relatos por volta de 1876 na Austrália, mas só adquiriu notoriedade em 1904, no Panamá, quando os prejuízos foram substanciais, motivando a denominação dessa doença de mal do Panamá (PLOETZ; PEGG, 1997, 1999). Em Ulua, vale de Honduras foram destruídos 30.000 ha entre os anos de 1940 e 1960 (PLOETZ, 2005). Extremamente destrutiva a bananeira, a fusariose é considerada uma das seis doenças economicamente mais importantes de todos os tempos (PLOETZ, 2005, 2006; SIMMONDS, 1966; STOVER, 1972).

A doença é endêmica ocorrendo em todas as regiões produtoras do mundo como a Ásia, África, Austrália e América, onde destruiu mais de 40.000 ha de bananeiras na América Central e do Sul durante um período de 50 anos (PLOETZ; PEGG, 1997; PLOETZ, 2006). No Brasil, a primeira constatação foi em 1930, no município de Piracicaba, São Paulo, na cultivar Maçã (CORDEIRO; MATOS; KIMATI, 2005). Em um período de apenas quatro anos foram dizimados cerca de um milhão de plantas de bananeira no município paulista. Com isso, o plantio desta cultivar no estado de São Paulo tornou-se uma atividade consideravelmente inviável, por ser altamente suscetível à doença (GOES; MORETO, 2001), o que quase extinguiu essa cultivar do mercado nacional (CORDEIRO; MATOS; KIMATI, 2005).

A fusariose é de grande severidade para as cultivares Maçã, Prata, Pacovan e Prata-anã, todas de grande aceitação popular (CORDEIRO, 1991) o que torna o problema ainda mais grave, pois o fitopatógeno é amplamente difundido em todas as regiões produtoras do país e às variedades cultivadas, incluindo Maçã e as cultivares do subgrupo Prata, que representam 95% da totalidade dos bananais nacionais são, na sua maioria, suscetíveis a doença (CORDEIRO, 1999; CORDEIRO; MATOS; KIMATI, 2005; PLOETZ, 2006; SILVA et al., 2003).

A infecção inicia-se pelas radículas, atingindo o sistema vascular da bananeira, em um processo sistêmico. As radículas e extremidades das raízes são os sítios iniciais de infecção (STOVER, 1972). Ao penetrar no sistema radicular das plantas, o fitopatógeno,

bloqueia os vasos do xilema e desencadeia uma série de sintomas externos (Figura 2A) da doença que incluem o amarelecimento das margens das folhas mais velhas, o qual progride das folhas mais velhas para as mais jovens. As folhas murcham, secam e quebram junto ao pseudocaule (PLOETZ, 2006). Consequentemente, as folhas mortas ficam pendentes juntos ao pseudocaule (CORDEIRO; MATOS; MEISSNER FILHO, 2004; CORDEIRO; MATOS; KIMATI, 2005).

Os sintomas internos (Figura 2B) da doença são a coloração avermelhada nos vasos do xilema e nas raízes laterais e, posteriormente, a raiz principal (CORDEIRO; MATOS; KIMATI, 2005; PLOETZ, 2006). A descoloração vascular progride até o rizoma e é mais proeminente junto ao córtex, passando, finalmente, a afetar grandes porções do pseudocaule (PLOETZ, 2006). De acordo com Gowen (1997) a descoloração é ocasionada pela presença do fitopatógeno nos vasos. As pontuações pardo-avermelhadas surgem provavelmente pela oxidação de fenol quando na presença do agente fitopatogênico. No pseudocaule a descoloração vascular concentra-se mais periféricamente, mantendo-se o centro claro (VENTURA; HINZ, 2002).

Os rizomas infectados são muitas vezes assintomáticos, mas efetivamente dispersam o fitopatógeno quando usados como material de propagação (STOVER, 1962). A disseminação ocorre também na água e em implementos/máquinas agrícolas. O desenvolvimento da doença cresce em ritmo acelerado em certos casos, podendo ser influenciado pela fertilidade, pH e drenagem, aliada a susceptibilidade das cultivares, condições edafo-climáticas e manejo do solo (PLOETZ, 2006).

A disseminação por mudas infectadas no Brasil é relatada como de significativa importância, pois, são frequentemente utilizadas em novos plantios, que na maioria dos casos, são do tipo convencional, sem os devidos cuidados na seleção. Para eliminação ou redução dessa via de disseminação podem ser usadas mudas micropropagadas (CORDEIRO; MATOS; KIMATI, 2005). Devido ao baixo nível tecnológico, a doença toma relevantes proporções, ao ponto dos agricultores abandonarem a área de cultivo, reduzindo assim a produção e, conseqüentemente, a oferta de bananas aos consumidores (CORDEIRO; MATOS; KIMATI, 2005; STOVER, 1962).

O fitopatógeno

A doença é causada pelo fungo habitante do solo *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* (E.F. Smith) Snyd e Hans. Este fungo faz parte do complexo *Gibberella* Sacc., que é atualmente composto de 12 espécies biológicas com teleomorfos descritos (HOVE et al., 2011; LESLIE; SUMMERELL, 2006; LEPOINT; MUNAUT; MARAITE, 2005; SCAUFLAIRE; GOURGUE; MUNAUT, 2011). *F. oxysporum* f.sp. *cubense* (Foc) é um patógeno de grande potencial evolutivo, pois já foram relatados 21 grupos de compatibilidade vegetativa e três raças fisiológicas que infectam bananeiras (PLOETZ, 2006).

Em relação à morfologia, Foc apresenta microconídios em grande quantidade, geralmente unicelulares, ovais a reniformes e hialinos. Os macroconídios também são abundantes, fusiformes, falcados, isolados e multicelulares. Os clamidosporos são esféricos e produzidos nas extremidades dos conidióforos, intercalados nas hifas ou em macroconídios (OHARA et al., 2004). As colônias crescem 4 a 7 mm/dia sobre meio de cultivo batata-dextrose-ágar (BDA) a 24°C, com abundante micélio aéreo, que apresenta coloração variando do branco ao violeta (PLOETZ, 2006).

Fuzarium oxysporum f.sp. *cubense* apresenta uma série de variações de características morfológicas e patogênicas, resultando em uma classificação complexa dividida em seções, *formae speciales* e raças (OLIVEIRA; COSTA, 2002). O conceito *formae speciales* foi aplicado para reconhecer isolados patogênicos que foram morfológicamente semelhantes a isolados saprofíticos de mesma espécie, mas que diferenciavam na habilidade em parasitar hospedeiros específicos (SNYDER; HANSEN, 1953).

Quatro raças fisiológicas do patógeno são conhecidas, sendo as raças 1, 2 e 4 as mais importantes na cultura da bananeira. Em relação à diferenciação, a forma mais simples é baseada no uso de variedades indicadoras. Assim, a variedade Gros Michel é indicadora da raça 1, a Bluggoe, indicadora da raça 2 e as variedades do subgrupo Cavendish (Nanica, Nanicão e Grande Naine) são indicadoras da raça 4. As raças agrupadas pelas diferentes cultivares infectadas são, respectivamente, a raça 1, que infecta Gros Michel e maçã, a raça 2, infecta Bluggoe, Figo e outras bananeiras, e a raça 4, infectando variedades do grupo Cavendish. Isto torna a raça 4 de extrema importância para

o Brasil, devido ao fato de que a produção nacional é sustentada por cultivares desse grupo (CORDEIRO; MATOS; KIMATI, 2005).

Raça 3

Foi relatada a ocorrência de um novo biótipo da raça 4, a raça Tropical 4 ou TR4, que está devastando plantações em vários países produtores de banana, tais como Taiwan, Malásia, Sumatra, Sulawesi, Filipinas, Vietnam, China e Austrália. A disseminação da TR4 para os países produtores de banana dos continentes africano e americano pode ser considerada uma ameaça para a bananicultura mundial, pois além do subgrupo Cavendish, afeta as cultivares que geram 80% da produção mundial desta cultura (DITA ET AL., 2010; DONG AND WANG, 2011; LEONG ET AL., 2009; LI ET AL., 2012).

Vários fatores, incluindo a perda da distinção das espécies, através de características morfológicas, levam a conceitos que associados com a variação e mutação dentro da espécie, tem contribuído para criar um sistema taxonômico que não reflete a diversidade das espécies. Espécies de *Fusarium* foram, por um longo período, classificadas baseando-se apenas em características morfológicas e sua especificidade para com o hospedeiro. Porém cada vez mais essas características estão em desuso, devido a plasticidade e variações das características fenotípicas encontradas nesse fungo, pois segundo Leslie e Summerell (2006) a taxonomia baseada apenas em conceitos morfológicos não é confiável. Com o uso de técnicas moleculares e a aplicação do conceito de espécie biológica, a forma como essas espécies são definidas gera uma informação mais confiável e precisa o que auxilia tanto na identificação precisa do patógeno e municia informações para o manejo de doenças (KVAS et al., 2009; LESLIE; ZELLER; SUMMERELL, 2001; NIRENBERG; O'DONNELL, 1998).

Manejo da fusariose

De maneira geral, os métodos mais utilizados no controle de Foc incluem: o uso de cultivares resistentes, desinfestação do solo com fungicida químico e rotação de cultura utilizando plantas não hospedeiras. A utilização de cultivares resistentes é uma excelente alternativa, sendo conhecidos dois mecanismos de resistência nas bananeiras frente à infecção de Foc, que é a formação de gel no xilema e a formação de tiloses. Esses mecanismos impedem o avanço e a colonização da bananeira pelo patógeno (STOVER,

1972). Porém dificuldades como a identificação de genes de resistência ou a habilidade de adaptação dos patógenos a novos genótipos podem tornar a resistência uma solução temporária (SUTTON, 2000). Esforços vêm sendo desenvolvidos para o melhoramento da bananeira a partir de germoplasma natural selecionado pelo homem. No entanto, a reprodução vegetativa e um limitado número de acessos selvagens disponíveis resultam numa base genética estreita, o que representa um risco iminente, semelhante ao que ocorreu com a bananicultura latino-americana de exportação baseada na cultivar Gros Michel, suscetível a fusariose. A bananicultura explorada atualmente corre risco semelhante, por se basear num clone tipo Cavendish, a variedade Grande Naine (SILVA; FLORES; LIMA NETO, 2002).

Em programas de melhoramento genético da bananeira, o desenvolvimento de variedades resistentes a doenças, tem que atender também características ou exigências de produtores e consumidores, tais como precocidade, alta produtividade e boa aceitação no mercado (SILVA et al., 2000; SILVA; FLORES; LIMA NETO, 2002). O programa de melhoramento genético da bananeira no Brasil foi iniciado em novembro de 1982, em Cruz das Almas-BA, sendo baseado nas características do subgrupo prata. Desde então, os genótipos selecionados foram avaliados em diversas regiões do Brasil (SILVA; FLORES; LIMA NETO, 2002). Como resultados práticos deste programa, até o momento, têm-se a recomendação dos híbridos PA12-03 (Pioneira), FHIA-18, SH36-40 (Prata Graúda), PV42-68 (Pacovan Ken), PV42-85 (Preciosa), PV42-142 (Japira), YB42-21 (Tropical), FHIA-01 (Maravilha), ST42-08 (Garantida), PC42-01 (Caprichosa) e das variedades Caipira, Nam (Prata Baby) e Thap Maeo. No entanto, pouco tem sido feito com relação às bananas do tipo Maçã, que mesmo possuindo excelente sabor e preços elevados no mercado, desapareceram praticamente das áreas produtoras, devido à elevada suscetibilidade a fusariose (BORGES et al., 2008; CORDEIRO; MATOS; MEISSNER FILHO, 2004), causando o descontentamento nos consumidores que apresentam preferência por este tipo de banana (MATSUURA; COSTA; FOLEGATTI, 2004).

O controle das doenças e pragas na agricultura tem se intensificado, sendo realizado basicamente através do emprego de produtos sintéticos, com elevados custos e riscos ambientais (desequilíbrio ecológico) e toxicológicos (elevada concentração nos alimentos) (HAYES; LAWS, 1991). O controle químico da fusariose é economicamente impraticável (PLOETZ, 2006), a doença uma vez presente no bananal não pode ser

controlada mediante a aplicação de fungicidas, tampouco ser erradicada por meio da fumigação do solo (DALY; WALDUCK, 2006), ainda segundo Matos et al. (1998) a única alternativa de controle duradouro dessa doença, até então disponível, é o cultivo de variedades resistentes.

Em relação ao uso de rotação de culturas é importante salientar que o fitopatógeno é um fungo habitante de solo, no qual desenvolve alta capacidade de sobrevivência por longos períodos, na ausência do hospedeiro, permanecendo viável como saprófita, uma vez presente no solo é incapaz de ser eliminado (KURTZ; SCHOUTEN, 2009). Segundo Moore et al. (2001), Ploetz (2005) e Waite (1954) o fitopatógeno permanece viável por mais de 30 anos, o que dificulta potencialmente o controle. Este fato deve-se à formação de clamidósporos (estruturas de resistência) (AGRIOS, 2005), que tem sua germinação incitada a partir do contato com exsudatos de raízes do hospedeiro e de espécies não hospedeiras (SCHIPPERS; VAN ECK, 1981) e a ocorrência do ciclo parassexual, que se inicia com a formação de heterocário, favorece a alta variabilidade genética e, também, aumenta a sobrevivência no ambiente (LESLIE, 1990). Além disso, o fitopatógeno tem sido detectado em associação com plantas invasoras, dentre elas *Paspalum fasciculatum* L., *Panicum purpurascens* L., *Ixophorus unisetus* (J.Presl.) Schltdl., *Commelina difusa* L., raízes de *Paspalum* L. sp. e *Amaranthus* L. sp., que são de ocorrência comum em bananais (CORDEIRO; MATOS; MEISSNER FILHO, 2004).

Métodos de controle eficazes contra a fusariose da bananeira são restritos, limitando-se, portanto, as estratégias de controle principais, que focam na exclusão do patógeno, ou seja, a introdução da cultura em áreas livres do patógeno, e no desenvolvimento de variedades resistentes (DEACON, 1984; PLOETZ; PEGG, 2000; PLOETZ; THOMAS; SLABAUGH, 2003; VILJOEN, 2002). O programa de melhoramento genético de bananeira no Brasil tem sido conduzido para a obtenção de cultivares resistentes a fusariose, algumas cultivares já lançadas são derivadas do cruzamento entre triploides do subgrupo prata e diploides que apresentam resistência ao patógeno (CORDEIRO; MATOS; KIMATI, 2005; SILVA et al., 2011). De acordo com Viljoen (2002) cultivares com resistência ao patógeno têm sido identificados, porém essas cultivares nem sempre são bem aceitas nos principais mercados locais. Vale salientar que para bananeira do tipo Maçã, até o momento, não foram lançadas variedades resistentes à doença.

A dificuldade de controle de doenças de plantas por técnicas tradicionais intensificam as pesquisas com o controle biológico em diversas culturas (CAVAGLIERI; PASSONE; ETCHEVERRY, 2004; GARMENDIA; GOECOICHEA; SILVA; BETTIOL, 2005). O controle biológico de doenças causadas por fungos de solos tem sido investigado e, em bananeira, a utilização de microrganismos antagonistas constitui-se em uma alternativa promissora para reduzir as populações dos fitopatógenos no solo (AMORIM; MELO, 2002).

Espécies de gênero *Trichoderma* são onipresentes no solo, reconhecidos pelo efeito antagonico contra espécies de patógenos de plantas (DEV; DAWANDE, 2010). A primeira descrição deste fungo foi por volta de 1974 (PERSON, 1974) e, em 1865, sua relação com o estágio sexual *Hypocrea* foi sugerida (TUSLANE; TUSLANE, 1865). Contudo as diferentes espécies associadas ao gênero *Trichoderma/Hypocrea* foram difíceis de classificar devido a distinta morfologia. Index Fungorum (IFS, 2014) estão listados 471 diferentes nomes para espécies de *Hypocrea* e 165 para *Trichoderma*, entretanto, vários nomes foram introduzidos antes dos métodos de identificação moleculares. Até o presente momento a Subcomissão Internacional sobre Taxonomia de *Trichoderma/Hypocrea* (ISTH, 2014) lista 104 espécies sendo essas caracterizadas a nível molecular. *Trichoderma* é caracterizado pelo rápido crescimento, apresenta comumente conídios verdes e conidióforos ramificados (GAMS; BISSETT, 1998). Os fungos desse gênero possuem amplas possibilidades para aplicação, tanto no biocontrole de patógenos foliares, quanto no de patógenos radiculares. Entre os exemplos, citam-se *Sclerotinia sclerotiorum* De Bary, *Phytophthora* spp. De Bary, *Cylindrocladium* spp. Morgan, *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitz. e *Sclerotium rolfsi* Saccardo (GOMES; GRIGOLLET JUNIOR; AUER, 2001; MELLO et al., 2007; PATRÍCIO; KIMATI; BARROS, 2001; SANTOS; DHINGRA, 1982; SMITH; WILCOX; HARMAN, 1990).

Os fungos do gênero *Trichoderma* são de grande importância econômica para a agricultura, uma vez que são capazes de atuarem como agentes de controle de doenças de várias plantas cultivadas, promotores de crescimento e indutores de resistência de plantas a doenças (FORTES et al., 2007; MOHAMED; HAGGAG, 2006). Vários estudos têm verificado significativas reduções da fusariose em muitas culturas, pela aplicação de diferentes espécies de *Trichoderma* (BELL; WELL; MARKHAM, 1982; BISWAS; DAS,

1999; ELAD; KAPAT, 1999; MORSY, ABDEL-KAWI, KHALIL, 2009; PAPAVIDAS, 1985; RAMEZANI, 2008, 2009; SABALPARA et al., 2009; SIVAN; CHET, 1986, 1987).

A busca por mais alternativas de controle tem relacionado, de forma bastante promissora, o uso de extratos vegetais e óleos essenciais de plantas como opção de manejo econômico e ecológico de doenças. O uso de extratos vegetais e óleos essenciais têm sido fonte de inúmeras pesquisas que validam sua eficácia (HERNANDEZ et al., 1998; MORAIS, 2004; OWOLADE et al., 2000; SOUZA et al., 2002). Os primeiros relatos históricos da utilização de óleos essenciais de plantas provêm do Oriente, especificamente no Egito, onde os óleos essenciais eram usados para embalsamar múmias e para fazer oferendas nas cerimônias religiosas (BIOMIST, 2006). Os óleos essenciais são constituídos por uma mistura de compostos naturais, complexos, voláteis, caracterizados por um odor forte, extraídos de plantas através da técnica de arraste a vapor, na grande maioria das vezes, e também pela prensagem do pericarpo de frutos cítricos. Entre seus constituintes estão geralmente monoterpenos, sesquiterpenos e fenilpropanoides, originários do metabolismo secundários, que podem ser encontrados nas flores, folhas, cascas, rizomas e frutos (ABDOLAHY et al., 2010; BIZZO, 2009; CRAVEIRO; QUEIROZ, 1993). São conhecidos cerca de 3.000 óleos essenciais, dos quais 300 são comercialmente importantes (BAKKALI et al., 2008). Os constituintes químicos desses óleos aromáticos variam desde hidrocarbonetos terpênicos, álcoois simples, fenóis, aldeídos, éteres, ácidos orgânicos, ésteres, cetonas, lactonas, cumarinas, até compostos contendo nitrogênio e enxofre. Podem ser utilizados para a síntese de vitaminas, hormônios, antibióticos e anti-sépticos (SIMÕES et al., 2004). Portanto, plantas medicinais e aromáticas, com seus princípios ativos antimicrobianos, tornam-se promissoras no controle das doenças de plantas, como verificou Silva (2006) que utilizando extratos vegetais de Nim (*Azadirachta indica* A. Juss) promoveu a redução do desenvolvimento de Foc em condições *in vitro* e de casa-de-vegetação. Vários trabalhos vêm sendo realizados buscando demonstrar o potencial da utilização dessas plantas no controle de fitopatógenos (HADIZADEH; PEIVASTEGAM; HAMZEHZARGHANI, 2009; KNAAK; FIÚZA, 2010).

O gênero *Lippia* (Verbenaceae) inclui aproximadamente 200 espécies de ervas, arbustos e de árvores de pequeno porte, sendo 120 espécies de ocorrência no Brasil, que são caracterizados pela presença de óleos essenciais de atividade antimicrobiana, derivados de compostos como timol e carvacrol. A espécie *Lippia sidoides* Cham. é uma planta

presente nas regiões tropicais de todo o mundo (FONTENELLE, 2008; MENDONÇA, 1997). No Brasil tem forte ocorrência na região Nordeste e tem mostrado propriedades biológicas importantes destacando-se como fonte de pesquisa contra agentes fitopatogênicos (MATOS, 1994). Sua ocorrência está localizada principalmente nos municípios de Mossoró-RN e Tabuleiro do Norte-CE, onde é popularmente conhecida como alecrim, alecrim-pimenta e estrepa-cavalo (LEAL, 2003). O óleo essencial obtido das é constituído de timol (50 a 60%) e carvacrol (5 a 8%), pode ser extraído das folhas secas ou frescas, têm odor forte e sabor aromático picante (CRAVEIRO, 1981). Estudos realizados por Goodmam e Gilman (1978) evidenciaram o efeito bactericida e antimitótico do timol sobre espécies de *Penicilium*. A atividade antimicrobiana desenvolvida por óleos essenciais tem sido atribuída a pequenos terpenóides e compostos fenólicos como timol, carvona, carvacrol, mentol e muroleno, que também na forma pura exibem atividade antifúngica (KNAAK; FIÚZA, 2010).

A ação de compostos de plantas no controle de fitopatógenos pode ser tanto por sua ação direta, inibindo o crescimento do microrganismo e a germinação de esporos, quanto pela capacidade de induzir o acúmulo de fitoalexinas, indicando a presença de moléculas com característica elicitora (moléculas de origem biótica ou abiótica capazes de estimular qualquer resposta de defesa da planta) (BONALDO et al., 2004; CARLOS et al., 2010). Além disso, a utilização de produtos naturais extraídos de vegetais tem a vantagem de redução de custos de produção e ausência de impacto ambiental causado pelos agroquímicos (COUTINHO et al., 1999).

Apesar da importância da fusariose da bananeira para o Brasil, a inexistência de variedades de bananeira maçã resistentes a fusariose e as dificuldades e ineficiência do controle químico e de rotação de culturas, pouco tem sido feito para reduzir a severidade da doença no País, particularmente, nas áreas de plantio do Nordeste brasileiro. Este estudo teve, portanto, como objetivos avaliar a ação *in vitro* de isolados de *Trichoderma* spp. e óleos essenciais de *Lippia sidoides* sobre Foc, assim como, avaliar a ação isolada e combinada desses tratamentos *in vivo*, em mudas de bananeira do tipo maçã, visando propiciar alternativas de controle para o manejo da fusariose.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDOLAH, A.; HASSANI, A.; GHOSTA, Y.; JAVADI, T.; MESHKATALSADAT, M. H. Essential oils as control agents of postharvest *Alternaria* and *Penicillium* rots on tomato fruits. **Journal of Food Safety**, Westport, v. 30, p. 341-352, 2010.

AGRIOS, G. B. **Plant pathology**. 4.ed. San Diego: Academic Press, 1997. 653 p.

AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. 5. ed. San Diego: Academic Press, 2005. 635 p.

AMORIM, E. P. R.; MELO, I. S. Ação antagonista de rizobactérias contra *Phytophthora parasitica* e *Phytophthora citrophthora* e seu efeito no desenvolvimento de plântulas de citros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 565-568, 2002.

ARRAS, G.; USAI, M. Fungitoxic activity of 12 oils against four postharvest citrus pathogens: Chemical analysis of *Thymus capitatus* oil and its effect in subatmospheric pressure conditions. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v. 07, n. 64, p. 1025- 1029, 2001.

BAKKALI, F.; AVERBECK, S.; AVERBECK, D.; IDAOMAR, M. Biological effects of essential oils: a review. **Food and Chemical Toxicology**, Oxford, v. 46, n. 2, p. 446-475, 2008.

BELL, D. K.; WELL, H.D.; MARKHAM, C.R. In vitro antagonism of *Trichoderma* species against six fungal plant pathogens. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 72, p.379-382, 1982.

BISWAS, K. K.; DAS, N. D. Biological control of pigeon pea wilt caused by *Fusarium udum* with *Trichoderma* spp. **Annals of Plant Protection Sciences**, New Delhi, v. 7, n. 1, p. 46-50, 1999.

BIZZO, H. R. Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 3, p. 588-594, 2009.

BØDKER, L.; KJØLLER, R.; ROSENDAHL, S. Effect of phosphate and the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus intraradices* on disease severity of root rot of peas (*Pisum sativum*) caused by *Aphanomyces euteiches*. **Mycorrhiza**, Berlin, v.8, p.169-174, 1998.

BONALDO, S. M.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R. TESSMAN, D. J.; SCAPIM, C. A. Fungitoxicidade, atividade elicitora de fitoalexinas e proteção de pepino contra *Colletotrichum lagenarium*, pelo extrato aquoso de *Eucalyptus citriodora*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 2, p. 128-134, 2004.

BORGES, A. L.; SOUZA, L. da S.; CALDAS, R. C.; SANTOS, A. M. dos. Desempenho de variedades de bananeira em sistema de produção orgânica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20., 2008, Vitória. **Anais...** Vitória: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2008. 1CD.

BORGES, A. L.; SOUZA, L. S. Exigências edafo-climáticas. In: BORGES, A.L.; SOUZA, L.S. (Eds). **O cultivo da bananeira**. 1. Ed. Cruz das almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. Cap.1, p.15-23.

CARLOS, M. M.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; ITAKO, A. T.; BONALDO, S. M.; MESQUINI, R. M.; CARVALHO, J. B.; STANGARLIN, J. R. Efeito de extrato bruto e óleo essencial de *Achillea millefolium* em desenvolvimento *in vitro* de *Corynespora cassiicola* e proteção de pepino à mancha de corinespora. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.77, n.2, p.309-316, abr-jun, 2010.

CAVAGLIERI, L.R.; PASSONE, A.; ETCHEVERRY, M.G. Correlation between screening procedures to select root endophytes for biological control of *Fusarium verticillioides* in *Zea mays* L. **Biological Control**, Orlando, v.31, p.259-267, 2004.

CHEESMAN, J. Classification of the bananas. III. **Critical Notes on Species. (c) *Musa paradisiaca* Linn. and *Musa sapientum* Linn**, Kew Bull, n. 2. p. 145-154, 1948.

CODEVASF. Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba. Disponível em: <<http://www.codevasf.gov.br>>. Acesso em: 12 dez. 2013.

CONNER, D.E. 1993. Naturally occurring compounds. In: DAVIDSON P. M; BRANEM A. L. **Antimicrobials and Foods**, New York, p. 441-68.

CORDEIRO, Z. J. M. Doenças. In: ALVES, E. J. (Org.). **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. 2. ed. rev. Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa-CNPMF, p. 353-407, 1999.

CORDEIRO, Z. J. M. Reação de cultivares e clones de banana ao Mal-do-Panamá. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 13, n. 4, p. 197-203, 1991.

CORDEIRO, Z. J. M.; MATOS, A. P. DE; MEISSNER FILHO, P. E. **Doenças e métodos de controle**. In: BORGES et al. (Eds). **O cultivo da bananeira**. 1. Ed. Cruz das almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, cap.9, p.146-182, 2004.

CORDEIRO, Z. J. M.; MATOS, A. P. **Doenças fúngicas e bacterianas**. In: CORDEIRO, Z. J. M. (Org.). **Banana: fitossanidade**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura; Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, Serviço de Produção de Informação, p. 36-65, 2000. (Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia. Frutas do Brasil, 8).

CORDEIRO, Z. J. M.; MATOS, A.P.; KIMATI, H. Doenças da bananeira (*Musa* spp.). In: KIMATI, J.; AMORIN, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A., CAMARGO, L. E. A. **Manual de Fitopatologia: Doenças das plantas cultivadas**. São Paulo, SP: Agronômica Ceres, 2005. P. 99-117.

CORDEIRO, Z.J.M. **Cultivo da Banana para o Pólo Petrolina Juazeiro Embrapa Mandioca e Fruticultura**, 2003. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/Fontes_HTML/Banana/BananaJuazeiro/importancia.htm>. Acessado em 02 fev. 2014.

COUTINHO, W. M.; ARAÚJO, E.; MAGALHÃES, F. H. L. Efeito de extratos de plantas anacardiáceas e dos fungicidas químicos benomyl e captan sobre a microflora e qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 3, p. 560-5668, jul./set. 1999.

CRAVEIRO, A. A. **Óleos essenciais de plantas do Nordeste**. Fortaleza: Edições UFC., p.209, 1981.

CRAVEIRO, A. A.; QUEIROZ, D. C. Óleos essenciais e química fina. **Química Nova**, São Paulo, v. 16, n. 3, 1993.

DALY, A.; WALDUCK, G. *Fusarium* wilt of bananas (Panama Disease) (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*). Department of Primary Industry, Fisheries and Mines, Agnote N. 151, p. 1-5, 2006.

DEACON, J. W. Panama disease of banana in South Africa. **Horticultural Science**, v. 1, p. 29–31, 1984.

DEV N, DAWANDE AY (2010) **Biocontrol of soil borne pathogen Rhizoctonia solani using Trichoderma spp. And Pseudomonas fluorescens. Asiatic Journal of Biotechnology Resources 1**, 39-44.

DITA, M.A., WAALWIJK, C., BUDDENHAGEN, I.W., SOUZA JR, M.T., Kema,

DONG, Z., WANG, Z., 2011. Isolation and characterization of an exopolysaccharuronase from *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* race 1 and race 4. **BMC Biochem.** 12, 51–59.

ELAD, Y.; KAPAT A. The role of *Trichoderma harzianum* protease in the biocontrol of *Botrytis cinerea*. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 105, p. 177-189, 1999.

FAO. **Agricultural Database**. Disponível em <www.fao.org.> Acesso em 11 de dez. 2013.

FONTENELLE, R. O. S. **Efeito antifúngico de óleos essenciais de Lippia sidoides Cham., Croton argyrophyllodes Muell., Croton zenhtneri Pax et Hoffm., Croton nepetaefolius Baill. e de seus principais constituintes contra dermatófitos e Candida spp. isolados de cães**. 2008, 162 f. Tese (Doutorado em Ciências Veterinárias) – Faculdade de Veterinária da Universidade Estadual do Ceará.

FORTES, F. O.; SILVA, A. C. F.; ALMANÇA, M. A. K.; TEDESCO, S. B. Promoção de enraizamento de microestacas de um clone de *Eucalyptus* sp. por *Trichoderma* spp. **Rev. Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 221-228, 2007.

G.H.J., 2010. **A molecular diagnostic for tropical race 4 of the banana fusarium wilt pathogen**. *Plant Pathol.* 59, 348–357.

GADELHA, J. C.; INNECCO, R.; ALCANFOR, D.C.; MATTOS, S. H.; FILHO, S. M.; VIEIRA, A. V. Defensivos naturais no tratamento pós-colheita do pedúnculo de melão. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 34, n. 1, p.5-10, 2003.

GAMS W.; BISSETT J. Morphology and identification of Trichoderma. In: Harmann GE, Kubicek CP (eds) *Trichoderma and Gliocladium*. Taylor and Francis, London, p. 3–34, 1998.

GARMENDIA, I.; GOECOICHEA, N.; AGUIRREOLEA, J. Effectiveness of three Glomus species in protecting pepper (*Capsicum annuum* L.) against *verticillium* wilt. **Biological Control**, Orlando, v.31, p.296-305, 2004.

GEISER, D. M.; JIMÉNEZ-GASCO, M. M.; KANG, S.; MAKALOWSKA, I.; VEERARAGHAVAN, N.; WARD, T. J.; ZHANG, N.; KULDAU, G. A.; O'DONNELL, K. A DNA sequence database for identifying *Fusarium*. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 110, p. 473-479, 2004.

GOES, A.; MORETTO, K. C. K. Mal-do-Panamá. In: RUGGIEIRO, C. **Bananicultura**. v. 2, p. 122-128, 2001.

GOMES, N. S. B., GRIGOLLET JUNIOR, A.; AUER, C. G. Seleção de antagonistas para controle de *Cylindrocladium spathulatum* em erva mate. **Bol. Pesq. Fl.**, v. 43, n. 1, p. 123-128, 2001.

GOODMAN, L. S.; GILMAN, A. **As bases farmacológicas da terapêutica**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, v.2, 1978.

GOWEN, S. R. Bananas and plantains. In: HILLOCKS, R.J., WALLER, J.M. (Eds.) **Soilborne diseases of tropical crops**. Wallingford: CAB International, p. 175-179, 1997.

GREUTER, W. (ed.) **International Code of Botanical Nomenclature**. Koeltz Scientific Books, D-61453 Königstein, Germany, 1994.

HADIZADEH, I; PEIVASTEGAN, B.; HAMZEHZARGHANI, H. Antifungal activity of essential oils from some medicinal plants of Iran against *Alternaria alternate*. **American Journal of Applied Sciences**, v.6, n.5, p.857-861, May 2009.

HAYES, W. J.; LAWS E. R. **Handbook of Pesticide Toxicology**. Academic Press Inc., India, v.1, 1991.

HERNANDEZ, A. A. M.; ROSAS, R. M.; AGUILERA, P. M. M. & LAGUNES, T. A. **Use of plant and mineral powders as an alternative for the controlo f fungi in stored maize grain**. *Agrociencia*, Chapingo, v.32, p. 75-79, 1998.

HOVE, F. V.; WAALWIJK, C.; LOGRIECO, A.; MUNAUT, F.; MORETTI, A. *Gibberella musae* (*Fusarium musae*) sp. nov., a recently discovered species from banana is sister to *F. verticillioides*. **Mycologia**, New York, v. 103, n. 3, p. 570-585, 2011.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 Dez. 2013.

IFS - **INDEX FUNGORUM**. Disponível em: <<http://www.indexfungorum.org>>. Acesso em 10 fev. 2014.

ISTH – **International Subcommittee on Trichoderma and Hypocrea Taxonomy**. Disponível em: <<http://isth.info/>>. Acesso em 10 fev. 2014.

KARAMURA, D. A. **Numerical Taxonomic Studies of the East African Highland Bananas** (*Musa* AAA-East Africa) in Uganda. The University of Reading, 1998.

KNAAK, N.; FIUZA, L. Potencial dos óleos essenciais de plantas no controle de insetos e microrganismos. **Neotropical Biology and Conservation**, São Leopoldo, v. 5, n. 2; p. 120-132, Mai/Ago. 2010.

KURTZ, A. A.; SCHOUTEN. Shifts in banana root exudate profiles after colonization with the non-pathogenic *Fusarium oxysporum* strain Fo162. **Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences**. v. 74, p. 547–558, 2009.

KVAS, M.; MARASAS, W. F. O.; WINGFIELD, B. D. ; WIGFIELD, M. J.; STEENKAMP, E. T. Diversity and evolution of *Fusarium* species in the *Gibberella fujikuroi* complex. **Fungal Diversity**, Kunming, v. 34, p.1-21, 2009.

LEAL, L. K. A. M. et al. Análise de timol por CLAE na tintura de *Lippia sidoides* Cham. (alecrim-pimenta) produzida em diferentes estágios de desenvolvimento da planta. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, São Paulo, v. 13, p. 09-11, 2003.

LEONG, S.K., LATIFFAH, Z., BAHARUDDIN, S., 2009. **Molecular characterization of *Fusarium oxysporum* f. sp. Cubense of banana**. Am. J. Appl. Sci 6, 1301-1307.

LEPOINT, P. C. E.; MUNAUT, F. T.; MARAITE, H. M. M. *Gibberella xylarioides* Sensu Lato from *Coffea canephora*: a new mating population in the *Gibberella fujikuroi* species complex. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 71, n. 12, p. 8466-8471, 2005.

LESLIE, J. F.; SUMMERELL, B. A. **The Fusarium laboratory manual**. Ames: Blackwell Publishing, p. 388, 2006.

LESLIE, J. F.; ZELLER, K. A.; SUMMERELL, B. A. Icebergs and species in populations of *Fusarium*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, London, v. 59, n. 3, p. 107-117, 2001.

LESLIE, J.F. Genetic exchange within sexual and asexual populations of the genus *Fusarium*. In: PLOETZ, R.C. ***Fusarium wilt of banana***.: The American Phytopathological Society, Saint Paul, p. 37-49, 1990.

LI, C., Deng, G., YANG, J., VILJOEN, A., JIN, Y., KUANG, R., ZUO, C., Lv, Z., YANG, Q., SHENG, O., WEI, Y., Hu, C., DONG, T., Yi, G., 2012. **Transcriptome profiling of resistant and susceptible Cavendish banana roots following inoculation with *Fusarium oxysporum* f. sp cubense tropical race 4**. BMC Genomics 13, 374-384.

LICHTEMBERG, L. A. Colheita e pós-colheita da banana. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 196, p. 73-90, 1999.

MATOS, A. P. DE; BORGES, M. DE F.; SILVA, S. DE O. E; CORDEIRO, Z. J. M.; ANDRADE, S. DE M. Reaction of banana genotypes to *Fusarium* wilt (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*) under field conditions in Brazil. *Memorias XIII Reunion ACORBAT*, p. 311-318, 1998.

MATOS, F. J. 1994. **Farmácias vivas**. Fortaleza: Ed.UFC.

MATSUURA, F. C. A. U.; COSTA, J. I. P.; FOLEGATTI, M. I. S. Marketing de banana: preferências do consumidor quanto aos atributos de qualidade dos frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 45-52, 2004.

MELLO, S. C. M.; ÁVILA, Z. R.; BRAÚNA, L. M.; PÁDUA, R. R.; GOMES, D. Cepas de *Trichoderma* para el control biológico de *Sclerotium rolfsii* Sacc. **Fitosanidad**, La Habana, v. 11, n. 1, p. 3-9, 2007.

MENDONÇA, C. S. **Efeito do ácido indol butírico no enraizamento de estacas de alecrim-pimenta** (*Lippia sidoides* Cham.). 1997, 43 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)- Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

MENEZES, M.; OLIVEIRA, S. M. A. Fungos fitopatogênicos. Recife: **Imprensa Universitária da UFRPE**, p. 275, 1993.

MOHAMED, H. A. L. A.; HAGGAG, W. M. Biocontrol potential of salinity tolerant mutants of *Trichoderma harzianum* against *Fusarium oxysporum*. *Braz. J. Microbiol.* v. 37, n. 2, p. 181-191, 2006.

MONTES-BELMONT, R.; CARVAJAL, M. Control of *Aspergillus flavus* in maize with plant essential oils and their components. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v. 61, n. 05, p. 616-619, 1998.

MOORE, N. Y.; PEGG, K. G.; BUDDENHAGEN, I.W.; BENTLEY, S. (2001) *Fusarium* wilt of banana: a diverse clonal pathogen of a domesticated clonal host. In '*Fusarium*'. (Eds SUMMERELL, B. A.; LESLIE, J. F.; BACKHOUSE, D.; BRYDEN, W. L.; BURGESS, L. W.). **The American Phytopathological Society**: St. Paul, p. 212-224.

MORAIS, M. S. Efeito de dois extratos vegetais sobre o desenvolvimento de *Fusarium oxysporum* e da incidência da murcha em feijão-vagem. **Dissertação de Mestrado**. Areia PB. Universidade Federal da Paraíba. 2004.

MORSY, E. M.; ABDEL-KAWI, K. A.; KHALIL, M. N. A. Efficacy of *Trichoderma viride* and *Bacillus subtilis* as biocontrol agents against *Fusarium solani* on tomato plants. **Egyptian Journal of Phytopathology**, Orman, v. 37, n. 1, p. 47-57, 2009.

NIRENBERG, H. I.; O'DONNELL, K. New *Fusarium* species and combinations within the *Gibberella fujikuroi* species complex. **Mycologia**, New York, v. 90, n. 3, p. 434-458, 1998.

Ohara, T., Inoue, I., Namiki, F., Kunoh, H., Tsuge, T., 2004. REN1 is required for development of microconidia and macroconidia, but not of chlamydospores, in the plant pathogenic fungus *Fusarium oxysporum*. *Genetics* 166, 113–124.

OLIVEIRA, V. C.; COSTA, J. L. S. Análise de restrição de DNA ribossomal amplificado (ARDRA) pode diferenciar *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* de *F. solani* f. sp. *glycines*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.27, p.631-634, 2002.

OWOLADE, O. F.; AMUSA, A. N.; OSIKANLU, Y. O. Q. **Efficacy of certain indigenous plant extracts against seed-borne infection of *Fusarium moniliforme* on maize (*Zea mays* L.) in south western Nigeria.** *Cereal Research Communications*, Budapest, v.28, p.323-27, 2000.

PAPAVIZAS, G. C. *Trichoderma* and *Glododium*: their biology, ecology and potential of bio-control. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 23, p. 23-54, 1985.

PASCUAL, M. E.; SLOWING, K.; CARRETERO, E.; SANCHEZ-MATA, D.; VILLAR, A. Lippia: traditional uses, chemistry and pharmacology: a review. **Journal of Ethnopharmacology**, Laussane, v.76, p.201-214, 2001.

PATRÍCIO, F. R. A.; KIMATI, H.; BARROS, B. C. Seleção de isolados de *Trichoderma* spp. Antagônicos a *Pythium aphanidermatum* e *Rhizoctonia solani*. **Summa Phytopathologica**. Jaguariuna, v. 27, n. 2, p. 223-229, 2001.

PERSOON, C. H. **Disposita methodica fungorum.** Römer's Neues **Mag Bot**, v.1, p. 81–128, 1794.

PESSOA, M. N. G.; OLIVEIRA, J. C. M.; INNECCO, R. Efeito da tintura de alecrim pimenta contra fungo fitopatogênicos in vitro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 21, p. 404, 1996.

PLOETZ, R. C. Fusarium wilt of banana is caused by several pathogens referred to as *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. **Phytopathology**, Saint Paul, v.96, p. 653-656, 2006.

PLOETZ, R. C. **Panama disease, an old enemy rears its ugly head: Parts 1 & 2.** In: *Plant Health Progress*, APSnet: Online doi:10.1094/PHP-2005-1221-01-RV)

PLOETZ, R. C.; KEPLER, A. K.; DANIELLS, J.; NELSON, S. C. **Banana and plantain — an overview with emphasis on Pacific island cultivars: Musaceae (banana family).** *Species Profiles for Pacific Island Agroforestry*, ver. 1, 2007.p 27. Disponível em: <<http://www.agroforestry.net/tti/Banana-plantain-overview.pdf>>. Acesso em: 2 jun. 2013.

PLOETZ, R. C.; PEGG K. G. **Fusarium Wilt.** In: **Diseases of Banana, Abaca and Enset.** CAB International Publishing: Wallingford and Ed. DR Jones, p. 143-159, 1999.

PLOETZ, R. C.; PEGG, K. G. Fusarium wilt of banana and Wallace's line: Was the disease originally restricted to his Indo-Malayan region? *Australasian. Plant Pathology*, Oxford, v. 26, p.239-249, 1997.

PLOETZ, R. C.; PEGG, K.G. **Fungal diseases of root, corm and pseudostem.** In: JONES, D.R. (Ed.), *Diseases of Banana, Abaca and Enset.* **CAB International**, Wallingford, UK, p. 143–172, 2000.

PLOETZ, R. C.; THOMAS, J. E.; SLABAUGH, W. R.. **Diseases of banana and plantain.** In: PLOETZ, R. C. (Ed.), *Diseases of Tropical Fruit Crops.* **CAB International**, Wallingford, UK, p. 109–112, 2003.

PLOETZ, R.C., 2006. **Fusarium wilt of banana is caused by several pathogens referred to as *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense.** *Phytopathology* 96, 653–656.

RAMEZANI, H. Biological control of root-rot of eggplant caused by *Macrophomina phaseolina*. **American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, Dubai, v4, p. 218-220, 2008.

RAMEZANI, H. Efficacy of fungal and bacterial bioagents against *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceri* on chickpea. **Plant Protection Journal**, 1, p.108-113, 2009.

ROWE, P. **Banana breeding in Honduras.** Proceedings of an international workshop. Cairns, Australia 13-17, October. p.74–77, 1987.

SABALPARA, A. N.; PRIYA, J.; WAGHUNDE, R. R.; PANDYA, J. P. Antagonism of *Trichoderma* against sugarcane wilt pathogen (*Fusarium moniliformae*), **American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture**, Jordan, v.3, n.4,p. 637-638, 2009.

SANFUENTES, E.A.; ALFENAS, A.C.; MAFFIA, L.A.; SILVEIRA, S.F.; PENCHEL, R.; SARTORIO, R.C. Supressão da atividade saprofítica de *Rhizoctonia* spp. em solos de jardim clonal de *Eucalyptus*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.27, p.461-467, 2002.

SANTOS, A. F.; DHINGRA, O. D. Pathogenicity of *Trichoderma* spp. on the sclerotia of *Sclerotinia Sclerotiorum*. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v.60, n.4, p.472-475, 1982.

SCAUFLAIRE, J.; GOURGUE, M.; MUNAUT, F. *Fusarium temperatum* sp. nov. from maize, an emergent species closely related to *Fusarium subglutinans*. **Mycologia**, New York, v. 103, n. 3, p. 586-597, 2011.

SCHIPPERS, B.; VAN ECK W. H. **Formation and survival of chlamydospores in *Fusarium*.** In: NELSON P. E. **Fusarium: disease, biology, and taxonomy.** PA, USA: University Park, Penn State University Press; 1981. p. 250-60.

SILVA JÚNIOR, J. F.; COÊLHO, R. S. B.; MICHEREFF, S. J. Situação da Sigatoka-amarela da bananeira no Vale do Siriji, Pernambuco. Recife: **Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária**; Recife: Superintendência Federal de Agricultura, 2000. 15 p.

SILVA, J. C. da; BETTIOL, W. Potential of non-pathogenic *Fusarium oxysporum* isolates for control of *Fusarium* wilt of tomato. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.30, p.409-412, 2005.

SILVA, J. T. A. DA; BORGES, A. L.; CARVALHO, J. G.; DAMASCENO, J. E. A. Adubação com potássio e nitrogênio em três ciclos de produção da bananeira Prata Anã. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, p.152-155, 2003.

SILVA, L. S. **Avaliação de eficiência do óleos de Nim no manejo do mal-do-panamá.** 2006. Monografia (Graduação em agronomia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janúba, p. 26, 2006.

SILVA, S. DE O. E; PIRES, E. T.; PESTANA, R. K. N.; ALVES, J. S.; SILVEIRA, D. C. **Avaliação de clones de banana Cavendish. Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, p. 832-937, 2006.

SILVA, S. O.; MATOS A. P.; CORDEIRO, Z. J. M.; LIMA, M. J. C.; AMORIM, E.P. Avaliação de genótipos tetraploides de bananeira cultivados em área infestada pelo agente causal do mal-do-panamá. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, p. 125-132, 2011.

SILVA, S. O.; ROCHA, S. A.; ALVES, E. J.; CREDICO, M. DI.; PASSOS, A. R. Caracterização morfológica e avaliação de cultivares e híbridos de bananeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 22, n. 2, p. 161-169, agosto, 2000.

SILVA, S.O.; FLORES, J. C.; LIMA NETO, F. P. Avaliação de cultivares e híbridos de bananeira em quatro ciclos de produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 11, p. 1.567-1.574, 2002.

SIMMONDS, N. W. **Bananas**. 2nd ed. Longmans. London, 1966.

SIMMONDS, N. W.; K. SHEPHERD. The taxonomy and origins of the cultivated banana. *J. Linn. Soc. (Botany)* 55:302-312, 1955.

SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia: de planta ao medicamento**. 5 ed. Porto Alegre/Florianópolis: Editora da Universidade UFRGS/Editora da UFSC, 2004.

SINGH, H. N. P.; PRASAD, M. M.; SINHA, K. K. Efficacy of leaf extracts of some medicinal plants against disease delve lop ment in banana. **Letters in Applied Microbiology**, Oxford, v. 17, n. 06, p. 269-271, 1993.

SIVAN, A.; CHET, I. Biological control of *Fusarium* crown rot of tomato by *Trichoderma harzianum* under field condition. **Plant Disease**, Saint Paul, v.71, p. 589-592, 1987

SIVAN, A.; CHET, I. Biological control of *Fusarium* species in cotton, wheat and muskmelon by *Trichoderma harzianum*. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v.116, p. 39-47, 1986.

SMID, E. J.; KOEKEN, J. P. G; GORRIS, L. G. M. **Fungicidal and fungistatic action of the secondary plant metabolites cinnamaldehyde and carvone**. In: H LYR; RUSSEL PE; SISLER HD (eds.). *Modern Fungicides and Antimicrobial Compounds*. **Intercept**, Andover. p. 173-180, 1996.

SMITH, V.L.; WILCOX, W.F.; HARMAN, G.E. Potential for biological control of Phytophthora root and crown rots of apple by *Trichoderma* and *Gliocladium* spp. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 80(9), p. 880-885, 1990.

SNYDER, W.C.; HANSEN, H.N. Species concept, genetics, and pathogenicity in *Hypomyces solani*. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 44, p. 338-342, 1953.

SOUZA, J. da S.; TORRES FILHO, P. **Mercado**. In: **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. Brasília: EMBRAPA-SPL, 1997. cap 18, p.525-543.

SOUZA, M. A. A.; BORGES, R. S. O. S. STARK, M. L. M.; SOUZA, S. R. Efeito de extratos aquosos, metanólicos e etanólicos de plantas medicinais sobre a germinação de sementes de alface e sobre o desenvolvimento micelial de fungos fitopatogênicos de interesse agrícola. **Revista Universidade Rural**, Seropédica, v.22, p.181-185, 2002.

STOVER, R. H. **Banana Plantain and Abaca Diseases**. Commonwealth Mycological Institute, p. 316, 1972.

STOVER, R. H. **Fusarial Wilt (Panama Disease) of Bananas and Other Musa Species**. Commonwealth Mycological Institute, Kew, England, 1962.

STOVER, R. H.; SIMMONDS, N. W. **Bananas**. 3rd. ed. New York: Longman Scientific & Technical, 1987. 468 p.

SUTTON, J. C. Strategies for biological control of necrotropic pathogens in perennial crops. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 25, p. 235-238, 2000.

TULASNE L. R.; TULASNE C. **Selecta fungorum carpologia**. Jussu, Paris, 1865.

VENTURA, J.A.; HINZ, R.H. **Controle das doenças da bananeira**. In: Zambolim, L. et al. **Controle de doenças de plantas – FRUTEIRAS**. Suprema Gráfica e Editora Ltda. Viçosa, Minas Gerais, v. 2, p. 839-937, 2002.

VILJOEN, A. The status of *Fusarium* wilt (Panama disease) of banana in South Africa. *S. Afr. J. Sci.* 98, 341–344, 2002.

VIVIANI, L.; LEAL, P. M. Qualidade pós-colheita de banana prata anã armazenada sob diferentes condições. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v.29. n.3, p. 465-470, 2007.

WAITE, B. H. Vascular disease of abaca or Manila hemp in Central America. **Plant Disease**, Saint Paul, Rep. 38, p.575-578, 1954.

WEINDLING, R.. *Trichoderma lignorum* as a parasite of other soil fungi. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 22, p.837–845, 1932.

CAPÍTULO II

EFEITO DE ISOLADOS DE *TRICHODERMA* sp. E ÓLEOS ESSENCIAIS DE *LIPPIA* *SIDOIDES* SOBRE A FUSARIOSE DA BANANEIRA

Submissão: **Acta Scientiarum. Agronomy**

Maringá, PR, Brasil

Qualis CAPES = A2

EFEITO DE ISOLADOS DE *TRICHODERMA* sp. E ÓLEOS ESSENCIAIS DE *LIPPIA SIDOIDES* SOBRE A FUSARIOSE DA BANANEIRA

Wilson J. Silva Junior¹, Tereza C. de Assis², Domingos E.G.T de Andrade², Rejane R. da Costa e Carvalho¹, Delson Laranjeira¹.

¹Universidade Federal Rural de Pernambuco, 52171-900, Recife, PE, Brasil; ²Instituto Agrônômico de Pernambuco, 50761-000, Recife, PE, Brasil.

Autor para correspondência: Delson Laranjeira, e-mail: wilson_jsjunior@hotmail.com

RESUMO

A fusariose da bananeira (*Musa* sp.) causada por *Fusarium oxysporum* f.sp. *Cubense* (Foc) é umas das doenças mais importantes e severas da cultura. Este estudo teve por objetivos avaliar a ação *in vitro* de isolados de *Trichoderma* spp. e óleos essenciais de *Lippia sidoides* sobre isolados de Foc, assim como, verificar o efeito isolado e combinado desses tratamentos em mudas de bananeira do tipo maçã, inoculadas com FOC. Nos testes *in vitro* foram utilizados 10 isolados de *Trichoderma* sp. no pareamento com 15 isolados do fitopatógeno e dois óleos essenciais identificados como 103 e 109 nas concentrações 0,3; 0,6; 0,9; 1,2; 1,5 $\mu\text{L}/\text{mL}^{-1}$ incorporados em meio de cultura BDA a 45° C. As avaliações consistiram na medição diária do crescimento micelial (CM) do fitopatógeno, obtendo-se a taxa de crescimento (TC) por regressão e a inibição do crescimento micelial (ICM); e, determinação da esporulação ao final da avaliação. No teste *in vivo* foram avaliados nove tratamentos, sendo as mudas micropropagadas tratadas com os óleos essenciais (1,5 $\mu\text{L}/\text{mL}^{-1}$), enquanto, os isolados de *Trichoderma* sp. (5g de substrato colonizado) e o trichodermil (5g do produto comercial) foram aplicados ao substrato, com todos os tratamentos realizados 48 horas antes da inoculação do fitopatógeno. As mudas foram lavadas e as raízes cortadas a 5cm de sua extremidade, sendo a inoculação realizada pela imersão em suspensão de conídios do fitopatógeno (Isolados, AM B e AM E) na concentração final de 1×10^6 conídios/ml), por 1h. Após esse período, as mudas foram plantadas nos respectivos recipientes. A avaliação consistiu da observação de sintomas externos e internos comparando-se com escala de notas variando de 0 (planta sem sintoma)

a 5 (planta morta). Todos os isolados foram patogênicos com destaque para AM A, CMM 2920, AM D, e AM E. Os isolados de *Trichoderma* sp. afetaram o desenvolvimento do patógeno *in vitro* com destaque para LCB-72 e LCB-79 que induziram as maiores médias de ICM e menores CM e TC, assim como, os óleos essenciais, sendo à concentração de 1,2 ppm que reduziu a 0 o crescimento de fitopatógeno e a partir da concentração 0,9 $\mu\text{L}/\text{mL}^{-1}$ não houve esporulação. No teste *in vivo*, os tratamento com o isolado LCB 79 de *Trichoderma*, destacaram-se promovendo menos severidade da doença.

Palavras-chave: bananeira maçã, controle, biológico, mal do Panamá, manejo.

INTRODUÇÃO

A bananeira (*Musa* L. spp.) é uma das mais importantes culturas do mundo, sendo a quarta maior em termos de produção, totalizando 5.279.638 ha de área plantada e produção de 107.142.187 t (FAO, 2013). No Brasil, a produção de banana ocorre em todos os estados da federação (CODEVASF, 2013). Pernambuco encontra-se na sétima posição com uma produção de 407.574 t e rendimento de 9,99 t/ha (IBGE, 2013), sendo as cultivares mais plantadas a pacovan e prata anã, que ocupam cerca de 90% dos plantios nas áreas de produção (Silva Junior et al., 2000).

As variedades de bananeiras mais difundidas no País são as do tipo Prata (prata, pacovan e prata-anã), responsáveis por 60% da área cultivada; a Maçã, Mysore, as tipo Cavendish (nanica, nanição e grande naine), preferidas pelo mercado internacional, e bananas tipo Terra (terra e d'angola) (Silva et al., 2000, 2006). Da mesma forma que qualquer outra cultura cultivada em larga escala, a bananeira é afetada por diversos problemas fitossanitários, causados por fungos, bactérias, vírus, nematóides e insetos (Cordeiro et al., 2005), sendo as principais doenças o moko da bananeira, sigatoka-negra, sigatoka-amarela e a fusariose (Cordeiro et al., 2004, 2005).

A fusariose também conhecida como mal do Panamá, murcha de fusário ou murcha de *Fusarium* da bananeira é uma das doenças mais destrutivas dessa cultura em todo o mundo (Cordeiro & Matos, 2000; Moore et al., 2001; Ploetz, 2006). Esta doença é de grande severidade para as cultivares Maçã, Prata, Pacovan e Prata-anã, todas de grande aceitação popular (Cordeiro, 1991) o que torna o problema ainda mais grave, pois o fitopatógeno é amplamente difundido em todas as regiões produtoras do país e às

variedades cultivadas, incluindo Maçã e as cultivares do subgrupo Prata, que representam 95% da totalidade dos bananais nacionais são, na sua maioria, suscetíveis a doença (Cordeiro, 1999; Cordeiro et al., 2005; Ploetz, 2006; Silva et al., 2003).

A doença é causada pelo fungo habitante do solo *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* (E.F. Smith) Snyder e Hans. Esse fungo faz parte do complexo *Gibberella* Sacc., que é atualmente composto de 12 espécies biológicas com teleomorfos descritos (Hove et al., 2011; Leslie & Summerell, 2006; Lepoint et al., 2005; Scauflaire et al., 2011). Segundo Cordeiro et al. (2005), há quatro raças fisiológicas do patógeno, sendo as raças 1, 2 e 4 importantes para a cultura da bananeira. O fungo, ao penetrar no sistema radicular das plantas, bloqueia os vasos do xilema e desencadeia uma série de sintomas externos da doença que incluem o amarelecimento das margens das folhas mais velhas, culminando com a murcha e quebra das folhas. (Cordeiro et al., 2004, 2005; Ploetz, 2006). Os sintomas internos da doença são caracterizados pela coloração avermelhada nos vasos do xilema e nas raízes laterais, que progridem até o rizoma e pseudocaule (Cordeiro; et al., 2005; Ploetz, 2006).

De maneira geral, os métodos mais utilizados no controle de *F. oxysporum* incluem o uso de cultivares resistentes, desinfestação do solo com fungicida químico e rotação de cultura utilizando plantas não hospedeiras. Entretanto, não existem variedades de bananeira tipo maçã com resistência à doença. A aplicação de fungicidas não controla a doença, assim como esta não pode ser erradicada por meio da fumigação do solo (Daly & Walduck, 2006). Essa dificuldade de controle da doença por técnicas tradicionais intensificam as pesquisas com formas de controle alternativas em diversas culturas. O controle biológico de doenças causadas por fungos habitantes de solos tem sido investigado e, em bananeira, a utilização de micro-organismos antagonistas constitui-se em uma alternativa promissora para reduzir as populações dos fitopatógenos no solo (Amorim & Melo, 2002). Espécies do gênero *Trichoderma* são onipresentes no solo, reconhecidos pelo efeito antagônico contra espécies de patógenos de plantas (Dev & Dawane, 2010), além disso, são capazes de atuarem como promotores de crescimento e indutores de resistência de plantas a doenças (Fortes et al., 2007; Mohamed & Haggag, 2006). O uso de óleos essenciais de plantas tem crescido como opção de manejo econômico e ecológico de doenças (Hernandez et al., 1998; Morais, 2004; Owolade et al., 2000; Souza et al., 2002). O gênero *Lippia* (Verbenaceae) possui 120 espécies de ocorrência no Brasil, que são caracterizados pela

presença de óleos essenciais de atividade antimicrobiana. A espécie *Lippia sidoides* Cham. apresenta forte ocorrência na região Nordeste e tem mostrado propriedades biológicas importantes destacando-se como fonte de pesquisa contra agentes fitopatogênicos (Matos, 1994; Fontenelle, 2008; Mendonça, 1997). O óleo essencial obtido das folhas é constituído de timol (50 a 60%) e carvacrol (5 a 8%), podendo ser extraído das folhas secas ou frescas (Craveiro, 1981).

Apesar da importância da fusariose da bananeira para o Brasil, a inexistência de variedades de bananeira Maçã resistentes a fusariose e as dificuldades e ineficiência do controle químico e de rotação de culturas, pouco tem sido feito para reduzir a severidade da doença no País, particularmente, nas áreas de plantio do Nordeste brasileiro. Este estudo teve, portanto, como objetivos avaliar a ação *in vitro* de isolados de *Trichoderma* spp. e óleos essenciais de *Lippia sidoides* sobre *F. oxysporum* f.sp. *cubense*, assim como, avaliar a ação isolada e combinada desses tratamentos *in vivo*, em mudas de bananeira tipo Maçã, visando propiciar alternativas de controle para o manejo da doença.

MATERIAL E MÉTODOS

Micro-organismos (Preparo do inóculo)

Os isolados de *F. oxysporum* f.sp. *cubense* (Foc) foram obtidos da Coleção Maria Menezes (3 isolados) na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e da Coleção do Laboratório de Fitopatologia (12 isolados) no Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), totalizando 15 isolados utilizados. Os 10 isolados de *Trichoderma* sp. foram todos obtidos do laboratório de fungos do solo da UFRPE. Os isolados de Foc por serem oriundos de coleções de microrganismos e terem sido mantidos por diferentes tempos de preservação, foram inoculados em mudas de bananeira maçã e reisolados para comprovar a patogenicidade, sendo então utilizados nos experimentos deste estudo. Em todos os testes, os isolados do fitopatógeno e do antagonista foram cultivados em placas contendo meio de cultura BDA (Batata-dextrose-ágar) (Menezes & Silva-Hanlin, 1997), onde permaneceram por sete dias até sua utilização.

Os isolados tanto de Foc quanto de *Trichoderma* sp. foram inicialmente identificados morfológicamente e posteriormente através de técnicas moleculares. Para a identificação molecular de isolados de *Trichoderma* sp. foi utilizado *primers* da região ITS

1 / ITS4, que geraram as seguintes referências no GBANK, LCB 292 (NF958EJ0015), LCB 47 TE (NF975YZS014), LCB 71 (NF98CPC7014), LCB 72 (NF99G83C014), LCB 79 (NF9AW5YZ014), LCB 80 (NF9CUPDH015), T 15 (NF9DXC1E014), T223 (NF9F7RM6014). Já para os isolados de *Fusarium* sp. foi usado o fator de alongação 1α , os códigos gerados foram: AM A (NF9H16NF014), AM B (NF9J641Y015), AM C (NF9K9REK014), AM D (NF9M7WYM015), AM E (NF9N9W3C014), AM F (NF9PETCA014), AM I (NF9RG97X015), AM J (NF9SKFNG015), AM L (NF9TGUBK014), AM M (NF9UTN3C015), AM N (NF9VX1NJ014), 2820 (NF9X2660014), 2916 (NF9YA4GT014), 2920 (NF9ZAWDS015) e AM 50 (NFA0D5JH015).

Nesses estudos de identificação das espécies dos micro-organismos foram preparadas culturas monospóricas de todos os isolados, por meio de métodos de diluição em série de suspensão de conídios. Para a preservação dos isolados culturas limpas foram repicadas para tubos de ensaio contendo BDA e mantidos à temperatura de 5° C.

Nos experimentos *in vivo*, para o preparo do inóculo de *Foc*, três discos contendo estruturas do fitopatógeno foram repicados para erlenmeyers de 500 ml contendo 80 gramas de arroz, conforme metodologia descrita por Leslie & Summerell (2006). Os frascos foram incubados em BOD a 27,5°C, os quais sofreram agitação diária, até completar 15 dias de cultivo. Após esse período, o substrato de arroz colonizado foi acondicionado em beckers esterilizados, contendo 100 ml de água destilada esterilizada (ADE) e homogeneizados, sendo filtradas as suspensões em camada dupla de gaze esterilizada. As concentrações das suspensões de esporos foram ajustadas para 1×10^6 conídios/ml, utilizando-se a câmara de Neubauer. Para o preparo do inóculo de *Trichoderma* foram repicados três discos contendo estruturas do patógeno para sacos de polipropileno contendo 500 gramas de arroz esterilizado conforme metodologia descrita por Elad & Chet (1983) em seguida foram condicionados em BOD a 27,5°C por 20 dias, sob agitação diária. A concentração de conídios foi determinada homogeneizando 1g de substrato colonizado em 9 ml de ADE, sendo, em seguida, verificada em câmara de Neubauer a concentração de $7,12 \times 10^4$ conídios/ml para o isolado LCB-72 e $7,09 \times 10^4$ conídios/ml para o isolado LCB-79.

Obtenção de óleos essenciais e mudas de bananeira

Os óleos (103 e 109) foram obtidos junto a Universidade Federal de Sergipe (UFS), os quais foram extraídos de plantas de *L. sidoides*, obtidas do Banco de Germoplasma da UFS. As folhas foram secas em estufa de secagem com ar forçado até massa constante. Posteriormente foi adicionado 1 litro (L) de água destilada em 100 gramas (g) das folhas previamente secas, de onde o óleo essencial foi extraído pelo método de hidrodestilação, com destilador tipo Clevenger (Guenther, 1972), acoplado a um balão de vidro (3 L), durante 160 minutos. O óleo essencial foi retirado com o auxílio de micropipeta e acondicionado em frasco de vidro âmbar envolto com papel alumínio, mantendo-o sobre refrigeração até o momento da utilização.

As mudas de bananeira utilizadas neste estudo foram produzidas por micropropagação e obtidas junto as Biofábricas da EMBRAPA Mandioca e Fruticultura, situada em Cruz das Almas (BA) e do Instituto Agrônômico de Pernambuco, situada em Goiana (PE). As plantas micropropagadas foram recebidas com 60 dias de idade e passaram um período de 30 dias de aclimação em telado, onde receberam tratamentos culturais adequados (adubação, irrigação, desbaste etc.) para seu pleno desenvolvimento.

Avaliação da patogenicidade dos isolados de FOC

Foram avaliados quanto a patogenicidade os 15 isolados de FOC (AM A, AM B, AM C, AM D, AM E, AM F, AM I, AM J, AM L, AM M, AM N, AM 50, CMM 2820, CMM 2916 e CMM 2920), os quais foram cultivados e o inóculo preparado conforme descrito anteriormente. As mudas micropropagadas, aclimatadas, tiveram as raízes lavadas e cortadas a 5 cm de sua extremidade, com tesoura esterilizada, sendo a inoculação realizada pela imersão total das raízes em suspensão de conídios dos fitopatógenos por 1h.

As mudas foram plantadas em recipientes plásticos contendo substrato comercial para mudas, o qual foi previamente esterilizado em autoclave a temperatura de 121°C e 1 atm de pressão, por 30 minutos em três dias seguidos. Após a esterilização o substrato foi mantido em repouso por seis dias, para liberação da umidade excessiva e componentes químicos voláteis prejudiciais às plantas.

As plantas foram avaliadas 35 dias após a inoculação dos fitopatógenos por meio de escalas de notas para sintomas externos (Murcha/amarelecimento), adaptado de Cordeiro et al. (1999), variando os sintomas de 0 a 4: 0 (Sem sintoma), 1 (25% das folhas com sintomas de murcha/amarelecimento), 2 (50%), 3 (75%) e 4 (Planta totalmente

murcha ou morta). Para sintomas internos, adaptado de Mohamed et al. (1993), variando de 1 a 6 onde: 1 = ausência de descoloração nos rizomas, planta sadia; 2 = pontos isolados de descoloração no rizoma; 3 = descoloração de até 25% do rizoma; 4 = descoloração entre 25 e 50% do rizoma; 5 = descoloração superior a 50% do rizoma; e 6 = descoloração total do rizoma ou planta morta.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 3 repetições, cada uma constituída por 4 plantas, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Efeito *in vitro* de isolados de *Trichoderma* e óleos essenciais de *L. sidoides* sobre *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*

O pareamento dos isolados de *Trichoderma* e de Foc foi realizado pelo método de cultura-dupla, onde dois discos, sendo um do isolado do fitopatógeno e o outro do antagonista, foram colocados simetricamente em lados opostos da placa de Petri, ambos à 10 mm da borda. As placas foram acondicionadas em BOD à temperatura de 27,5° e fotoperíodo de 12 horas, por 7 dias. Foram feitas mensurações diárias dos diâmetros dos isolados sempre no mesmo horário por um período de sete dias seguidos.

Na avaliação do efeito dos óleos essenciais de *L. sidoides* foram utilizadas as concentrações de 0,3; 0,6; 0,9; 1,2 e 1,5 $\mu\text{L}/\text{mL}^{-1}$ dos óleos 103 e 109 em meio de cultura Batata-dextrose-ágar (BDA). O óleo essencial foi adicionado ao meio BDA fundente com temperatura máxima de 45°C e, em seguida, vertido em placas de Petri de 9cm de diâmetro. No centro de cada placa foi depositado um disco de meio de 5mm de diâmetro, contendo estruturas do fitopatógeno isolados AM B, AM J e AM N. As placas foram incubadas nas mesmas condições do teste anterior. A testemunha consistiu do disco do fungo cultivado em meio BDA. As avaliações foram realizadas diariamente, através de medições do diâmetro das colônias em dois eixos ortogonais, até que um dos tratamentos atingisse o diâmetro total da placa de Petri.

Ao final do período de avaliação dos experimentos foram adicionadas alíquotas de 10mL as placas e realizadas raspagens superficiais para determinar a esporulação nas suspensões obtidas, por meio da contagem de conídios em câmara de Neubauer. Além disso, com base nos dados diários obtidos foram avaliados o crescimento micelial (CM); a taxa de crescimento micelial (TC) obtida por regressão dos dados diários e a inibição do

crescimento micelial (ICM), obtida pela fórmula $ICM = (DT - DTR) \times 100 / DT$, onde DT = diâmetro da testemunha e DTR = diâmetro do tratamento.

O delineamento em ambos os experimentos foi inteiramente casualizado com 4 repetições, sendo as médias no teste com *Trichoderma* comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, enquanto as médias do teste com os óleos em diferentes concentrações foram analisadas por regressão.

Efeito de *Trichoderma* e óleos essenciais de *L. sidoides* em mudas de bananeira contra a fusariose

No teste *in vivo* foram avaliados nove tratamentos, que consistiram nos antagonistas (LCB-72 e LCB-79), óleos essenciais (103 e 109), as combinações (LCB-72 x óleo 103, LCB-72 x óleo 109, LCB-79 x óleo 103, LCB-79 x óleo 109) e o produto comercial trichodermil (TC).

As mudas micropropagadas foram tratadas com os óleos essenciais, adicionando-se 20 mL de solução a $1,5 \mu\text{L}/\text{mL}^{-1}$ próximo as raízes no tubete de aclimatação, enquanto, 5 g de substrato de arroz contendo os isolados de *Trichoderma* sp. e 5 g de trichodermil (5×10^7 conídios/grama) foram aplicados ao substrato dos recipientes do experimento. As mudas foram tratadas com os óleos e no substrato foi incorporado o *Trichoderma* e o Trichodermil, com antecedência de 48 horas da inoculação dos isolados de Foc nas plantas.

Para a inoculação de Foc, os procedimentos foram os mesmo descritos para a avaliação da patogenicidade, sendo em seguida realizada a imersão em suspensão de conídios (1×10^6 conídios/ml) dos isolados que apresentou altos níveis de patogenicidade (AM E) e baixos níveis de patogenicidade (AM B), por 1h. O plantio, o substrato e as avaliações foram realizados da mesma maneira conforme descrito para a avaliação da patogenicidade.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 4 repetições, cada uma constituída por 4 plantas, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliação da patogenicidade dos isolados de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*

Na avaliação da patogenicidade dos isolados de Foc ficou caracterizado que todos foram patogênicos a mudas de bananeira do tipo maçã (Tabela 1). No presente trabalho, destacaram-se cinco isolados CMM 2820, AM D, AM A, AM E e AM C, como os mais virulentos, concomitantemente maior grau de sintoma externo (3,83, 3,75, 3,33 e 3,33, respectivamente) dentre os isolados testados, os quais diferiram significativamente dos menores valores observados nos isolados AM J (0,58) e AM N (0,50). De maneira similar, Castro et al. (2008), no patossistema *Heliconia-F. oxysporum* f.sp. *cubense*, verificaram variações quanto à patogenicidade dos isolados do fitopatógeno, o que permitiu a formação de três grupos agressividade. Os isolados que causaram mais sintomas externos, também promoveram os maiores graus de sintomas internos CMM 2820 (5,83), AM A (5,83), AM D (5,75) e AM E (5,17). No entanto, observamos que o isolado AM M promoveu mais os sintomas internos que externos, ou seja, apesar da planta internamente está comprometida, ainda é possível que não haja qualquer tipo de sintoma externo perceptível.

A sintomatologia externa apresentada pelas mudas micropropagadas foi semelhante ao tipo de sintoma que plantas adultas apresentam, conforme relatado na literatura especializada (Cordeiro et al., 2004; Ploetz, 2006), tais como, o amarelecimento das folhas mais velhas para as folhas mais novas e rachaduras no pseudo-caule próximo ao solo ou substrato. No entanto, também foi observado o colapso no pecíolo, em todas as mudas que apresentaram infecção interna, que segundo Orjeda (1998) é uma sintomatologia importante na quantificação da doença, devendo ser considerada em todas as avaliações de plantas no campo.

Efeito *in vitro* de isolados de *Trichoderma* e óleos essenciais de *L. sidoides* sobre *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*

Nos experimentos *in vitro*, todos os isolados de *Trichoderma* sp. afetaram o crescimento de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc) (Tabela 2). Os isolados reduziram o crescimento micelial de forma significativa. Tal fato demonstra a alta competitividade dos isolados de *Trichoderma* por nutrientes e espaço, sendo este um importante mecanismo usado pelo fungo no controle de micro-organismos, principalmente nas interações com *F. oxysporum* (Segarra et al., 2010; Srivivasan et al., 1992). Em relação as interações entre isolados de *Trichoderma* e de Foc, verificamos que o maior crescimento micelial (CM) (33,9 mm) foi observado na interação Tric C e AM N, o qual não diferiu da

testemunha, enquanto a menor média de CM (18,6) diferiu significativamente da testemunha.

O desenvolvimento do *Trichoderma* sp. foi extremamente rápido suspendendo a atividade de alguns isolados de Foc, 72 horas após a montagem do experimento. Da mesma maneira, Calistru et al. (1997) verificaram o crescimento vigoroso e agressivo de *Trichoderma* sp. sobre várias espécies de *Fusarium* spp., o que resultou na estagnação do crescimento dos fitopatógenos. Não houve formação de halo de inibição, o crescimento de *Trichoderma* sp. foi contínuo, observando-se o crescimento sobre o micélio de Foc.

A atividade inibitória de *Trichoderma* sp. no CM de FOC foi promovida por todos os isolados do antagonista, destacando-se os isolados LCB 47 TE, LCB 71, LCB 72 e LCB 79. O fato de alguns isolados destacarem-se entre outros, pode estar relacionado com uma maior capacidade antagônica, pois além do parasitismo direto, podem estar envolvidos mecanismos como antibiose e competição por nutrientes, que são característicos desse gênero fúngico (Fravel 2005).

Na maioria dos casos, os isolados de *Trichoderma* promoveram a redução significativa da taxa de crescimento micelial em relação a testemunha, destacando-se numericamente os isolados LCB 79 e LCB 72 por proporcionar, em média, as menores taxas de crescimento micelial (TCM) verificadas neste estudo (Tabela 3). Nas interações LCB 72 com CMM 2920 e AM M foram verificadas as menores TCM, 1,29 mm/dia e 1,46 mm/dia, respectivamente. O antagonista conseguiu reduzir eficientemente a TCM dos isolados de Foc, demonstrando seu potencial de utilização como agentes de biocontrole.

Em relação ao efeito de isolados de *Trichoderma* sp. sobre a inibição do crescimento micelial de Foc (Tabela 4), foi verificado que todos os isolados de *Trichoderma* sp. promoveram a inibição de crescimento micelial (ICM) do FOC, destacando-se os isolados LCB 292, LCB 71, LCB 72, LCB 79 e LCB 80, pois mesmo atuando contra diferentes isolados, estes mantiveram elevadas médias de ICM, as quais não diferiram entre si, ou seja, promoveram de maneira uniforme a inibição do crescimento micelial, mesmo contra diferentes isolados de Foc. Neste trabalho foram obtidos resultados de ICM variando de 10,0 a 53,16%, os quais podem parecer reduzidos, mas de maneira similar Pádua et al. (2005) testando 50 isolados de *Trichoderma* spp. contra *Sclerotium Rolfsii*, pelo método de cultura dupla, como realizado neste estudo, observaram inibição do crescimento micelial do fitopatógeno entre 17,7 e 59,7 %, classificando os antagonistas

como altamente eficientes. Assim como, Nashwa et al. (2008) ao parearem isolados antagonistas da espécie *T. viride*, *T. harzianum*, *T. polysporum*, *T. pseudikoniguii* e *T. spirale*, contra 15 populações de *F. oxysporum* f.sp. *phaseoli*, observaram percentual de inibição do crescimento micelial entre 17 e 51,7%. Entretanto, Vaz et al (2007) estudando a eficiência de *T. harzianum*, *T. viride*, *T. virens* e *T. stromaticum* na inibição do crescimento micelial de *Fusarium solani* do maracujazeiro, obtiveram resultados superiores, da ordem de 56,1 a 92,1 % de inibição do crescimento.

A atividade antagonista *in vitro* de espécies de *Trichoderma* contra fitopatógenos de plantas é muito estudada e tem se verificado que a capacidade de antagonismo pode variar entre as espécies do biocontrolador e entre isolados da mesma espécie. Por exemplo, Dubey et al. (2007) testou isolados de *T. viride*, *T. harzianum* e *T. virens* contra *F. oxysporum*, com *T. viride* e *T. harzianum* demonstrando maior capacidade de inibir o crescimento fúngico do fitopatógeno.

Na avaliação da esporulação de isolados de Foc foi verificado que todos os isolados de *Trichoderma* inibiram a produção de conídios do fitopatógeno. De maneira similar, Bashar & Rai (1994) descreveram que *T. viride*, suprimiu o crescimento de *F. oxysporum* e exibiu grande atividade fungistática contra a germinação de conídios do patógeno.

As curvas de crescimento micelial, taxa de crescimento e inibição do crescimento micelial de Foc, em função das concentrações dos óleos 103 e 109 de *L. sidoides*, ajustaram-se ao modelo não-linear logístico dose-resposta [$y = a/(1+(x/b)^c$)], com coeficientes de determinação para as variáveis analisadas variando de 99,11 a 99,99 (Figuras 1, 2, 3), indicando que as equações resultantes permitem estimativas do CM, TC e ICM de FOC com elevados níveis de precisão, de maneira similar ao obtido por Andrade et al. (2005).

Os gráficos de dose resposta evidenciam que a medida que a dose aumenta o CM dos isolados de FOC reduz significativamente (Figura 1), com destaque para o óleo 109 na interação com o isolado AM J, onde a curva côncava demonstra potencial inibitório do óleo que mesmo a uma concentração mínima ($0,3 \mu\text{L}/\text{mL}^{-1}$) inibiu o crescimento do fitopatógeno. Assim como em relação a taxa de crescimento de isolados de Foc, os óleos também exibiram resultados satisfatórios (Figura 2), cujo os gráficos mostram que ao administrar doses altas dos óleos essenciais promoveu a diminuição da taxa de crescimento dos isolados, ressaltando que o óleo 109 mesmo com concentração de $1,2 \mu\text{L}/\text{mL}^{-1}$

promoveu a menor taxa dentre os tratamentos. Novamente, a atividade antifúngica do óleo essencial de *L. sidoides* sobre Foc ficou evidenciada a partir da concentração de 0,9 $\mu\text{L}/\text{mL}^{-1}$, que promoveu em cerca de 90% a inibição do crescimento micelial do patógeno (Figura 3). De maneira similar, os resultados obtidos por Oliveira et al. (2008) demonstraram o efeito dos óleos de *L. sidoides* contra isolados de *Fusarium oxysporum* e isolados de outra espécie de *Fusarium* sp., os quais tiveram seu crescimento reduzido de maneira significativa em 80 a 90%, após sete dias. Os óleos 103 e 109 proporcionaram a inibição total da esporulação a partir da concentração de 0,9 ppm (Figura 4). De acordo com os resultados de Matos et. al. (2004) a inibição ocasionada pelos óleos essenciais do gênero *Lippia* é devida aos teores elevados de timol (50 a 60%) e carvacrol (5 a 8%) que são responsáveis pela atividade antimicrobiana, agindo na redução da germinação conidial, consequentemente causando a morte do fungo (Arras & Usai, 200; Daferera et al., 2003; Lambert et al., 2001).

Efeito de *Trichoderma* e óleos essenciais de *L. sidoides* em mudas de bananeira contra a fusariose

Os óleos essenciais de *L. sidoides* não foram satisfatórios comparados aos testes *in vitro*, visto que tanto o óleo essencial 103 como o óleo 109 apresentaram valores altos de sintomas externos e internos em ambos os isolados de Foc testados. Em comparação entre os dois óleos, o óleo 109 apresentou médias superiores à testemunha (2,81 e 1,00, respectivamente) nos sintomas externos tanto para o isolado AM E (3,62) quanto para o isolado AM B (3,37), assim como para os sintomas internos entre a testemunha (5,18 e 1,50, respectivamente) e os isolados AM E (5,68) como para o isolado AM B (5,00).

A utilização de um isolado de FOC (AM B) que apresentou baixos valores no teste de patogenicidade foi importante, pois evidenciou que o óleo 109 propiciou a elevação dos níveis de doença no hospedeiro, os quais foram significativamente superiores a testemunha, ou seja, ao contrário do que se esperava, o óleo 109 proporcionou maior severidade da doença que na testemunha.

Entre os tratamentos com isolados de *Trichoderma* sp. (LCB 72 e LCB 79), ficou confirmado o bom desempenho na inibição que foi anteriormente observado nos teste *in vitro* vale destacar que o isolado LCB 79 diminuiu significativamente os níveis tanto de sintomas externos (AM E = 1,00, AM B = 0,25) quanto de sintomas internos (AM E =

3,18, AM B = 1,31) quando comparado com o isolado LCB 72 (AM E = 1,81, AM B = 3,37/AM E = 4,25, AM B = 1,75) e o produto comercial trichodermil (AM E = 1,25, AM B = 0,25/AM E = 3,31, AM B = 1,68). De maneira similar, Alexander et al. (2001) compararam um isolado de *T. harzianum* em vasos em casa de vegetação para o controle de tombamento de mudas de maçã causadas por *Phytophthora cactorum* com uma mistura dos fungicidas metalaxyl + macozeb, e observaram que o tratamento com *T. harzianum* apresentou estatisticamente resultado equivalente ao tratamento com fungicidas. Wang et al (2003) relatou que fungos antagonistas, como *Trichoderma* afetam diretamente na sobrevivência e desenvolvimento de fungos fitopatogênicos.

O isolado de *Trichoderma* sp. LCB 79, mesmo apresentando concentração de conídios inferior no momento da aplicação ao substrato, proporcionou menores níveis de doença que o produto comercial Trichodermil, o qual possuía concentração de conídios viáveis, muito superior a este isolado. Em termos de densidade de propágulo, Adams (1990) indicou que *Trichoderma* requer no mínimo 10^5 cfu/g de solo para que consiga efeito no controle de doenças. Atualmente a literatura refere-se as espécies de *Trichoderma* como parasita de uma ampla gama de fitopatógenos, em comparação a maioria dos agentes utilizados no biocontrole de doenças de plantas que apresentam certo grau de especialização. Por outro lado o nível de controle pode variar dependendo do isolado e das condições bióticas e abióticas específicas, dentre as espécies de *Trichoderma* (Dennis & Webster 1971; Wells et al., 1972).

Nos tratamentos combinados utilizando os isolados de *Trichoderma* e os óleos, destacaram-se os tratamentos com o isolado LCB 79 e o óleo 103, os quais em sua maioria apresentaram as menores médias dentre todos os tratamentos, tanto para sintomas internos quanto para sintomas externos, com exceção da interação com o isolado AM B, considerando os sintomas internos e externos. A produção de chitinases pode ser um dos mecanismos de ação no parasitismo de *Trichoderma* em *F. oxysporum*, como essas enzimas têm por função quebrar os polissacarídeos, chitin e B-glucan, que são responsáveis pela rigidez da parede celular fúngica, ocasionam a destruição da parede celular e, conseqüentemente, a morte das células do fitopatógeno (Howell, 2003).

No patossistema estudado *Trichoderma* pode ser usado como agente biocontrolador e práticas efetivas no manejo da doença podem ser desenvolvidas, como descrito por Gilardi et al. (2008) que propuseram o manejo de infecções causadas por *F. oxysporum* em

plantações de *Crossandra infundibuliformis*. *Trichoderma* sp. também promove nas plantas, moléculas úteis como glucose oxidase, que pode aumentar a resistência das plantas a patógenos pela indução de resistência sistêmica em plantas (Brunner et al., 2005).

De maneira geral este estudo demonstrou que os isolados de *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* utilizados evidenciaram variabilidade na capacidade patogênica em mudas de bananeira cv Maçã; os isolados de *Trichoderma* inibiram o crescimento e desenvolvimento de *F. oxysporum* f.sp. *cubense*, assim como, os óleos essenciais de *Lippia sidoides* também promoveram reduções nas variáveis de crescimento micelial e taxa de crescimento do fitopatógeno. O uso de *Trichoderma* isolado LCB 79 isoladamente ou em conjunto com o óleo 103 promoveram os melhores resultados no teste in vivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams, P.B (1990) The potential of mycoparasites for biological control of plant diseases. *Ann. Rev. Phytopathol*, 28:59–72.
- Arras G, Usai M (2004) Fungitoxic activity of 12 oils against four postharvest citrus pathogens: Chemical analysis of *Thymus capitatus* oil and its effect in subatmospheric pressure conditions. *Journal of Food Protection*, 7:1025-1029.
- Bashar MA & B Rai (1994) Antagonistic potencial of root region micro flora of chickpea against *Fusarium oxysporum* f. sp. *Cicero*. *J. Bot*, 23:13-19.
- Benhamou N & Chet I (1996) Parasitism of sclerotio of *Sclerotium rolfsii* by *Trichoderma harzianum*: ultrastructural and cytochemical aspects of the interation. *Phytopathology*, 86:405-416.
- Brunner K, S Zeilinger, R Ciliento, LS Woo, M Lorito, CP Kubicek & LM Robert (2005) Improvement of the fungal biocontrol agent *Trichoderma atroviride* to enhance both antagonism and induction of plant systemic disease resistance. *Applied Environ. Microbiol.*, 71:3959-3965.
- Castro NR, Coelho RSB, Laranjeira D, Couto EF, Souza MBR (2008) Occurrence, inoculation methods and aggressivity of *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* in *Heliconia* spp. *Summa Phytopathologica*, 34:127-130.

- Cordeiro ZJM, MATOS AP, KIMATI H (2005) Doenças da bananeira (*Musa* spp.) In: Doenças Da Bananeira. In: Kimati H, Amorim L, Rezende JAM, Bergamin Filho A, Camargo LEA (Eds.) Manual de Fitopatologia. Agronômica Ceres, 2:99-117.
- Daferera DJ, Ziogas BN, Polissiou MG (2003) The effectiveness of plant essential oils on the growth of *Botrytis cinerea*, *Fusarium* sp. and *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. *Crop Protection*, 22:39- 44.
- Dennis C & Webster J (1971) Antagonistic properties of speciesgroups of *Trichoderma* III. Hyphal interactions. *T. Brit. Mycol. Soc.* 57:363-369.
- Dubey S, Suresh M, Singh B (2007) Evaluation of *Trichoderma* species against *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* for integrated management of chickpea wilt. *Biol Control* 40:118–127.
- Fravel, D (2005) Commercialization and implementation of biocontrol. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 43:337-359.
- G Segarra, E Casanova, M Avilés, I Trillas (2010) *Trichoderma asperellum* strain T34 controls *Fusarium* wilt disease in tomato plants in soilless culture through competition for iron, *Fungal Microbial* 59:141–149.
- Howell, CR (2003) Mechanisms employed by *Trichoderma* species in the biological control of plant diseases: The History and evolution of current concepts. *Plant Dis.*: 87:4-10.
- Lambert RJW et al. (2001) A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol. *Journal of Applied Microbiology*, 91: 453– 462.
- Matos FJA et al. (2004) Constituintes químicos ativos e propriedades biológicas de plantas medicinais brasileiras. Fortaleza: UFC, p.445.
- Melo IS (1991) Potencialidades de utilização de *Trichoderma* spp. no controle biológico de doenças de plantas. In: BETTIOL. W. (Eds.) Controle biológico de doenças de plantas. Jaguariúna, 135-156.
- Melo IS (1996) *Trichoderma* e *Gliocladium* como bioprotetores de plantas. *Revis. Anu. Patol. Plantas*, 4:261-295.
- Nashwa AS, Abo Elyousr KA, Hassan MA (2008) Evaluation of *Trichoderma* Species as Biocontrol Agents for Damping Off and Wilt Diseases of *Phaseolus vulgaris* L. and Efficacy of Suggested Formula. *Egyptian Journal of Phytopathology*, 36:81-93.

- Orjeda, G. 1998. Evaluation of *Musa* germplasm resistance to sigatoka diseases and fusarium wilt. INIBAP Technical Guidelines 3. INIBAP, Montpellier.
- Ploetz RC (2006) Fusarium wilt of banana is caused by several pathogens referred to as *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. *Phytopathology*, 96:653-656.
- U Srinivasan, HJ Staines, A Bruce (1992) Influence of media type on antagonistic modes of *Trichoderma* spp. against wood decay basidiomycetes, *Mater. Org.* 27:301–321.
- Vaz AB, São José AR, Santos A, Novaes QS (2008) Potencial uso de *Trichoderma* spp. para o biocontrole de *Fusarium solani* em maracujazeiro. *Tropical Plant Pathology*, 33:142.
- Wells HD, Bell DK & Jaworski CA (1972) Efficacy of *Trichoderma harzianum* as a biocontrol agent for *Sclerotium rolfsii*. *Phytopathology*, 62:442-447.

Tabela 1. Avaliação da patogenicidade de isolados de *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* em mudas de bananeira da cv maçã, sob condições de casa-de-vegetação.

Isolado ¹	Sintoma Externo ²	Sintoma Interno ³
AM A	3,33 ab	5,83 a
AM B	0,83 cd	1,92 c
AM C	0,92 cd	1,58 c
AM D	3,75 a	5,75 a
AM E	3,33 ab	5,17 a
AM F	1,25 cd	1,42 c
AM I	1,17 cd	1,42 c
AM J	0,58 d	1,83 c
AM L	0,75 cd	1,83 c
AM M	1,08 cd	4,17 ab
AM N	0,50 d	1,83 c
AM 50	2,33 abc	4,50 ab
CMM 2820	3,83 a	5,83 a
CMM 2916	1,42 cd	2,67 bc
CMM 2920	1,75 bcd	2,83 bc

¹Isolados AM são oriundos da Coleção de Culturas do Instituto Agrônomo de Pernambuco e CMM da Coleção de Culturas Profa Maria Menezes da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

²Sintomas externos observados aos 35 dias após a inoculação do patógeno, avaliados utilizando escala de notas, variando de 0 (planta sem sintoma) a 4 (planta totalmente murcha ou morta), adaptado de Cordeiro et al. (1999).

³Sintomas internos observados aos 35 dias após a inoculação do patógeno, avaliados utilizando escala de notas, variando de 1 (ausência de descoloração nos rizomas) a 6 (descoloração total do rizoma ou planta morta), adaptado de Mohamed et al. (1993).

Médias de 4 repetições. Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 2. Efeito de diferentes isolados de *Trichoderma* spp. sobre o crescimento micelial (mm) de isolados de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*.

Isolados ¹	Isolados de <i>Trichoderma</i> spp. ¹										Testemunha ²
	LCB 292	LCB 47 TE	LCB 71	LCB 72	LCB 79	LCB 80	T 15	T 223	Tric 2 E-5	Tric C	
AM A	27,0 abB	26,1 aB	24,8 aB	24,2 abB	26,4 abB	25,7 abB	27,9 abcB	27,6 abB	27,3 abcB	29,5 abAB	36,0 defA
AM B	29,2 aB	28,2 aB	29,4 aB	27,9 aB	29,4 aB	29,7 abB	27,8 abcB	31,4 aB	28,5 abcB	32,3 abB	45,7 abA
AM C	28,2 abB	25,4 aB	25,6 aB	24,4 abB	24,4 abB	28,4 abB	24,1 abcB	27,3 abB	24,1 abcB	29,9 abB	38,0 cdefA
AM D	24,8 abCD	27,8 aBCD	26,7 aBCD	24,9 abCD	21,5 bCD	28,4 abBC	21,0 cD	27,9 abBC	26,8 abcBCD	33,5 aAB	37,3 cdefA
AM E	26,7 abB	28,6 aB	27,4 aB	25,1 abB	24,6 abB	27,5 abB	25,3 abcB	30,2 abAB	29,5 abAB	28,0 abB	35,5 defA
AM F	25,4 abC	28,2 aBC	26,5 aC	26,9 aBC	25,8 abC	29,4 abBC	29,9 aBC	31,3 aBC	30,2 aBC	33,5 aB	47,9 aA
AM I	21,1 bB	24,3 aB	23,8 aB	23,5 abB	21,6 bB	26,5 abAB	25,4 abcB	24,0 bB	24,6 abcB	25,6 bB	33,0 efA
AM J	30,6 aB	29,9 aB	28,8 aB	30,3 aB	29,2 aB	31,1 abB	28,1 abcB	29,1 abB	26,2 abcB	32,7 abB	44,0 abcA
AM L	26,4 abBC	27,6 aBC	28,0 aBC	23,8 abC	28,1 abBC	28,7 abBC	28,3 abBC	28,7 abBC	26,3 abcBC	32,5 abB	43,6 abcA
AM M	25,5 abAB	27,4 aAB	26,5 aAB	24,3 abB	25,0 abAB	27,2 abAB	26,3 abcAB	28,7 abAB	30,5 aAB	31,8 abA	31,6 fA
AM N	27,3 abB	30,2 aB	28,5 aB	27,3 aB	27,1 abB	31,8 aB	29,3 abB	31,2 abB	30,1 aB	33,9 aB	43,7 abcA
AM 50	27,6 abB	24,5 aB	26,1 aB	23,6 abB	23,2 abB	24,2 bB	22,6 bcB	25,5 abB	23,8 abcB	28,8 abB	46,7 abA
CMM 2820	25,1 abB	28,8 aB	26,8 aB	26,4 aB	25,5 abB	28,1 abB	26,0 abcB	27,3 abB	28,2 abcB	30,6 abB	41,1 abcdA
CMM 2916	25,1 abBC	25,9 aBC	25,2 aBC	28,2 aB	26,3 abBC	26,2 abBC	25,3 abcBC	27,3 abBC	21,3 cC	29,9 abB	37,7 cdefA
CMM 2920	28,1 abB	26,0 aB	23,0 aBC	18,6 bC	23,7 abBC	24,9 abBC	24,4 abcBC	27,7 abB	22,7 bcBC	27,7 abB	39,8 bcdeA

¹Isolados de *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* e *Trichoderma* spp. foram cultivados por 7 dias, em temperatura de 27,5°C com alternância luminosa (12h de luz).

²Testemunha consistiu de placas com a deposição de um disco contendo micélio do patógeno e do lado oposto um disco de meio esterilizado.

Médias de 4 repetições. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 3. Efeito de diferentes isolados de *Trichoderma* spp. sobre a taxa de crescimento (mm/dia) de isolados de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*.

Isolados	Isolados de <i>Trichoderma</i> spp.										Testemunha
	LCB 292	LCB 47 TE	LCB 71	LCB 72	LCB 79	LCB 80	T 15	T 223	Tric 2 E-5	Tric C	
AM A	2,17 aB	2,47 aB	2,29 aB	2,10 abB	2,05 aB	2,06 bB	2,51 aB	2,73 aB	2,34 abB	2,77 aB	4,36 cdeA
AM B	2,16 aC	2,42 aBC	2,62 aBC	2,07 abC	2,02 aC	2,40 abBC	2,39 aBC	2,86 aBC	2,44 aBC	3,27 aB	5,50 abA
AM C	2,72 aBCD	2,44 aBCD	2,24 aCD	2,25 abCD	2,00 aD	3,16 abBC	2,14 aCD	2,73 aBCD	2,16 abCD	3,51 aB	4,75 bcdA
AM D	1,98 aCD	2,49 aBCD	2,42 aCD	1,93 abD	1,71 aD	3,02 abABC	2,28 aCD	2,59 aBCD	2,40 abCD	3,54 aAB	3,92 deA
AM E	2,12 aBC	2,27 aBC	2,46 aBC	2,15 abBC	1,71 aC	2,40 abBC	2,29 aBC	2,91 aB	2,93 aB	2,87 aB	4,06 deA
AM F	1,84 aD	2,21 aCD	2,24 aCD	2,08 abCD	1,90 aCD	2,70 abBCD	2,94 aBC	2,92 aBC	2,86 aBCD	3,52 aB	5,62 abA
AM I	1,96 aCD	2,69 aBCD	2,49 aBCD	2,45 aBCD	1,77 aD	3,08 abB	2,99 aBC	2,78 aBCD	2,98 aBC	3,43 aB	4,51 bcdeA
AM J	2,48 aC	2,49 aC	2,32 aC	2,53 aC	2,45 aC	3,24 aBC	2,57 aC	2,76 aBC	2,73 aBC	3,66 aB	5,49 abA
AM L	1,91 aC	2,10 aBC	2,14 aBC	1,81 abC	2,03 aC	2,81 abBC	2,35 aBC	2,50 aBC	1,95 abC	3,14 aB	4,97 abcdA
AM M	1,87 aCDE	1,91 aCDE	2,03 aCDE	1,46 abE	1,72 aDE	2,59 bABCD	2,12 aBCDE	2,34 aBCDE	2,91 aABC	3,10 aAB	3,58 eA
AM N	1,85 aDE	2,37 aCDE	2,38 aCDE	1,77 abE	2,12 aCDE	3,06 abBC	2,53 aCDE	2,90 aBCD	2,61 aBCDE	3,67 aB	5,48 abcA
AM 50	2,33 aC	2,56 aBC	2,38 aC	1,88 abC	1,85 aC	2,73 abBC	2,05 aC	2,75 aBC	2,19 abC	3,46 aB	6,05 aA
CMM 2820	1,81 aBC	2,34 aBC	2,22 aBC	1,76 abBC	1,62 aC	2,41 abBC	2,10 aBC	2,38 aBC	2,74 aB	2,74 aB	4,53 bcdeA
CMM 2916	1,68 aC	1,93 aBC	1,95 aBC	2,06 abBC	1,64 aC	2,26 abBC	1,95 aBC	2,28 aBC	1,28 bC	2,75 aB	3,95 deA
CMM 2920	2,25 aBC	2,06 aBC	2,27 aBC	1,29 bC	1,89 aBC	2,27 abBC	2,26 aBC	2,54 aB	2,20 abBC	2,67 aB	4,60 bcdeA

¹Isolados de *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* e *Trichoderma* spp. foram cultivados por 7 dias, em temperatura de 27,5°C com alternância luminosa (12h de luz).

²Testemunha consistiu de placas com a deposição de um disco contendo micélio do patógeno e do lado oposto um disco de meio esterilizado.

Médias de 4 repetições. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 4. Efeito de diferentes isolados de *Trichoderma* spp. sobre a inibição do crescimento micelial (%) de isolados de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*.

Isolados	Isolados de <i>Trichoderma</i> spp.									
	LCB 292	LCB 47 TE	LCB 71	LCB 72	LCB 79	LCB 80	T 15	T 223	Tric 2 E-5	Tric C
AM A	24,99 aA	27,58 abA	30,92 aA	32,76 aA	26,56 aA	28,60 aA	22,48 abA	23,45 abA	24,27 abcA	18,01 abA
AM B	35,73 aA	37,81 abA	35,38 aA	38,56 aA	35,16 aA	34,61 aA	38,62 abA	30,75 abA	37,15 abcA	28,54 abA
AM C	25,53 aA	33,07 abA	32,50 aA	35,77 aA	36,08 aA	25,12 aA	36,58 abA	28,06 abA	36,56 abcA	21,19 abA
AM D	33,27 aA	25,41 abAB	28,19 aAB	33,51 aA	42,16 aA	23,73 aAB	43,27 abA	24,34 abAB	27,68 abcAB	10,00bB
AM E	24,15 aA	18,61 bA	21,95 aA	28,55 aA	30,10 aA	21,77 aA	27,91 abA	15,49 bA	16,13 bcA	20,06 abA
AM F	46,79 aA	40,81 abA	44,30 aA	43,40 aA	46,04 aA	38,43 aA	37,18 abA	34,30 abA	36,72 abcA	29,56 abA
AM I	36,34 aA	26,27 abA	27,66 aA	28,70 aA	34,70 aA	19,55 aA	22,74 abA	27,01 abA	25,28 abcA	22,19 abA
AM J	29,93 aA	31,68 abA	34,40 aA	30,54 aA	33,01 aA	28,81 aA	35,43 abA	33,50 abA	39,92 abcA	25,15 abA
AM L	39,61 aA	36,62 abA	35,49 aA	44,90 aA	35,47 aA	34,13 aA	34,70 abA	33,99 abA	39,49 abcA	25,16 abA
AM M	25,94 aA	24,30 abA	25,55 aA	27,30 aA	29,11 aA	24,85 aA	24,67 bA	20,92 abA	18,27 cA	14,48 abA
AM N	35,97 aA	29,60 abA	32,66 aA	35,97 aA	36,73 aA	25,54 aA	31,33 abA	27,43 abA	30,04 abcA	20,99 abA
AM 50	40,42 aA	46,64 aA	42,91 aA	48,43 aA	48,52 aA	47,33 aA	50,71 aA	44,02 aA	48,30 aA	36,70 aA
CMM 2820	38,68 aA	29,76 abA	34,71 aA	35,57 aA	37,74 aA	31,67 aA	36,64 abA	33,38 abA	31,33 abcA	25,51 abA
CMM 2916	33,37 aA	31,20 abA	33,21 aA	25,45 aA	30,36 aA	30,44 aA	32,93 abA	27,64 abA	43,47 aA	20,56 abA
CMM 2920	29,09 aA	34,49 abA	41,92 aA	53,16 aA	40,35 aA	37,15 aA	38,48 abA	30,15 abA	42,82 abA	30,30 abA

¹Isolados de *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* e *Trichoderma* spp. foram cultivados por 7 dias, em temperatura de 27,5°C com alternância luminosa (12h de luz).

Médias de 4 repetições. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

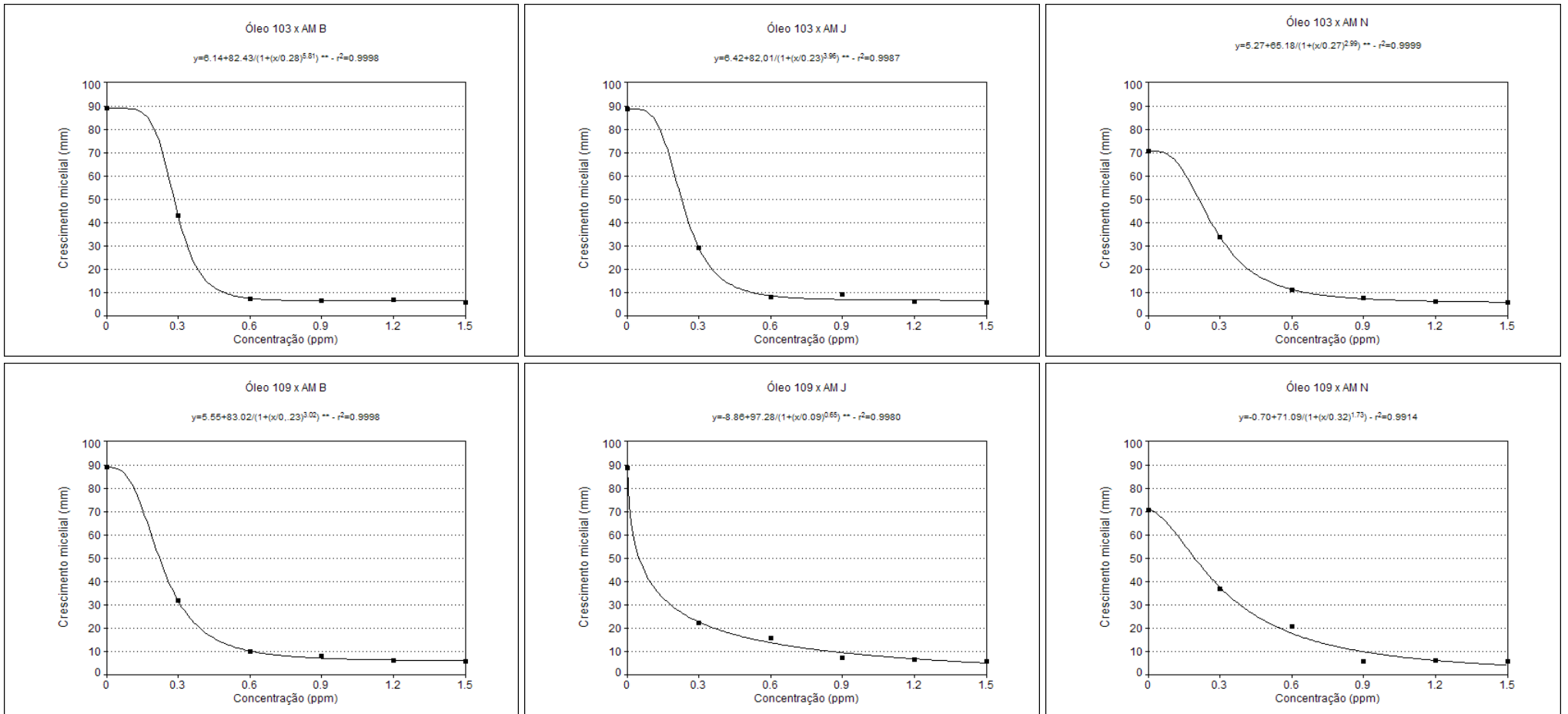


Figura 1. Análise de regressão do efeito da concentração ($\mu\text{L}/\text{mL}^{-1}$) de óleos essenciais de *Lippia sidoides* sobre o crescimento micelial (mm) de isolados de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*.

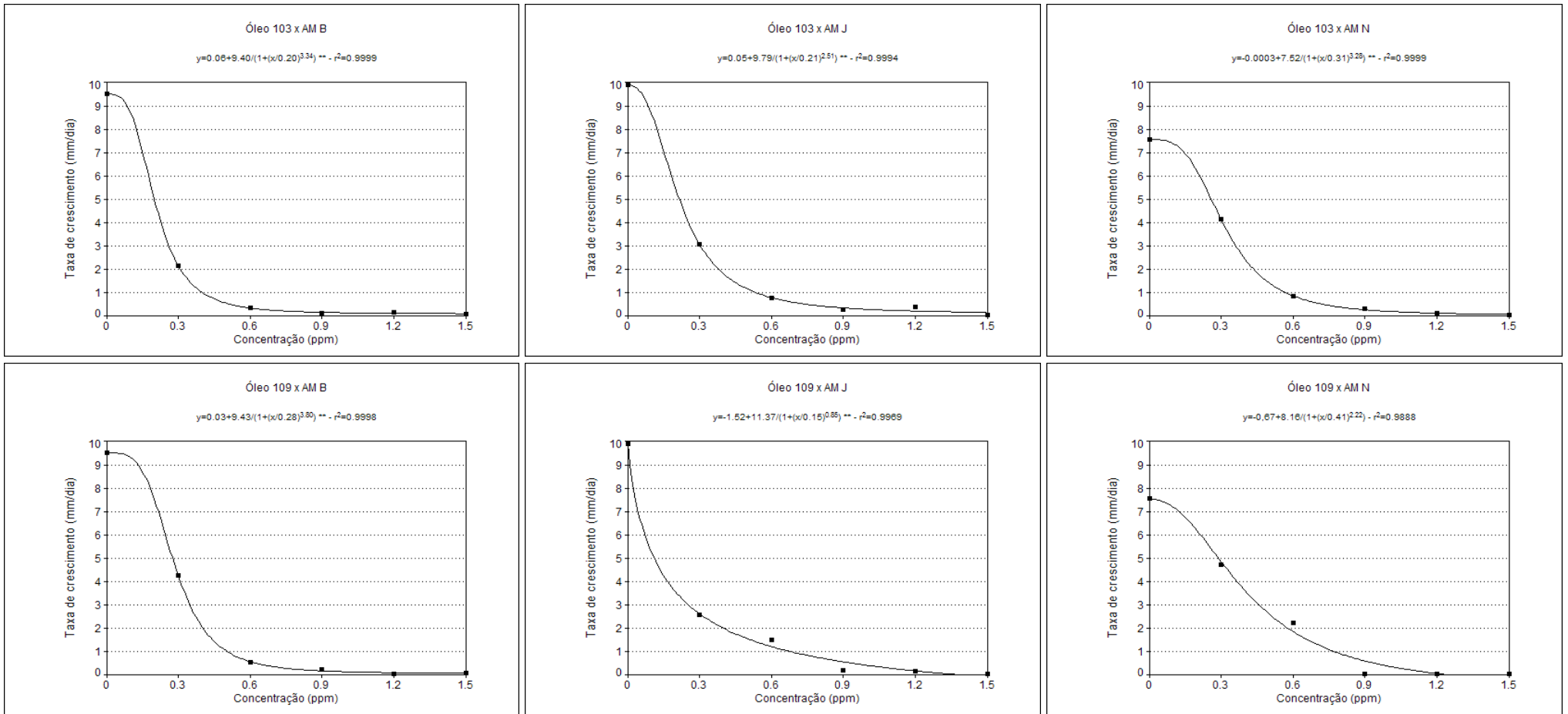


Figura 2. Análise de regressão do efeito da concentração ($\mu\text{L}/\text{mL}^{-1}$) de óleos essenciais de *Lippia sidoides* sobre a taxa de crescimento (mm/dia) de isolados de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*.

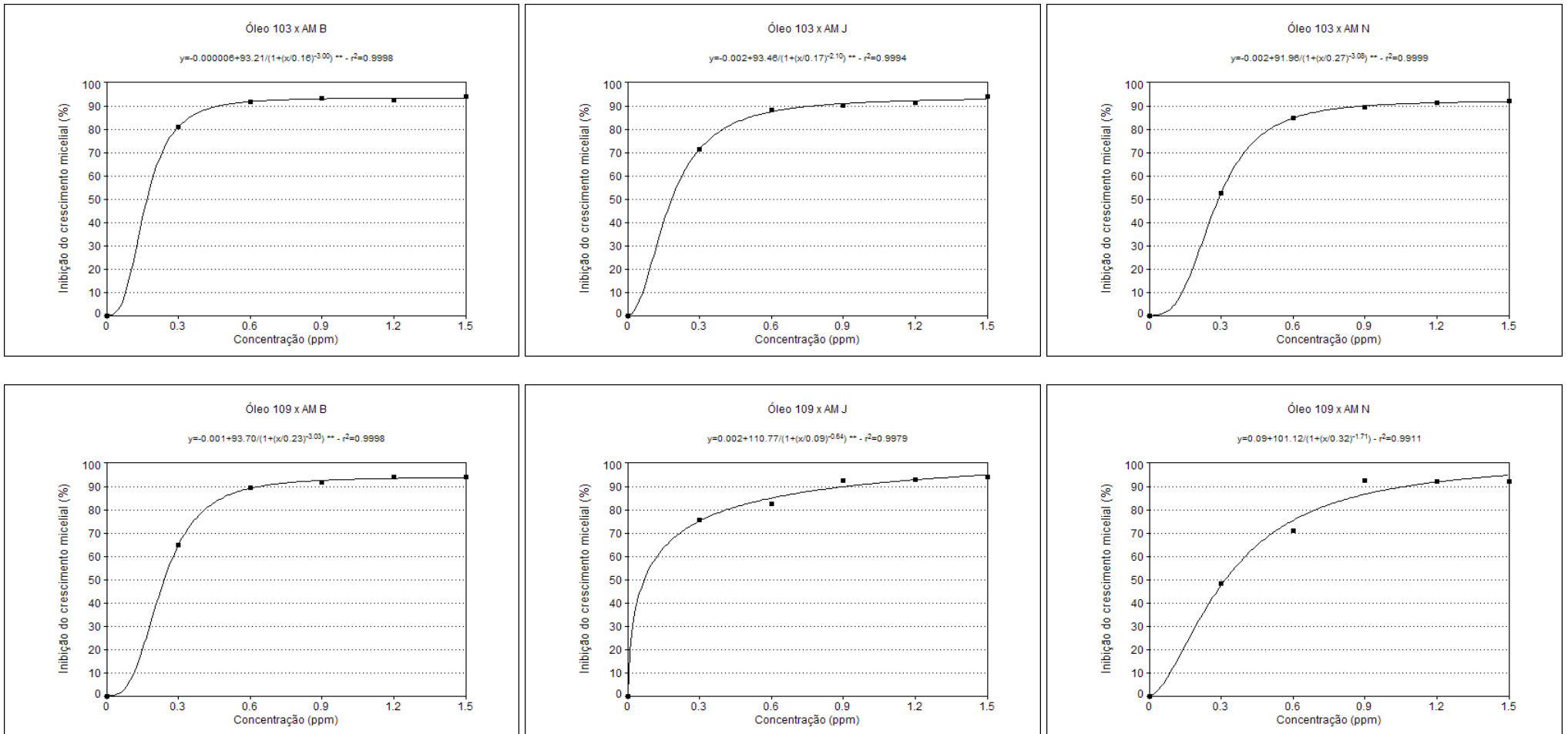


Figura 3. Análise de regressão do efeito da concentração ($\mu\text{L}/\text{mL}^{-1}$) de óleos essenciais de *Lippia sidoides* sobre a inibição do crescimento micelial (%) de isolados de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cupense*.

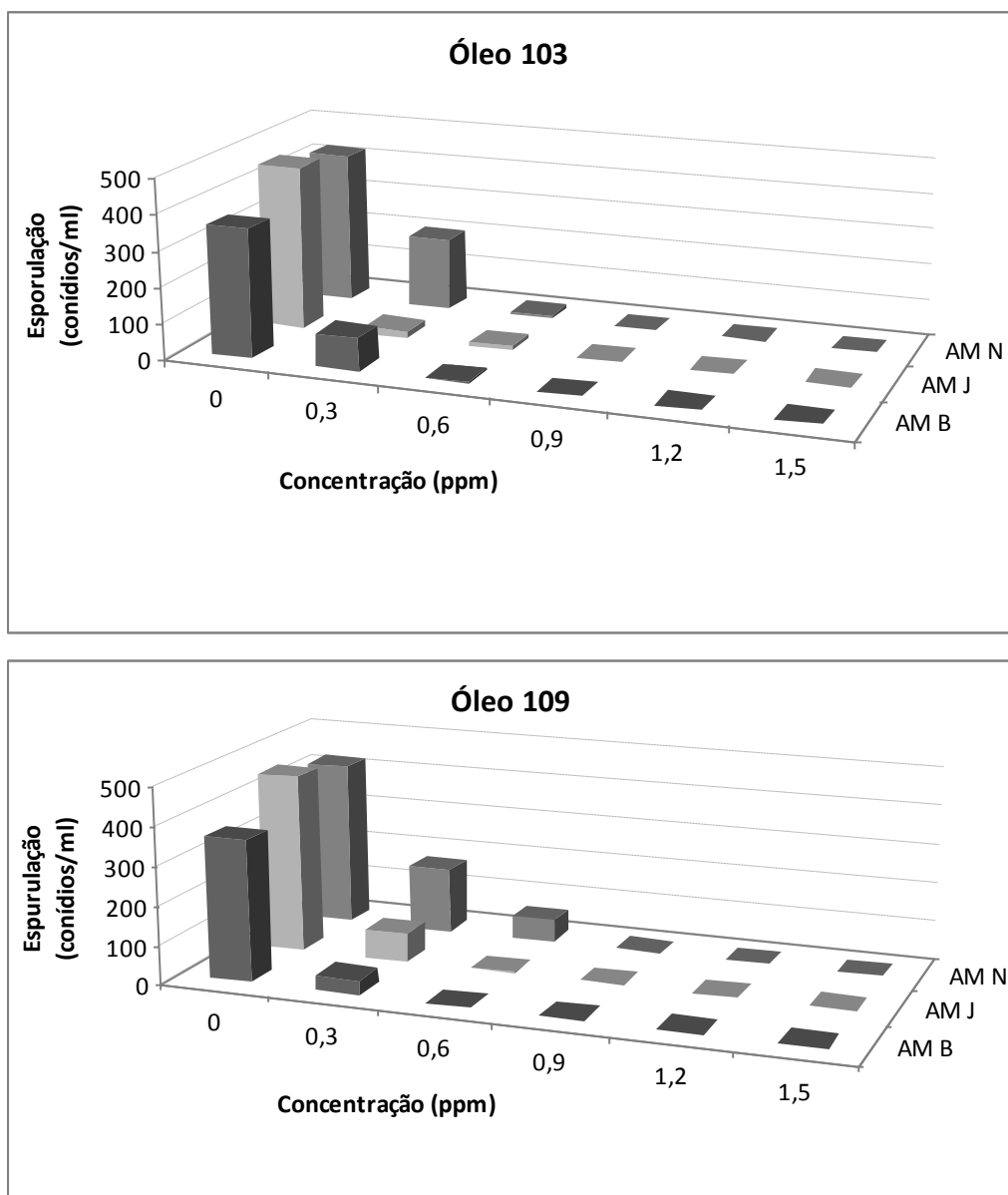


Figura 4. Efeito de óleos essenciais de *Lippia sidoides* (103 e 109) sobre a esporulação (conídios/ml) de isolados de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*.

Tabela 5. Efeito de óleos essenciais de *Lippia sidoides* (103 e 109) e *Trichoderma* spp. (LCB 72 e LCB 79) sobre a atividade patogênica de isolados de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (AM E e AM B) em mudas de bananeira da cv maçã, sob condições de casa-de-vegetação.

Tratamentos ¹	Isolado de <i>Fusarium</i>		Isolado de <i>Fusarium</i>	
	AM E	AM B	AM E	AM B
	-----Sintomas externos ² -----		-----Sintomas internos ³ -----	
Óleo 103	3,37 aA	0,62 bB	5,25 abA	1,75 cdB
Óleo 109	3,62 aA	3,37 aA	5,68 aA	5,00 aA
LCB 72	1,81 abcA	1,00 bA	4,25 abcdA	1,75 cdB
LCB 72 x Óleo 103	2,06 abcA	0,43 bB	4,62 abcA	1,25 dB
LCB 72 x Óleo 109	1,25 bcdA	1,37 bA	3,93 bcdA	3,75 abA
LCB 79	1,00 cdA	0,25 bA	3,18 cdA	1,31 dB
LCB 79 x Óleo 103	0,25 dA	0,43 bA	3,43 cdA	1,18 dB
LCB 79 x Óleo 109	0,68 cdA	0,43 bA	2,75 dA	2,93 bcA
Trichodermil	1,25 bcdA	0,25 bB	3,31 cdA	1,68 cdB
Testemunha	2,81 abA	1,00 bB	5,18 abA	1,50 cdB

¹Tratamentos foram realizados com os óleos essenciais e *Trichoderma* spp. (sozinhos e combinados) e o produto comercial trichodermil.

²Sintomas externos observados aos 35 dias após a inoculação do patógeno, avaliados utilizando escala de notas, variando de 0 (planta sem sintoma) a 4 (planta totalmente murcha ou morta), adaptado de Cordeiro et al. (1999).

³Sintomas internos observados aos 35 dias após a inoculação do patógeno, avaliados utilizando escala de notas, variando de 1 (ausência de descoloração nos rizomas) a 6 (descoloração total do rizoma ou planta morta), adaptado de Mohamed et al. (1993).

Médias de 4 repetições. Médias seguidas pela mesma letra na vertical e horizontal (entre isolados) não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES

Conclusões

- Os isolados do presente trabalho de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* são capazes de expressar variabilidade patogênica em mudas de bananeira cv Maçã.
- *Trichoderma* inibiu o crescimento e desenvolvimento de *F. oxysporum* f.sp. *cubense*.
- Óleos essenciais de *Lippia sidoides* (códigos 103 e 109), a partir da concentração de $0,6 \mu\text{L}/\text{mL}^{-1}$ promovem reduções no crescimento micelial e taxa de crescimento do fitopatógeno (Foc).
- O uso de *Trichoderma* (isolado LCB 79) isolado ou em conjunto com o óleo (código 103) promovem os melhores resultados no teste *in vivo*.