



PRISCILLA DE FÁTIMA PEREIRA

AVALIAÇÃO DA SUPRESSIVIDADE DO SOLO
*A **Thielaviopsis** sp.*

LAVRAS - MG

2015

PRISCILLA DE FÁTIMA PEREIRA

AVALIAÇÃO DA SUPRESSIVIDADE DO SOLO A *Thielaviopsis* sp.

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitopatologia, área de concentração em Fitopatologia, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. Flávio Henrique Vasconcelos de Medeiros

Coorientadora

Dr. Viviane Talamini

Coorientador

Dr. Fernando Pereira Monteiro

LAVRAS - MG

2015

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Pereira, Priscilla de Fátima.

Avaliação da supressividade do solo a *Thielaviopsis* sp. / Priscilla
de Fátima Pereira. – Lavras : UFLA, 2015.

57 p. : il.

Dissertação(mestrado acadêmico)–Universidade Federal de
Lavras, 2015.

Orientador: Flávio Henrique Vasconcelos de Medeiros.
Bibliografia.

1. Resinose. 2. Supressividade. 3. Conducividade. I.
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

PRISCILLA DE FÁTIMA PEREIRA

AVALIAÇÃO DA SUPRESSIVIDADE DO SOLO A *Thielaviopsis* sp.

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitopatologia, área de concentração em Fitopatologia, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 7 de agosto de 2015.

Dra. Viviane Talamini EMBRAPA TABULEIROS COSTEIROS

Dr. Jorge Teodoro de Souza UFLA

Dr. Flávio Henrique Vasconcelos de Medeiros
Orientador

LAVRAS –MG

2015

Aos meus pais, José Heitor e Clara, e a minha irmã, Francielly, que, ao meu lado, sempre estiveram e nunca mediram esforços para me proporcionar todo apoio de que precisei. A meu noivo, Patrick, pelo apoio incondicional e constante incentivo, mesmo distante, sempre presente. A vocês, que, com amor e dedicação, sempre acreditaram em mim.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho contou com importantes apoios e incentivos sem os quais não teria se tornado uma realidade e aos quais serei eternamente grata. O alimento do meu entusiasmo sempre esteve no Senhor e é por Ele que, todos os dias, alcanço uma vitória. É de ti Senhor, toda honra e toda glória alcançada!

Aos meus pais, que sempre primaram por minha educação e, muitas vezes, deixaram seus sonhos de lado, para juntos sonharmos os meus. Agradeço pela confiança e imensurável apoio de todos os dias.

Pelo amor, fé, confiança, companheirismo e carinho que minha irmã nunca deixou faltar.

Ao meu noivo que, mesmo distante, fez –se presente em todos os instantes de minha vida. Agradeço, por ser minha fonte de inspiração, força e incentivo para vencer cada batalha; pela felicidade que sempre demonstrou ao me ajudar nos seus dias de folga; e pelo amor e dedicação proporcionados a cada momento.

A meu orientador Dr. Flávio Henrique Vasconcelos de Medeiros, pela orientação desde a iniciação científica, pela confiança, disponibilidade, total apoio, amizade, ensinamentos e todas as valiosas oportunidades, de fundamental importância à minha formação acadêmica e profissional.

Agradeço, especialmente, aos professores Dr. Fernando, meu coorientador e Dr. Jorge e Dra. Maria, pela disposição, orientação e colaboração, porque sem eles não seria possível realizar este trabalho.

Em especial, à coorientadora, Dra. Viviane Talamini (Embrapa Tabuleiros Costeiros) e ao Dr. Eudes de Arruda Carvalho (Embrapa Amazônia Ocidental) pela orientação e colaboração na execução do projeto.

Aos professores do DFP/UFLA pelo conhecimento transmitido durante o Curso de Mestrado.

Aos profissionais e colegas dos Laboratórios de Nematologia, Diagnose, Bacteriologia e Microscopia Eletrônica pelo auxílio valioso nas atividades e estrutura fornecida.

Às minhas amigas Elícia, Mírian, Mônica, Jeanny e Marina que estiveram ao meu lado nesta fase, pelo companheirismo, humor, força e apoio nos momentos difíceis.

Aos colegas do Laboratório de Controle Biológico, em especial ao Rodolfo Teixeira, aos colegas do Departamento de Fitopatologia e aos membros do Núcleo de Estudos em Fitopatologia, pela ajuda e pelos momentos compartilhados que auxiliaram muito no meu crescimento profissional.

Aos professores do DCS/UFLA, Luiz Roberto Guimarães Guilherme, Carlos Alberto Silva, Érika Andressa da Silva e Moacir de Souza Dias Júnior pela disposição e colaboração neste trabalho.

Aos técnicos do Laboratório de Fertilidade e Física do Solo do Departamento de Ciência dos Solos da Universidade Federal de Lavras, em especial, José Roberto (Pezão) e Doroteo de Abreu pela presteza e disponibilidade.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa.

À Universidade Federal de Lavras, em especial ao Departamento de Fitopatologia, pela estrutura à disposição para a busca de conhecimentos e aperfeiçoamentos.

MUITO OBRIGADA.

“Tudo posso naquele que me fortalece.”

Filipenses 4:13

RESUMO

A resinose causada por *Thielaviopsis* sp. tem-se tornado motivo de extrema preocupação para os produtores, instituições de pesquisa, órgãos de assistência técnica, de defesa sanitária e agências de monitoramento. Esta doença tem se disseminado e aumentado o número de coqueiros e propriedades infectados a cada ano. A busca por um controle sustentável deste patógeno tem se tornado constante, com isso o presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a supressividade e/ou conducividade de solos de plantio de coco de duas regiões brasileiras de plantio de coco, e as possíveis variáveis responsáveis pela supressão e/ou conducividade ao patógeno. A influência dos solos na população de *Thielaviopsis* sp. foi feita com base em uma metodologia adaptada para avaliar o percentual de iscas de banana prata madura com casca colonizadas pelo patógeno sobre os solos. Este percentual de colonização variou de 4,61 a 83,08%. Posteriormente, foram escolhidos cinco solos mais supressivos e cinco mais condutivos, baseado no teste de médias Scott Knott, para determinar a natureza e os fatores determinantes da supressividade e/ou conducividade de cada solo. Os solos foram submetidos a análises físicas, químicas e biológicas e a variável biológica Bactérias Totais mostrou-se maior nos solos supressivos, apenas um solo apresentou *Pseudomonas* do grupo fluorescente. As variáveis químicas pH, Cálcio, Soma de Bases, Capacidade de Troca Catiônica Efetiva e Saturação de Bases e a variável textural areia, também, apresentaram-se em maiores quantidades nos solos supressivos. Já, as variáveis Alumínio, Ferro e Argila se apresentaram maiores nos solos condutivos. Para as demais variáveis analisadas houve insignificância nos resultados quando submetidas ao mesmo teste.

Palavras-chave: Resinose. Supressividade. Conducividade.

ABSTRACT

The stem-bleeding caused by *Thielaviopsis* sp. has become cause of extreme concern for farmers, research institutions, technical assistance agencies, and health protection and monitoring agencies. This disease has been spreading and, thus, increasing the quantity of coconut trees and farms affected each year. The search for a sustainable control of this pathogen has become constant over time. In this study, we aimed to evaluate the suppressiveness and / or conduciveness of coconut planting soils of two Brazilian regions, as well as the possible variables responsible for such suppression and / or conduciveness. The influence of soils on *Thielaviopsis* sp. population was assessed by estimating the percentage of baits of ripe banana colonized by this pathogen on soils. This colonization percentage ranged from 4.61 to 83,08%. Then, based on the Scott Knott means test, samples of five most suppressive soils, and five most conducive soils were collected to estimate their nature, as well as determining factors for suppressiveness and / or conduciveness. Physical, chemical and biological characters were assessed for each sample. The total bacteria parameter was found to be higher in suppressive soils. Fluorescent *Pseudomonas* was only found in one type of soil. The pH, contents of calcium, sum of bases, effective cation exchange capacity, and bases saturation; as well as the sand textural variable were also found in greater amounts in suppressive soils. Contents of aluminum, iron and clay were higher in conducive soils. In addition, statistically insignificant results were found for other parameters when submitted to the same test.

Key-words: Stem-bleeding. Suppressiveness. Conduciveness.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Porcentagens médias de iscas colonizadas por <i>Thielaviopsis</i> sp em diferentes amostras de solo	35
----------	---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Identificação das amostras de solo.....	26
Tabela 2	Percentual de iscas colonizadas por <i>Thielaviopsis</i> sp. nas 10 amostras de solos mais supressivas e mais condúctivas, estéreis e não estéreis	37
Tabela 3	Densidade populacional de microrganismos nas 10 amostras de solos mais supressivas e mais condúctivas	38
Tabela 4	Propriedades físico-químicas das amostras de solos selecionadas entre os solos classificados como supressivos e condúctivos.....	39
Tabela 5	Teste t para variáveis biológicas, químicas e físicas dos solos selecionados e classificados em supressivos e condúctivos	41

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1	Resinose do estipe em coqueiro	15
2.2	Supressividade	19
3	MATERIAIS E MÉTODOS	25
3.1	Coleta das amostras de solo	25
3.2	Tratamentos	26
3.3	Isolado e teste de patogenicidade	27
3.4	Influência da supressividade dos solos na população de <i>Thielaviopsis</i> sp.....	28
3.4.1	Adaptação da metodologia de iscas de Ferreira et al. (2010).....	28
3.5	Avaliação da supressividade de natureza biológica.....	29
3.6	Avaliação da supressividade de natureza física e química das amostras de solo.....	31
3.7	Caracterização da supressividade ou condutividade dos solos a <i>Thielaviopsis</i> sp.	32
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
4.1.1	Classificação dos solos quanto à supressividade.....	34
4.2	Natureza da supressividade	36
5	CONCLUSÃO.....	47
	REFERÊNCIAS	48

1 INTRODUÇÃO

Os fungos habitantes de solo, em contínua ação patogênica, causam alterações anormais da morfologia e fisiologia das plantas e, dependendo do patógeno, pode resultar em dano parcial ocasionando lesões em órgãos de reserva, caule, raízes e sistema vascular. Estes, também, podem causar o tombamento de plântulas ou plantas bem desenvolvidas e, ainda, dependendo da intensidade da doença, levar as plantas à morte. Todos estes danos ocasionam prejuízos financeiros aos produtores devido à queda de produção (AGRIOS, 1988; BUENO; FISCHER, 2006). Um exemplo de fungo de solo é *Thielaviopsis paradoxa*, patógeno polífago entre espécies de importância econômica (ELLIS, 1971) e, largamente, distribuídas no mundo (AL-ONAZI et al., 2011).

A estrutura de resistência, produzida por este fungo, denominada clamidósporos (ELLIS, 1971), garante a este patógeno uma alta capacidade de sobrevivência no solo, principalmente, em resíduos vegetais. O patógeno é causador de infecção vascular em plantas, penetra principalmente por ferimentos (FERREIRA; FONTES, 2007). No coqueiro, o patógeno foi observado causando doença pela primeira vez em 2004. Desde então, a doença tem sido disseminada gradualmente aumentando o número de propriedades e de coqueiros infectados a cada ano (WARWICK et al., 2004).

Esta doença, denominada resinose, atualmente, tem-se tornado motivo de extrema preocupação dentre produtores, instituições de pesquisa, órgãos de assistência técnica, de defesa sanitária e agências de monitoramento, em virtude de sua rápida disseminação e consequente queda de produção; e, ausência de métodos de controle eficientes (CARVALHO et al., 2011; CARVALHO et al., 2013).

Com o intuito de contribuir para o manejo sustentável da doença, tem se buscado alternativas para o controle de doenças de plantas, como exemplo o

controle biológico. A supressividade, uma estratégia de controle biológico, é um fenômeno natural de prevenção e inibição, que ocorre mais comumente em solos, e age contra o estabelecimento e a sobrevivência de patógenos e suas atividades patogênicas (BETTIOL et al., 2009). Em áreas de produção de Sergipe e Pará, com alta incidência da resinose, foram observadas plantas saudias, amostras de solo foram coletadas para a execução deste trabalho e para o isolamento de antagonistas. Dentre os microrganismos isolados, dezoito foram eficientes para o controle *in vitro* de *Thielaviopsis* sp. (TALAMINI et al., 2014).

Diante do exposto e considerando a hipótese de que solos possuem diferentes níveis de supressividade à doença e o estudo das propriedades destes solos pode explicar a natureza da supressividade com vistas ao manejo sustentável da doença, este trabalho foi realizado com o objetivo de determinar a contribuição de diferentes solos em relação à supressividade a *Thielaviopsis* sp. e a relação desta supressividade com as variáveis químicas, físicas e biológicas. A busca por solos supressivos a *Thielaviopsis* sp. e a caracterização deste fenômeno podem contribuir para o controle sustentável deste patógeno.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Resinose do estipe em coqueiro

São reconhecidos no mundo vários patógenos que incidem no coqueiro, dos quais alguns ocorrem nas condições brasileiras e variam de importância de uma região para outra (WARWICK, 2002). A ocorrência desses patógenos, em todas as regiões produtoras e em intensidade variável, é responsável pela redução geral de 50% do potencial produtivo da cocoicultura (COSTA et al., 2002). Warwick et al. (2004) notificaram a ocorrência de uma nova doença no coqueiro no Brasil, em Platô de Neópolis - Sergipe, onde 50 plantas apresentaram sintomas de resinose do estipe. Desde então, a doença tem sido disseminada gradualmente aumentando o número de propriedades e de coqueiros infectados a cada ano. Esta doença, também, identificada por "stem-bleeding", atualmente, tem-se tornado motivo de extrema preocupação dentre produtores, instituições de pesquisa, órgãos de assistência técnica, de defesa sanitária e agências de monitoramento, devido a sua rápida disseminação e consequente queda de produção (CARVALHO et al., 2011; CARVALHO et al., 2013).

Thielaviopsis paradoxa é um patógeno de solo, cosmopolita (AL-ONAZI et al., 2011). Sua gama de hospedeiros se restringe, principalmente, a monocotiledôneas cultivadas em locais de temperatura elevada (ELLIOT, 2009). O fungo ataca grande número de espécies vegetais de importância econômica no Brasil, podendo causar doença em várias culturas como cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.), coco (*Cocos nucifera* L.), dendê (*Elaeis guineensis* Jacq.), cacau (*Theobroma cacao* L.), banana (*Musa* spp) e várias espécies de palmeiras. Embora o fungo não tenha sido relatado, em todas as espécies de palmeiras

cultivadas, todas são consideradas potenciais hospedeiros para este fungo, contribuindo para o aumento da fonte de inóculo (ELLIS, 1971; ELLIOT, 2009).

O fungo é um ascomiceto da ordem Microascales, família Ophiostomataceae, seu teleomorfo, relatado como a espécie *Ceratocystis paradoxa*, é dificilmente observado em ambientes naturais, no entanto, já foi observado em plantas de coqueiro causando queda de frutos imaturos (ALVES; LOURD, 1985), no cultivo *in vitro* de isolados de fragmentos de amostras assintomáticas e nas próprias amostras (FERRAZ et al., 2012). Recentemente, *Ceratocystis paradoxa* foi retificado como complexo de espécies, como mostram Mbenoun et al. (2014), ao apresentarem que o complexo *C. paradoxa* abrange vultuosamente um maior número de espécies do que descrito anteriormente por Harrington (2009 apud MBENOUN et al., 2014) e Alvarez et al. (2012 apud MBENOUN et al., 2014). As espécies descritas anteriormente, que incluíam *C. paradoxa*, *C. radicularis*, *C. musarum* e *C. euricoi*. *C. cerberus* e *C. ethacetica*, foram descritas dentro do complexo no recente estudo.

Em sua forma anamórfica, este fungo produz dois tipos de conídios: endoconídios produzidos em fiálides, considerados conídios primários, são hialinos, cilíndricos e não possuem septos. Em contraste, os conídios secundários são cilíndricos a oblongos, muitas vezes, doliformes (no formato de barril), inicialmente hialinos, tornando-se marrons e de paredes espessas com a idade (MBENOUN et al., 2014). Também produz clamidósporos, estrutura de resistência do fungo (ELLIS, 1971) que garantem a sobrevivência, por longos períodos no solo, principalmente, em resíduos vegetais. De acordo com Chapola (2010), o patógeno pode sobreviver no solo por períodos superiores a 15 meses. É disseminado de forma natural pelo vento, insetos, enxurradas ou pelas ações antrópicas por mudas contaminadas, tratamentos culturais, irrigação, dentre outros, de forma que, após a disseminação, causa infecção vascular em plantas (FERREIRA; FONTES, 2007).

O patógeno é considerado um parasita fraco e, normalmente, não causa infecção em órgãos sem ferimento, exceto quando os tecidos são muito novos ou quando expostos a condições de alta umidade (GOES, 2005). Dentre as condições favoráveis para o patógeno, a temperatura desempenha um papel fundamental no desenvolvimento do fungo e, para o crescimento micelial, produção e germinação de conídios, as temperaturas ideais são em torno dos 28 °C (CARVALHO et al., 2011). Da mesma forma, a temperatura ótima relatada para o crescimento e proliferação do fungo em cana-de-açúcar foi 28 °C (CHI, 1949; WISMER, 1961) e pH ótimo entre 5 e 7. Nestas condições o crescimento é rápido e a produção de conídios é abundante (YADAHALLI; ADIVER; KULKARNI, 2007).

Carvalho et al. (2011) evidenciaram que o início da epidemia da doença se dá por meio de plantas isoladas, que servem de inóculo para plantas saudáveis adjacentes. E que múltiplos focos da doença dentro dos talhões podem estar relacionados a estruturas de resistência do patógeno que pode ter permitido sua sobrevivência na área, uma vez que, no passado, plantava-se cana-de-açúcar no mesmo local. A presença de grandes focos de plantas doentes, próximas das plantas saudáveis, foi um indicativo que plantas infestadas serviriam como fonte de infecções subsequentes e que o inóculo secundário seria disseminado a curta distância. Também notou que o progresso da doença não é influenciado pela época do ano e que esta ocorre de forma gradual.

A infecção ocorre através de ferimentos e de fissuras naturais que ocorrem com o crescimento do estipe (NELSON, 2005); a infecção ocorre na região mais superficial do estipe, provocando uma lesão externa que progride de dentro para fora dos tecidos (FERREIRA; FONTES, 2007).

Segundo Ferreira et al. (2010), o fungo dissemina-se por intermédio de insetos, pelo solo contaminado e pelas ferramentas usadas na colheita ou na erradicação das plantas doentes e mortas.

Como forma de prevenção da doença, a fim de evitar a disseminação do patógeno, destaca-se o uso de armadilhas atrativas para o monitoramento e controle químico de insetos vetores (WARWICK; PASSOS, 2009). Devem ser evitados ferimentos no estipe durante o manejo; deposição e acúmulo de tecido vegetal contaminado no solo, após o processo de corte ou raspagens de áreas afetadas; irrigação por aspersão direcionada ao estipe; e podas desnecessárias (ELLIOTT, 2009). A assepsia do material utilizado na retirada de tecidos sintomáticos é essencial para evitar a transmissão do patógeno (NELSON, 2005).

Quando em estágio inicial, o controle da doença baseia-se na raspagem da área lesionada do estipe e o pincelamento com piche ou alcatrão vegetal; simultaneamente com aplicação do fungicida tiofanato metílico (FERREIRA; FONTES, 2007; TREMACOLDI et al., 2010). Em estágio já avançado, uma das recomendações é a erradicação mecânica e destruição, pela queima, das plantas severamente infestadas, removendo o máximo possível de raízes (PARRA et al., 2003).

Atualmente, tem se buscado alternativas para o controle de doenças de plantas, com práticas de manejo integradas e ambientalmente adequadas, como o controle biológico, produtos biocompatíveis e compostos orgânicos (LABRIE et al., 2001; MORANDI; BETTIOL, 2009; TEMORSHUIZEN et al., 2006). Lockwood (1988) expõe que interações entre diferentes microorganismos, em meios de cultura, são reconhecidas por muitos anos. Diante disto, uma base para hipóteses sobre a ocorrência de interações microbianas no solo é formada, criando medidas para controle biológico de doenças. A supressividade de solos é considerada uma ferramenta de controle biológico.

2.2 Supressividade

Menzies (1959) foi o primeiro a adotar a expressão "solo supressivo", quando trabalhou correlacionando a ocorrência e a severidade da sarna da batatinha com diferentes tipos de solo. Todavia, o fenômeno dos solos de controlar doenças de plantas foi primeiramente observado por Atkinson (1889) apud Alabouvette, Cousteaudier e Louvet (1985) ao constatar que solos arenosos, em Arkansas e Alabama, apresentaram maior severidade da murcha de *Fusarium* do algodoeiro quando comparados com solos argilosos (HUBER; SCHNEIDER, 1982 apud BETTIOL; GHINI; 2005).

Bettiol et al. (2009) definiram supressividade como um fenômeno natural de prevenção e inibição, que ocorre mais comumente em solos e age contra o estabelecimento de patógenos e suas atividades patogênicas. Hornby (1983) aponta dois tipos de solo supressivo; um que tem a capacidade de reduzir a densidade de inóculo do patógeno e sua atividade saprofítica; e, outro, que mesmo com densidade de inóculo elevada e patógeno com habilidade de sobrevivência, reduz a intensidade da doença. Com relação à permanência, o autor também divide o solo supressivo em duas categorias: uma que pode ser observada desde o princípio da exploração do solo, resultante de propriedades estáveis do solo, sendo denominada de longo prazo; e uma que resulta de práticas agrícolas, que pode desaparecer com novas alterações, sendo denominada de curto prazo.

A supressividade em solos pode ser uma característica natural ou não, induzida por fatores bióticos e abióticos (COOK; BAKER, 1983). São vários os componentes no solo responsáveis pela supressividade, como exemplo, textura, níveis de macro e micronutrientes, pH do solo, matéria orgânica, atividade microbiana do solo e sua interação (HORNBY, 1983). A distinção entre fatores responsáveis pela supressividade é uma dificuldade frequentemente encontrada

(BETTIOL; GHINI, 2005), uma vez que é compreendida pelas interações complexas, entre eles, que torna difícil a constatação de indicadores para a supressividade de diversos contextos (ARSHAD; MARTIN, 2002).

Os fatores que levam à supressividade mais estudados, entendidos e amplamente descritos são os biológicos, assim como as dificuldades de estabelecimento de patógenos no solo e a inibição de sua atividade patogênica. Animais, vegetais, protistas e fungos, cada um com seu papel, compõem a microbiota do solo. Porém, em razão do número expressivo, os mais estudados são os fungos e as bactérias. Sendo assim, um solo altamente supressivo pode estar relacionado com a alta diversidade biológica nele presente. Os mecanismos, pelos quais os microrganismos agem, podem ser antibiose, parasitismo, competição, predação e indução de resistência (BETTIOL; GHINI, 2005). As plantas podem explorar o consórcio microbiano do solo para proteção contra infecções após o ataque por um patógeno de raiz (MENDES et al., 2011).

Dentre os fungos, as espécies de *Trichoderma* são as mais estudadas (BETTIOL; GHINI, 2005). As espécies *T. harzianum* e *T. hamatum* são frequentemente associadas à supressividade de solos (MELO, 1991). Backman, Rodriguez-Kabana e Williams (1975), ao verificarem que aplicação de fungicida em amendoim inibia o desenvolvimento de *Trichoderma* e aumentava a severidade de *Sclerotium rolfsii*, notaram a importância do fungo na supressividade de patógenos habitantes do solo.

Santos et al. (2012) verificaram a influência inibitória de isolados de *Trichoderma* spp. sobre o crescimento micelial de *T. paradoxa* utilizando pareamento de culturas em placas de Petri. Aos 14 dias, foi observado que todos os isolados inibiram o crescimento micelial do patógeno e apresentaram hiperparasitismo ao colonizar todo o micélio do patógeno e alguns deles já apresentavam esse potencial aos sete dias. No entanto, nenhum trabalho visando à avaliação do potencial desses isolados para inibição *in vivo* foi desenvolvido

até o momento. Talamini et al. (2014) obtiveram 45 isolados de *Trichoderma* spp. e 107 isolados de *Bacillus* spp. das amostras coletadas de áreas de plantio de coqueiro que apresentavam características de supressividade, no Estado do Pará. Quatro isolados de *Trichoderma* spp. e oito isolados de *Bacillus* spp. obtidos de Belém foram eficientes para o controle *in vitro* de *T. paradoxa*.

Além do gênero *Trichoderma*, muitos outros fungos, como, por exemplo, *Fusarium oxysporum* saprófitas (ALABOUVETTE, 1986), *Conyothirium minitans* (AHMED; TRIBE, 1977), *Pythium olygandrum* (BERRY; JONES; DEACON, 1993), *Gliocladium roseum*, *Gliocladium virens* (LUMSDEN, 1995), *Talaromyces flavus* (ADAMS, 1990) estão envolvidos na supressividade, e, a coação e/ou interação destes fungos torna a população equilibrada no solo, evitando a quebra da supressividade (BETTIOL; GHINI, 2005).

Alabouvette (1986) estudou, durante dez anos, um solo supressivo à fusariose, que se baseou na interação microbiológica, apresentando duas faces, uma por mecanismo geral de competição por nutrientes entre toda a microflora do solo e toda a população de *Fusarium* e outra pela competição intragenéricos entre *Fusarium* patogênicos e não patogênicos.

Bettioli et al. (2009) relatam que, dentre as bactérias envolvidas na supressividade dos solos, as espécies de *Pseudomonas* do grupo fluorescente e *Bacillus* são as mais estudadas e que elas geralmente participam ativamente, de todas as transferências orgânicas importantes, para que o solo possa manter com sucesso as plantas ao mencionar Brady (1989).

Timms–Wilson, Kilshaw e Bailey (2004), ao testarem uma estirpe modificada de *P. fluorescens* em solo infestado com *Pythium* spp., observaram alta supressividade ao patógeno, em contrapartida, a mesma bactéria não modificada não obteve este resultado.

Na avaliação de solos supressivos, a *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*, *Pseudomonas* do grupo fluorescentes se relacionaram positivamente com este fenômeno (COOK; ROVIRA, 1976). A capacidade de converter solos condutivos em solos supressivos, para obtenção de sucesso no controle biológico do mal do pé do trigo e murcha de *Fusarium*, foi comprovada quando adicionou-se no solo a estirpe *Pseudomonas* fluorescente B10 ou seu sideróforo, pseudobactin e a eficiência foi dependente da adição de ferro (KLOEPPER et al., 1980).

A aplicação de *Bacillus subtilis* no solo de plantio da cana-de-açúcar, no momento do plantio, suprimiu nematoides dos gêneros *Meloidogyne* e *Pratylenchus* (MAZZUCHELLI; ARAÚJO, 2011).

Para analisar características físicas, químicas e microbiológicas dos solos associadas com a supressividade ou condutividade ao patógeno, Alvarado et al. (2007) avaliaram a taxa de extinção da população de *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* em solos de Pernambuco. A população de bactérias totais e *Bacillus* sp. correlacionou-se, positivamente, com os solos supressivos, assim como a densidade aparente do solo. Já, nos solos condutivos, a população de *Bacillus* spp. apresentou correlação negativa. Além dos dois gêneros citados, existem muitos outros envolvidos na supressividade dos solos.

As propriedades físicas e químicas do solo podem interferir na supressividade de forma direta, por meio do favorecimento da atividade microbiana, ou indiretamente, quando interferem no ciclo do patógeno. Os solos ricos em matéria orgânica, geralmente, apresentam maior supressividade. Esse fato deve-se, principalmente, à capacidade de proporcionar maior atividade microbiana e melhorar a estrutura, a aeração e a retenção de umidade do solo (HORNBY, 1983).

A textura pode afetar a biota do solo, pois determina a porosidade para o desenvolvimento de fungos, bactérias e outros microrganismos. Como a

porosidade está relacionada, também, com a retenção de umidade e aeração, pode interferir sobre a comunidade de organismos do solo e, conseqüentemente, na supressividade (BETTIOL; GHINI, 2005).

Adicionar argila a um solo arenoso modifica sua textura e pode induzir alterações da atividade microbiana, resultando em modificação de várias propriedades dos solos como os níveis de fungistase e supressividade que não são independentes da textura do solo, como evidenciado por Amir e Alabouvette (1993), ao estudarem dois solos de palmeiras que foram escolhidos por suas características abióticas.

Hoper, Steinberg e Alabouvette (1995) avaliaram o grau de supressividade de um solo propício à murcha de *Fusarium*, influenciado pela adição de minerais de argila; e modificação do pH do solo, pela adição de calcário. A partir de seis meses de crescimento da cultura do linho, o nível de supressividade havia aumentado em todos os solos tratados. Chet e Baker (1980), também, observaram o pH do solo interferindo na indução da supressividade; quando a densidade de propágulos de *Trichoderma harzianum* aumentava em solos ácidos, fazia com que o fungo apresentasse crescimento de maior intensidade do que *Rhizoctonia solani*.

O crescimento e produção vegetal são afetados pelos nutrientes minerais, uma vez que estes operam sobre o metabolismo vegetal aumentando ou diminuindo a defesa das plantas em relação aos patógenos (MARSCHNER, 1995).

Vários trabalhos ilustram esta interação nutriente mineral-supressividade, entre os quais podemos citar, Ghini, Shoenmaker e Bettiol (2002), ao trabalhar com solarização de solos os quais observaram um aumento significativo dos teores de NH_4^+ , Mn^{2+} , NO_3^- , Mg^{2+} , saturação por bases e K^+ ; redução de Cu, Fe, H+Al e Zn; uma tendência na redução da densidade do solo e a diminuição da atividade microbiana. Essas alterações proporcionaram melhora

na estrutura, liberação de nutrientes e, conseqüentemente, um aumento da supressividade. Nakamura (1999), ao estudar solos supressivos à *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli*, também, relata o efeito dos nutrientes na supressividade do solo. E, também, o estudo de Zambolim, Costa e Vale (2005) expõe a redução do ataque de espécies do gênero *Fusarium* na presença de nutrientes minerais como K, Ca, Mg, S, Mn, e B. No entanto, é impossível generalizar os efeitos de um nutriente em particular sobre as combinações planta-patógeno.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Coleta das amostras de solo

As amostras de solo foram coletadas em áreas de produção de coco de Sergipe e do Pará, que apresentavam alta incidência da doença, porém as amostras foram retiradas próximas às plantas sadias. O solo foi coletado na profundidade de 0-10 cm (raspando antes a superfície de serrapilheira), na área de projeção da copa, fazendo-se uma amostra composta de cinco pontos de coleta. Os pontos de coleta foram georreferenciados e informações foram anotadas como tempo de cultivo, de ocorrência da doença, produtividade média e planta de cobertura/forração.

O solo, coletado em cada um dos pontos, foi seco à sombra por uma semana; posteriormente, acondicionado em sacos plásticos e enviado ao Laboratório de Controle Biológico do Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Lavras, onde foi mantido em geladeira até o processamento.

Para testemunha, foi coletado na Universidade Federal de Lavras, solo de barranco, que não havia sido cultivado anteriormente e areia para construção, que foram peneiradas e autoclavadas sob temperatura de 121°C, durante uma hora, esperou-se o resfriamento do solo à temperatura ambiente por 24h, o procedimento foi repetido por mais três vezes até total esterilização do solo.

3.2 Tratamentos

Tabela 1 Identificação das amostras de solo

Amostras	Código de origem	Código de trabalho	Local de coleta
1	P1	T1	Sergipe
2	P2	T2	Sergipe
3	P3	T3	Sergipe
4	P4	T4	Sergipe
5	P5	T5	Sergipe
6	P6	T6	Sergipe
7	P7	T7	Sergipe
8	P8	T8	Sergipe
9	P9	T9	Sergipe
10	P10	T10	Sergipe
11	P11	T11	Sergipe
12	P12	T12	Sergipe
13	P13	T12	Sergipe
14	P14	T14	Sergipe
15	P15	T15	Sergipe
16	P16	T16	Sergipe
17	P17	T17	Sergipe
18	P18	T18	Sergipe
19	P19	T19	Sergipe
20	P20	T20	Sergipe
21	P21	T21	Sergipe
22	P22	T22	Sergipe
23	P23	T23	Sergipe
24	P24	T24	Sergipe
25	P25	T25	Sergipe
26	1	T26	Pará
27	2	T27	Pará
28	3	T28	Pará
29	4	T29	Pará
30	5	T30	Pará
31	6	T31	Pará

“Tabela 1, conclusão”

Amostras	Código de origem	Código de trabalho	Local de coleta
32	7	T32	Pará
33	8	T33	Pará
34	9	T34	Pará
35	10	T35	Pará
36	11	T36	Pará
37	12	T37	Pará
38	13	T38	Pará
39	14	T39	Pará
40	15	T40	Pará
41	16	T41	Pará
42	17	T42	Pará
43	18	T43	Pará
44	19	T44	Pará
45	20	T45	Pará
46	21	T46	Pará
47	22	T47	Pará
48	23	T48	Pará
49	24	T49	Pará
50	25	T50	Pará
51	L09P11	T51	Pará
52	L42P20	T52	Pará
53	L24P6	T53	Pará
54	L8P4	T54	Pará
55	Testemunha areia	TA	Lavras/MG
56	Testemunha solo	TS	Lavras/MG

3.3 Isolado e teste de patogenicidade

O isolado de *Ceratocystis* sp., proveniente da coleção micológica Embrapa Tabuleiros Costeiros, foi cultivado em meio BDA (Batata Ágar Dextrose) e mantido em câmara de crescimento tipo BOD a 25 °C e fotoperíodo de 12 horas.

Posteriormente, foi testada a patogenicidade do isolado; 5 bananas - prata maduras, previamente lavadas em água corrente e desinfestadas com hipoclorito de sódio a 2%, foram inoculadas com uma suspensão de 1×10^5 conídios.mL⁻¹ em áreas demarcadas com três ferimentos feitos com agulha de metal.

Em seguida foram mantidas em câmara úmida por uma semana a 25 ± 2 °C e confirmada a patogenicidade do isolado.

3.4 Influência da supressividade dos solos na população de *Thielaviopsis* sp.

Para obter uma reação entre o patógeno e a capacidade supressiva de cada um dos solos coletados, uma subamostra de 30g de cada amostra foi distribuída uniformemente em placa de Petri de 90 mm de diâmetro. Em cada placa foi feita distribuição uniforme de 8 mL de suspensão de inóculo de *Ceratocystis* sp. e concentração 1×10^5 esporos/mL, previamente ajustada em câmara de Newbauer. As placas foram vedadas e distribuídas ao acaso sobre bancada em temperatura 28 ± 2 °C, durante 7 dias, seguindo-se um delineamento inteiramente casualizado com 5 repetições por tratamento.

3.4.1 Adaptação da metodologia de iscas de Ferreira et al. (2010)

Após o período de 7 dias que os solos permaneceram sobre bancada, foi utilizada a metodologia de iscas proposta por Ferreira et al. (2010), porém com adaptações, uma vez que se desejou quantificar e não somente recuperar o patógeno do solo. Sendo assim, primeiramente, foi testada a eficiência de recuperação das iscas de banana com casca e somente a casca, já que a manipulação somente da casca é mais simples. Comprovada a eficiência em recuperar o patógeno do solo somente com a casca de banana, foi possível

adaptar a metodologia para o objetivo do trabalho. Diante do exposto, 13 iscas de cascas de banana foram dispostas e levemente pressionadas sobre o solo infestado pelo patógeno, de maneira que ficassem espalhadas uniformemente sobre a área; e as placas foram novamente vedadas e mantidas sob as mesmas condições por mais 7 dias, quando foi avaliada a colonização das iscas. A avaliação foi feita em microscópio estereoscópico (lupa) com a contagem de iscas colonizadas pelo patógeno.

O número de iscas colonizadas em cada tratamento foi transformado em porcentagem, porém estes dados não atenderam o teste de normalidade, sendo assim transformados para arc seno ($p/100$), em que p é a porcentagem de iscas colonizadas. Após a transformação e a verificação da normalidade com o teste de Shapiro Wilk, os dados foram submetidos à análise de variância, e a significância das interações verificadas pelo teste F no nível de 5% de probabilidade, dada a significância do teste, os tratamentos foram comparados pelo teste de Scott-Knott ($p=0,05$).

3.5 Avaliação da supressividade de natureza biológica

Para as análises de caracterização da supressividade dos solos a *Ceratocystis* sp. foram escolhidos dez solos, cinco classificados como supressivos (T13, T8, T18, T6 e T2) e cinco como condutivos (P19, T32, T53, T47 e T52); e a amostra testemunha TS também foi submetida as análises.

Para estes 10 solos que apresentaram as maiores e as menores capacidades supressivas, foi determinada aquela que seja de natureza biológica, pela esterilização dos respectivos solos em autoclave, sob temperatura de 121°C, durante uma hora, esperou-se o resfriamento do solo à temperatura ambiente por 24h, o procedimento foi repetido por mais três vezes até total esterilização do solo, que foi comprovada por meio de plaqueamento em meio BDA.

Após o procedimento de esterilização e sua confirmação, foram retiradas de cada solo subamostras de 12g e distribuídas em placa de Petri de 35 mm de diâmetro; este procedimento, também, aplicou-se ao solo testemunha. Em cada placa foi feita uma distribuição uniforme de 3mL de solução de inóculo de *Thielaviopsis* sp. de concentração 1×10^5 esporos/mL, previamente ajustada em Câmara de Newbauer. As placas foram vedadas e mantidas sobre bancada em temperatura 28 ± 2 °C, durante 7 dias, seguindo-se um delineamento inteiramente casualizado com 4 repetições por tratamento.

Depois deste período, 9 iscas de cascas de banana foram dispostas e levemente pressionadas sobre o solo infestado e as placas foram novamente vedadas e mantidas nas mesmas condições, por mais 7 dias, quando foram avaliadas. A avaliação foi feita em microscópio estereoscópico (lupa) com a contagem de iscas colonizadas pelo patógeno. Os resultados foram submetidos ao teste de t para dados pareados.

A quantificação populacional microbiana, dividida em seis grupos (Fungos Totais, *Trichoderma* spp., Bactérias Totais, *Pseudomonas* spp., *Pseudomonas* do grupo fluorescentes e *Bacillus* spp.), foi determinada pelo método de diluição seriada seguido de plaqueamento em meio de cultura.

Inicialmente, para cada amostra, de cada local, fez-se a diluição seriada (1:10), colocando-se 10g de solo em frascos de Erlenmeyer, contendo 90mL de solução salina (NaCl a 0,85%) estéril, sendo este agitado em agitador orbital por 30 minutos, à temperatura ambiente (28 °C). Foram feitas três repetições para cada diluição de cada amostra de solo. Após esse período, fez-se a diluição seriada (10^{-1} a 10^{-5}), em tubos de ensaio com 4,5 mL de solução salina (NaCl a 0,85%) estéril e o plaqueamento de 100µL em meio de cultura, sendo o inóculo espalhado com o auxílio de uma alça de Drigalsky estéril.

Para quantificar a população Fungos Totais, foi utilizado o meio de cultura BDA adicionado de Chloramphenicol (2,50mg/L). O meio de cultura

Trichoderma Selective Medium–Lincoln University (TSM-LU), para determinação da população de *Trichoderma* spp., descrito com detalhes por MCLEAN et al. (2005). Utilizou-se o meio Nutriente Ágar - NA (LEVINE, 1954) com Ciclohexamida (10 mg/L) para a determinação da densidade populacional das Bactérias Totais; foi utilizado por permitir o crescimento de uma ampla gama de gêneros de bactérias encontradas no solo. O meio King B (KING et al. 1954) adicionado de Ciclohexamida (10mg/L) para a quantificação de *Pseudomonas* spp. e o meio ATCC 573 (SNETH, 1986) para a população de *Bacillus* spp. Antes do plaqueamento em meio ATCC 573, as diluições das amostras de solo foram incubadas a 80°C por 10 minutos, em banho-maria.

As populações bacterianas foram avaliadas, após 48 h de incubação a 25 °C, enquanto a população de fungos totais, mantida a 25 °C, foi avaliada após cinco dias e *Trichoderma* spp. após 7 dias de incubação a 20°C no escuro. Cada população resultou do número médio de colônias, sendo expressas em unidades formadoras de colônias por grama de solo (UFC/g), resultante da seguinte fórmula: $UFC.g^{-1} = N \times 10 \times F \times Y$, sendo: N = número de colônias, F = 10 (fator de correção do plaqueamento de 100µl de suspensão por placa para 1 mL), Y = fator de diluição da amostra. Para a análise estatística, os dados foram transformados em $\log(x + 1)$, em que x corresponde ao número de UFC.

3.6 Avaliação da supressividade de natureza física e química das amostras de solo

Ainda, para as 10 amostras de solo que apresentaram as maiores e menores percentuais de iscas colonizadas, foram analisadas quanto aos percentuais de areia, argila e silte, utilizando o método da pipeta (GEE; BAUDER, 1986), densidade da partícula (g/cm^3) por balão volumétrico (KIEHL, 1979; EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA,

1997). Também foi feito pH em água; P disponível, K^+ , Na^+ (mg/dm^3) e os micronutrientes Zn^{2+} , Fe^{3+} , Mn^{2+} , Cu^{2+} pelo Extrator Mehlich 1; Ca^{2+} , Mg^{2+} , e Al^{3+} trocáveis ($cmolc/dm^3$) por KCl (1mol/L), acidez potencial (H+Al) ($cmolc/dm^3$) pelo extrator SMP; soma de bases (SB), saturação de bases (v) e saturação por alumínio (m).

As amostras de solo foram peneiradas em peneira de malha de 2 mm, acondicionadas em sacos plásticos e enviadas aos laboratórios de Fertilidade e Física do solo do Departamento de Ciência do Solos da Universidade Federal de Lavras. Para os percentuais de argila, silte e areia e para a densidade de partículas, as amostras utilizadas foram aproveitadas do primeiro experimento de avaliação da supressividade, em virtude da limitação de amostra.

Dados em porcentagem sem distribuição normal foram transformados para arcsen (p/100), em que p é igual ao valor da porcentagem e raiz quadrada para dados de concentração.

3.7 Caracterização da supressividade ou condutividade dos solos a

Thielaviopsis sp.

Para caracterizar os possíveis fatores envolvidos na supressividade e/ou condutividade dos solos à *Thielaviopsis* sp., foram efetuadas comparações dos solos supressivos e dos condutivos levando em conta os valores da presença do patógeno no solo (colonização de iscas), das variáveis físicas, químicas e biológicas determinadas para cada amostra de solo.

Para esta análise, foi feita a média aritmética simples de cada variável estudada dos 5 solos mais supressivos e dos 5 mais condutivos. Depois, feitas as mesmas transformações de dados, já mencionadas nas análises anteriores e, também, a verificação da normalidade com o teste de Shapiro Wilk, as médias

foram analisadas com o teste de t para dados pareados a 5% de probabilidade. Todas as análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software “R” (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2009).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1.1 Classificação dos solos quanto à supressividade

Os solos podem ser classificados de altamente supressivos a altamente condutivos, isto é, em razão do nível de supressividade que cada solo apresenta. Esta variação depende de quanto os fatores responsáveis pela supressividade prevalecem sobre os responsáveis pela condutividade (ALABOUVETTE, 1999). Quando os solos foram infestados com o patógeno, o percentual de iscas de cascas de banana colonizadas por *Thielaviopsis* sp. apresentou uma variação de 4,61% a 98,46% nos diferentes solos, que formaram sete grupos diferentes, quando submetidos ao teste de Scott-Knott ($P = 0,05$), sendo este um teste de agrupamento (Figura 1). O primeiro grupo foi composto pelos solos T13, T8, T18, T6, T2, T54, T39, T35 e T17, em que foram constatados os menores percentuais de iscas colonizadas, variando de 4,61 a 18,46%, indicando-os como solos supressivos. Os seguintes grupos apresentaram comportamento intermediário, o segundo formado pelas amostras T37, T45, T7, T42, T1, T38, T30, T31, T40 e T16 variou de 21,54 a 29,23%; o terceiro grupo (T10, T3, T46, T27, T34, T9, T23 e T5) apresentou variação de 30,77 a 38,46%; o quarto grupo (T43, T29, T49, T15, T20, T24, T26, T48, T22, T12, T21, T25, T11, T14, T36, T44 e T51) com variação de 40 a 53,84%; o quinto (T41, T4, T50, T28, T33, T52, T47, TA, T53) variando de 60 a 70,77% e um grupo com as amostras T32 e T19 (78,46 e 83,08%, respectivamente). A amostra TS forma o grupo de maior percentual de iscas colonizadas (Figura 1). A formação dos grupos de solos não apresentou relação com os locais de coleta das amostras.

Como constatado por Alvarado et al. (2007), a variabilidade do potencial de inóculo, em diferentes tipos de solo, é designada pela variação no percentual de colonização de iscas pelo patógeno nos diversos solos.

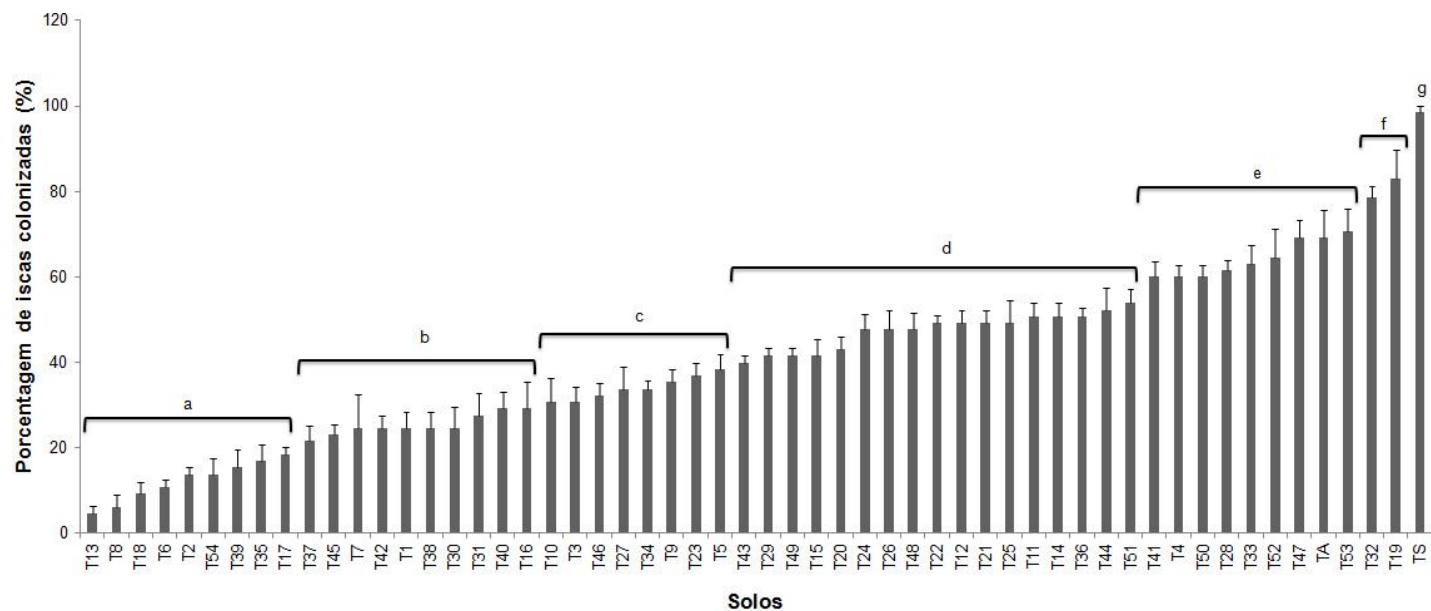


Figura 1 Percentagens médias de iscas colonizadas por *Thielaviopsis* sp em diferentes amostras de solo

Legenda: Barras seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. T1 ao T25 amostras de solo provenientes de Sergipe. T26 ao T54 amostras provenientes do Pará. TA testemunha areia. TS Testemunha solo.

Horsfall (1945) se referiu ao termo “potencial de inóculo” como sendo o equilíbrio entre o número de hospedeiro, número de esporos, distância entre hospedeiros, casualização na distribuição dos hospedeiros e fatores ambientais. Diante desta definição, no presente trabalho, o desequilíbrio no potencial de inóculo ocorreu nos fatores ambientais, ou seja, nos diferentes solos, que possuem diferentes características físicas, químicas e biológicas. Reportando-se ao trabalho de Alvarado et al. (2007), Huber e Schneider (1982) relatam que a possibilidade de categorizar solos em supressivos ou conducivos é em razão desta variabilidade entre eles.

4.2 Natureza da supressividade

Quando submetidas à autoclavagem, as amostras T2, T18, T13 e T6 apresentaram resultados significativos quanto à quebra da supressividade, pois todos os microrganismos foram eliminados, confirmando, assim, a supressividade de origem biológica. Porém, podemos observar nos resultados que não houve a completa quebra da supressividade, indicando que esta supressividade não é somente de origem biológica. Em contrapartida, os solos T32, T47, T19 e T56 apresentaram um aumento na conducividade (Tabela 2).

Nas Tabelas 3 e 4 estão apresentados os resultados das análises das propriedades biológicas, químicas e físicas de cada amostra dos solos selecionados como os mais supressivos e os mais conducivos.

Rodrigues et al. (1998), ao verificar o efeito da esterilização na supressividade natural de um solo ao fungo *Rhizoctonia solani* após autoclavagem, observaram que não houve a perda da supressividade, indicando que os fatores abióticos foram mais importantes que os biológicos na supressão da doença; e se refere aos trabalhos de Baker e Cook (1974) e Huber e Schneider (1982) cuja esterilização tornou-os conducivos.

Tabela 2 Percentual de iscas colonizadas por *Thielaviopsis* sp. nas 10 amostras de solos mais supressivas e mais conducivas, estéreis e não estéreis

Solo	Iscas nos solos estéreis (%)	Iscas nos solos não-estéreis (%)	<i>p</i> -value ^a
T2	38,89	11,11	0,033
T18	75,00	16,67	0,004
T8	30,56	22,22	0,058
T13	22,22	33,33	0,031
T6	91,67	38,89	0,008
T32	80,56	55,56	0,025
T47	100,00	80,56	0,006
T19	94,45	83,34	5,23 x 10 ⁻⁸
T53	100,00	86,11	0,002
T52	94,44	100	0,391
TS	100,00	-	-

^a teste de t para dados pareados ($p=0,05$). T2, T6, T8, T13 e T18 amostras selecionadas pelo teste de média Scott Knott como as mais supressivas. T19, T32, T47, T52 e T53 amostras selecionadas pelo teste de média Scott Knott como as mais conducivas. TS testemunha solo.

Tabela 3 Densidade populacional de microrganismos nas 10 amostras de solos mais supressivas e mais conducivas

Solo	Bactérias Totais	<i>Pseudomonas</i> spp.	<i>Pseudomonas</i> fluorescentes	<i>Bacillus</i> spp.	Fungos Totais	<i>Trichoderma</i> spp.
T52	$1,96 \times 10^5$	$1,10 \times 10^6$	0,00	$4,55 \times 10^4$	$1,02 \times 10^4$	0,00
T2	$6,16 \times 10^5$	$1,01 \times 10^6$	0,00	$1,45 \times 10^5$	$2,35 \times 10^4$	$9,33 \times 10^3$
T13	$4,35 \times 10^6$	$1,75 \times 10^6$	$6,91 \times 10^4$	$4,17 \times 10^5$	$1,66 \times 10^5$	$1,18 \times 10^4$
T6	$1,37 \times 10^6$	$1,25 \times 10^6$	0,00	$2,46 \times 10^5$	$3,88 \times 10^4$	$1,00 \times 10^4$
T32	$1,59 \times 10^5$	$1,23 \times 10^6$	0,00	$2,32 \times 10^5$	$2,14 \times 10^4$	$5,00 \times 10^3$
T19	$1,77 \times 10^6$	$1,75 \times 10^6$	0,00	$1,53 \times 10^5$	$1,30 \times 10^4$	$2,00 \times 10^3$
T47	$2,03 \times 10^5$	$2,40 \times 10^5$	0,00	$4,75 \times 10^4$	$3,26 \times 10^4$	0,00
T8	$1,01 \times 10^6$	$1,24 \times 10^6$	0,00	$1,05 \times 10^5$	$2,03 \times 10^4$	0,00
T18	$1,31 \times 10^6$	$1,93 \times 10^6$	0,00	$1,16 \times 10^5$	$2,50 \times 10^4$	$3,00 \times 10^3$
T53	$1,51 \times 10^6$	$2,46 \times 10^6$	0,00	$5,60 \times 10^4$	$2,23 \times 10^4$	$2,00 \times 10^3$
TS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

T2, T6, T8, T13 e T18 amostras selecionadas pelo teste de média Scott Knott como as mais supressivas. T19, T32, T47, T52 e T53 amostras selecionadas pelo teste de média Scott Knott como as mais conducivas. TS testemunha solo.

Tabela 4 Propriedades físico-químicas das amostras de solos selecionadas entre os solos classificados como supressivos e condutivos

Solo	Textura	pH	K	P	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	t	T	V	m	Zn	Fe	Mn	Cu
			mg/dm ³		cmol./dm ³						%		mg/dm ³				
T52	FAAr	4	76	21,42	0,2	0,14	0,8	8,8	0,53	1,33	9,33	5,73	60,15	1,18	417,14	0,86	1,4
T2	Ar	5,4	364	255,93	2,96	1,79	0,1	3,62	5,68	5,78	9,3	61,11	1,73	40,52	23,67	36,53	2,27
T13	ArF	7,2	80	502,95	5,68	1,94	0	1,49	7,83	7,83	9,32	83,96	0	12,88	16,36	33,41	16,71
T6	ArF	5,6	138	98,5	1,93	0,79	0,2	4,04	3,07	3,27	7,11	43,23	6,12	9,87	23,85	6,05	60,86
T32	FAr	4,7	38	25,98	0,97	0,44	0,5	8,8	1,51	2,01	10,31	14,62	24,88	2,1	473,76	17,07	2,38
T19	ArF	6,5	212	783,63	3,92	0,91	0,1	1,86	5,37	5,47	7,23	74,32	1,83	63,88	30,46	43,76	5,08
T47	FAAr	4,9	32	2,91	1	0,14	0,6	4,04	1,22	1,82	5,26	23,23	32,97	3,96	599,75	3,35	0,57
T8	ArF	4,6	176	170,23	2,5	0,51	0,3	5,05	3,46	3,76	8,51	40,67	7,98	42,86	16,38	31,28	2,14
T18	ArF	5,8	224	232,9	3,99	0,98	0,2	4,04	5,54	5,74	9,58	57,87	3,48	24,94	18,73	35,11	2,85
T53	FAAr	5	58	18,58	0,96	1,14	0,2	3,62	2,25	2,45	5,87	38,31	8,16	2,51	529,94	3,91	0,65
TS	MA	5,2	14	0,56	0,52	0,11	0,2	4,04	0,67	0,87	4,71	14,14	22,99	0,56	52,08	34,43	3,14

FAAr (Franco Argilo Arenoso), Ar (Areia), ArF (Areia Franca), FAr (Franco Arenoso) e MA (Muito Argiloso). T2, T6, T8, T13 e T18 amostras selecionadas pelo teste de média Scott Knott como as mais supressivas. T19, T32, T47, T52 e T53 amostras selecionadas pelo teste de média Scott Knott como as mais condutivas. TS testemunha solo.

Estes solos, quando submetidos às análises para caracterizar os possíveis fatores envolvidos na supressividade e/ou condutividade, a variável biológica Bactérias Totais; as variáveis químicas pH em água, Cálcio, Alumínio, Soma de Bases, Capacidade de Troca Catiônica Efetiva, Saturação por Bases e Ferro; e as variáveis físicas Argila e Areia apresentaram significância, quando submetidas ao teste de t, para os dados dos solos supressivos comparado aos condutivos (Tabela 5). Para as demais características avaliadas houve ausência de significância quando submetidas ao mesmo teste.

As Bactérias Totais (UFC/g solo) se apresentaram em maior quantidade nos solos supressivos em relação aos condutivos (Tabela 4). Mendes et al. (2011) relatam a forte associação de inúmeras espécies de bactérias com a supressividade dos solos. Já, a densidade populacional de *Pseudomonas* spp. e *Bacillus* spp. não apresentou diferenças significativas. Alvarado et al. (2007), ao se referirem ao trabalho de Nahas, Delfino e Assis (1997), relatam que a existência de vários outros microrganismos no solo podem interferir na relação de bactérias totais no solo e a população de *Bacillus* spp., concluindo que uma maior população de bactérias totais no solo, não significa necessariamente maior ou menor número de *Bacillus* spp.; neste estudo, a população de bactérias totais e *Bacillus* spp. não apresentou relação.

Dentre os solos supressivos, o solo P13, considerado como supressivo, foi o único a apresentar espécies de *Pseudomonas* do grupo fluorescente (Tabela 2) pelo método empregado. Esse grupo de bactérias é detectado em elevado nível populacional nos solos e estão entre os mais estudados (BETTIOL et al., 2009; PALERONI, 1984). Vários estudos como os de Bankhead et al. (2004), Cook e Rovira (1976), Kloepper et al. (1980), Kosdrój, Trevors e Van Elsas (2004) e Timms-Wilson, Kilshaw e Bailey (2004) mostram a relação de *Pseudomonas* do grupo fluorescente com solos supressivos a vários patógenos. As demais amostras não apresentaram presença desta bactéria, isso não significa

a inexistência deste microrganismos nestes solos, mas podem estar em níveis indetectáveis pelo método utilizado; e, também, quando os solos foram submetidos ao processo de secagem ao ar, sofrendo, assim, grande perda de umidade, acarretando na significativa redução de microrganismos. Este aspecto, também, foi observado por Felix (2009), confirmando seus resultados ao se referir ao trabalho de Davet (2004) em que a população de microrganismos, durante a desidratação, é dependente de seu estado fisiológico e a população, em estado estacionário, mostra-se mais resistente durante este processo.

Tabela 5 Teste t para variáveis biológicas, químicas e físicas dos solos selecionados e classificados em supressivos e condutivos

Variáveis	Condutivos ¹	Supressivos ²	p-value
Iscas colonizadas (%)	77,44	16,68	<0,00001
Bactérias totais (UFC)	5,65	6,14	0,03079
<i>Pseudomonas</i> spp. (UFC)	6,03	6,14	0,6049
<i>Bacillus</i> spp. (UFC)	4,93	5,25	0,08255
Fungos Totais (UFC)	4,26	4,58	0,2107
<i>Trichoderma</i> spp. (UFC)	2,06	3,10	0,1702
pH (H ₂ O)	5,02	5,72	0,000216
Fósforo disponível (P)	83,20	196,40	0,2064
Potássio (K)	170,50	252,10	0,438
Cálcio (Ca)	1,41	3,41	0,003762
Magnésio (Mg)	0,55	1,20	0,09355
Alumínio (Al)	0,44	0,16	0,04465
Soma de bases (SB)	3,65	5,42	0,009972
CTC efetiva (t)	2,18	5,12	0,009162
CTC a pH 7,0 (T)	2,62	5,28	0,3036
Saturação de bases (V)	7,60	8,76	0,03115
Saturação por alumínio (m)	31,24	57,37	0,08214
Zinco (Zn)	25,60	3,86	0,5318
Ferro (Fe)	410,21	19,80	0,01676

“Tabela 5, conclusão”

Variáveis	Conducivos ¹	Supressivos ²	p-value
Manganês (Mn)	13,79	28,48	0,1479
Cobre (Cu)	2,02	16,97	0,2637
Argila (Ag)	21,20	7,20	0,04
Areia (Ar)	71,40	86,80	0,028
Silte (Si)	7,20	6,40	0,1778
Densidade de partículas (DP)	2,55	2,56	0,8065

Valores de p valor menores que 0,05 são significativos pelo teste de t para dados pareados. ¹ Média aritmética de cada variável dos cinco solos considerados mais conducivos. ² Média aritmética de cada variável dos cinco solos considerados mais supressivos.

As densidades populacionais de Fungos Totais e *Trichoderma* spp. não apresentaram diferença significativa entre os solos supressivos e conducivos estudados. A presença de *Trichoderma* spp. nos solos supressivos quanto nos conducivos é típica, uma vez que este microorganismo é um habitante do solo, altamente saprófito, cosmopolita e antagonista a uma quantidade enorme de fitopatógenos (MELO, 1991). A supressividade não pode ser explicada em relação a um único microorganismo, mas na compreensão de toda população microbiana (REIS, 1991).

O pH do solo em água se mostrou mais alto para os solos supressivos e a maioria destes solos apresentou pH acima de 5,0. Já, a maior parte dos conducivos apresentou pH abaixo deste valor. Em relação ao pH, Michereff Filho et al. (1996) e Rodrigues et al. (1998) obtiveram, em seu estudo, uma correlação negativa entre o pH e a supressividade, sendo contrário aos resultados obtidos no presente trabalho.

Primavesi (2002) afirma que a microbiota dos solos é adaptada em pH de 5,3 a 6,1; e a maioria dos microorganismos benéficos são favorecidos em pH 5,6 e suas enzimas são ativadas. Como a maioria dos solos supressivos selecionados apresentou pH em torno deste valor, explica a maior densidade de

Bactérias Totais nestes solos. O solo P13, único a apresentar as espécies *Pseudomonas* fluorescentes, apresentou pH alcalino de 7,2 (Tabela 3) que é diretamente proporcional ao crescimento e desenvolvimento destes microrganismos (ALABOUVETTE; STEINBERG, 1995).

Os resultados significativos, para as concentrações de Cálcio e Alumínio (Tabela 4), mostram que o Cálcio está em maior quantidade nos solos supressivos, com valores superiores a $2,0 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$, para a maioria dos selecionados supressivos, em relação aos condúctivos, que, na sua maioria, expõem valores inferiores a $1,0 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$ (Tabela 3). Ao contrário do Alumínio, que exhibe valores médios de $0,44 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$ nos solos condúctivos e $0,16 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$ para os supressivos.

Na maioria dos solos, Ferri (1999) aponta o cálcio como o nutriente de maior abundância. Este nutriente dificulta o acesso e a ação de enzimas de degradação produzidas por microorganismos (MOTA et al., 2002). E, também, já foi comprovado seu efeito sinérgico com agentes de biocontrole (WICZ et al., 1998). Assim como o pH, os maiores valores de Cálcio se relacionam com os solos supressivos em conformidade com o trabalho de Höper e Alabouvette (1996), que relatam estes dois fatores altamente relacionados a solos supressivos, na maioria das situações, dificultando, assim, a distinção entre os mesmos. Zambolim (2001) observam que, na presença de nutrientes contendo o elemento cálcio, a severidade de doenças foram reduzidas. A suplementação de cálcio no solo, por meio do gesso agrícola, possibilita a diminuição da saturação de alumínio e aumento da saturação por bases, favorecendo o crescimento radicular, tornando as plantas menos susceptíveis a doenças, pragas e déficit hídrico (TANAKA; MASCARENHAS, 2002).

O alumínio nos solos pode estar relacionado tanto à supressividade quanto à condúctividade. No presente estudo, o valor da variável Alumínio é, significativamente, maior nos solos condúctivos do que nos solos supressivos,

corroborando com os resultados de Guerra et al. (2009), em que a condutividade à doença foi correlacionada, positivamente, ao teor de alumínio, uma vez que esta variável aumentou a severidade do declínio do meloeiro causado por *Monosporascus cannonballus*. Kobayashi e Ko (1985), também, constataram que altos níveis de alumínio estão relacionados à condutividade de solos a outro patógeno, *Rhizoctonia solani*. Já, Botelho et al. (2001) e Michereff Filho et al. (1996) observaram uma correlação negativa entre a intensidade da doença e o teor de alumínio no solo, indicando o caráter supressivo desta variável.

A saturação de bases, soma de bases e CTC efetiva se mostraram maiores para os solos supressivos e os solos condutivos se mostraram, em sua maioria, distróficos (apresentaram saturação de bases abaixo de 50%) diferindo dos resultados obtidos por Rodrigues et al. (1998) que, ao estudar sete diferentes classes de solo, observaram que a maior ocorrência da doença, causada por *Rhizoctonia solani*, foram nos solos de caráter eutrófico. E, também, observaram a importância do caráter eutrófico para a supressividade ou condutividade de dois solos à *Rhizoctonia solani*, uma vez que, ao esterilizar os solos, a supressividade se manteve, confirmando sua origem abiótica.

O teor de ferro entre os solos condutivos e supressivos apresentou diferença significativa (Tabela 4), exibindo altos valores em relação à condutividade (Tabela 3), como no estudo de Rodrigues et al. (1998) em que solos basálticos, ricos em ferro, foi um fator importante na maior predisposição à condutividade que outros solos que apresentam menores quantidades deste nutriente. Zambolim, Costa e Vale (2005) apresentam o ferro agindo tanto positivamente quanto de forma negativa em relação ao patógeno na severidade das doenças, quando exemplificam a indisponibilidade de ferro no aumento da severidade da doença causada por *Botrytis cinerea*; altos níveis de ferro relacionados no aumento da severidade da doença, uma vez que este nutriente

contribuiu para o aumento das toxinas produzidas por *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*.

Quanto às características físicas estudadas, as amostras de solo apresentaram cinco classes texturais diferentes, com predominância da classe textural Areia Franca, classe na qual todos os solos supressivos se encaixam. A maioria dos solos condúctivos se encaixam na classe Franco Argilo Arenosa e a Testemunha foi a única classificada como Muito Argilosa (Tabela 3).

Neste estudo, houve diferença significativa pelo teste de t nos teores de argila e areia e os solos mais supressivos são os mais arenosos e os condúctivos mais argilosos. Na literatura é possível encontrar trabalhos relacionando a textura de solos com sua capacidade supressiva/conduciva, em outros patossistemas, com resultados diferentes aos encontrados neste. Amir e Alabouvette (1993) observaram que solos mais arenosos apresentaram maior condúctividade que os solos mais argilosos, quando estes solos foram infestados com *Fusarium oxysporum* f.sp. *lini*. E, ao modificarem a textura do solo arenoso com base na adição de argila, foi possível observar alterações na atividade microbiana, concluindo que o nível de fungistase destes solos e seu caráter supressivo são dependentes da textura do solo. A argila contribui para o aumento da população de microorganismos ao proporcionar bom teor de umidade no solo (HOPER; ALABOUVETTE, 1996). Os resultados de Rodrigues et al. (1998), ao observarem que o teor de argila se correlacionou negativamente com o índice da doença causada por *R. solani*, comprovam o caráter supressivo desta variável, porém, os autores enfatizam que o teor de argila, separadamente, não explica a supressividade ou condúctividade dos solos estudados.

Diante destas variáveis encontradas para a supressão à *Thielaviopsis* sp. em solos de plantio de coco, pode-se observar que nem sempre as características ligadas à supressividade e/ou condúctividade dos solos são as mesmas e sequer agem da mesma forma, quando comparados com outros trabalhos e

patossistemas. Isto ocorre em função da complexidade das interações entre os diferentes fatores responsáveis por este fenômeno, tornando difícil a identificação de indicadores de supressividade que poderiam ser aplicados em diversos contextos (ARSHAD; MARTIN, 2002).

Novos estudos devem ser implementados para a validação das variáveis responsáveis pela supressividade/conducividade encontradas neste trabalho, visando contribuir significativamente para o manejo sustentável de *Thielaviopsis* sp..

5 CONCLUSÃO

Nas 56 amostras de solos analisadas, foram constatados solos variando de supressivos a condúctivos à *Thielaviopsis* sp..

Os solos supressivos apresentaram maior quantidade de Bactérias Totais, assim como as variáveis químicas pH, Cálcio, Soma de Bases, Capacidade de Troca Catiônica Efetiva e Saturação de Bases; e a variável textural areia, também, apresentou-se em maior quantidade nos solos selecionados como os mais supressivos.

Já os considerados condúctivos apresentaram em maior quantidade as variáveis analisadas Alumínio, Ferro e Argila.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, P. B. The potential of mycoparasites for biological control of plant diseases. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 28, p. 59-72, Sept. 1990.
- AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. 3. ed. New York: Academic Press, 1988. 820 p.
- AHMED, A. H. M.; TRIBE, H. T. Biological control of white rot of onion (*Sclerotium cepivorum*) by *Coniothyrium minitans*. **Plant Pathology**, Oxford, v. 26, n. 12, p. 75-76, June 1977.
- ALABOUVETTE, C. "*Fusarium*-wilt suppressive soils from the chateaufort region - review of a 10-year study." **Agronomie**, Paris, v. 6, n. 3, p. 273-284, Jan. 1986.
- ALABOUVETTE, C. Soil-borne plant pathogens: prospects for disease management. In: SIQUEIRA, J. O. et al. (Ed.). **Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1999. p. 509-528.
- ALABOUVETTE, C.; COUTEAUDIER, Y.; LOUVET, J. Suppressiveness of soils to *Fusarium* wilt: mechanisms and management of suppressiveness. In: PARKER, C. A. et al. (Ed.). **Ecology and management of soilborne plant pathogens**. Saint Paul: Amer Phytopathological Society, 1985. p. 101-06.
- ALABOUVETTE, C.; STEINBERG, C. Suppressiveness of soils to invading micro-organisms. In: HOKKANEN, H. M. T.; LYNCH, J. M. (Ed.). **Biological control: benefits and risks**. Cambridge: Cambridge University Press, 1995. p. 3-12.
- AL-ONAZI, M. et al. Isolation and characterization of *Thielaviopsis paradoxa* L-alanine dehydrogenase. **Asian Journal of Applied Sciences**, Essex, v. 4, n. 7, p. 702-711, July 2011.
- ALVARADO, I. C. M. et al. Caracterização de solos de Pernambuco quanto à supressividade a *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 3, p. 222-228, jun. 2007.

ALVES, M. L. B.; LOURD, M. Podridão negra de frutos de coco causada por *Ceratocystis paradoxa* em Manaus, AM. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 10, p. 233, 1985.

AMIR, H.; ALABOUVETTE, C. "Involvement of soil abiotic factors in the mechanisms of soil suppressiveness to *fusarium* wilts." **Soil Biology & Biochemistry**, Elmsford, v. 25, n. 2, p. 157-164, Feb. 1993.

ARSHAD, M. A.; MARTIN, S. Identifying critical limits for soil quality indicators in agro-ecosystems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 88, n. 1, p. 153-160, Feb. 2002.

BACHMAN, P. H.; RODRIGUEZ-KABANA, R.; WILLIAMS, J. C. The effect of peanut leaf spot fungicides on the nontarget pathogen, *Sclerotium rolfsii*. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 65, n. 7, p. 772-776, July 1975.

BAKER, K. F.; COOK, R. J. **Biological control of plant pathogens**. São Francisco: W. H. Freeman, 1974. 433p.

BANKHEAD, S. B. et al. Minimal changes in rhizobacterial population structure following mOI colonization by wild type and transgenic biocontrol strains. **FEMS Microbiology Ecology**, Amsterdam, v. 49, n. 2, p. 307-318, Aug. 2004.

BERRY, L. A.; JONES, E. E.; DEACON, J. W. Interaction of the mycoparasite *Pythium oligandrum* with other *Pythium* species. **Biocontrol Science and Technology**, Oxford, v. 3, n. 3, p. 247-260, Sept. 1993.

BETTIOL, W. G. R. et al. Supressividade a fitopatógenos habitantes do solo. In: BETTIOL, W. M.; MORANDI, M. A. B. **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas**. Jaguariúna: Embrapa Meio-Ambiente, 2009. p. 187-208.

BETTIOL, W.; GHINI, R. Solos supressivos. In: MICHEREFF, S. J.; ANDRADE, D. E. G. T.; MENEZES, M. (Ed.). **Ecologia e manejo de patógenos radiculares em solos tropicais**. Recife: Editora da Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2005. p. 125-152.

BOTELHO, S. A. et al. Supressividade natural de solos da região Centro Oeste a *Rhizoctonia solani* KUHN. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 31, n. 2, p. 105-110, jul./dez. 2001.

BRADY, N. C. **Natureza e propriedade dos solos**. 7. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1989. 898 p.

BUENO, C. J.; FISCHER, I. H. Manejo de fungos fitopatogênicos habitantes do solo. **Pesquisa & Tecnologia**, São Bernardo do Campo, v. 3, n. 2, p. 01-09, jul./dez. 2006.

CARVALHO, R. R. C. e. "Longevidade de *Thielaviopsis paradoxa*, agente causal da resinose do coqueiro, em *Rhynchophorus palmarum*." **Scientia Plena**, Sergipe, v. 7, n. 4, p. 1-6, abr. 2011.

CARVALHO, R. R. D. E. et al. WARWICK "In vitro activity of essential oils of *Lippia sidoides* and *Lippia gracilis* and their major chemical components against *Thielaviopsis paradoxa*, causal agent of stem bleeding in coconut palms." **Química Nova**, São Paulo, v. 36, n. 2, p. 241-244, fev. 2013.

CHAPOLA, R. G. **Controle da podridão abacaxi da cana-de-açúcar por meio da pulverização de fungicidas em mudas no sulco de plantio**. 2010. 77 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

CHET, I.; BAKER, R. Induction of suppressiveness to *Rhizoctonia solani* in soil. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 70, n. 10, p. 994-998, Apr. 1980.

CHI, C. C. A preliminary report on the study of pineapple disease of sugarcane in Taiwan. **Journal of Sugarcane Research**, Washington, v. 3, p. 71-102, 1949.

COOK, R. J.; BAKER, K. F. **The nature and practice of biological control of plant pathogens**. Saint Paul: The American Phytopathological Society, 1983. 539 p.

COOK, R.; ROVIRA, A. The role of bacteria in the biological control of *Gaeumannomyces graminis* by suppressive soils. **Soil Biology & Biochemistry**, Elmsford, v. 8, n. 4, p. 269-273, Nov. 1976.

COSTA, J. L. S. et al. **Aprimoramento do conhecimento científico e desenvolvimento de tecnologias para o controle das principais doenças do coqueiro**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2002. 121 p.

DAVET, P. **Microbial ecology of the soil and plant growth**. Enfield: Science Publishers, 2004. 408 p.

ELLIOT, M. ***Thielaviopsis* trunk rot of palm**. Flórida: University of Florida, 2009. 5 p. Disponível em: <edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/PP/PP14300.pdf>. Acesso em: 02 dez. 2013.

ELLIS, M. B. **Dematiaceous hyphomycetes**. Surrey: CAB-Commonwealth Mycological Institute, 1971. 608 p

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análises de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212 p.

FELIX, K. C. S. **Sobrevivência de *Ralstonia solanacearum* em resto de cultura de pimentão e diferentes tipos de solo de Pernambuco, Brasil**. 2009. 88 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Pernambuco, 2009.

FERRAZ, L. G. B. et al. Resinose em coqueiro na faixa litorânea de Pernambuco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, MANAUS, 45., 2012, Manaus. **Anais...** Manaus: Tropical Plant Pathology, 2012. p. 904.

FERREIRA, J. M. S. et al. **Resinose do coqueiro: como identificar essa doença**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2010. 2 p.

FERREIRA, J. M. S. F. H. R.; PROCÓPIO, S. O. **Resinose do coqueiro: como identificar essa doença**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2007. 127 p.

FERREIRA, J. M. S. F.; FONTES, H. R. **Relatório sobre o atual estágio da doença resinose no Distrito de Irrigação Platô de Neópolis**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2007. 22 p.

FERRI, M. G. **Botânica: morfologia interna das plantas (anatomia)**. 9. ed. São Paulo: Nobel, 1999. 136 p.

GEE, G. W.; BAUDER, J. W. Particle-size analysis. In: KLUTE, A. (Ed.). **Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical methods**. 2. ed. Madison: American Society of Agronomy, 1986. p. 383-411. (Agronomy Series, 9).

GHINI, R.; SHOENMAKER, I. A. S.; BETTIOL, W. Solarização do solo e incorporação de fontes de matéria orgânica no controle de *Pythium* spp.

Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 37, n. 9, p. 1253-1261, set. 2002.

GOES, A. Podridão negra dos frutos e podridão da base da muda: ceratocystis paradoxa (anamorfo Chalara paradoxa). In: KIMATI, H. A. et al. **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 2. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. p. 10-11.

GUERRA, Y. L. et al. **Prospecção de solos com atividade supressiva ao declínio do meloeiro**. Pernambuco: [s.n.], 2009. 3 p.

HOPER, H.; ALABOUVETTE, C. Importance of physical and chemical soil properties in the suppressiveness of soil to plant diseases. **European Journal of Soil Biology**, Montrouge, v. 32, n. 1, p. 41-58, Jan. 1996.

HOPER, H.; STEINBERG, C.; ALABOUVETTE, C. "Involvement of Clay Type and Ph in the Mechanisms of Soil Suppressiveness to *Fusarium*-Wilt of Flax." **Soil Biology & Biochemistry**, Elmsford, v. 27, n. 7, p. 955-967, July 1995.

HORNBY, D. "Suppressive Soils." **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 21, p. 65-85, Sept. 1983.

HORSFALL, J. G. Fungicides and their action. **Chronica Botanica**, Waltham, v. 29, p. 9-13, 1945.

HUBER, D. M.; SCHNEIDER, R. W. The description and occurrence of suppressive soils. In: SCHNEIDER, R. W. (Ed.). **Suppressive soils and plant disease**. Saint Paul: APS Press, 1982. p. 1-7.

KIEHL, E. J. **Manual de edafologia: relações solo-planta**. São Paulo: Ceres, 1979. 262 p.

KING, E. O.; WARD, M. K.; RANEY, D. E. Two simple media for the demonstration of pyocyanin and fluorescein. **Journal of Laboratory and Clinical Medicine**, Saint Louis, v. 44, n. 2, p. 301-307, Aug. 1954.

KLOEPPER, J. W. et al. "Pseudomonas siderophores - a mechanism explaining disease-suppressive soils." **Current Microbiology**, New York, v. 4, n. 5, p. 317-320, Sept. 1980.

KOBAYASHI, N.; KO, W. H. Nature of suppression of *Rhizoctonia solani* in Hawaiian soils. **Transactions of the British Mycological Society**, London, v. 84, n. 4, p. 691-694, Apr. 1985.

KOSDRÓJ, J.; TREVORS, J. T.; VAN ELSAS, J. D. Influence of introduced potential biocontrol agents on maize seedling growth and bacterial community structure in the rhizosphere. **Soil Biology & Biochemistry**, Elmsford, v. 36, n. 11, p. 1775-1784, Nov. 2004.

LABRIE, C. et al. Effect of chitin waste-based composts produced by two-phase composting on two oomycete plant pathogens. **Plant & Soil**, The Hague, v. 235, n. 1, p. 27-34, Aug. 2001.

LEVINE, M. **An introduction to laboratory technique in bacteriology**. New York: Mac Millan, 1954. 413 p.

LOCKWOOD, J. L. Evolution of concepts associated with soilborne plant pathogens. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 26, p. 93-121, Sept. 1988.

LUMSDEN, R. D. Development of *Gliocladium virens* for biological control of *Pythium* and *Rhizoctonia* damping-off diseases of seedlings. In: INTERNATIONAL PLANT PROTECTION CONGRESS, 13., 1995, The Hague. **Proceedings...** The Hague: [s.n.], 1995. p. 385-388.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. New York : Academic, 1995. 889 p.

MAZZUCHELLI, R. C. L.; ARAÚJO, F. F. Eficácia do controle de nematóides por *Bacillus subtilis* em duas variedades de cana-de-açúcar. In: ENCONTRO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 7., 2011, Presidente Prudente. **Colloquium Agrariae...** Presidente Prudente: [s.n.], 2011. p. 51-58.

MBENOUN, M. et al. Reconsidering species boundaries in the *Ceratocystis paradoxa* complex, including a new species from oil palm and cacao in Cameroon. **Mycologia**, New York, v. 106, n. 4, p. 757-784, July 2014.

MCLEAN, K. L. et al. Effect of formulation on the rhizosphere competence and biocontrol ability of *Trichoderma atroviride* C52. **Plant Pathology**, Oxford, v. 54, n. 2, p. 212-218, Apr. 2005.

- MELO, I. S. Potencialidade de utilização de *Trichoderma* spp. no controle biológico de doenças de plantas. In: BETTIOL, W., ed. **Controle biológico de doenças de plantas**. Jaguariúna: Embrapa, 1991. p.135-156.
- MENDES, R. et al. "Deciphering the Rhizosphere Microbiome for Disease-Suppressive Bacteria." **Science**, London, v. 332, n. 6033, p. 1097-1100, May 2011.
- MENZIES, J. D. Occurrence and transfer of a biological factor in soil that suppresses potato scab. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 49, n. 10, p. 648-652, 1959.
- MICHEREFF FILHO, M. et al. Influência de tipos de solo do Estado de Pernambuco na intensidade da doença induzida por *Rhizoctonia solani* em feijoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 19-25, Mar. 1996.
- MORANDI, M. A. B.; BETTIOL, W. Controle biológico de doenças de plantas no Brasil. In: BETTIOL, W.; MORANDI, M. A. B. **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2009. p. 07-14.
- MOTA, W. F. et al. Influência do tratamento pós-colheita com cálcio na conservação de jaboticabas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 24, n. 1, p. 45-52, abr. 2002.
- NAHAS, E.; DELFINO, J. H.; ASSIS, L. C. Atividade microbiana e propriedades bioquímicas do solo resultantes da aplicação de gesso agrícola na cultura do repolho. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 54, n. 3, p. 160-166, set./dez. 1997.
- NAKAMURA, D. Efeito de microrganismos e nutrientes na supressividade do solo a *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli*. In: CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA, 22., Jaboticabal. **Fitopatologia Brasileira**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 44, jun. 1999.
- NELSON, S. "**Stem bleeding of coconut palm.**" **Cooperative extension service, college of tropical agriculture and human resources**. Hawaii: University of Hawaii at Manoa. 2005. 2 p.

PALLERONI, N. J. Gram-negative aerobic rods and cocci, family I: Pseudomonadaceae. In: KRIEG, N. R.; HOLT, J. G. (Ed.). **Bergeys manual of systematic bacteriology**: volume 1. Baltimore: Williams and Wilkins, 1984. p. 141-199.

PARRA, D. M. et al. "Presencia de *Thielaviopsis paradoxa* De SeynesHöhn em el tubo digestivo de *Rhynchophorus palmarum* Linneo (Coleoptera: Curculionidae)." **Entomotropica**, Maracay, v. 18, n. 1, p. 49-55, Apr. 2003.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo**. São Paulo: Nobel, 2002. 552 p.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R**: a languagend environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2009.

REIS, E. M. Solos supressivos e seu aproveitamento no controle de doenças de plantas. In: BETTIOL, W. (Ed.). **Controle biológico de doenças de plantas**. Jaguariúna: Embrapa, 1991. p. 181-193.

RODRIGUES, F. A. et al. Fatores envolvidos na supressividade a *Rhizoctonia solani* em alguns solos tropicais brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 22, n. 2, p. 239-246, abr./jun. 1998.

SANTOS, C. C. et al. Influência de *Trichoderma* spp. sobre o crescimento micelial de *Thielaviopsis paradoxa*. **Scientia Plena**, Sergipe, v. 8, n. 4, p. 01-05, abr. 2012.

SNEATH, P. H. A. Endospore-forming Gram-positive rods and cocci. In: SNEATH, P. H. A. et al. (Ed.). **Manual of systematic bacteriology**: volume 2. Baltimore: Williams & Wilkins, 1986. p. 1104-1207.

TALAMINI, V. et al. Prospecção e eficiência de antagonistas à resinose do coqueiro (*Thielaviopsis paradoxa*) nos tabuleiros costeiros e na amazônia oriental. In: SEMINÁRIO SOBRE INTENSIFICAÇÃO ECOLÓGICA DA FRUTICULTURA, 3.; REUNIÃO DO COMITÊ GESTOR DO PROJETO SISTEMA ECOLOGICAMENTE INTENSIVO DE PRODUÇÃO DE FRUTAS, 3., 2014, Aracaju. **Anais...** Brasília: Embrapa, 2014. p. 1-4.

TANAKA, R. T.; MASCARENHAS, H. A. A. Resposta da soja à aplicação de gesso agrícola. **O Agrônômico**, Campinas, v. 54, n. 2, p. 27-28, abr. 2002.

- TERMORSHUIZEN, A. J. et al. Suppressiveness of 18 composts against 7 pathosystems: variability in pathogen response. **Soil Biology & Biochemistry**, Elmsford, v. 38, n. 8, p. 2461-2477, ago. 2006.
- TIMMS-WILSON, T. M.; KILSHAW, K.; BAILEY, M. J. Risk assessment for engineered bacteria used in biocontrol fungal disease in agricultural crops. **Plant and Soil**, The Hague, v. 286, n. 1, Jan. p. 57-67, 2004.
- TREMACOLDI, C. R. et al. Indutor de resistência e óleos essenciais no controle da resinose do coqueiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 68., 2010, Cuiabá. **Tropical Plant Pathology** (Impresso). Lavras, MG: Sociedade Brasileira de Fitopatologia, v. 35. p. 67-69. 2010.
- WARWICK, D. R. N. Doenças e métodos de controle. In: FONTES, H. R. F.; SIQUEIRA, J. M. S. **Sistema de produção para a cultura do coqueiro**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2002. p. 81-118. (Sistemas de Produção, 01).
- WARWICK, D. R. N. F. et al. "Ocorrência de resinose do estipe do coqueiro em Sergipe provocada por *Chalara paradoxa*." **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 4, p. 171, Aug. 2004.
- WARWICK, D. R. N.; PASSOS, E. E. M. "Outbreak of stem bleeding in coconuts caused by *Thielaviopsis paradoxa* in Sergipe, Brazil." **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 34, n. 3, p. 175-177, May/June 2009.
- WICZ, W. J. J. et al. Integrating biological control and calcium treatment for controlling postharvest decay of apples. **HortScience**, Alexandria, v. 33, n. 1, p. 105-109, Feb. 1998.
- WISMER, C. A. Pineapple disease. In: MARTIN, J. P.; ABBOT, E. V.; HUGHES, C. G. (Ed.). **Sugarcane diseases of the world**. Amsterdam: Elsevier, 1961. p. 223-245.
- WIT, J. P. W. de; KIEVITSBOSH, R. A.; BETTIOL, W. Integração de métodos físicos e biológicos para o controle de doenças e pragas em Lírio e Espatífilo. In: BETTIOL, W. M.; MORANDI, M. A. B. **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2009. p. 331-335.
- YADAHALLI, K. B.; ADIVER, S. S.; KULKARNI, S. Effect of temperature, pH and relative humidity on growth and development of *Ceratocystis paradoxa* – a causal organism of pineapple disease of sugarcane. **Karnakata Journal of Agricultural Science**, Karnakata, v. 1, n. 20, p. 159-161, Jan./Mar. 2007.

ZAMBOLIM, L. **Tecnologias de produção de café com qualidade**. Viçosa: Editora da UFV, 2001. 648 p.

ZAMBOLIM, L.; COSTA, H.; VALE, F. X. R. Nutrição mineral e patógenos radiculares. In: MICHEREFF, S. J.; ANDRADE, D. E. G. T.; MENEZES, M. (Ed.). **Ecologia manejo de patógenos radiculares em solos tropicais**. Recife: Imprensa Universitária, 2005. p. 153-181.