

ANDRÉ LUIZ MENEZES MACHADO

**CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS DA REGIÃO AGRESTE
DE PERNAMBUCO QUANTO A SUPRESSIVIDADE À
MURCHA-DE-FUSÁRIO DO TOMATEIRO**

**RECIFE
PERNAMBUCO – BRASIL
JULHO – 2002**

ANDRÉ LUIZ MENEZES MACHADO

**CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS DA REGIÃO AGRESTE
DE PERNAMBUCO QUANTO A SUPRESSIVIDADE À
MURCHA-DE-FUSÁRIO DO TOMATEIRO**

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

**RECIFE
PERNAMBUCO – BRASIL
JULHO - 2002**

**CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS DA REGIÃO AGRESTE
DE PERNAMBUCO QUANTO A SUPRESSIVIDADE À
MURCHA-DE-FUSÁRIO DO TOMATEIRO**

ANDRÉ LUIZ MENEZES MACHADO

COMITÊ DE ORIENTAÇÃO

Dr. Delson Laranjeira - Orientador

Dr. Sami Jorge Michereff - Co-orientador

Dr. Gustavo Pereira Duda - Co-orientador

**RECIFE
PERNAMBUCO – BRASIL
JULHO - 2002**

ANDRÉ LUIZ MENEZES MACHADO

**CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS DA REGIÃO AGRESTE
DE PERNAMBUCO QUANTO A SUPRESSIVIDADE À
MURCHA-DE-FUSÁRIO DO TOMATEIRO**

APROVADA:

Dr. Jefferson Luis da Silva Costa
(Embrapa Tabuleiros Costeiros)

Prof. Dr. Clístenes Williams Araújo Nascimento
(UFRPE)

Profa. Dra. Elvira Maria Regis Pedrosa
(UFRPE)

Prof. Dr. Delson Laranjeira
(Orientador)

**RECIFE
PERNAMBUCO – BRASIL
JULHO - 2002**

Aos meus pais, meus irmãos e parentes que tanto me apoiaram.

A Deus, a quem tudo devo.

OFEREÇO

À Gabriela, minha filha.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Aos meus orientadores professores Delson Laranjeira e Sami Jorge Michereff, pela orientação, ensinamentos, compreensão e amizade em todas as dificuldades encontradas durante o curso.

Aos professores da Área de Ciência do Solo do Departamento de Agronomia, professores Newton Stamford, Júlio Vilar, Clístenes Nascimento, Gustavo Duda, seus funcionários e estagiários, pelo auxílio nas análises físicas e químicas das amostras de solo.

À professora Maria Menezes, por todo apoio dado, não somente durante o curso de Mestrado, mas também em todo curso de graduação.

Aos meus pais, por todo apoio emocional no decorrer desta fase de minha vida.

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

A Cláudio e Cristiane Catel, Fernando e Ana Leite, Doriel e Liane Dias, e todos que fazem a denominação evangélica Igreja Batista Independente Obreiros de Cristo.

A Adriana Melo, Pollyanna Quemel, Isaac Araújo, Arlinda Eloy, Luiz Peruch, Andrea Gomes, Iraildes Assunção, Viviane Rodriguez, Domingos Andrade & Sayonara Paulino.

Aos amigos e colegas Douglas Abdon e Luzinete Geber, pela grande amizade e companheirismo a mim concedidos.

A todos aqueles que participaram de minha vida de forma positiva ou negativa, pois os primeiros me ajudaram a superar os desafios impostos pelos segundos.

A Deus, primeiramente, que tornou tudo isso possível.

SUMÁRIO

	Página
AGRADECIMENTOS	vi
SUMÁRIO	vii
RESUMO	viii
ABSTRACT	x
CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO GERAL	12
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20
CAPÍTULO II - CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS DA REGIÃO AGRESTE DE PERNAMBUCO QUANTO A SUPRESSIVIDADE À MURCHA-DE-FUSÁRIO DO TOMATEIRO	29
Resumo	31
Abstract	31
Introdução	32
Material e Métodos	34
Resultados	38
Discussão	41
Agradecimentos	47
Referências Bibliográficas	48
CONCLUSÕES GERAIS	58
ANEXOS	60

RESUMO

No Estado de Pernambuco, a produtividade da cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum*) tem sido limitada devido à ocorrência da murcha-de-fusário, causada por *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*, que reduz drasticamente o período de colheita pela queda prematura dos frutos. O presente trabalho teve como objetivos analisar a intensidade da murcha-de-fusário em plantas de tomateiro cultivadas em 47 amostras de solos da região Agreste de Pernambuco e determinar os possíveis fatores associados à supressividade ou conducividade desses solos à doença. Foram realizados bioensaios com plantas de tomateiro (cv. Santa Clara) cultivadas nos solos com e sem infestação artificial com o patógeno, sendo constatada a existência de solos supressivos e conducivos à doença. Visando caracterizar os possíveis fatores envolvidos nesses fenômenos, os solos foram submetidos a análises para determinação das características físicas (capacidade de campo, ponto de murcha permanente e teores de areia, silte e argila), químicas (quantificação de macronutrientes, carbono microbiano, carbono orgânico total e nitrogênio total) e microbiológicas (levantamento populacional de *Fusarium oxysporum*, *Trichoderma* spp., *Bacillus* spp. e *Pseudomonas* spp. do grupo fluorescentes). Foi analisada a interrelação entre os fatores e a influência sobre a supressividade e/ou conducividade desses solos à murcha-de-fusário. A incidência da doença se correlacionou positivamente ($r = 0,32$) com a relação C/N, no primeiro plantio, e negativamente ($r = -0,35$) com os teores de Ca no solo, no segundo plantio, ambos com infestação artificial. Os solos CAF-1 e CAF-16 foram considerados supressivos, enquanto CAF-2 e SAI-2 foram conducivos. Os plantios com e sem infestação correlacionaram-se, indicando a supressividade nos solos analisados. Não foram constatadas correlações significativas ($P=0,05$) dos níveis de doença com as demais

características químicas, físicas e microbiológicas dos solos. Novos estudos devem ser realizados para a caracterização dos mecanismos de supressividade ou conducividade dos solos da região Agreste à murcha-de-fusário do tomateiro, visando contribuir efetivamente para o manejo integrado da doença.

ABSTRACT

Tomato (*Lycopersicon esculentum*) crop yield has been limited by Fusarium wilt occurrence in the State of Pernambuco, Brazil. This disease, caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*, drastically reduces the harvest period due to the early fruit fall. This work aimed to analyze the intensity of Fusarium wilt in tomato planted in 47 soil samples from the Agreste region of Pernambuco and to determine factors which could be related to either soil suppressiveness or conduciveness to this disease/pathogen. Bioassays were carried out using tomato (Santa Clara cv.) planted in artificially infested and non-infested soils, aiming to verify the existence of suppressive and conducive soils to the disease. In order to characterize factors which could be related to these phenomena, the samples were submitted to analysis for determination of field capacity, permanent wilting point, clay, silt and sand percentages (physical characteristics), macronutrients, microbial carbon, carbon from organic matter and total nitrogen levels (chemical characteristics) and population levels of *Fusarium oxysporum*, *Trichoderma* spp., *Bacillus* spp. and *Pseudomonas* spp. of fluorescent group in the soils (microbiological characteristics). Then the influence of these factors upon each other as well as on the incidence of the disease was verified. Fusarium wilt was positively correlated ($r = 0,32$) to soil C/N ratio in the first bioassay, however the disease was negatively correlated ($r = -0,35$) to Ca level in the soil, for the second one, both artificially infested with the pathogen. CAF-1 and CAF-16 samples were considered suppressive, while CAF-2 and SAI-2 were conducive. Infested and non-infested bioassays were related to each other pointing out the occurrence of suppressiveness in the soils. No significant correlations ($P=0,05$) between disease levels and physical, chemical or microbiological soil characteristics were observed. Further

studies must be carried out to characterize soils suppressiveness and conduciveness to Fusarium wilt of tomato in the Agreste region, in order to effectively contribute for the development of an integrated disease management.

Capítulo I

Introdução Geral

INTRODUÇÃO GERAL

O tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) situa-se entre as hortaliças mais cultivadas, com produção mundial de 99.125.067 t, destacando-se a China como o maior produtor. O Brasil ocupa a sétima posição entre os produtores mundiais, com 2.985.830 t (FAO, 2002). Os principais estados produtores são Goiás, São Paulo e Minas Gerais, com produções de 781.000 t, 741.000 t e 522.000 t, respectivamente. O Estado de Pernambuco é responsável pela décima maior produção de tomate do país, com 89.227 t, sendo que as cultivares destinadas ao consumo *in natura*, são plantadas principalmente na mesorregião do Agreste, destacando-se os municípios de Camocim de São Félix, São Joaquim do Monte, Bonito e Bezerros (IBGE, 2002).

A importância econômica do cultivo do tomateiro no Agreste de Pernambuco deve-se ao capital e mão-de-obra envolvidos. No entanto, a produção limitada por ser limitada devido à ocorrência de problemas fitossanitários, dentre os quais destaca-se a murcha-de-fusário, causada pelo fungo *Fusarium oxysporum* Schlecht f.sp. *lycopersici* (Sacc.) Snyder & Hansen (Andrade & Michereff, 2000). A primeira constatação desta doença, no Brasil ocorreu em 1938, no município de Pesqueira, Sertão de Pernambuco (Deslandes, 1940). Atualmente, encontra-se amplamente distribuída nas áreas de plantio do Estado, causando destruição quase total das plantas ou reduzindo drasticamente o período de colheita, pela queda prematura dos frutos.

Habitante do solo, *F. oxysporum* pertence à classe Deuteromycetes, ordem Moniliales, família Tuberculariaceae (Alexopoulos & Mims, 1979). Este fungo apresenta micélio delicado, de coloração branca a rosada, esparsa a abundante. Os microconídios são produzidos abundantemente em fiálides simples, apresentando formato oval a elipsóide, ligeiramente curvados e sem septos. Os macroconídios são esparsos a abundantes,

produzidos em conidióforos ou na superfície de esporodóquios, apresentando formato fusóide a subulado e pontiagudos nas extremidades, com paredes finas e três a cinco septos. Os clamidosporos apresentam paredes espessas, duplas e rugosas, são abundantes e formados terminal ou intercaladamente no micélio (Nelson *et al.*, 1983; Alexopoulos *et al.*, 1996). O fungo persiste no solo por longos períodos de tempo na forma de estruturas de resistência, os clamidósporos, que possibilitam a sobrevivência em condições adversas (Jones, 1991; Kurozawa & Pavan, 1997; Messiaen *et al.*, 1995).

Fusarium oxysporum f. sp. *lycopersici* é morfologicamente similar a outros membros da espécie *F. oxysporum*, mas separado por sua especialização fisiológica e patológica ao tomateiro (Correll, 1991; Katan *et al.*, 1994). A separação deste fungo em raças é baseada na reação diferencial de germoplasmas de tomateiro, sendo conhecidas atualmente três raças (Santos *et al.*, 1993; Katan *et al.*, 1994). A raça 1 é amplamente distribuída no mundo. A raça 2, ocorre em alguns países como Estados Unidos, Brasil, Japão, Austrália, Espanha e França. A raça 3 é menos freqüente e só foi relatada na Tunísia, na Austrália e nos Estados Unidos, causando prejuízos em extensas áreas (Jones, 1991; Santos *et al.*, 1993). No Brasil, a raça 1 é a mais prevalente e ocorre em vários Estados produtores de tomate. A raça 2 vem crescendo em importância e foi encontrada em São Paulo (Neder *et al.*, 1964; Tokeshi, 1966; Kurosawa & Pavan, 1997), Minas Gerais (Matsuoka & Chaves, 1973), Pernambuco (Pereira *et al.*, 1989; Pereira *et al.*, 1993) e Maranhão (Caratelli, 1978). A raça 3 ainda não foi constatada no Brasil (Santos *et al.*, 1993; Juliatti *et al.*, 1994).

Fusarium oxysporum é um patógeno radicular, que coloniza o sistema vascular das plantas, dificultando o transporte de água e nutrientes. Em algumas culturas, o fungo necessita de ferimentos para penetrar, podendo ser observadas penetrações de forma direta. Após a penetração, o patógeno chega aos tecidos vasculares (Nelson, 1981). Em raízes jovens de tomateiro, a colonização pelo fungo pode ser inter ou intracelular, com formação

de vesículas no interior das mesmas, antes que atinjam o estado maduro (De Cal *et al.*, 2000), podendo, contudo, colonizar todo o tecido cortical (Noguera, 1983). O patógeno movimenta-se na planta no sentido ascendente e pode atingir os frutos e as sementes (Kurosawa & Pavan, 1997).

A murcha-de-fusário pode ocorrer em qualquer estágio de crescimento do tomateiro, sendo mais comumente observada no início da floração e da frutificação. Quanto às condições ambientais favoráveis à doença, temperaturas entre 21° e 33°C, solos secos e ácidos favorecem o desenvolvimento do patógeno e a ocorrência da doença. Os sintomas externos da murcha-de-fusário são amarelecimento das folhas mais velhas, com posterior progressão para as demais folhas. Internamente, ocorre o escurecimento dos vasos, podendo resultar em morte da planta. Com a morte da planta, clamidosporos são produzidos e permanecem dormentes até que as condições sejam favoráveis ao desenvolvimento. Os clamidosporos podem ser disseminados, na área de plantio, pelo movimento de solo provocado por vento, água ou implementos. A disseminação local do patógeno também ocorre pela água de irrigação, mudas infectadas ou solo da sementeira infestado. A disseminação a longa distância ocorre por mudas infectadas ou via sementes, no interior ou na superfície das mesmas (Beckman, 1987; Blancard, 1996; Jones, 1991; Kurozawa & Pavan, 1997).

A manutenção do patógeno no campo pode ser facilitada, a despeito da especificidade, por hospedeiros secundários. *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* pode apresentar limitada incursão nas células epidermais e corticais de muitas plantas não hospedeiras, que são assim classificadas devido ao efeito sobre essas plantas ser mínimo e geralmente não reconhecido (Katan, 1971). Este tipo de hospedeiro "tolerante" pode contribuir para a persistência do patógeno durante curtos ou prolongados períodos de rotação de culturas (Jones & Woltz, 1981).

A principal medida recomendada para o controle da murcha-de-fusário do tomateiro é a utilização de cultivares resistentes (Kurozawa & Pavan, 1997), tendo em vista a disponibilidade atual de grande número de híbridos resistentes às raças 1 e 2 do patógeno. Outras medidas preconizadas para o controle da doença incluem: a) manejo da fertilidade do solo (adicionar calcário para obter pH no mínimo 7,0; evitar o uso de micronutrientes; evitar o uso excessivo de fósforo e magnésio; usar nitrogênio na forma de nitrato, evitando a forma amoniacal; aplicar fertilizantes em bandas próximo às raízes e não diretamente na cova); c) impedir a drenagem de água de local infestado para novas áreas de plantio; d) permitir que o solo repouse antes do plantio; e) uso da rotação de culturas com plantas não hospedeiras por cinco a sete anos; f) prevenir a disseminação do patógeno eliminando o movimento de solo infestado, bem como o trânsito de máquinas, animais e operários de lavouras doentes para áreas livres da doença; g) eliminar os restos culturais diminuindo, assim, o inóculo inicial para o próximo ciclo da cultura (Beckman, 1987; Jones, 1991; Lopes & Santos, 1994).

Características físicas, químicas e biológicas do solo podem influenciar na sobrevivência do inóculo de *F. oxysporum*, acelerando ou retardando o desenvolvimento da doença pela alteração da viabilidade do inóculo (Nelson, 1981). A microbiota antagonista associada à rizosfera pode influenciar na sobrevivência de *F. oxysporum* (Scher & Baker, 1980; Hopkins *et al.*, 1987; Freitas & Pizzinato, 1991; Larkin *et al.*, 1993; Toyota *et al.*, 1994), entretanto, a composição e a atividade da microbiota não são independentes das propriedades abióticas do solo (Marshall, 1975; Höper *et al.*, 1995).

O fenômeno de alguns solos prevenirem naturalmente o estabelecimento de patógenos ou inibirem atividades patogênicas é denominado supressividade e os solos com essas características, denominados solos supressivos, opostos de solos conducivos (Baker & Cook, 1974). É importante a distinção entre supressão à doença e supressão ao

patógeno. A última é a habilidade de um solo em reduzir a densidade de inóculo do patógeno e sua atividade saprofítica, enquanto a primeira é a capacidade do solo de reduzir a intensidade da doença, mesmo com alta densidade de inóculo e capacidade de sobrevivência do patógeno (Alabouvette, 1986).

A supressividade natural de alguns solos é uma característica desejável, pois possibilita o controle de doenças com maior eficiência e menores danos ambientais (Ghini & Nakamura, 2001), principalmente com o crescente interesse por produtos agrícolas sem resíduos de agrotóxicos (Chellemi & Porter, 2001; Lazarovits *et al.*, 2001),

Fatores que determinam a supressividade devem ser estudados visando à utilização dessas informações na indução da supressividade de solos condutivos (Rodríguez-Kábana & Calvet, 1994). Interações complexas entre fatores abióticos e bióticos do solo podem conduzir à supressividade, motivo pelo qual, propriedades do solo como textura e tipo de argila, teores de fósforo (P), potássio (K), carbono (C), nitrogênio (N) total, alumínio (Al), Cálcio (Ca), magnésio (Mg), sódio (Na) e matéria orgânica (MO), relação C/N, condutividade elétrica e pH, assim como densidade, biomassa e atividade microbianas, dentre outras, podem ser usadas como indicadoras da supressividade (Chellemi & Porter, 2001; Doran *et al.*, 1996; Hornby, 1983; Knudsen *et al.*, 1999; van Bruggen & Semenov, 1999). Várias dessas propriedades têm sido utilizadas como indicadoras da supressividade de solos às murchas causadas por diferentes formas especiais de *F. oxysporum* (Alabouvette, 1986; Alabouvette, 1990; Amir & Alabouvette, 1993; Höper & Alabouvette, 1996; Tousson, 1975).

Em muitas culturas o progresso da murcha-de-fusário é restringido pelo solo que lhe serve de substrato, mesmo quando o patógeno é introduzido por repetidas vezes (Peng *et al.*, 1999). O solo pode apresentar atividade fungistática durante a germinação dos propágulos, isto é, a fonte de energia exógena para a germinação pode estar em deficiência

devido à competição com outros microrganismos ou a ausência de germinação pode acontecer como consequência da presença de compostos tóxicos excretados pelas plantas ou pela microbiota presente no solo (Knudsen *et al.*, 1999).

De acordo com Hornby (1983), um solo condutivo pode passar a ser supressivo pela utilização de corretivos orgânicos ou outras práticas culturais, ou ainda pela arriscada introdução de antagonistas selecionados, manejo da umidade e acidez do solo. Serra-Wittling *et al.* (1996) concluíram que o composto preparado com lixo urbano tornou o solo supressivo a mucha-de-fusário do linho, causada por *F. oxysporum* f.sp.*lini* (Bolley) Snyder & Hansen, devido ao antagonismo microbiano. Por outro lado, segundo Peng *et al.* (1999), o mal-do Panamá da bananeira, causado por *F. oxysporum* f.sp. *cubense* (E.F. Smith) Snyder & Hansen, pode ser controlado pelo adequado manejo da água, do pH e aplicação de nutrientes. Na comparação entre concentrações de Na e condutividade elétrica de solos condutivos e supressivos ao Mal do Panamá nas ilhas Canárias, Domínguez *et al.* (2001) constataram que os solos supressivos possuíam maiores valores de Na e condutividade elétrica que os condutivos. Conduzindo experimento com *F. oxysporum* f.sp. *melonis* Snyder & Hansen, Languasco *et al.* (2000) concluíram que solos arenosos, cultivados de forma continuada com melão, levavam ao aumento da população deste patógeno no solo. Além disso, alguns trabalhos relatam a geração de supressividade pela transferência de porções de solos supressivos para solos condutivos (Baker & Chet, 1984) ou pela adição de determinados tipos de argilas (Amir & Alabouvette, 1993).

Embora seja reconhecida a importância da murcha-de-fusário do tomateiro em Pernambuco, não existem estudos regionais sobre a supressividade ou condutividade dos solos à doença/patógeno, o que pode subsidiar o desenvolvimento de estratégias de manejo integrado da doença, motivo pelo qual este trabalho teve como objetivos estudar a influência de solos da região Agreste de Pernambuco na intensidade da murcha-de-fusário,

bem como analisar as possíveis características físicas, químicas e biológicas dos solos associadas com a supressividade ou conduividade à doença/patógeno.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALABOUVETTE, C. Fusarium wilt-suppressive soils from the Chateaubernard: review of a 10-year study. **Agronomie**, Paris, v.6, p.273-284, 1986.

ALABOUVETTE, C. Biological control of Fusarium wilt pathogens in suppressive soils. In: HORNBY, D. (Ed.) **Biological control of soilborne plant pathogens**. Wallingford: CAB International, 1990. p.35-42.

ALEXOPOULOS, C.J.; MIMS, C.W. **Introductory mycology**. 3. ed. New York: John Wiley & Sons, 1979. 632p.

ALEXOPOULOS, C.J.; MIMS, C.W.; BLACKWELL, M. **Introductory mycology**. 4. ed. New York: John Wiley & Sons, 1996. 868p.

AMIR, H.; ALABOUVETTE, C. Involvement of soil abiotic factors in the mechanisms of soil suppressiveness to Fusarium wilts. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v.25, p.157-164, 1993.

ANDRADE, D.E.G.T.; MICHEREFF, S.J. Incidência da murcha-de-fusário do tomateiro no Agreste de Pernambuco e determinação do tamanho da amostra para a quantificação da doença. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.25, p.36-41, 2000.

BAKER, R.; CHET, I. Induction of suppressiveness. In: SCHNEIDER, R.W. (Ed.). **Suppressive soil and plant disease**. St Paul: The American Phytopathological Society, 1984. p.35-50.

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

BECKMAN, C.H. **The nature of wilt diseases of plants**. St. Paul: APS Press, 1987. 175p.

BLANCARD, D. **Enfermedades del tomate**. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1996. 212p.

CARATELLI, A. **Raças fisiológicas de *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (Sacc.) Snyder & Hansen em tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.), no Estado do Maranhão e comportamento de cultivares em relação a alguns isolamentos**. Fortaleza, 1978. 64p. (Dissertação, Mestrado) - Universidade Federal do Ceará.

CHELLEMI, D.O.; PORTER, I.J. The role of plant pathology in understanding soil health and its application to productive agriculture. **Australasian Plant Pathology**, Collingwood, v.30, n.1, p.103-109, 2001.

CORRELL, J. C. The relationship between formae speciales, races, and vegetative compatibility groups in *Fusarium oxysporum*. **Phytopathology**, St. Paul, v.81, p.1061-1064, 1991.

DE CAL, A.; GARGIA-LEPE, R.; MELGAREJO, P. Induced resistance by *Penicillium oxalicum* against *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*: Histological studies of infected and induced tomato stems. **Phytopathology**, St. Paul, v.90, n.2, p.260-268, 2000.

DESLANDES, J.A. Doenças do tomateiro no Nordeste. **Boletim da Sociedade Brasileira de Agronomia**, Rio de Janeiro, v.3, n.4, p.442-453, 1940.

DOMÍNGUEZ, J., NEGRÍN, M.A.; RODRÍGUEZ, C.M. Aggregate water-stability, particle-size and soil solution properties in conducive and suppressive soils to Fusarium wilt of banana from Canary Islands (Spain). **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v.33, p.449-455, 2001.

DORAN, J.W.; SARRANTONIO, M.; LIEBIG, M.A. Soil health and sustainability. **Advances in Agronomy**, Madison, v.56, p.2-54, 1996.

FAO. **FAOSTAT** - Agricultural statistics database. Rome: World Agricultural Information Centre 2000. Disponível em <<http://www.fao.org/Waicent/agricult.htm>>. Acesso em 03 jun. 2002.

FREITAS, S.S.; PIZZINATTO, M.A. Interações de *Pseudomonas* e *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* na rizosfera de tomateiro (*Lycopersicon esculentum*). **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v.17, n.2, p.105-112, 1991.

GHINI, R.; NAKAMURA, D. Seleção de antagonistas e nutrientes que induzem supressividade a *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli* em microcosmo in vivo. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v.27, n.3, p.318-322, 2001.

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

HÖPER, H.; STEINBERG, C.; ALABOUVETTE, C. Involvement of clay type and pH in the mechanisms of soil suppressiveness to Fusarium wilt of flax. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v.27, p. 955-967, 1995.

HOPKINS, D.L.; LARKIN, R.P.; ELMSTROM, G.W. Cultivar-specific induction of soil suppressiveness to Fusarium-wilt of watermelon. **Phytopathology**, St. Paul, v.77. n.6, p.607-611, 1987.

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

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Banco de dados agregados. Brasília: Sistema IBGE de recuperação automática - SIDRA 2000. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br>> Acesso em: 03 jun. 2002.

JONES, J.B. Fusarium wilt. In: JONES, J.B.; JONES, J.P.; STALL, R.E.; ZITTER, T.A. (Eds.) **Compendium of tomato diseases**. St. Paul: APS Press, 1991. p.15.

JONES, J.P.; WOLTZ, S.S. Fusarium-incited disease of tomato and potato and their control. In: NELSON, P.E.; TOUSSOUN, T.A.; COOK, R.J. (Eds.) *Fusarium: Diseases, biology and taxonomy*. University Park: The Pennsylvania State University Press, 1981. p.157-168.

JULIATTI, F.C.; PEREIRA, J.J.; MALUF, W.R.; RODRIGUES, E.J.R.; LIMA, J.V.O. Avaliação e identificação de genótipos de tomateiro como diferenciais para as raças de *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.19, n.4, p.546-551, 1994.

KATAN, J. Symptomless carries of the tomato fusarium wilt pathogen. **Phytopathology**, St. Paul, v.61, n.10, p.1213-1217, 1971.

KATAN, T.; BERLINER, R.; KATAN, J. Vegetative compatibility in populations of *Fusarium oxysporum* from wild carnation. **Mycological Research**, London, v.98, n.12, p.1415-1418, 1994.

KNUDSEN, I.M.B.; DEBOSZ, K.; HOCKENHULL, J.; JENSEN, D.F.; ELMHOLT, S. Suppressiveness of organically and conventionally managed soils towards Brown foot rot of barley. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v.12, p.61-72, 1999.

KUROZAWA, C.; PAVAN, M.A. Doenças do tomateiro. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A. M. (Eds.) **Manual de**

fitopatologia: doenças das plantas cultivadas. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. v.2, p.713-714.

LANGUASCO, L.; GIOSUÈ, S.; ROSSI, V.; GUALAZZI, M. Influence of soil and cultural variables on Fusarium wilt of melon. **OEPP/EPPO Bulletin**, Paris, v.30, p.185-190, 2000.

LARKIN, R.P.; HOPKINS, D.L.; MARTIN F.N. Ecology of *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum* in soils suppressive and conducive to Fusarium-wilt of watermelon. **Phytopathology**, St. Paul, v.83, n.11, p.1105-1116, 1993.

LAZAROVITZ, G.; TENUTA, M. & CONN, K. L. Oraganic amendments as a disease control strategy for soilborne diseases of high-value agricultural crops. **Australasian Plant Pathology**, Collingwood, v. 30, p. 111-117, 2001.

LOPES, C.A.; SANTOS, J.R.M. **Doenças do tomateiro**. Brasília: EMBRAPA-CNPQ/SPI, 1994. 67p.

MARSHALL, K.C. Clay mineralogy in relation to survival of soil bacteria. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.13, p.357-373, 1975.

MATSUOKA, K.; CHAVES, G.M. Identificação de raças fisiológicas de *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (Sacc.). Snyder & Hansen em Minas Gerais e seleção de tomateiro resistentes à raça 1 do patógeno. **Experientiae**, Viçosa, v.15, p.257-289, 1973.

MESSIAEN, C. M.; BLANCARD, D.; ROUXEL, F.; LAFON, R. **Enfermedades de las hortalizas**. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1995. p.576.

NEDER, R.N.; DIAS, M.S.; VENCOSKY, R.; IKUTA, H. Ensaio de virulência de 33 isolamentos de *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* Snyder & Hansen. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 16., 1964, Ribeirão Preto, SP. **Anais ...** Ribeirão Preto: SBPC, 1964. p.21-23.

NELSON, P.E. Life cycle and epidemiology of *Fusarium oxysporum*. In: MACE, M.E.; BELL, A.A.; BECKMAN, C.H. (Eds.) **Fungal wilt diseases of plants**. New York: Academic Press, 1981. p.51-80.

NELSON, P.E.; TOUSSON, T.A.; MARASAS, W.F.O. ***Fusarium* species: an illustrated manual for identification**. University Park: The Pennsylvania State University Press, 1983. 193p.

NOGUERA, R. Influencia de *Meloidogyne incognita* en la colonización de *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* en plantas de tomate. **Agronomía Tropical**, Maracaibo, v.33, n.1-6, p.103-109, 1983.

PENG, H.X.; SIVASITHAMPARAM, K.; TURNER, D.W. Chlamidospore germination and *Fusarium* wilt of banana plantlets in suppressive and conducive soils are affected by physical and chemical factors. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v.31, p.1363-1374, 1999.

PEREIRA, G.F.A.; MARANHÃO, E.H.A.; MENEZES, M. Caracterização de raças de *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*, no Estado de Pernambuco. **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v.19, n.3, p.43, 1993.

PEREIRA, G.F.A.; MENEZES, M.; MARANHÃO, E.H.A. Patogenicidade de isolados de *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* em plantas de Tomateiro, cultivar Santa Cruz. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.14, n. 3, p.154, 1989.

RODRÍGUEZ-KÁBANA, R.; CALVET, C. Capacidad del suelo para controlar enfermedades de origen edáfico. **Fitopatologia Brasileira**, Brasilia, v.19, n.2, p.129-138, 1994.

SANTOS, J.R.M., LOPES, C.A., LIMA, B.J.C. Cultivares de tomateiro diferenciadoras de raças de *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.11, n.1, p.27-29, 1993.

SCHER, F.M.; BAKER, R. Mechanism of biological control in a *Fusarium*-suppressive soil. **Phytopathology**, St. Paul, v.70, n.4, p.412-417, 1980.

SERRA-WITTLING, C.; HOUOT, S.; ALABOUVETTE, C. Increased soil suppressiveness to *Fusarium* wilt of flax after addition of municipal solid waste compost. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v.28, n.9, p.1207-1214, 1996.

TOKESHI, A. **Murcha de *Fusarium* em tomateiro: Estudo da variabilidade do patógeno e do hospedeiro**. Piracicaba, 1966. 67p. (Tese, Docência) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz".

TOUSSON, T.A. *Fusarium*-suppressive soils. In: BRUEHL, G.W. (Ed.) **Biology and control of soilborne plant pathogens**. St. Paul: The American Phytopathological Society, 1975. p.145-161.

TOYOTA, K.; YAMAMOTO, K.; KIMURA, M. Mechanisms of suppression of *Fusarium oxysporum* f.sp. *raphani* in soils so-called suppressive to Fusarium-wilt of radish. **Soil Science and Plant Nutrition**, Tokyo, v.40, n.3, p.373-380, 1994.

VAN BRUGGEN, A.H.C.; SEMENOV, A.M. A new approach to the search for indicators of root disease suppression. **Australasian Plant Pathology**, Collingwood, v.28, n.1, p.4-10, 1999.

Capítulo II

**Caracterização de Solos da Região Agreste de Pernambuco
Quanto a Supressividade á Murcha-de-Fusário do Tomateiro**

RESUMO

No Estado de Pernambuco, o rendimento da cultura do tomateiro tem sido limitado pela ocorrência da murcha-de-fusário, causada por *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*, que reduz drasticamente o período de colheita pela queda prematura dos frutos. O presente trabalho teve como objetivos analisar a intensidade da murcha-de-fusário em plantas de tomateiro cultivadas em 47 solos da região Agreste de Pernambuco e caracterizar os possíveis fatores associados à supressividade ou conduividade desses solos à doença. Foram realizados bioensaios com plantas de tomateiro (cv. Santa Clara) cultivadas em solos com e sem infestação artificial com o patógeno, sendo constatada a existência de solos supressivos e conducivos à doença. Visando caracterizar os possíveis fatores envolvidos nesses fenômenos, os solos foram submetidos às análises físicas, químicas e microbiológicas, verificando-se que a incidência da murcha-de-fusário se correlacionou positivamente ($r = 0,32$) com a relação C/N e negativamente ($r = -0,35$) com os teores de Ca no solo. Não foram verificadas correlações significativas ($P=0,05$) dos níveis da doença com as demais características.

Palavras-chave adicionais: solos supressivos, ecologia, *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*, *Lycopersicon esculentum*.

ABSTRACT

Characterization of soils from the Agreste region of Pernambuco related to suppressiveness to Tomato Fusarium wilt

52 Tomato crop yield has been limited by *Fusarium* wilt occurrence in the State of
53 Pernambuco, Brazil. This disease, caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*,
54 drastically reduces the harvest period due to early fruit fall. This work aimed to analyze
55 the intensity of *Fusarium* wilt in tomato planted in 47 soil samples from Agreste region
56 of Pernambuco and to characterize factors which could be related to either soil
57 suppressiveness or conduciveness to this disease/pathogen. Bioassays were carried out
58 using tomato (Santa Clara cv.) planted in artificially infested and non-infested soils,
59 aiming to verify the existence of suppressive and conducive soils to the disease. In order
60 to characterize factors which could be related to these phenomena, the samples were
61 submitted to physical, chemical and microbial analysis. *Fusarium* wilt was positively
62 correlated to soil C/N ratio but it was negatively correlated to soil Ca level. No
63 significant correlations ($P=0,05$) between disease levels and the physical, chemical or
64 microbiological characteristics were observed.

65

66

67

INTRODUÇÃO

68

69 No Estado de Pernambuco, a cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum*
70 Mill.) tem grande destaque devido ao capital e à mão-de-obra envolvidos (Andrade &
71 Michereff, 2000), constituindo o quinto produto agrícola em importância. A produção
72 de tomate para consumo “in natura” concentra-se na região Agreste do Estado,
73 responsável por suprir o mercado interno e de outros estados do Nordeste brasileiro
74 (IBGE, 2002). No entanto, a produção desta hortaliça tem sido limitada devido à
75 ocorrência da murcha-de-fusário, causada por *Fusarium oxysporum* Schlecht f.sp.
76 *lycopersici* (Sacc.) Snyder & Hansen, que reduz drasticamente o período de colheita

77 pela queda prematura dos frutos, podendo provocar destruição quase total das plantas
78 (Andrade & Michereff, 2000).

79 O controle da murcha-de-fusário do tomateiro é difícil, uma vez que o patógeno se
80 desenvolve e sobrevive no solo por muitos anos na forma de clamidosporos, penetrando
81 no hospedeiro por ferimentos ou diretamente via sistema radicular, seguido da
82 colonização do xilema (Nelson, 1981). O uso de cultivares resistentes constitui a
83 principal medida de controle da doença, porém nem sempre é possível a manutenção da
84 resistência sem associação com outras práticas, principalmente que possibilitem redução
85 do inóculo do patógeno no solo (Andrade *et al.*, 2000).

86 Características físicas, químicas e biológicas do solo podem influenciar na
87 sobrevivência do inóculo de *F. oxysporum*, acelerando ou retardando o desenvolvimento
88 da doença pela alteração da viabilidade do inóculo (Nelson, 1981).

89 O fenômeno de alguns solos prevenirem naturalmente o estabelecimento de
90 patógenos ou inibirem atividades patogênicas é denominado supressividade e os solos
91 com essas características, denominados supressivos, opostos a solos conducivos. É
92 importante a distinção entre supressão à doença e supressão ao patógeno. A última é a
93 habilidade do solo em reduzir a densidade de inóculo do patógeno e atividade
94 saprofítica, enquanto a primeira é a capacidade do solo de reduzir a intensidade da
95 doença, mesmo com alta densidade de inóculo e capacidade de sobrevivência do
96 patógeno (Alabouvette, 1986).

97 A supressividade natural de alguns solos é uma característica desejável, pois
98 possibilita o controle de doenças com maior eficiência e menores danos ambientais.
99 Fatores que determinam a supressividade devem ser estudados visando a utilização
100 dessas informações na indução de supressividade em solos conducivos (Hornby, 1983).
101 Interações complexas entre fatores abióticos e bióticos do solo podem conduzir à
102 supressividade, motivo pelo qual propriedades do solo como textura e tipo de argila,

103 teores de fósforo (P), potássio (K), carbono (C), nitrogênio (N) total, alumínio (Al),
104 Cálcio (Ca), magnésio (Mg), sódio (Na), matéria orgânica (MO), relação C/N,
105 condutividade elétrica e pH, assim como densidade, biomassa e atividade microbianas,
106 dentre outras, podem ser usadas como indicadoras da supressividade (Chellemi &
107 Porter, 2001; Hornby, 1983). Várias dessas propriedades têm sido utilizadas como
108 indicadoras da supressividade de solos às murchas causadas por diferentes formas
109 especiais de *F. oxysporum* (Alabouvette, 1986; Amir & Alabouvette, 1993; Höper &
110 Alabouvette, 1996).

111 Embora seja reconhecida a importância da murcha-de-fusário do tomateiro em
112 Pernambuco, não existem estudos sobre a ecologia de *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* em
113 solos destinados ao cultivo dessa solanácea. O presente trabalho teve como objetivos
114 estudar a influência de solos da região Agreste de Pernambuco na intensidade da
115 murcha-de-fusário, bem como analisar as possíveis características físicas, químicas e
116 biológicas dos solos associadas com a supressividade ou condutividade à
117 doença/patógeno.

118

119 MATERIAL E MÉTODOS

120

121 Solos amostrados

122 Foram selecionadas 47 áreas para coleta de amostras de solos, localizadas nos
123 municípios de Bezerros, Camocim de São Félix, Sairé e São Joaquim do Monte, na
124 região Agreste do Estado de Pernambuco. As amostras foram coletadas de áreas de
125 cultivo de tomateiro e de locais onde a cultura foi substituída ou abandonada (Tabela 1).
126 Na maioria das áreas, as cultivares de tomateiro plantadas nos últimos dois anos eram
127 Diva, Fanny, Monalisa, Seculus e SM-16, consideradas resistentes às raças 1 e 2 de *F.*
128 *oxysporum* f.sp. *lycopersici* (Andrade *et al.*, 2000) e somente em duas áreas (CAF-19 e

129 SAI-8) havia sido registrada a ocorrência da doença em anos anteriores, segundo
130 informações dos agricultores. As coletas foram efetuadas durante os meses de janeiro e
131 fevereiro de 2001, sendo que em cada local foram coletados, aleatoriamente, 10
132 amostras simples de 5 kg de solo a uma profundidade de 0-20 cm, totalizando 50 kg de
133 solo/área.

134

135 **Caracterização físico-química das amostras de solo**

136 As amostras de solo foram analisadas quanto aos teores de areia, argila e silte,
137 capacidade de campo, ponto de murcha permanente, pH em água, P disponível, K, Ca,
138 Mg, Na e Al trocáveis e matéria orgânica, conforme descrito por Embrapa (1997), bem
139 como N total segundo Bremner (1965).

140

141 **Levantamento das populações e da biomassa microbiana nos solos**

142 Para levantamento das populações microbianas, de cada solo avaliado foram
143 removidas 10 amostras de 50 g e homogeneizadas. Alíquotas de 1 g foram retiradas e
144 transferidas, individualmente, para tubos de ensaio com 9 mL de água destilada
145 esterilizada, submetendo-se à sonicação por 10 minutos. De cada suspensão obtida
146 foram efetuadas diluições em série e distribuídas nos meios Nash & Snyder (NS),
147 Martin modificado com a adição de metalaxyl (250 ppm) e B de King (Dhingra &
148 Sinclair, 1995), para isolamento de *F. oxysporum*, *Trichoderma* spp. e *Pseudomonas*
149 spp. fluorescentes, respectivamente. Para isolamento de *Bacillus* spp., as diluições
150 foram submetidas à banho-maria de 80 °C por 10 minutos (Sneath, 1986). As culturas
151 foram incubadas à temperatura de 25 ± 2 °C e umidade relativa de 70 ± 2 %, sob
152 alternância luminosa. As populações bacterianas foram avaliadas após 48 horas de
153 incubação, enquanto que fungos totais, *Trichoderma* spp. e *F. oxysporum* após cinco
154 dias de incubação. Cada população resultou do número médio de colônias em seis

155 placas de Petri, sendo expressas em unidades formadoras de colônia por grama de solo
156 (ufc/g).

157 Para determinação da biomassa microbiana, quantificou-se o carbono microbiano
158 pelo princípio da fumigação-extração, que consiste na destruição da membrana celular
159 dos microrganismos com clorofórmio, seguindo-se a extração do carbono liberado por
160 uma solução de sulfato de potássio (K_2SO_4 0,5 M), conforme De-Polli & Guerra (1999).

161 Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas
162 pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

163

164 **Atividade patogênica de populações autóctones de *Fusarium oxysporum* nos solos**

165 Na determinação da possível atividade patogênica de populações autóctones de *F.*
166 *oxysporum* foi utilizado o método do corte de raízes adventícias (Santos *et al.*, 1993)
167 adaptado, onde plantas de tomateiro, cv. Santa Clara, aos 21 dias após a semeadura,
168 cultivadas sob condições de casa de vegetação em substrato Plantmax[®] (Eucatex
169 Mineral Ltda., Paulínia, SP), foram removidas de bandejas tipo “plantágio”, submetidas
170 à lavagem para remoção do substrato e ao corte das raízes adventícias com tesoura
171 flambada. Em seguida, as plantas foram transplantadas para vasos plásticos contendo 2
172 kg das amostras de solo. As plantas foram observadas diariamente quanto ao
173 aparecimento de sintomas externos, caracterizados pelo amarelecimento das folhas e
174 murcha. Aos 30 dias após o transplante, as plantas sobreviventes foram seccionadas
175 longitudinalmente na região do caule, sendo avaliada a ocorrência de descoloração
176 vascular e reisolamento do patógeno no meio NS.

177 O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro
178 repetições, sendo cada repetição constituída por um vaso com quatro plantas. Os dados
179 obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de
180 Scott-Knott a 5% de probabilidade.

181

182 Influência do solo na intensidade da murcha-de-fusário do tomateiro

183 Foram utilizadas as 47 amostras de solo e um isolado de *F. oxysporum* f.sp.
184 *lycopersici* (CA-21), pertencente à raça 2 do patógeno (Andrade & Michereff, 2000),
185 em dois plantios sucessivos de tomateiro com a cultivar cv. Santa Clara.

186 Para o primeiro ensaio, o patógeno foi cultivado em meio batata-dextrose (BD) e
187 incubado por cinco dias a 25 ± 1 °C, sendo a concentração do inóculo ajustada para
188 1×10^6 conídios/mL. As amostras de solo (2 kg) foram acondicionadas em vasos
189 plásticos e infestadas com *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* pela adição de 20 mL da
190 suspensão de conídios por cova de plantio, em quatro covas por vaso. O transplântio de
191 tomateiro foi efetuado 24 horas após a infestação do solo. Plantas com 21 dias de idade
192 foram inoculadas pelo método do corte de raízes adventícias, conforme descrito
193 anteriormente, sendo depois transplantadas para os vasos. A testemunha consistiu de
194 plantas com raízes cortadas e transplantadas para os vasos contendo solo não infestado.
195 O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições,
196 sendo cada repetição constituída por um vaso com quatro plantas. As plantas foram
197 avaliadas aos 30 dias após a inoculação, pelo aparecimento de sintomas externos,
198 caracterizados pelo amarelecimento e murcha das plantas, e pela presença dos sintomas
199 internos, caracterizados pela descoloração vascular, sendo estimada a incidência da
200 doença em relação a quatro plantas por vaso.

201 Após a avaliação do primeiro ensaio, os restos das raízes e do colo das plantas
202 foram mantidos no solo durante 15 dias, quando foi efetuado o segundo plantio. No
203 segundo ensaio, não foi efetuada infestação do solo, sendo adotado os demais
204 procedimentos do primeiro ensaio.

205 Os dados obtidos em cada plantio foram submetidos à análise de variância e as
206 médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

207 Durante o período de realização dos experimentos, a temperatura na casa de
208 vegetação foi de $28 \pm 2,5$ °C e a umidade relativa de $79 \pm 3,5\%$.

209

210 **Caracterização da supressividade e/ou condutividade dos solos à murcha-de-** 211 **fusário do tomateiro**

212 Para caracterizar os possíveis fatores envolvidos na supressividade e/ou
213 condutividade dos solos à murcha-de-fusário do tomateiro, foram efetuadas
214 comparações dos valores médios da incidência da doença nos dois plantios com as
215 demais variáveis avaliadas em cada solo, pela análise de correlação de Pearson, ao nível
216 de 5% de probabilidade.

217

218 **RESULTADOS**

219

220 Em relação às características físicas estudadas, as amostras de solo apresentaram
221 quatro classes texturais diferentes, com predominância da classe textural Franco
222 Arenoso, destacando-se, portanto, os baixos teores de argila dos solos (Tabela 2). Os
223 valores de capacidade de campo variaram entre 5,1 e 13,5%, enquanto do ponto de
224 murcha permanente entre 3,1 e 9,8% (Tabela 2).

225 As características químicas dos solos (Tabela 3) evidenciaram a predominância de
226 solos ácidos, com 38 amostras apresentando valores de pH abaixo de 7,0 e somente
227 nove com valores iguais ou superiores a 7,0. Baixos teores de P foram determinados nos
228 solos SJM-7, SAI-10, CAF-1 e CAF-25, com valores variando entre 4,2 e 5,4 mg/kg de
229 solo. Dos solos analisados, 17 apresentaram teores de P entre 10 e 100 mg/kg, enquanto
230 26 solos apresentaram valores de P superiores a 100 mg/kg de solo. Em relação aos
231 teores de K, apenas oito solos (CAF-15, CAF-16, SAI-6, SAI-7, SAI-8, SAI-10, SAI-12
232 e SJM-6) apresentaram valores considerados altos, enquanto a maioria se caracterizou

233 pelos baixos teores deste elemento, sendo que os solos BEZ-1, CAF-14 e BEZ-5
234 apresentaram valores, no mínimo, duas vezes inferiores aos verificados nos demais
235 solos. O menor teor de Na foi verificado no solo SJM-3, enquanto os valores mais
236 elevados foram constatados nos solos SJM-6, CAF-15 e CAF-2. A maioria dos solos
237 apresentou teores de Ca inferiores a $3 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$, enquanto em apenas 11 solos foram
238 constatados valores superiores a $4 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$. Os teores de Al nas amostras (máximo de
239 $0,50 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$) são baixos e não representam risco de toxicidade para o tomateiro. A
240 relação C/N foi inferior a 10,0 em 33 das amostras analisadas, enquanto em uma (CAF-
241 18) essa relação foi superior a 25,0. Os teores de matéria orgânica nos solos variaram de
242 10 a 30 g/kg, com predominância de valores superiores a 15 g/kg.

243 Na análise da composição microbiológica (Tabela 4), o fungo *Fusarium*
244 *oxysporum* foi detectado em todas as amostras de solos do Agreste de Pernambuco, com
245 níveis populacionais variando entre 0,04 e $1,65 \times 10^5$ ufc/g de solo, sendo este último
246 verificado no solo BEZ-1, que diferiu significativamente ($P=0,05$) dos demais. O fungo
247 *Trichoderma* spp. foi detectado em 45% dos solos amostrados, com o solo CAF-19
248 apresentando o maior nível populacional, diferindo significativamente ($P=0,05$) dos
249 demais. Em todos os solos foram constatadas as bactérias *Bacillus* spp. e *Pseudomonas*
250 spp. do grupo fluorescente. As maiores populações de *Bacillus* spp. foram observadas
251 nos solos CAF-14, SJM-1 e SJM-5, diferindo significativamente ($P=0,05$) dos demais.
252 Em relação aos níveis populacionais de *Pseudomonas* spp., foram obtidos dois grupos
253 diferentes de solos, em contraste com os seis obtidos com *Bacillus* spp.

254 Em relação à atividade microbiana, os valores de carbono da biomassa microbiana
255 variaram entre 2,0 e 411,4 mg/kg de solo, verificados respectivamente nos solos BEZ-3
256 e CAF-14, sendo que a maioria dos solos apresentou teor de carbono microbiano
257 inferior a 25,0 mg/kg (Tabela 4).

258 Quando analisada a atividade patogênica de populações autóctones de *F.*
259 *oxysporum* f. sp. *lycopersici*, em solos sem infestação artificial com esse organismo, foi
260 verificada a ocorrência da murcha-de-fusário em 64% dos solos analisados (Tabela 5),
261 com valores de incidência variando entre 12,5 e 100%, sendo este último verificado no
262 solo CAF-2, que diferiu significativamente ($P=0,05$) dos outros 46 solos.

263 Quando os solos foram infestados com o patógeno, no primeiro plantio somente
264 as plantas de tomateiro desenvolvidas nos solos CAF-1 e CAF-16 não apresentaram
265 sintomas da murcha-de-fusário, diferindo significativamente ($P=0,05$) da incidência da
266 doença observada nos demais solos. Nesses dois solos também não foi observada a
267 ocorrência da doença quando não foi efetuada infestação artificial. Por outro lado, nos
268 solos CAF-2 e SAI-2 foram constatadas incidências de 100% da doença, sem diferirem
269 significativamente ($P=0,05$) do verificado nos solos CAF-8, BEZ-5, CAF-18, CAF-22,
270 SAI-5, SAI-8, SAI-10, SJM-1 e SJM-7, cujos valores variaram entre 81,2 e 62,5%. No
271 segundo plantio, somente o solo CAF-1 propiciou desenvolvimento de plantas de
272 tomateiro sem sintomas da doença, não diferindo significativamente ($P=0,05$) dos níveis
273 de incidência observados nos solos CAF-9, CAF-10, CAF-12, CAF-16 e SAI-11.

274 Foram verificadas correlações significativas ($P=0,05$) entre os níveis de incidência
275 da murcha-de-fusário em plantas de tomateiro desenvolvidas em solos não infestados
276 artificialmente e solos infestados, tanto em relação ao primeiro ($r = 0,53$) como ao
277 segundo plantio ($r = 0,31$) (Tabela 6). Quando os solos foram infestados, foram
278 constatadas correlações significativas ($P=0,05$) entre os níveis de incidência da doença
279 verificados no primeiro e no segundo plantio ($r = 0,77$). Em 70% dos solos houve
280 redução nos níveis de incidência da doença do primeiro para o segundo plantio,
281 enquanto em apenas 15% foi verificado um aumento dos níveis entre as duas situações.

282 Na análise dos possíveis fatores indicadores da supressividade e/ou condutividade
283 dos solos à murcha-de-fusário do tomateiro, os valores de pH apresentaram correlação

284 significativa ($P=0,05$) com os níveis de Ca ($r = 0,42$) e a população de *Trichoderma* ($r =$
285 $0,37$). Os níveis de P correlacionaram-se significativamente ($P=0,05$) com os níveis de
286 Ca ($r = 0,29$) e a população de *Pseudomonas* fluorescentes ($r = 0,44$). Os níveis de K
287 apresentaram correlação significativa ($P=0,05$) apenas com os teores de Na ($r = 0,65$).
288 Os teores de Ca também se correlacionaram significativamente ($P=0,05$) com os níveis
289 de matéria orgânica ($r = 0,35$) e com a relação C/N ($r = -0,38$). Os níveis de Mg e Al
290 não apresentaram correlação significativa ($P=0,05$) entre si e nem com as demais
291 variáveis analisadas (Tabela 6).

292 Quanto aos microrganismos analisados nos solos, a população de *F. oxysporum*
293 apresentou correlação significativa ($P=0,05$) com os níveis populacionais de *Bacillus* (r
294 $= 0,41$), que também se correlacionou significativamente ($P=0,05$) com a biomassa
295 microbiana presente nos solos ($r = 0,29$). A população de *Trichoderma* apresentou
296 correlação significativa ($P=0,05$) com os níveis de pH do solo ($r = 0,37$), enquanto a de
297 *Pseudomonas* fluorescentes com os níveis de P ($r = 0,44$).

298 Não foram constatadas correlações significativas ($P=0,05$) dos níveis de
299 incidência da doença em plantas desenvolvidas nos solos não infestados com as
300 variáveis físicas, químicas e microbiológicas analisadas. Com a infestação do solo,
301 foram constatadas correlações significativas ($P=0,05$) da incidência da doença somente
302 com a relação C/N no primeiro plantio ($r = 0,32$) e com os teores de Ca no segundo
303 plantio ($r = -0,35$) (Tabela 6).

304

305

DISCUSSÃO

306

307 O desenvolvimento de plantas de tomateiro com diferentes níveis de intensidade
308 da murcha-de-fusário possibilitou a distinção de solos variando de supressivos até
309 conducivos à doença. Os solos CAF-1, CAF-9 e CAF-16 mostraram-se supressivos à

310 doença nos plantios em que houve infestação do solo com o patógeno, enquanto BEZ-5,
311 CAF-18, SAI-5, CAF-22, SJM-1, CAF-8, SJM-7, CAF-2, SAI-8, SAI-10 e SAI-2
312 evidenciaram condutividade. No entanto, a maioria dos solos apresentou
313 comportamento intermediário em relação a esses extremos. Somente o solo CAF-1
314 propiciou o desenvolvimento de plantas de tomateiro sem sintomas da doença em todas
315 as situações analisadas, diferente do observado em vários solos cujas plantas não
316 apresentaram sintomas quando não foi efetuada infestação, porém, quando realizada a
317 infestação, evidenciaram elevados níveis de incidência da doença.

318 O pH não foi um fator determinante da supressividade ou condutividade dos
319 solos, pois os valores observados foram similares nas duas situações, com
320 predominância de solos moderadamente ácidos, considerados por Höper & Alabouvette
321 (1996) como de pouca ou nenhuma relação com supressividade ou condutividade às
322 murchas causadas por *F. oxysporum*.

323 A correlação negativa entre os teores de Ca nos solos e os níveis de severidade da
324 murcha-de-fusário no segundo plantio de tomateiro assemelha-se ao verificado em
325 outros estudos envolvendo *F. oxysporum* (Baker & Paulitz, 1996; Höper & Alabouvette,
326 1996). O cálcio pode diminuir a severidade das doenças causadas por esse patógeno,
327 pois uma vez absorvido pela planta, protege os materiais pécticos da dissolução por
328 enzimas extracelulares do patógeno (Huber, 1990). No entanto, em alguns estudos
329 (Stotzky & Martin, 1963; Park & Cho, 1985) não foram constatadas correlações
330 significativas entre os teores de cálcio no solo e a supressividade à murcha-de-fusário, a
331 exemplo do verificado no presente estudo em relação ao primeiro plantio de tomateiro.
332 Além disso, conforme evidenciado por Höper & Alabouvette (1996), é necessário
333 considerar simultaneamente a função do conteúdo de cálcio e do pH na supressividade à
334 doença, pois esses dois fatores são, na maioria das situações, altamente relacionados,
335 como observado no presente estudo, o que dificulta a distinção da influência de cada

336 fator isoladamente, embora não tenha sido verificada a correlação entre os valores de
337 pH e os níveis de severidade da murcha-de-fusário.

338 A correlação positiva entre incidência da murcha-de-fusário do tomateiro e os
339 valores da relação C/N, verificada no presente estudo, discorda das observações de
340 Baker & Paulitz (1996) quanto ao efeito da relação C/N sobre alguns patógenos
341 radiculares, dentre os quais *F. oxysporum*. Segundo esses autores, uma elevada relação
342 C/N gera a imobilização do nitrogênio, elemento muito importante para germinação e
343 infectividade de propágulos de patógenos radiculares, podendo a supressividade ser
344 eliminada pela adição de fertilizantes e restos culturais com altos teores de nitrogênio.

345 A ausência de correlação entre os teores de matéria orgânica nos solos e a
346 supressividade à murcha-de-fusário do tomateiro confirma as observações de Höper &
347 Alabouvette (1996) de que muitos estudos sobre a influência da matéria orgânica na
348 murcha-de-fusário têm propiciado resultados inconsistentes. Nesse sentido, Rishbeth
349 (1957) relacionou alto conteúdo de matéria orgânica do solo à supressividade ao Mal do
350 Panamá da bananeira em solos de montanha, mas não em solos aluviais, enquanto
351 correlações significativas entre matéria orgânica e supressividade dos solos foram
352 observadas em relação às murchas causadas por *F. oxysporum* em tomateiro (Rodrigues
353 *et al.*, 1998) e meloeiro (Huang & Sun, 1984).

354 Os dois plantios nos solos infestados com o patógeno apresentaram correlação
355 entre si quanto à intensidade da murcha-de-fusário, embora na maioria das amostras foi
356 verificada uma redução nos níveis de incidência da doença no segundo plantio. Este
357 fenômeno pode estar relacionado, conforme evidenciado por Lyda (1982), com o
358 plantio contínuo da mesma cultura e pode ocorrer tanto em condições de campo como
359 em casa de vegetação.

360 Como verificado em relação à murcha-de-fusário do tomateiro nos solos do
361 Agreste de Pernambuco, Park & Cho (1985) registraram a inexistência de correlações

362 significativas entre a intensidade de murcha-de-fusário do pepino e as propriedades
363 físicas dos solos. No entanto, várias pesquisas têm demonstrado o envolvimento direto
364 das propriedades físicas do solo na supressividade ou conducividade de murchas
365 causadas por *F. oxysporum* (Lyda, 1982; Höper & Alabouvette, 1996), sendo que na
366 maioria das situações a conducividade é maior em solos arenosos que em solos
367 argilosos (Rishbeth, 1957; Amir & Alabouvette, 1993; Rodrigues *et al.*, 1998; Peng *et*
368 *al.*, 1999).

369 A presença de populações de *F. oxysporum* em todos os solos analisados confirma
370 as observações de Burgess (1981) sobre a grande capacidade adaptativa desse
371 microrganismo, que sobrevive no solo durante longos períodos na ausência do
372 hospedeiro e/ou quando as condições ambientais são desfavoráveis, graças à formação
373 de estruturas de resistência denominadas clamidosporos. Entretanto, a simples
374 constatação de elevadas populações de *F. oxysporum* num determinado solo não é
375 indicativa da capacidade desse solo propiciar o desenvolvimento de grande quantidade
376 de plantas doentes, pois a maioria das populações desse organismo é constituída de
377 isolados não patogênicos (Burgess, 1981), o que foi confirmado pela ausência de
378 correlação entre os níveis populacionais existentes naturalmente nos solos do Agreste e
379 a intensidade da murcha-de-fusário em plantas de tomateiro cultivadas nesses solos em
380 casa de vegetação.

381 A ocorrência de populações de *F. oxysporum* patogênicas ao tomateiro na maioria
382 dos solos analisados, confirmada pelo desenvolvimento de elevados níveis de doença
383 em plantas suscetíveis cultivadas nesses solos, é preocupante, principalmente se
384 considerarmos que os solos haviam sido cultivados por no mínimo dois anos com
385 genótipos de tomateiro resistentes ao patógeno. A presença do hospedeiro suscetível foi
386 suficiente para superação do estágio de dormência e germinação dos clamidosporos,

387 estimuladas, provavelmente, pelos exsudatos radiculares, como evidenciado por Nelson
388 (1981).

389 A constatação de *Trichoderma* spp. em menos de 50% das amostras de solo foi
390 inesperada, pois esse fungo é um habitante do solo, com grande capacidade de
391 competição saprofítica e ampla distribuição em diferentes tipos de solo ao redor do
392 mundo, além de reconhecida atividade antagônica a vários fitopatógenos (Melo, 1991),
393 o que também não foi verificado nesse estudo.

394 A presença de populações de *Bacillus* spp. em todos os solos analisados indica a
395 flexibilidade adaptativa desse gênero bacteriano, conhecido pela capacidade de produzir
396 endosporo como estrutura de sobrevivência em condições ambientais limitantes (Sneath,
397 1986). A constatação de correlação positiva entre as populações de *Bacillus* spp. e *F.*
398 *oxysporum* foi inesperada, pois esse gênero bacteriano é considerado um excelente
399 agente de biocontrole de fitopatógenos habitantes do solo, dentre os quais *F. oxysporum*
400 (Sinclair, 1989). Por outro lado, a detecção de *Pseudomonas* fluorescentes em todos os
401 solos confirma as observações de Paleroni (1984) sobre a característica desse grupo
402 bacteriano ser habitante do solo e freqüentemente detectado em elevados níveis
403 populacionais nesse ambiente.

404 A ausência de correlações significativas entre os níveis da murcha-de-fusário do
405 tomateiro e da população microbiana assemelha-se ao observado em outros trabalhos
406 envolvendo doenças radiculares (van Bruggen & Semenov, 1999; van Bruggen &
407 Semenov, 2000), apesar de ser freqüente a associação entre população microbiana e
408 supressão de doenças radiculares, principalmente de populações de *Pseudomonas*
409 fluorescentes na supressividade às murchas causadas por *F. oxysporum* (Alabouvette *et*
410 *al.*, 1996).

411 Devido à falta de correlação com os níveis de incidência da murcha-de-fusário do
412 tomateiro, a biomassa microbiana dos solos do Agreste de Pernambuco não serviu como

413 indicadora de supressividade à doença, assemelhando-se ao verificado por van Bruggen
414 & Semenov (2000) em outros patossistemas, embora Hornby (1983) tenha afirmado que
415 a biomassa microbiana é fator determinante na supressividade de solos a várias doenças
416 radiculares.

417 A ausência de correlação entre supressividade à murcha-de-fusário do tomateiro e
418 a diversidade e densidade microbiana pode ter sido devido aos mecanismos bióticos de
419 supressividade a *F. oxysporum*, pois conforme Alabouvette (1986), existem dois
420 mecanismos, uma supressão geral, que é baseada no antagonismo e na competição por
421 energia e nutrientes, que envolve toda a microbiota, e uma supressividade específica,
422 que é devida a um ou mais antagonistas, que interagem com o patógeno. Entretanto, o
423 equilíbrio na microbiota do solo e a eficiência de um antagonista selecionado dependem
424 das características físico-químicas do solo e variam de acordo com o estado de
425 decomposição da matéria orgânica (van Bruggen & Semenov, 2000), dificultando o
426 isolamento dos fatores indicadores de supressividade.

427 A ausência de correlações significativas entre a supressividade à murcha-de-
428 fusário do tomateiro e as características microbiológicas e físicas do solo, bem como
429 com a maioria das propriedades químicas, sugere não ser de fácil detecção uma
430 característica ou um conjunto destas que sejam responsáveis pela supressividade ou
431 conduividade em todos os solos. Fatores responsáveis pela supressividade em
432 determinado solo podem não exercer o mesmo papel em outros, confirmando as
433 observações de Arshad & Martin (2002) sobre a complexidade das relações entre os
434 diferentes fatores físicos, químicos e microbiológicos do solo, o que torna difícil a
435 identificação de indicadores de supressividade do solo que possam ser utilizados em
436 diversas situações. Em adição, tem sido registrada a ocorrência de solos supressivos a
437 várias formas especiais de *F. oxysporum*, entretanto, na maioria dos casos, o fator ou

438 mecanismo responsável pela supressividade não tem sido esclarecido (Baker & Paulitz,
439 1996).

440 Os métodos utilizados no presente trabalho é outro aspecto a ser considerado na
441 dificuldade encontrada para a caracterização dos possíveis mecanismos envolvidos na
442 supressividade dos solos do Agreste de Pernambuco à murcha-de-fusário do tomateiro,
443 uma vez que foram utilizados indicadores tradicionais de supressividade. Van Bruggen
444 & Semenov (1999) relataram que os resultados obtidos utilizando indicadores
445 tradicionais são de difícil interpretação, sugerindo, então, procedimentos baseados na
446 mensuração de respostas biológicas a distúrbios ou estresse sofridos pelo solo. A
447 sucessão microbiana no solo poderia ser analisada pela razão entre microrganismos
448 oligo e copiotróficos, contagem do número de unidades formadoras de colônias, razão
449 entre a utilização de carbono complexo e carbono simples, e avaliação da
450 biodiversidade utilizando ácidos graxos de fosfolipídeos ou técnicas de PCR. Esses
451 procedimentos poderiam servir melhor como indicadores universais da supressividade
452 que os fatores químicos, físicos ou biológicos, os quais são medidos apenas uma vez ou
453 em longos intervalos de tempo. Portanto, novos estudos devem ser realizados para a
454 caracterização dos mecanismos de supressividade ou conducividade dos solos do
455 Agreste de Pernambuco à murcha-de-fusário do tomateiro, visando contribuir
456 efetivamente para o manejo integrado da doença.

457

458

AGRADECIMENTOS

459

460 Os autores expressam seus agradecimentos aos produtores de tomate do Agreste
461 de Pernambuco e ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento (CNPq) pela
462 concessão das bolsas de Mestrado (A.L.M.M.) e Produtividade em Pesquisa (S.J.M. e
463 N.P.S.).

464

465

466

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

467

468 ALABOUVETTE, C. Fusarium wilt-suppressive soils from the Chateaubernard: review
469 of a 10-year study. *Agronomie* 6:273-284. 1986.

470 ALABOUVETTE, C., LEMANCEAU, P. & STEINBERG, C. Biological control of
471 Fusarium wilts: Opportunities for developing a commercial product. In: Hall, R.
472 (Ed.) *Principles and Practice of Managing Soilborne Plant Pathogens*. St. Paul. APS
473 Press. 1996. pp.192-212.

474 AMIR, H. & ALABOUVETTE, C. Involvement of soil abiotic factors in the
475 mechanisms of soil suppressiveness to Fusarium wilts. *Soil Biology and*
476 *Biochemistry* 25:157-164. 1993.

477 ANDRADE, D.E.G.T., MARTINS, R.B. & MICHEREFF, S.J. Avaliação de cultivares de
478 tomateiro para resistência à raça 2 de *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*. *Summa*
479 *Phytopathologica* 26:416-421. 2000.

480 ANDRADE, D.E.G.T. & MICHEREFF, S.J. Incidência da murcha-de-fusário do
481 tomateiro no Agreste de Pernambuco e determinação do tamanho da amostra para a
482 quantificação da doença. *Fitopatologia Brasileira* 25:36-41. 2000.

483 ARSHAD, M.A. & MARTIN, S. Identifying critical limits for soil quality indicators in
484 agro-ecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 88:153-160. 2002.

485 BAKER, R. & PAULITZ, T.C. Theoretical basis for biological control of soilborne
486 plant pathogens. In: Hall, R. (Ed.) *Principles and Practice of Managing Soilborne*
487 *Plant Pathogens*. St. Paul. APS Press. 1996. pp.50-79.

488 BECKMAN, C.H. *The Nature of Wilt Diseases of Plants*. St. Paul. APS Press. 1987.

- 489 BREMNER, J.M. Total nitrogen. In: Black, C.A. (Ed.) *Methods of Soil Analysis: Part*
490 *2*. Madison: American Society of Agronomy and Soil Science Society of America,
491 1965. pp.1149-1178.
- 492 BURGESS, L.W. General ecology of the Fusaria. In: Nelson, P.E., Toussoun, T.A &
493 Cook, R.J. (Eds.) *Fusarium: Disease, Biology, and Taxonomy*. University Park.
494 The Pennsylvania State University Press. 1981. pp.225-235.
- 495 CHELLEMI, D.O. & PORTER, I.J. The role of plant pathology in understanding soil
496 health and its application to productive agriculture. *Australasian Plant Pathology*
497 *30*:103-109. 2001.
- 498 DE-POLLI, H. & GUERRA, J.G.M. C, N e P na biomassa microbiana do solo: In:
499 SANTOS, G. A; CAMARGO, F. A. O. (Ed.) *Fundamentos da matéria orgânica do*
500 *solo: ecossistemas tropicais e subtropicais*. Porto Alegre. Gênese. 1999. pp.389-
501 411.
- 502 DHINGRA, O.D. & SINCLAIR, J.B. *Basic Plant Pathology Methods*. 2nd. ed. Boca
503 Raton. Lewis Publisbers. 1994.
- 504 EMBRAPA. *Manual de Métodos de Análises de solo*. 2. ed. Rio de Janeiro:
505 EMBRAPA-CNPS. 1997.
- 506 HÖPER, H. & ALABOUVETTE, C. Importance of physical and chemical soil
507 properties in the suppressiveness of soil to plant diseases. *European Journal of Soil*
508 *Biology* *32*:41-58. 1996.
- 509 HÖPER, H., STEINBERG, C. & ALABOUVETTE, C. Involvement of clay type and
510 pH in the mechanisms of soil suppressiveness to *Fusarium* wilt of flax. *Soil*
511 *Biology and Biochemistry* *27*: 955-967. 1995.
- 512 HORNBY, D. Suppressiveness of soils. *Annual Review of Phytopathology* *21*:65-85. 1983.
- 513 HUANG J. W. & SUN S. K. Watermelon *Fusarium*-wilt suppressive soil and conducive
514 soil. *Plant Protection Bulletin* *26*:305-313. 1984.

- 515 HUBER, D.M. Fertilizers and soil-borne diseases. *Soil Use and Management* 6:168-
516 173. 1990.
- 517 IBGE. Sidra 2000 - Sistema IBGE de recuperação automática. (acesso em: 03 jun. 2002,
518 url: <http://www.sidra.ibge.gov.br>).
- 519 LYDA, S.D. Physical and chemical properties of suppressive soils. In: Schneider, R.W.
520 (Ed.) *Suppressive Soils and Plant Disease*. St. Paul. The American
521 Phytopathological Society. 1982. pp.9-22.
- 522 MELO, I.S. Potencialidades da utilização de *Trichoderma* spp. no controle biológico de
523 doenças de plantas. In: Bettiol, W. (Org.) *Controle Biológico de Doenças de*
524 *Plantas*. Jaguariúna. EMBRAPA-CNPDA. 1991. pp.135-156.
- 525 NELSON, P.E. Life cycle and epidemiology of *Fusarium oxysporum*. In: Mace, M.E.,
526 Bell, A.A. & Beckman, C.H. (Eds.) *Fungal Wilt Diseases of Plants*. New York.
527 Academic Press. 1981. pp.51-80.
- 528 PALERONI, N.J. Genus I. *Pseudomonas* Migula. In: Krieg, N.R. & Holt, J.G. (Eds.)
529 *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. Baltimore. Williams & Wickins.
530 1984. v.1.pp. 141-149.
- 531 PARK, C.S. & CHO, Y.S. Properties of soil suppressiveness to cucumber wilt, caused
532 by *Fusarium oxysporum* f.sp. *cucumerinum* Owen. *Korean Journal of Plant*
533 *Protection* 24:85-95. 1985.
- 534 PENG, H.X., SIVASITHAMPARAM, K. & TURNER, D.T. Chlamydospore
535 germination and *Fusarium* wilt of banana plantlets in suppressive and conducive
536 soils are affected by physical and chemical factors. *Soil Biology and Biochemistry*.
537 31:1363-1374. 1999.
- 538 RISHBETH, J. *Fusarium* wilt of bananas in Jamaica. II. Some aspects of host-parasite
539 relationships. *Annals of Botany* 21:215-245. 1957.

- 540 RODRIGUES, F.A., JULIATTI, F.C., SILVA, O.A., CORRÊA, G.F. & PEIXOTO, J.R.
541 Influência de diferentes classes de solo na severidade da murcha-de-fusário do
542 tomateiro. *Fitopatologia Brasileira* 23:404-406. 1998.
- 543 SANTOS, J.R.M., LOPES, C.A. & LIMA, B.J.C. Cultivares de tomateiro
544 diferenciadoras de raças de *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*. *Horticultura*
545 *Brasileira* 11:27-29. 1993.
- 546 SINCLAIR, J.B. *Bacillus subtilis* as a biocontrol agent for plant diseases. In: Agrihotri,
547 V.P., Singh, N., Chaub, H.S., Singh, U.S. & Dwivedi, T.S. (Eds.) *Perspectives in*
548 *Plant Pathology*. New Delhi. Today & Tomorrow's. 1989. pp.367-374.
- 549 SNEATH, P.H. Endospore-forming gram-positive cods and cocci. In: Sneath, P.H.,
550 Mair, N.S., Sharpe, M.E. & Holt, J.G. (Eds.) *Bergey's Manual of Systematic*
551 *Bacteriology*. Baltimore. Williams & Wickins. 1986. v.2. pp.1104-1207.
- 552 STOTZKY, G. & MARTIN, T. Soil mineralogy in relation to the spread of *Fusarium*
553 wilt of banana in Central America. *Plant and Soil* 18:317-337. 1963.
- 554 VAN BRUGGEN, A.H.C. & SEMENOV, A.M. A new approach to the search for
555 indicators of root disease suppression. *Australasian Plant Pathology* 28:4-10. 1999.
- 556 VAN BRUGGEN, A.H.C. & SEMENOV, A.M. In search of biological indicators for
557 soil health and disease suppression. *Applied Soil Ecology* 15:13-24. 2000.

558 **TABELA 1 – Localidades e cultivos nos solos do Agreste de Pernambuco, na época**
 559 **da coleta das amostras, utilizados no estudo sobre a intensidade da**
 560 **murcha-de-fusário do tomateiro**

Código do solo	Município	Cobertura
BEZ-1	Bezerros	Tomateiro (cv. SM-16)
BEZ-2	Bezerros	Tomateiro (cv. SM-16)
BEZ-3	Bezerros	Solo descoberto
BEZ-4	Bezerros	Tomateiro (cv. SM-16)
BEZ-5	Bezerros	Tomateiro (cv. Santa Clara)
CAF-1	Camocim de São Félix	Tomateiro (cv. DIVA)
CAF-2	Camocim de São Félix	Tomateiro (cv. SM-16)
CAF-3	Camocim de São Félix	Tomateiro (cv. SM-16)
CAF-5	Camocim de São Félix	Tomateiro (cv. Monalisa)
CAF-6	Camocim de São Félix	Tomateiro (cv. SM-16)
CAF-7	Camocim de São Félix	Tomateiro (cv. SM-16)
CAF-8	Camocim de São Félix	Tomateiro (cv. SM-16)
CAF-9	Camocim de São Félix	Tomateiro (cv. Santa Clara)
CAF-10	Camocim de São Félix	Tomateiro (cv. SM-16)
CAF-11	Camocim de São Félix	Tomateiro (cv. SM-16)
CAF-12	Camocim de São Félix	Tomateiro (cv. Monalisa)
CAF-13	Camocim de São Félix	Tomateiro (cv. SM-16)
CAF-14	Camocim de São Félix	Tomateiro (cv. SM-16)
CAF-15	Camocim de São Félix	Solo descoberto
CAF-16	Camocim de São Félix	Tomateiro (cv. Santa Clara “Miss Brasil”)
CAF-17	Camocim de São Félix	Tomateiro (cv. Santa Clara “Miss Brasil”)
CAF-18	Camocim de São Félix	Tomateiro (cv. SM-16)
CAF-19	Camocim de São Félix	Tomateiro (cv. SM-16)
CAF-20	Camocim de São Félix	Tomateiro (cv. SM-16)
CAF-21	Camocim de São Félix	Terreno descoberto
CAF-22	Camocim de São Félix	Tomateiro (cv. SM-16)
CAF-23	Camocim de São Félix	Tomateiro (cv. Monalisa, Seculus, Diva e Fanny)
CAF-24	Camocim de São Félix	Pimentão (cv. All Big)
CAF-25	Camocim de São Félix	Tomateiro (cv. Fanny e Diva)
SAI-1	Sairé	Tomateiro (cv. SM-16)
SAI-2	Sairé	Tomateiro (cv. Santa Clara)
SAI-4	Sairé	Tomateiro (cv. SM-16)
SAI-5	Sairé	Tomateiro (cv. SM-16)
SAI-6	Sairé	Tomateiro (cv. Santa Clara)
SAI-7	Sairé	Tomateiro (cv. SM-16)
SAI-8	Sairé	Tomateiro (cv. IPA-6)
SAI-9	Sairé	Tomateiro (cv. Santa Clara)
SAI-10	Sairé	Pimentão (cv. All Big)
SAI-11	Sairé	Tomateiro (cv. Monalisa)
SAI-12	Sairé	Tomateiro (cv. Santa Clara “Miss Brasil”)
SAI-13	Sairé	Tomateiro (cv. SM-16)
SJM-1	São Joaquim do Monte	Pimentão (cv. All Big)
SJM-3	São Joaquim do Monte	Tomateiro (cv. SM-16)
SJM-4	São Joaquim do Monte	Solo descoberto
SJM-5	São Joaquim do Monte	Milho
SJM-6	São Joaquim do Monte	Tomateiro (cv. SM-16)
SJM-7	São Joaquim do Monte	Tomateiro (cv. SM-16)

562 **TABELA 2 - Características físicas¹ de solos do Agreste de Pernambuco utilizados**
 563 **no estudo sobre a intensidade da murcha-de-fusário do tomateiro**

Código do solo	Granulometria ¹			Textura	CC ² (%)	PMP ³ (%)
	Areia (%)	Argila (%)	Silte (%)			
BEZ-1	64,5	21,4	14,1	Franco Argilo Arenoso	11,0	7,6
BEZ-2	60,5	20,5	19,0	Franco Argilo Arenoso	11,3	6,4
BEZ-3	71,5	8,2	20,3	Areia Franca	10,6	5,4
BEZ-4	65,5	12,7	21,8	Franco Arenoso	8,3	5,2
BEZ-5	75,0	12,2	12,8	Areia Franca	9,5	4,0
CAF-1	71,3	19,2	9,5	Franco Arenoso	8,6	6,4
CAF-2	70,5	22,2	7,4	Franco Argilo Arenoso	12,5	8,2
CAF-3	69,3	19,7	11,0	Franco Arenoso	8,4	6,2
CAF-5	78,8	10,7	10,5	Areia Franca	7,7	5,5
CAF-6	74,5	15,9	9,6	Franco Arenoso	8,0	5,4
CAF-7	70,5	12,7	16,8	Areia Franca	10,4	5,8
CAF-8	51,5	18,3	30,2	Franco	13,5	7,6
CAF-9	63,5	12,7	23,8	Franco Arenoso	11,1	4,8
CAF-10	72,5	15,7	11,8	Franco Arenoso	9,6	6,5
CAF-11	69,0	18,5	12,5	Franco Arenoso	10,8	7,8
CAF-12	63,5	24,4	12,1	Franco Argilo Arenoso	8,2	7,8
CAF-13	64,8	22,2	13,0	Franco Argilo Arenoso	11,3	8,1
CAF-14	76,3	14,4	9,3	Areia Franca	7,3	4,7
CAF-15	80,0	9,3	10,7	Areia Franca	9,0	6,4
CAF-16	75,5	14,0	10,5	Areia Franca	8,8	5,2
CAF-17	77,7	13,2	9,2	Areia Franca	8,0	4,6
CAF-18	75,8	12,2	12,0	Areia Franca	5,1	3,1
CAF-19	67,5	24,3	8,2	Franco Argilo Arenoso	10,1	7,2
CAF-20	71,0	16,7	12,3	Franco Arenoso	12,9	9,1
CAF-21	72,5	28,3	-0,8	Franco Argilo Arenoso	11,9	9,5
CAF-22	72,7	18,7	8,7	Franco Arenoso	12,4	8,0
CAF-23	61,3	27,7	11,0	Franco Argilo Arenoso	12,8	9,8
CAF-24	69,3	19,0	11,7	Franco Arenoso	12,1	9,6
CAF-25	73,3	10,2	16,5	Areia Franca	6,9	3,9
SAI-1	71,5	16,2	12,3	Franco Arenoso	9,4	5,6
SAI-2	70,3	15,5	14,2	Franco Arenoso	10,2	6,6
SAI-4	82,3	9,5	8,2	Areia Franca	6,5	3,4
SAI-5	72,5	17,7	9,8	Franco Arenoso	9,5	7,3
SAI-6	80,3	8,2	11,5	Areia Franca	6,5	4,4
SAI-7	74,8	14,7	10,5	Areia Franca	6,8	4,8
SAI-8	73,5	15,7	10,8	Franco Arenoso	7,6	5,4
SAI-9	72,0	17,9	10,1	Franco Arenoso	7,6	5,1
SAI-10	70,5	12,3	17,2	Areia Franca	9,7	5,0
SAI-11	69,5	18,7	11,8	Franco Arenoso	11,5	6,7
SAI-12	71,5	18,9	9,6	Franco Arenoso	6,6	6,1
SAI-13	70,5	24,5	5,0	Franco Argilo Arenoso	10,5	7,5
SJM-1	74,5	10,3	15,2	Areia Franca	7,6	3,7
SJM-3	74,5	13,2	12,3	Areia Franca	7,0	4,4
SJM-4	70,3	11,2	18,5	Areia Franca	9,0	4,4
SJM-5	65,3	12,0	22,7	Franco Arenoso	8,7	4,3
SJM-6	68,1	17,0	14,9	Franco Arenoso	11,4	6,6
SJM-7	70,3	17,7	12,0	Franco Arenoso	8,2	6,1

564

565 ¹Análises conforme Embrapa (1997).566 ²CC = capacidade de campo.567 ³PMP = ponto de murcha permanente.

568 **TABELA 3 - Características químicas¹ de solos do Agreste de Pernambuco**
 569 **utilizados no estudo sobre a intensidade da murcha-de-fusário do**
 570 **tomateiro**

Código do solo	pH	P mg/kg	K	Na	Ca	Mg	Al	C/N	MO g/kg
BEZ-1	5,7	83,3	0,00	0,01	4,25	1,70	0,0	7,8	19,5
BEZ-2	6,2	153,9	0,07	0,11	2,98	2,43	0,0	7,9	14,7
BEZ-3	7,3	121,9	0,11	0,05	4,50	3,00	0,5	9,4	30,0
BEZ-4	6,1	165,8	0,04	0,06	3,33	3,03	0,0	8,3	23,5
BEZ-5	6,1	120,6	0,01	0,01	2,15	2,10	0,1	11,4	19,6
CAF-1	5,5	4,9	0,04	0,03	2,20	1,83	0,0	10,7	17,2
CAF-2	7,0	107,4	0,14	1,26	3,88	1,28	0,0	9,5	17,1
CAF-3	6,5	90,4	0,04	0,05	2,88	1,23	0,5	8,5	11,3
CAF-5	6,8	170,0	0,08	0,12	3,55	1,83	0,0	9,5	18,6
CAF-6	5,8	96,6	0,05	0,05	2,23	1,05	0,1	10,2	18,2
CAF-7	6,4	167,8	0,05	0,02	3,85	2,15	0,1	8,8	25,5
CAF-8	6,1	150,0	0,01	0,08	4,05	3,00	0,0	8,6	17,4
CAF-9	6,5	76,1	0,11	0,20	4,23	1,68	0,0	8,5	15,7
CAF-10	6,5	149,4	0,08	0,12	3,30	1,85	0,0	8,8	17,8
CAF-11	6,8	116,1	0,05	0,01	3,65	1,73	0,1	11,0	21,6
CAF-12	5,4	149,8	0,19	0,10	4,15	2,63	0,0	8,6	22,7
CAF-13	6,4	117,2	0,06	0,01	3,60	1,45	0,1	9,7	21,1
CAF-14	6,7	129,7	0,01	0,01	1,43	1,88	0,5	12,6	20,4
CAF-15	6,8	159,4	0,28	1,37	4,03	2,13	0,0	7,4	13,3
CAF-16	6,0	163,8	0,32	0,38	2,38	1,33	0,0	7,1	12,6
CAF-17	5,7	82,3	0,05	0,08	1,75	1,00	0,0	6,2	9,8
CAF-18	6,5	42,1	0,04	0,05	1,23	1,33	0,1	26,4	17,0
CAF-19	7,5	121,5	0,08	0,04	3,98	1,35	0,0	11,5	24,4
CAF-20	6,6	88,7	0,04	0,13	4,28	2,73	0,0	5,9	17,6
CAF-21	6,5	157,5	0,01	0,01	4,18	1,80	0,5	10,1	20,7
CAF-22	5,8	167,9	0,03	0,03	3,75	2,13	0,0	9,9	23,2
CAF-23	5,5	129,8	0,05	0,10	3,00	2,00	0,1	4,5	9,0
CAF-24	5,8	95,8	0,04	0,05	4,23	2,23	0,1	6,5	14,4
CAF-25	5,4	5,4	0,13	0,21	3,58	3,20	0,0	8,4	16,0
SAI-1	5,5	12,0	0,03	0,04	1,35	1,55	0,1	12,0	17,3
SAI-2	5,4	79,6	0,19	0,34	1,33	1,78	0,1	10,1	19,7
SAI-4	7,1	76,9	0,16	0,28	2,50	1,28	0,0	7,0	10,1
SAI-5	7,3	126,1	0,05	0,01	2,65	2,20	0,0	10,7	14,5
SAI-6	5,8	53,8	0,39	0,79	2,25	2,08	0,1	9,5	21,0
SAI-7	5,6	40,3	0,26	0,21	1,75	0,90	0,1	8,0	12,5
SAI-8	5,2	153,0	0,24	0,20	1,08	1,28	0,2	11,9	15,4
SAI-9	6,8	166,0	0,05	0,05	1,83	2,58	0,1	8,0	11,7
SAI-10	5,7	4,4	0,33	0,37	1,88	1,60	0,0	9,6	17,8
SAI-11	7,1	125,6	0,12	0,09	3,83	1,50	0,0	8,2	14,8
SAI-12	7,3	31,3	0,49	0,40	4,03	1,70	0,0	7,5	15,2
SAI-13	6,8	17,2	0,02	0,05	2,60	2,08	0,0	10,7	11,9
SJM-1	6,0	149,8	0,02	0,04	1,53	1,23	0,5	9,7	10,0
SJM-3	6,6	125,0	0,04	0,00	2,60	1,95	0,0	8,7	15,7
SJM-4	7,0	149,1	0,05	0,13	3,75	1,35	0,0	9,0	16,4
SJM-5	6,4	92,2	0,09	0,05	3,23	2,25	0,0	7,5	18,3
SJM-6	7,0	95,7	0,36	1,37	4,00	1,68	0,0	10,8	17,2
SJM-7	6,0	4,2	0,06	0,04	2,05	1,30	0,0	9,2	15,3

571

572 ¹Análises conforme Embrapa (1997).

573 **TABELA 4 - População e biomassa microbiana em solos do Agreste de**
 574 **Pernambuco utilizados no estudo sobre a intensidade da murcha-**
 575 **de-fusário do tomateiro**

Código do solo	População microbiana (x 10 ⁵ ufc/g de solo) ¹				BMS-C ² mg/kg
	<i>Fusarium</i>	<i>Trichoderma</i>	<i>Bacillus</i>	<i>Pseudomonas</i>	
BEZ-1	1,65 a	3,75 d	556,25 b	231,25 b	6,3
BEZ-2	0,11 f	0,00 d	61,25 f	322,50 a	22,9
BEZ-3	0,38 e	0,00 d	157,50 f	375,00 a	2,0
BEZ-4	0,71 c	0,00 d	433,75 c	401,25 a	21,3
BEZ-5	0,48 d	0,00 d	361,25 d	406,25 a	90,8
CAF-1	0,30 e	0,00 d	91,25 f	176,25 b	112,9
CAF-2	0,13 f	0,00 d	525,00 b	251,25 b	8,0
CAF-3	0,37 e	10,00 c	156,25 f	236,25 b	13,8
CAF-5	0,24 f	2,50 d	352,50 d	312,50 a	68,3
CAF-6	0,20 f	0,00 d	86,25 f	251,25 b	19,0
CAF-7	0,33 e	0,00 d	187,50 e	310,00 a	12,2
CAF-8	0,30 e	0,00 d	372,50 d	235,00 b	29,5
CAF-9	0,62 c	1,25 d	328,75 d	281,25 b	17,2
CAF-10	0,32 e	6,25 c	132,50 f	280,00 b	28,1
CAF-11	0,28 e	3,75 d	155,00 f	321,25 a	203,9
CAF-12	0,14 f	1,25 d	496,25 c	253,75 b	7,6
CAF-13	0,12 f	0,00 d	495,00 c	366,25 a	18,7
CAF-14	0,49 d	3,75 d	680,00 a	213,75 b	401,4
CAF-15	0,38 e	0,00 d	446,25 c	416,25 a	70,3
CAF-16	0,04 f	0,00 d	245,00 e	495,00 a	22,0
CAF-17	0,10 f	0,00 d	226,25 e	242,50 b	17,6
CAF-18	0,11 f	1,25 d	218,75 e	395,00 a	112,3
CAF-19	0,08 f	30,00 a	172,50 e	97,50 b	17,6
CAF-20	0,67 c	0,00 d	333,75 d	283,75 b	12,8
CAF-21	0,65 c	8,75 c	105,00 f	400,00 a	18,1
CAF-22	0,17 f	0,00 d	200,00 e	555,00 a	23,9
CAF-23	0,12 f	0,00 d	12,50 f	218,75 b	35,8
CAF-24	0,07 f	2,50 d	131,25 f	227,50 b	139,6
CAF-25	0,21 f	0,00 d	352,50 d	137,50 b	56,5
SAI-1	0,16 f	0,00 d	67,50 f	97,50 b	14,0
SAI-2	0,31 e	6,25 c	142,50 f	277,50 b	28,6
SAI-4	0,33 e	3,75 d	43,75 f	127,50 b	18,5
SAI-5	0,04 f	2,50 d	251,25 e	203,75 b	12,9
SAI-6	0,12 f	0,00 d	201,25 e	110,00 b	103,3
SAI-7	0,66 c	0,00 d	468,75 c	22,25 b	67,4
SAI-8	0,73 c	0,00 d	32,50 f	193,75 b	14,5
SAI-9	0,33 e	0,00 d	267,50 e	275,00 b	14,7
SAI-10	1,02 b	2,50 d	267,50 e	343,75 a	22,3
SAI-11	0,53 c	0,00 d	280,00 e	367,50 a	11,5
SAI-12	0,48 d	6,25 c	348,75 d	241,25 b	12,9
SAI-13	0,46 d	2,50 d	270,00 e	213,75 b	12,5
SJM-1	0,70 c	0,00 d	657,50 a	303,75 b	10,9
SJM-3	0,19 f	18,75 b	266,25 e	207,50 b	22,1
SJM-4	0,27 e	2,50 d	196,25 e	371,25 a	19,1
SJM-5	0,92 b	0,00 d	742,50 a	555,00 a	148,3
SJM-6	0,26 e	2,50 d	93,75 f	190,00 b	19,1
SJM-7	0,23 f	0,00 d	367,50 d	213,75 b	314,3

576

577 ¹Dados originais, médias de seis repetições. Para efeito de análise, os dados foram transformados em log
 578 (x+0,1). Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si (Scott-Knott
 579 5%).

580 ²BMS-C = Carbono da biomassa microbiana, determinada conforme De-Polli & Guerra (1999).

581 **TABELA 5 - Incidência da murcha-de-fusário em tomateiro desenvolvido em casa**
 582 **de vegetação, em diferentes solos do Agreste de Pernambuco, sem**
 583 **infestação artificial e com infestação de *Fusarium oxysporum* f.sp.**
 584 ***lycopersici* em dois plantios consecutivos**

Código do solo	Incidência da doença ¹		
	Sem infestação	Com infestação	
		1º. Plantio	2º. Plantio
BEZ-1	18,8 d	56,2 b	31,2 a
BEZ-2	12,5 d	25,0 c	25,0 b
BEZ-3	12,5 d	43,8 b	31,2 a
BEZ-4	18,8 d	43,8 b	56,2 a
BEZ-5	25,9 d	62,5 a	37,5 a
CAF-1	0,0 e	0,0 d	0,0 c
CAF-2	100,0 a	100,0 a	56,2 a
CAF-3	43,8 c	56,2 b	43,8 a
CAF-5	0,0 e	50,0 b	56,2 a
CAF-6	25,0 d	37,5 b	25,0 b
CAF-7	12,5 d	43,8 b	37,5 a
CAF-8	0,0 e	81,2 a	50,0 a
CAF-9	0,0 e	6,2 d	6,2 c
CAF-10	18,8 d	25,0 c	12,5 c
CAF-11	18,8 d	43,8 b	37,5 a
CAF-12	12,5 d	25,0 c	12,5 c
CAF-13	18,8 d	56,2 b	37,5 a
CAF-14	12,5 d	50,0 b	56,2 a
CAF-15	18,8 d	56,2 b	43,8 a
CAF-16	0,0 e	0,0 d	6,2 c
CAF-17	18,8 d	43,8 b	37,5 a
CAF-18	0,0 e	75,0 a	37,5 a
CAF-19	0,0 e	56,2 b	37,5 a
CAF-20	12,5 d	37,5 b	18,8 b
CAF-21	0,0 e	50,0 b	62,5 a
CAF-22	37,5 c	62,5 a	43,8 a
CAF-23	18,8 d	31,2 b	25,0 b
CAF-24	25,0 d	37,5 b	25,0 b
CAF-25	31,3 c	50,0 b	25,0 b
SAI-1	0,0 e	43,8 b	43,8 a
SAI-2	62,5 b	100,0 a	68,8 a
SAI-4	12,5 d	56,2 b	50,0 a
SAI-5	25,0 d	68,8 a	37,5 a
SAI-6	0,0 e	43,8 b	56,2 a
SAI-7	18,8 d	50,0 b	62,5 a
SAI-8	31,3 c	75,0 a	62,5 a
SAI-9	0,0 e	37,5 b	37,5 a
SAI-10	56,3 b	75,0 a	62,5 a
SAI-11	6,3 e	12,5 c	12,5 c
SAI-12	0,0 e	37,5 b	31,2 a
SAI-13	25,0 d	56,2 b	50,0 a
SJM-1	0,0 e	75,0 a	43,8 a
SJM-3	0,0 e	50,0 b	43,8 a
SJM-4	37,5 c	56,2 b	31,2 a
SJM-5	12,5 d	43,8 b	43,8 a
SJM-6	0,0 e	50,0 b	37,5 a
SJM-7	0,0 e	68,8 a	50,0 a

585

586 ¹Dados originais, média de quatro repetições. Para análise, os dados foram transformados em $(x)^{0,5}$.

587 Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si (Scott-Knott 5%).

588 **TABELA 6 - Matriz de correlações entre incidência da murcha-de-fusário do tomateiro sem infestação do solo (ISi), incidência com infestação**
 589 **do solo por *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* no primeiro (IPPi) e no segundo plantio (ISPi), teor de areia (Are), teor de**
 590 **argila (Arg), teor de silte (Sil), capacidade de campo (CC), ponto de murcha permanente (PMP), teor de sódio (Na), teor de**
 591 **potássio (K), teor de cálcio (Ca), teor de magnésio (Mg), teor de alumínio (Al), teor de fósforo (P), relação carbono/nitrogênio**
 592 **(C/N), teor de matéria orgânica (MO), populações de *F. oxysporum* (Fox), *Trichoderma* spp. (Tri), *Bacillus* spp. (Bac) e**
 593 ***Pseudomonas* spp. do grupo fluorescente (Pse), e biomassa microbiana (Bm) analisadas para 47 amostras de solos do Agreste de**
 594 **Pernambuco**

	IPPi	ISPi	Are	Arg	Sil	CC	PMP	Na	K	Ca	Mg	Al	P	C/N	pH	MO	Fox	Tri	Bac	Pse	Bm
ISi	0,53*	0,31*	-0,00	0,08	-0,07	0,23	0,18	0,28	0,03	-0,03	0,06	-0,05	-0,05	-0,07	-0,15	0,02	0,04	-0,10	0,04	0,09	-0,14
IPPi		0,77 *	0,06	-0,07	-0,01	-0,00	-0,03	0,19	-0,05	-0,23	-0,08	0,13	-0,05	0,32*	-0,01	0,05	0,09	0,10	0,18	-0,06	0,02
ISPi			0,22	-0,12	-0,12	-0,17	-0,13	0,16	0,09	-0,35*	-0,12	0,24	-0,03	0,17	-0,04	0,06	0,19	0,10	0,15	0,15	0,15
Are				-0,52*	-0,58*	-0,61*	-0,48*	0,21	0,24	-0,41*	0,09	0,15	-0,12	0,19	0,10	-0,17	-0,12	0,00	-0,08	-0,05	0,15
Arg					-0,40*	0,53*	0,80*	-0,16	-0,22	0,25	-0,01	-0,01	0,06	-0,10	-0,02	0,01	-0,08	0,26	-0,15	-0,14	-0,12
Sil						0,16	-0,25	-0,07	-0,04	0,20	-0,08	-0,15	0,08	-0,11	-0,09	0,17	0,21	-0,25	0,23	0,19	-0,05
CC							0,79*	0,05	-0,26	0,57*	-0,09	-0,08	0,26	-0,32*	0,08	0,20	0,03	-0,05	-0,14	0,19	-0,23
PMP								-0,16	-0,16	0,53*	-0,06	-0,06	0,19	-0,30*	0,01	0,15	-0,09	0,09	-0,17	-0,01	-0,12
Na									0,65*	0,16	-0,07	-0,19	-0,04	-0,08	0,16	-0,10	-0,10	-0,12	0,04	-0,06	-0,10
K										-0,01	-0,08	-0,21	-0,21	-0,13	0,01	0,06	0,01	-0,05	-0,05	-0,08	-0,14
Ca											0,10	-0,12	0,29*	-0,38*	0,42*	0,35*	0,05	0,13	0,08	0,20	-0,26
Mg												-0,02	-0,02	0,03	-0,12	0,05	-0,08	-0,08	-0,16	-0,04	-0,06
Al													0,18	0,14	0,09	0,12	0,17	0,09	0,09	0,05	0,17
P														-0,18	0,23	0,15	-0,10	0,05	0,04	0,44*	-0,20
C/N															0,09	0,24	-0,13	0,08	-0,07	-0,07	0,23
pH																0,11	-0,11	0,37*	0,05	0,09	-0,05
MO																	0,08	0,17	0,09	-0,03	0,09
Fox																		-0,09	0,41*	0,22	0,04
Tri																			-0,16	0,19	0,08
Bac																				-0,29	0,29*
Pse																					-0,03

595
 596 *Coeficientes de correlação de Pearson seguidos por asterisco são significativos a $P \leq 0,05$.

Conclusões Gerais

CONCLUSÕES GERAIS

1. Foi constatada a existência de solos supressivos e condutivos à murcha-de-fusário do tomateiro no Agreste de Pernambuco;
2. Nenhuma variável física, química ou microbiológica dos solos influenciou nos níveis de incidência da murcha-de-fusário do tomateiro quando os solos não foram infestados artificialmente com *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*;
3. Apenas a elevação da relação carbono/nitrogênio e a redução dos teores de cálcio nos solos analisados proporcionaram um aumento da incidência da murcha-de-fusário, respectivamente no primeiro e no segundo plantios, quando os solos foram infestados artificialmente pelo patógeno;
4. Há necessidade de realização de mais estudos para a caracterização dos mecanismos de supressividade e condutividade dos solos do Agreste de Pernambuco à murcha-de-fusário do tomateiro.