

6377

PESQUISA
Uso exclusivo da Editora

ESTRATÉGIAS PARA O MANEJO ECOLÓGICO DA FUSARIOSE DO
TOMATEIRO

SANDRA MARIA DA COSTA CRUZ

SÃO LUÍS
Maranhão - Brasil
Setembro - 2008

625.64-32
3957e
2008

**ESTRATÉGIAS PARA O MANEJO ECOLÓGICO DA FUSARIOSE DO
TOMATEIRO**

SANDRA MARIA DA COSTA CRUZ

Engenheira Agrônoma

Orientadora: Prof. Dra. ANTÔNIA ALICE COSTA RODRIGUES

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado
em Agroecologia da UEMA como requisito
para a obtenção do Título de Mestre em
Agroecologia.

SÃO LUÍS
Maranhão - Brasil
Setembro - 2008

Cruz, Sandra Maria da Costa

Avaliação de estratégias para o manejo ecológico da fusariose do tomateiro em São Luís-MA/ Sandra Maria da Costa Cruz – São Luís, 2008.

96 f. : il.

Dissertação (Mestrado) – Curso de Agroecologia, Universidade Estadual do Maranhão, 2008.

Orientadora: Prfª. Dra. Antonia Alice Costa Rodrigues

1. Fusário 2. Indutor 3. Resistência 4. Leguminosas 5. Supressividade I.
Título.

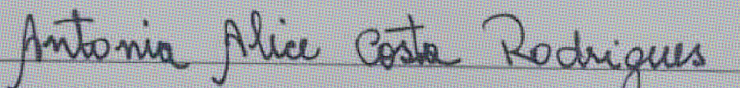
CDU: 632.9.635.64

ESTRATÉGIAS PARA O MANEJO ECOLÓGICO DA FUSARIOSE DO
TOMATEIRO

SANDRA MARIA DA COSTA CRUZ

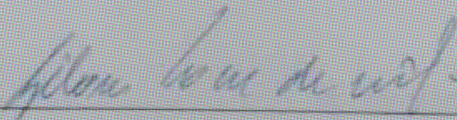
Aprovada em:

Comissão Julgadora:

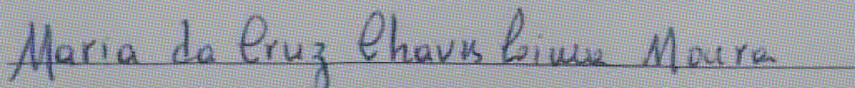


Prof.^a Dra. Antônia Alice Costa Rodrigues (UEMA)

Orientadora



Prof. Dr. Gilson Soares Silva (UEMA)



Dra. Maria da Cruz Chaves Lima Moura (AGERP-SEAGRO)

Todo o sempre a Deus, pela perseverança na retomada, e pelos momentos de prazer e aflição.

Agradeço;

Com muito amor aos meus filhos, Ubiraci Filho e João Pedro, que são a motivação da minha vida;

Ofereço;

In memórium ao Prof^o Dr. José Magno Martins Bringel pela amizade e orientação no 1º ano da pós-graduação.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, aos meus pais Jonas Cruz e Rosa Cruz pela dedicação e lição de vida;

Ao meu companheiro, Ubiraci Nascimento por toda a sua dedicação de pai durante esses dois anos de mãe "ausente" e pelo seu valioso apoio e compreensão por sua cordial disposição em sempre ajudar;

Agradeço pelo carinho das minhas irmãs Solange Cruz, Sema Cruz e Simone Cruz. A minha sobrinha e afilhada Lorena Cruz em que acredito ter um brilhante futuro profissional;

A Prof^ª. Dra. Antonia Alice Costa Rodrigues, por toda a sua singeleza mesmo com tanta sabedoria, pela amizade, oportunidade, confiança e orientação, os meus sinceros agradecimentos;

A Escola Agrotécnica Federal de São Luiz, por ter concedido liberação parcial da sala de aula;

Ao Prof^º Dr. Gilson Soares da Silva, pela doação de semente de tomateiro e o isolado do patógeno utilizado nos experimentos e também por sua significativa colaboração na qualificação e defesa final da dissertação;

Aos Professores, Dr. Moises, Dra. Alana Aguiar pela importante contribuição nas análises estatísticas dos dados, e ao Prof^º Dr. Flávio Henrique pela colaboração na qualificação;

A Dra. Maria da Cruz Chaves Lima Moura por sua disponibilidade sempre que a procurei e por sua contribuição ao participar da banca examinadora de defesa da dissertação;

Aos Professores da Escola Agrotécnica Federal de São Luiz que acreditaram no meu potencial, a eles os meus agradecimentos;

A FAPEMA, pelo apoio financeiro na concessão de bolsa de estudo;

Aos colegas de mestrado e do Laboratório de Fitopatologia da UEMA pelos bons momentos de convivência e troca de experiências;

Aos amigos, Sheilla Serpa, Aricléia, Diogo e Ivaneide, pela contribuição valiosa que tornaram possível este trabalho;

Aos Amigos Idelfonso, amigo fiel, Kleidyjane, Fábio, Marcelo, Ricardo, Lia, pelos momentos difíceis e alegres que passamos juntos;

Aos funcionários, Neto (Mestrado) e José Domingos (horta da EAF-São Luiz), pela atenção e apoio dedicado em todos os momentos possíveis;

Em especial agradeço a amiga-irmã Alessandra Nascimento pela solidariedade e incentivo à pesquisa;

A todos os professores do Mestrado, pela valiosa transmissão de conhecimentos, contribuindo de forma significativa com o meu enriquecimento intelectual.

“Aquele que habita no esconderijo do Altíssimo à sombra do Onipotente descansará.”

‘Direi do Senhor: Ele é o meu Deus, o meu refúgio, a minha fortaleza, e nele confiarei.’

(Salmo 91:2)

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS	VII
LISTA DE TABELAS	VIII
RESUMO	IX
SUMARY	XI
CAPÍTULO I – Revisão de Literatura	1
1 INTRODUÇÃO GERAL	2
1.1 O hospedeiro: Tomateiro (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.)	3
1.2 A doença: Murcha de Fusário	4
1.3 Manejo Ecológico da Doença	5
1.3.1 Resistência de cultivares de tomate a <i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>	6
1.3.2 Incorporação de matéria orgânica no solo	7
1.3.3 Resistência Induzida	10
REFERÊNCIAS	12
CAPITULO II - Reação de cultivares de tomateiro ao <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i> , agente causal da murcha de fusário.	17
RESUMO	18
ABSTRACT	19
1 INTRODUÇÃO	21
2 MATERIAL E MÉTODOS	23
2.1 Localização do experimento	23
2.2 Preparo de mudas de tomateiro	24
2.3 Obtenção, isolamento e patogenicidade do isolado de <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>	24
2.4 Avaliação da resistência de variedades de tomateiro a <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>	25
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
REFERÊNCIAS	31
CAPITULO III - Biocontrole da Fusariose do tomateiro pela incorporação de resíduos de leguminosas.	46

	RESUMO	47
	ABSTRACT	48
1	INTRODUÇÃO	49
2	MATERIAL E MÉTODOS	51
2.1	Localização do experimento	51
2.2	Obtenção de semente e preparo de mudas de leguminosas	51
2.3	Análise química dos resíduos orgânicos	52
2.4	Obtenção, preparo do resíduo orgânico e preparo de mudas de tomateiro.	52
2.5	Análise microbiológica dos resíduos de leguminosas	53
2.6	Obtenção, isolamento e patogenicidade de isolados de <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i> .	54
2.7	Avaliação de diferentes dosagens dos resíduos orgânicos utilizados no biocontrole de <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i> .	54
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	56
	REFERÊNCIAS	63
	CAPITULO IV - Ação de indutores na resistência de tomateiro ao <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i> .	76
	RESUMO	77
	ABSTRACT	78
1	INTRODUÇÃO	79
2	MATERIAL E MÉTODOS	81
2.1	Obtenção, isolamento e patogenicidade de isolados de <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i> .	81
2.2	Efeito de indutores na resistência de tomateiro a <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i> .	82
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	83
	REFERÊNCIAS	87
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	96
	ANEXOS	

LISTA DE FIGURAS

		Página
CAPITULO II		
Figura 1	Estruturas morfológicas de <i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i> (A), Crescimento <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i> em meio de cultura Batata Dextrose Agar (B).	39
Figura 3	Comportamento de cultivares de tomateiro quanto à severidade da fusariose.	42
Figura 4	Sintomas nas diferentes cultivares de tomate de acordo com a severidade da murcha de fusário.	43
Figura 5	Comportamento das 12 variedades, quanto a resistência a <i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i> .	44
Figura 6	Tomateiro da variedade Caline Ipa 6 com escurecimento vascular (A) e tomateiros das variedades, Floradade (B) e Santa Clara (C) com sintomas da murcha de fusário na parte aérea .	45
CAPITULO III		
Figura 1	Frequência (%) de espécies de fungos identificados nos resíduos de leucena, feijão guandu e feijão de porco.	72
Figura 2	Demonstrativo do percentual de controle da fusariose do tomateiro, através da incorporação de leguminosas freca.	74
Figura 3	Tomateiros tratados com resíduos in natura de leguminosas em diferentes dosagens (A e B), testemunha sem resíduo (C).	75
CAPITULO IV		
Figura 1	Ação de indutores de resistência na redução da severidade da murcha de fusário no tomateiro variedade IPA 6 em diferentes períodos de aplicação.	93
Figura 2	Ação de indutores de resistência na redução da severidade da murcha de fusário no tomateiro variedade Caline IPA 6 em diferentes períodos de aplicação.	94
Figura 3	Severidade da murcha de fusário em tomateiros tratados com indutores de resistência.	95

LISTA DE TABELAS

	Página
CAPITULO II	
Tabela 1.	Procedência das variedades de tomateiro utilizadas no experimento 38
Tabela 2.	Avaliação do Comprimento e largura e a relação comprimento/largura dos macroconídios e microconídios do isolado de <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopercisi</i> 40
Tabela 3.	Reação das cultivares de tomateiro a <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopercisi</i> 41
CAPITULO III	
Tabela 1.	Análise das características químicas dos resíduos dos resíduos orgânicos vegetais de leucena, feijão de porco, amendoim forrageiro e feijão guandu. 69
Tabela 2.	População microbiana presente nos resíduos orgânicos de Guandu, Feijão de porco, Amendoim forrageiro e leucena. 70
Tabela 3.	Número total e freqüências relativas de colônias fúngicas obtidas nos resíduos de feijão guandu, amendoim forrageiro, feijão de porco e leucena. 71
Tabela 4.	Efeito da incorporação de leguminosas fresca no controle da fusariose do tomateiro, com base na severidade de doença e a percentagem de controle. 73
CAPITULO IV	
Tabela 1.	Efeito dos indutores aplicados aos 5, 10 e 15 dias antes da inoculação sobre as cultivares IPA 6 e Caline IPA 6, em função da escala de notas, índice de doença e o percentual de controle. 92

ESTRATÉGIAS PARA O MANEJO ECOLÓGICO DA FUSARIOSE DO TOMATEIRO

Autor: Sandra Maria da Costa Cruz

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Antônia Alice Costa Rodrigues

RESUMO

O Brasil é um dos principais produtores de tomate, com uma produção de 3,7 milhões de toneladas. O Nordeste destaca-se como a terceira região na produção de tomate, sendo o Estado do Maranhão o sexto estado produtor, com pouco mais de 7.000 t em 382 hectares de área plantada. Embora se reconheça o potencial da tomaticultura, sabe-se que esta cultura está sujeita à várias doenças, como a murcha de fusário, considerada de difícil controle. O uso de cultivares resistentes, a incorporação de matéria orgânica e a aplicação de indutores de resistência, vem se destacando como alternativas promissoras na supressividade de fitopatógenos do solo. O presente trabalho teve como objetivo avaliar estratégias para o manejo ecológico da fusariose do tomateiro. Em função deste objetivo, foram realizados três experimentos. Reação de cultivares de tomateiro e caracterização *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, sendo este realizado seguindo o delineamento inteiramente casualizado com 12 tratamentos, cada tratamento com cinco repetições. Efeito de resíduo orgânico de leguminosas no biocontrole da fusariose do tomateiro, sendo que os tratamentos utilizados foram: solo autoclavado sem resíduo (testemunha), solo autoclavado + Feijão guandu, solo autoclavado + Feijão de porco, solo autoclavado + Amendoim forrageiro e solo autoclavado + leucena. Os resíduos foram testados nas seguintes concentrações: 20 g.L⁻¹, 40 g.L⁻¹, 60 g.L⁻¹ e 80 g.L⁻¹ de solo, o delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições. E ação de indutores na resistência de tomateiro ao *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, o delineamento foi inteiramente casualizado com cinco repetições em arranjo fatorial 2 x 3 x 4, sendo (duas cultivares, três períodos de aplicação e quatro indutores). Nos três experimentos a avaliação foi realizada 21 dias após a inoculação, através da severidade da fusariose. A cultivar Salada meia estaca apresentou uma reação de resistência intermediária, enquanto que

a caline Ipa 6 apresentou uma alta suscetibilidade. Na avaliação do efeito dos resíduos orgânicos, os resíduos de amendoim forrageiro, feijão de porco e leucena controlaram em 73,34 % a murcha de fusário, sendo o resíduo amendoim forrageiro o mais eficiente na supressividade da doença. Em relação ao potencial dos indutores, para a cultivar Caline IPA 6, observou-se que o ASM e o Biopirol foram os mais eficientes atingindo 73,34 % de controle da doença aos 5, 10 e 15 dias após a aplicação. Para a cultivar IPA 6 o melhor resultado foi observado para os indutores ASM, e Óleo de nim aplicados cinco dias antes da inoculação e o Biopirol aos 15 e 10 dias antes da inoculação, sendo que os três indutores controlaram em 75 % a murcha de fusário.

Palavras-chave: *Fusarium*, Indutor, Resistência, Leguminosas, Supressividade.

STRATEGIES TO THE ECOLOGICAL MANAGEMENT OF THE TOMATO PLANT FUSARIOSIS

Author: Sandra Maria da Costa Cruz

Adviser: Prof^a. Dr^a. Antônia Alice Costa Rodrigues

SUMMARY

Brazil is one of the principal producers of tomato, with a production of 3,7 millions tons. The northeast detach itself as the third region on the production of tomato, where the State of Maranhão is the sixth state producer, with a little more of 7 thousands tons in 382 hectares of planted area. Although it is recognized the potencial of the tomato crop, it is known that this culture is submitted to many diseases, like fusarium wilt, which this is considered of difficult control. The use of resistant cultivars, the incorporation of organical matter and the application of inducers of resistance, is being detached as promissor alternatives on the supressivity of phytopathogens of the soil. The present work had as objective to evaluate strategies to the ecological management of the tomato plant fusarium. In function of this objective it was realized three experiments. Reaction of tomato plant cultivars and featuring *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* where it was realized following the lineation entirely caused with 12 treatments, where each treatment had five repetitions. Effect of organical detritus of leguminous on the biocontrol of the tomato plant fusariosis, where the used treatments were the following: autoclavado soil without detritus (witness), autoclado soil + Feijão guandu, autoclado soil + Feijão of pig, autoclavado soil+ forrageiro peanut and autoclavado soil+ leucena. The detritus were tested on the following concentrations: 20g.L, 40g.L, 60g.L and 80g.L of soil, the experimental lineation was enterily caused with four repetitions. Action of inductors on the resistance of the tomato plant to the *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici*, the lineation was enterily caused with five repetitions in

factorial arrangement 2x3x4, where (two cultivars, three periods of application and four inductors. On the three experiments, the evaluation was realized 21 days after the inoculation, through the fusariosis severity. The cultivar Salad meia estaca presented a reaction of middle resistance, while the caline Ipa 6 presented a high susceptibility. On the evaluation of effect of the organical detritus, the detritus of forrageiro peanut, feijão of pig and leucena controled in 73,34 % the fusarium wilt, where the detritus of forrageiro peanut was the most efficient on the supressivity of *Fusarium*. In concerning to the potencial of inductors, for the cultivar Caline IPA 6, it was observed that the ASM and the Biopirrol were the most efficient reaching 73,34 % of control of the disease to the 5, 10 and 15 days after the application. To the cultivar IPA 6 the best result was observed for the inductors ASM and Oil of nim applied 5 days before the inoculation and the Biopirrol to the 15 and 10 days before the inoculation, where the three inductors controled in 75 % the fusarium wilt.

keywords: Fusarium, Inductor resistance, leguminous, supressivity.

REVISÃO DE LITERATURA

CAPÍTULO I

1 INTRODUÇÃO GERAL

O tomateiro, *Lycopersicon esculentum* Mill, pertencente à família Solanaceae, que apesar de ser uma planta herbácea e perene, é cultivada quase universalmente como uma planta anual (MARANCA, 1986).

O Brasil é um dos principais produtores de tomate, com uma produção de 3,4 milhões de toneladas. O Nordeste destaca-se como a terceira região na produção de tomate, produzindo 511 mil toneladas, sendo o Estado do Maranhão o sexto estado produtor, com pouco mais de 5 mil toneladas em 247 hectares de área plantada, destacando-se os municípios de São Domingos produzindo 688 t em 35 ha, Buritirana produzindo 450 t em 18ha, Senador Laroque com a produção de 445 t em 20 h e Tumtum. Chegando a produzir 425 t em 25 ha de área planta (IBGE, 2007).

Embora se reconheça o potencial da tomaticultura, sabe-se que esta cultura está sujeita as várias doenças influenciadas por fatores, tais como o clima, a cultivar plantada, a qualidade da semente, o tipo de solo, o manejo da cultura, dentre outros, além da escassez de medidas eficientes para o controle de doenças.

Entre as doenças de importância econômica que afetam o tomateiro podemos destacar a murcha de fusário causada *Fusarium oxysporum* Schlecht f. sp. *lycopersici* Snyder & Hansen (KUROSAWA; PAVAN, 1997).

A doença ocorre em todos os estados brasileiros, causando redução na colheita, devido a morte prematura das plantas ou destruição de todas elas (JULIATTI, 2001).

O uso de cultivares resistente constitui o método mais eficiente de controle desta doença (KUROSAWA; PAVAN, 1997). Entretanto, outras medidas de controle podem ser integradas no combate desta doença, entre elas podemos citar a rotação de cultura por três a cinco anos com plantio de gramíneas, tratamento de sementes com produtos químicos, solarização, dentre outras. Outro meio de controle é através da aplicação de agroquímicos, porém medida esta pouco eficiente.

Um fator importante que não deve ser desconsiderado está relacionado aos danos ambientais devido ao uso indiscriminados dos agroquímicos. De acordo com Campanhola e Bettiol (2003), o tomateiro esteve entre as culturas que mais utilizaram agrotóxicos (t/ha) no ano de 2000, cerca de 1.473 toneladas, das quais 1.125 t foram para controle de patógenos.

Como alternativa à redução dos prejuízos decorrentes desta doença, mencionam-se os métodos aplicados à agricultura orgânica, cuja principal contribuição não é a exploração econômica, imediatista e inconseqüente, mas sim o uso sustentável da terra e com retornos a longo prazo (ZAMBERLAN; FRONCHETI, 2002).

Na perspectiva de mudar o panorama no qual se encontra o Estado do Maranhão, em relação a produção de tomate procurou-se, então, desenvolver uma pesquisa, cujo fundamento agroecológico está na utilização de estratégias eficientes de controle baseadas em uma combinação de práticas tais como: uso de variedades resistentes, incorporação de resíduos orgânicos vegetais e indução de resistência com indutores abióticos. Sendo, portanto, essas estratégias métodos de controle capaz de reduzir ou inibir a população de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, utilizando uma prática potencialmente eficaz de baixo custo e condizente com os princípios agrônômicos e ecológicos que regem o desenvolvimento sustentável de um ecossistema.

1. O hospedeiro: tomateiro (*Lycopersicum esculentum* Mill)

A espécie cultivada originou-se da espécie andina silvestre *L. esculentum* var. *cesariiforme*, que produz frutos tipo “cereja”. O tomateiro é uma solanácea herbácea, com caule flexível e incapaz de suportar o peso dos frutos e manter a posição vertical. A forma natural lembra uma moita, com abundante ramificação lateral, sendo profundamente modificada pela poda. Embora sendo planta perene, a cultura é anual. A floração e a frutificação ocorrem juntamente com o crescimento vegetativo. As folhas pecioladas são compostas por número ímpar de folíolos. A planta apresenta dois hábitos de crescimento que condiciona o tipo de cultura: o indeterminado e o hábito determinado. As flores agrupam-se em cacho e são hermafroditas. Normalmente a planta é autopolinizada, apresentando baixa incidência de frutos. Os frutos são bagas carnosas e suculentas, que são de um vermelho vivo quando maduros, essa coloração vermelha deve-se ao carotenóide licopeno. O peso dos frutos varia de menos 25 g (tipo cereja) até mais de 300 g (tipo salada). As sementes são pilosas pequenas, o sistema radicular é condicionado pelo tipo de cultura (FILGUEIRA, 2000).

De acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2004), o fruto do tomateiro possui na sua composição, 93 % de água, nos 7 % restantes encontram-se compostos inorgânicos, ácidos orgânicos, açúcares, sólidos

insolúveis em álcool e outros compostos. Embora as vitaminas estejam presentes em uma pequena proporção de matéria seca, estas substâncias são importantes do ponto de vista nutricional.

O tomate é a hortaliça com maior volume de comercialização no Brasil, com produção em 2003, de 3,5 milhões de toneladas em uma área de aproximadamente 61 mil hectares (IBD, 2003). Segundo Santini (2003) esse volume coloca o Brasil entre os dez maiores produtores mundiais da cultura, que além de sua importância econômica, desempenha papel igualmente relevante em razão do grande número de pessoas envolvidas nas atividades que compõem a sua cadeia de negócios.

1.2. A Doença: Murcha de Fusário

1.2.1 O patógeno: *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*

De acordo com Kurosawa; Pavan (1997), *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* é um fungo Deuteromiceto que produz dois tipos de esporos: macroconídio, hialino alantóides com dois e quatro septos, de paredes finas e microconídios hialinos, elípticos, com uma célula. E estruturas de resistência, os clamidósporos, de parede espessa e lisa. Os microconídios e macroconídios podem sobreviver por até dois anos e os clamidósporos por até dez anos em restos de culturas ou no solo, mesmo que este não esteja sendo cultivado com tomate (JULIATTI, 2001).

Vale lembrar que as doenças de plantas causadas por patógenos habitantes do solo constituem um dos principais problemas para maioria das culturas. Esses patógenos compreendidos por espécies de fungos, bactérias e nematóides, podem destruir as sementes ou outros órgãos de propagação, causar tombamento de plântulas, apodrecimento e destruição de raízes ou murcha, devido a danos no sistema vascular. Em consequência há uma queda na quantidade e na qualidade da produção, originando sérios prejuízos ao agricultor (BERGAMIN FILHO; KIMATI, 1995).

1.2.2 Descrição da doença

A Murcha de Fusário é considerada como uma doença de importância econômica que ocorre em todos os estados brasileiros podendo ser favorecida por temperaturas que variam entre 21 a 33° C, sendo 20° C a temperatura ótima. Plantas que crescem em solos ácidos e pobres, com pouca água e deficiência de cálcio, tendem a mostrar sintomas mais severos. A doença pode ainda, se manifestar em plântulas onde o patógeno pode causar o tombamento em condições de alta umidade e temperatura baixa. Em plantas adultas, os sintomas geralmente são em reboleira, observados no intervalo entre o florescimento e a maturação dos frutos (JULIATTI, 2001).

Os sintomas primários decorrem do escurecimento dos vasos, provocado pela colonização do patógeno, por toxinas liberadas pelo patógeno ou ainda por associação com nematóides do gênero *Meloidogyne* que agrava muito o quadro sintomático (KAPPELMAN, 1982). Também este autor faz referência a ocorrência dos sintomas secundários em reboleiras, ocorrendo murchas e amarelecimento de folhas, que podem progredir um intenso desfolhamento, que em um estágio bem mais avançado evolui para a morte da planta.

O processo de amarelecimento é gradual e acentuado nas horas mais quente do dia, podendo a planta entrar em colapso e morrer (JULIATTI, 2001).

1.3 Manejo Ecológico da Doença

A agricultura sustentável busca o manejo adequado dos recursos naturais, evitando a degradação do meio ambiente, de forma a satisfazer as necessidades humanas no presente e no futuro. Um de seus objetivos é reduzir a utilização de produtos químicos, o que implica maior uso de processos biológicos nos sistemas agrícolas e menor uso de insumos, como pesticidas. Um dos problemas para a manutenção da sustentabilidade dos agroecossistemas é a ocorrência de doenças de plantas, haja vista que muitas das práticas utilizadas para o controle colaboram para sua degradação (ZAMBOLIM, 2000).

1.3.1 Resistência de cultivares de tomate a *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*

A introdução de cultivares contendo novos genes para resistência a doenças tem sido um marco na agricultura moderna.

A resistência genética é um método de controle econômico e eficaz no combate a doenças de plantas, sendo que a capacidade que uma planta possui em atrasar ou evitar a atividade de um determinado patógeno é caracterizada como resistência (KLINGELFUSS; YORINORI, 2000; RODRIGUES, 2003). Quando a resistência permanece por muito tempo é chamada de durável. Contudo, muitos tipos de resistência são temporários, nesse caso, a resistência é normalmente do tipo monogênica, ou seja, conferida por um único gene e atua sobre patógenos especializados (VALE *et al.*, 2001). Os mecanismos de resistências são geneticamente determinados, e para o emprego da resistência genética no controle de doenças vegetais faz-se necessário a identificação da fonte de resistência, ou seja, identificar o germoplasma que possua os genes de resistência procurados, em seguida os genes são incorporados em cultivares comerciais por métodos de melhoramentos, para que posteriormente sejam traçadas estratégias visando a durabilidade da resistência face à natureza dinâmica das populações patogênicas (LUCAS, 1998).

Outro requisito importante a ser considerado é a variabilidade do patógeno, que é essencial na estabilidade e durabilidade da resistência (CAMARGO, 1997). O patógeno, por sua vez, através de processos evolutivos, se adapta à nova cultivar, ocasionando o surgimento de novas raças.

Até agora, são conhecidas três raças de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*, sendo as raças 1 e 2 disseminadas por todas as principais regiões do mundo, inclusive

em todas as regiões de produtora do Brasil. A raça 3 apresenta uma distribuição geográfica mais limitada, já tendo sido relatada na Austrália (GRATTIDGE ; O'BRIEN, 1982); e alguns estados americanos (VOLIN; JONES, 1982). Na América latina há relatos até o momento desta raça somente na Venezuela (LATERROT *et al.*, 1988) e México (VALENZUELA-URETA *et al.*, 1996).

Os fitopatógenos habitantes do solo são de difícil controle, pois podem sobreviver por vários anos no solo de áreas cultivadas por meio de estruturas resistentes como clamidósporos, escleródios e microescleródios. Devido a essa grande capacidade de sobrevivência, o controle da doença corresponde ao uso de variedades resistentes, exigindo intensamente o conhecimento da variabilidade do patógeno (KAPPELMAN, 1982).

No controle da fusariose utiliza-se também: o tratamento químico em sementes, a erradicação total da cultura em áreas infestadas com o patógeno, a eliminação dos restos culturais ou simplesmente, o sistema de rotação de culturas, neste caso, preferencialmente, com milho (*Zea mays* L.). Alguns autores como (MASSOLA JÚNIOR; BEBENDO, 1997), indicam o uso de sementes sadias e variedades resistentes. Estas, por sua vez se destacam como preferenciais visto que a rotação de cultura não atende com eficiência na redução da população desses patógenos do solo. Muitas vezes, os resultados de controle através de medidas culturais são imprevisíveis, principalmente quando se trata de um fungo de difícil controle e com boa capacidade de resistência saprofítica, constatando-se que a eficiência de controle é baixa quando a doença se encontra em evidência, ou os métodos são tratados de forma isolada.

1.3.2 Incorporação de matéria orgânica no solo

Segundo Kiehl (2002), resíduo orgânico se refere ao resultado de todo material vegetal ou animal, os quais constituem excelentes fontes de matéria-prima com potencial para ser transformada em fertilizante orgânico humificado, mas que ainda não são considerados adubos orgânicos. Os materiais orgânicos crus promovem reação ácida, assim como dejeções sólidas e líquidas. Na sua decomposição, estes favorecem os traços de diversos tipos de ácidos minerais e uma maior quantidade de ácidos

orgânicos. O composto, deriva da língua inglesa “compost”, quando o material inicial foi fermentado por um processo microbiológico seguindo para a bioestabilização e mineralização.

A adição e incorporação de matéria orgânica ao solo podem ser feitas utilizando-se resíduos orgânicos *in natura* ou compostados.

Nas análises realizadas no composto (resíduo de matéria orgânica), deve estar incluída a caracterização físico-química do material, como: determinação do pH, relação C: N, capacidade de troca catiônica, carbono total e concentração de metais pesados, isto porque, conforme Pereira Neto (1998), tais fatores podem influenciar não apenas na biomassa ou na atividade microbiana, mas também podem se constituir em um impedimento para a utilização desses materiais com insumos agrícolas devido ao risco de fitotoxicidade ou contaminação ambiental.

Segundo Zamberlan; Froncheti (2002), a incorporação de matéria orgânica ao solo, pode ajudar a equilibrar a sua microfauna aumentando seu potencial de controle de doença, conseqüentemente, desenvolvendo uma planta sadia e resistente.

A matéria orgânica pode ainda ser incorporada ao solo na forma de resíduo. Este pode ser obtido após a secagem e trituração de materiais orgânicos, compostados ou não. Este método assume, conforme os conceitos de sustentabilidade, duas funções importantes na propriedade: a de melhorar as características físicas, químicas e biológicas do solo, e também a de produto fitossanitário. Em análise em casa de vegetação, (NAKASONE, *et al.*, 1999) conseguiram reduzir significativamente populações de fitonematóides, mediante a incorporação de extratos aquosos de composto orgânico no solo.

Segundo Café Filho; Lobo Júnior (2000), a adição de matéria orgânica ao solo altera a estrutura física, teores de nitrogênio, celulose e lignina, sólidos solúveis totais, pH e deposição de toxinas que alteram o perfil da microbiota do solo e que tornam o ambiente impróprio à sobrevivência de patógenos, ao mesmo tempo em que favorecem o aumento das populações de microrganismos benéficos.

A incorporação da matéria orgânica ao solo, à medida que melhora suas características, consegue fazer com que possa expressar toda a sua potencialidade (BROISLER, 1997). Desta forma as plantas tornam-se menos suscetíveis ao ataque de patógenos, pois disponibilizaram substâncias sintetizadas, em menor quantidade. Tal fato se explica porque os patógenos de modo geral, são ineficientes quanto a síntese de substâncias de alta complexidade, proteínas, por exemplo, e que são essenciais à sua

sobrevivência, logo, estes organismos buscam nos vegetais a forma simplificada destas substâncias, geralmente aminoácidos que estarão bem mais disponíveis em solos tratados com substâncias de alta solubilidade como adubos ou defensivos químicos (SOUZA, 1999).

Os resíduos fenólicos vegetais liberados no solo podem apresentar efeito de toxicidade a algumas espécies de fungos e bactérias. Na rizosfera os microrganismos encontram condições favoráveis à produção de antibióticos, cuja atuação contribui para proteção dos vegetais contra agentes patogênicos (SANTOS; CAMARGO, 1999).

Outra possibilidade de incorporação de matéria orgânica ao solo é feita sob a forma de adubo verde. Esta prática atende uma série de finalidades na agricultura, uma destas é o controle de fitopatógenos de solo. Três princípios podem ser analisados neste tipo de controle: escassez de alimento para o patógeno, liberação de substâncias orgânicas tóxicas que inibem o crescimento ou matam o patógeno; o que ocorre durante a decomposição da massa verde, e ainda, aumento de populações antagonistas que encontram no material decomposto um ambiente propício ao seu crescimento e reprodução (ROSSI, 2002).

Os benefícios da incorporação de matéria orgânica ao solo, somando-se a crescente preocupação em se reduzir os custos de produção, e com isso, de se manter a competitividade e sustentabilidade da produção agrícola e à necessidade do uso racional de resíduos agroindustriais, o que corresponde à demanda em crescimento dos produtos orgânicos. Neste sentido, as propostas alternativas para o controle de fitomoléstias terão maiores chances de sucesso se as pesquisas levarem em consideração os seguintes fatores: a complexidade do solo, as estratégias de sobrevivência dos patógenos neste sistema, a dinâmica das populações de microrganismos e a epidemiologia das doenças com seu nicho causal (CAFÉ FILHO; LOBO JUNIOR, 2000).

Zambolim et al. (1996) constataram que a adição de matéria orgânica ao solo, tanto como adubo verde quanto como composto orgânico, causa uma redução nas populações de nematóides e conseqüentemente no dano associado. Além das modificações nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, ocorrerá uma redução nos fatores ligados ao estresse, o que proporcionará maior resistência da planta ao parasitismo (ROSSI, 2001).

Outra alternativa de controle do fitopatógeno corresponde à inoculação de antagonistas. Desta forma, é crescente nos agroecossistemas, o emprego de protetores microbianos e do uso de microrganismos entomopatogênicos tais como: fungos,

bactérias e vírus, como agentes biocontroladores das doenças de plantas (MEDEIROS, 2001).

Segundo Agrios (1997), não se sabe ao certo quais os mecanismos que atuam no antagonismo das populações de patógenos, geralmente estes estarão relacionados a fatores como: parasitismo direto, competição por condições e recursos de sobrevivência, e ainda, produção de substâncias antibióticas.

Os conhecimentos são, ainda, insuficientes para dominar os processos de antagonismo que eliminam fitopatógenos, no entanto, sabe-se que através de um correto manejo do ambiente, inclusive da matéria orgânica do solo, as plantas se tornam mais resistentes à proliferação de doenças, sobretudo fúngicas e bacterianas (OSTERROHT, 2000).

1.3.2 Resistência induzida

A resistência de plantas contra doenças está associada à eficiência do hospedeiro em reconhecer a presença de patógenos através de mecanismos de percepção e transdução de sinais, que envolvem alterações transitórias no fluxo de íons através da membrana plasmática e mudanças no estado de fosforilação de proteínas. Em decorrência desse processo, ocorre a ativação de fatores de transcrição no núcleo da célula vegetal, resultando em alterações na expressão de genes de defesa. Em muitas interações planta-patógeno, a resistência é manifestada como uma resposta de hipersensibilidade, que resulta na morte localizada de células do hospedeiro no sítio de infecção, limitando dessa forma o desenvolvimento do patógeno a áreas restritas da planta (GUZZO; HAKAKAVA, 2007).

As plantas possuem como estratégias de defesa as barreiras estruturais que evitam que o patógeno obtenha alimento do hospedeiro, ou defesa enzimática e química que interferem no metabolismo do patógeno (HAMMOND-KOSAC; JONES, 1996; GLAZEBROOK *et al.*, 1997).

Os mecanismos de resistência geralmente são divididos em pré e pós-formados, sendo que estes são produzidos ou ativados em resposta à presença dos patógenos e exercem papel destacado no processo de resistência, uma vez que a amplitude de compostos existentes nas plantas superiores permite ações diferenciadas sobre os microorganismos.

A reação de defesa a patógenos, adquirida por herança genética, pode estar presente na planta ou ser ativada em resposta à presença do organismo, uma vez que o sistema de defesa vegetal é multicomponente, englobando mecanismos estruturais e bioquímicos que atuam de maneira dinâmica e coordenada. Quando os mecanismos de defesa constitutivos não são eficientes, mecanismos latentes de resistência podem ser ativados por indutores e expressos no local do sítio de infecção ou sistematicamente, após subsequente infecção de patógenos, caracterizando a resistência sistêmica adquirida (RSA) (STICHER *et al.*, 1997; METRAUX, 2001).

Embora a RSA venha sendo estudada desde 1901, a indução de resistência recebeu maior ênfase a partir da década de 60, através do uso de indutores bióticos com proteção cruzada viral e uso de microorganismos não patogênicos, e mais recentemente, com uso de indutores sintéticos, efetivos contra infecções subsequentes por diferentes patógenos (PASCHOLATI, 2003), mostrando-se como estratégias potencial para controle de fitonemátóides, fungos, e outros.

Na indução de resistência com indutores abióticos, a ação desses agentes não é devido à atividade antimicrobiana, mas à capacidade de indução de resistência e manutenção da proteção a partir da aplicação, até que seja completamente expressa (KÚC, 2001). Vários são os indutores relacionados com a ativação de resistência, dentre eles o acibenzolar-S-metil (ASM) que foi o primeiro indutor químico a ser usado comercialmente e tem demonstrado ser um potente ativador da Resistência induzida (RI) em diversas espécies de plantas (GORLACH *et al.*, 1996). Induz a planta a produzir uma resposta de defesa, mas não atua diretamente sobre o patógeno.

Ecolife® é um produto comercial originado de biomassa cítrica, ou segundo o fabricante, uma formulação aquosa heterogênea contendo polifenóis, flavonóides, fitoalexinas e ácidos orgânicos diluídos, tem se mostrado eficaz na proteção de pepino, cafeeiro e cacauero contra diferentes patógenos (CAVALCANTI *et al.*, 2006).

Um outro indutor que vem sendo muito utilizado é o Biopirol que é um fertilizante foliar e/ou radicular líquido de alto desempenho a base de extrato pirolenhoso, solução orgânica originada da carbonização da madeira, que apresenta algumas semelhanças com os ácidos húmicos, por serem ambos derivados da transformação da lignina e de outros componentes de resíduos vegetais (COELHO *et al.*, 2003). É também considerado como um estimulador dos mecanismos de defesa da planta, pois tem grande presença de fenóis naturais, substâncias presentes em quase

todos os mecanismos de defesa bioquímica. A atuação conjunta na nutrição e no metabolismo resulta em aprimoramento das defesas naturais (BIOPIROL., 2002).

O uso de derivados de plantas, a exemplo de extratos e óleos essenciais, constitui alternativa para manejo de fitopatógenos, muito estudada recentemente, principalmente nos casos onde os métodos atuais de controle se mostram poucos efetivos. Entre essas plantas das quais vem se extraindo o óleos essenciais, destaca-se o Nim (*Azadirachta indica* Juss.) que vem sendo utilizado de diferentes maneira para controle de pragas e doenças, demonstrando grande potencial de utilização como indutor de resistência a doenças (SINGH; PRITHIVIRA, 1997; PAUL; SHARMA, 2002).

REFERÊNCIAS

AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. 4. ed. San Diego: Academic Press, p. 143, 1997.

BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H. Princípios gerais de controle. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Eds.). **Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos**. 3.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. v.1. cap. 34. p. 692-709.

BIOPIROL: fertilizantes líquidos. **Curso Prático de Agricultura Orgânica**. Bahia, set. 2002. p.14.

BROISLER, L. A. A proposta Mokiti Okada. **Revista Brasileira de Agropecuária**, Viçosa, Ano 1, n.9, p. 21-23, 1997.

CAFÉ FILHO, A.C. ; LOBO JÚNIOR, M. Manejo de fatores físicos e culturais para o controle de patógenos de solo. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 8, p.267-301, 2000.

CAMARGO, L.E.A.; BERGAMIN FILHO, A. Controle genético. In: BERGAMIN FILHO; A.; KIMATI, H; AMORIM, L. **Manual de Fitopatologia**. Ed. São Paulo SP. Ceres. 1997. v. 1, p. 470-492.

CAMPANHOLA, C.; BETTIOL, W. Panorama sobre o uso de agrotóxicos no Brasil. In: CAMPANHOLA, C.; BETTIOL, W. (Ed.). **Métodos alternativos de controle fitossanitário**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. p.1-25.

CAVALCANTI, F. R.; RESENDE, M. L. V.; ZACARONI, A. B.; JÚNIOR, P. M. R.; COSTA, J. C. B. & SOUZA, R. M. Acibenzolar-S-Metil e Ecolife na indução de respostas de defesa do tomateiro contra a mancha bacteriana (*Xanthomonas vesicatoria*). **Fitopatologia Brasileira**, v.31, p. 372-380. 2006.

COELHO, R. R. R.; BENITES, V. M.; BOM, E. P. S.; SACRAMENTO, D. R. Avaliação do crescimento de actinomiceto em substratos contendo subprodutos da carbonização vegetal visando a produção de ácidos húmicos. **Grupo Brasileiro da IHSS**, VEBSH: Universidade Federal do Paraná, p.3 novembro de 2003.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Cultivo do tomate para industrialização**. Disponível em: <<http://sistemas.deproducao.cnptia.embrapa.br>> Acesso em: 11 maio 2004.

FILGUEIRA, F.A.R. Solanáceas II - Tomate: a hortaliça cosmopolita. In: FILGUEIRA, F.A.R. **Novo Manual de Olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 2000. cap.13. p. 189-234.

GLAZEBROOK, J.; ROGERS, E.E.; AUSUBEL, F.M. Use of Arabidopsis for genetic dissection of plant defense responses. **Annual Review of Genetics**, Palo Alto, v. 31, p.547-569, 1997.

GÖRLACH, J.; VOLRATH, S.; KNAUF-BEITER, G.; HENGY, G.; BECKHOVE, U.; KOGEL, K. H.; OOSTENDORF, M.; STAUB, T.; WARD, E.; KESMANN, H.; RYALS, J. Benzothiadiazole, a novel class of inducers of systemic acquired resistance, activate genes expression and disease resistance in wheat. *The Plant Cell*, Rockville, v.8, p.629-643. 1996.

GRATTIDE, R.; O'BRIEN, R.G. Occurrence of third race of fusarium wilt of tomatoes in Queensland. **Plant Disease**. v.66, p.165-166, 1982.

GUZZO, S.D.; HARAKAVA, R. Mecanismos envolvidos na resistência induzida de plantas a doenças: sinalização e expressão de genes de defesa. Indução de resistência em plantas a patógenos. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, n. 1, p.281-301, 2007.

HAMMOND-KOSAC, K.E.; JONES, J.D.G. Resistance gene-dependent plant defense responses. **Plant Cell**, Rockville, v.8, p.1773-1791, 1996.

INSTITUTO BIODINÂMICO – IBD. www.ibd.com.br. Acesso em 24/09/2003

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. SIDRA. **Tomate**. Produtividade de 2007. Disponível em: <<http://www.ibge.com.br>> Acesso em: 12 agosto 2008.

JULIATTI, F. C. Manejo integrado de fungos fitopatogênicos. In: SILVA, L. H. C. da P.; CAMPOS, J.R.; NOJOSA, G.B. de A. **Manejo integrado: doenças e pragas em hortaliças.** Lavras, Minas Gerais: UFLA, 2001.

KAPPELMAN, A. J. Resistance to Fusarium wilt in used cotton cultivares. **Plant Disease**, v. 66, p. 837-839, 1982.

KIEHL, E. J., **Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto.** 3. ed. Piracicaba, p.171, 2002.

KLINGELFUSS, L. N.; YORINORI, J. T. Infecção latente de *Colletotrichum truncatum* e *Cercospora kikuchii* e efeito de fungicidas sobre doenças de final de ciclo de soja. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal. v. 26, p.356-361, 2000.

KÚC, J. Concepts and detection of induced systemic resistance in plants and its a application. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht. v.107, p.7-12. 2001.

KUROSAWA, C.; PAVAN, M.A. Doenças do tomateiro. In: KIMATI, H. et al. **Manual de Fitopatologia: doenças de plantas cultivadas.** 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. v. 2. p. 690-719.

LUCAS, J. A. Plant pathology and plant pathogens. London: Blackwell Science. P.274, 1998.

LATERROT H.; BLANCARD, D.; COUTEAUDIERY. Les Fusarioses de la tomate. P.H.M. **Revue Horticule**, p.288, 1988.

MARANCA, G. **Tomate: variedades, cultivo, pragas, doenças e comercialização.** 3. ed. São Paulo: Nobel, 1986.

MASSOLA JÚNIOR, N. S.; BEBENDO, L. P. Doenças do Quiabeiro In: KIMATI, H. et al. **Manual de Fitopatologia: doenças de plantas cultivadas.** 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, v. 2. p.616-620, 1997.

MEDEIROS, M.B. de. Biofertilizantes líquidos na proteção de hortaliças. **Agroecologia Hoje**, ano 2, n.11, p. 26, out./nov. 2001.

MICHEREFF, S.J.; BARROS, R. **Proteção de plantas na agricultura sustentável.** Recife: UFRPE, Imprensa Universitária, P.368, 2001.

MÉTRAUX, J. P. Systemic acquired resistance and salicylic acid: current status of knowledge. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 107, p. 13-18, 2001.

NAKASONE, A.K.; BETTIOL, W.; SOUZA, M. Efeito de extratos aquosos de matéria orgânica sobre fitopatógenos. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v.25, n. 4, p. 330-335, out./dez. 1999.

OSTERROHT, M.V. Alguns aspectos de dinâmica da matéria orgânica em solos tropicais. **Revista Agroecologia**, n. 17, p. 4-07, 2000.

PASCHOLATI, S. F. Indução de resistência sistêmica: opção para controle de doença de plantas no século XXI? **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 29, p. 115-116, 2003.

PAUL, P. K.; SHARMA, P.D. *Azadirachta indica* leaf extract induces resistance in barley against leaf stripe disease. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 61, p.3-13, 2002.

PEREIRA NETO, J.T. **Produção de composto orgânico a partir do lixo urbano: reciclagem do lixo urbano para fins industriais e agrícolas**. Belém: EMBRAPA, p.181-182, 1998.

RODRIGUES, A. A. C. Resistência de caupi a *Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum*: avaliação de germoplasmas, indução de defesa, caracterização de mecanismos bioquímicos, estruturais e análise da capacidade funcional do xilema. Tese de Doutorado, Recife PE. Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2003.

ROSSI, C.E. Métodos de controle de nematóides compatíveis com a agricultura orgânica. **Agroecologia**, n.7, p. 20-21, fev./mar. 2001.

ROSSI, C.E. Adubação verde no controle de nematóides. **Agroecologia**, ano 2, n. 4, p. 26-27, maio/jun. 2002.

SANTINI, A. Batata e tomate – Manejo de doenças. **Correio agrícola**. Ed. Bayer Cropsience Ltda. ed. 1. p. 12-15, 2003.

SANTOS, G.A.; CAMARGO, F.A. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Gênese, 1999.

SINGH, U. P.; PRITHIVIRA, B. Neenmazal, a product of neen (*Azadirachta indica*), induces resistance in pea (*Pisum sativum*) against *Erysiphe pisi*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 51, p. 181-194, 1997.

STICHER, L.; MAUCH-MANI, B.; MÉTRAUX, J. Systemic acquired resistance. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.18, p.270, 1997.

SOUZA, J.L. Cultivo orgânico de hortaliças. **Sistema de produção**, Viçosa, p. 24-25, 1999.

VALE, F. X. R.; PARLEVLIET, J. E.; ZAMBOLIM, L. Concepts in plant disease resistance. **Fitopatologia brasileira**. v.26, p.577-588, 2001.

VALENZUELA-URETA, J.G.; LAWN, D.A.; HEISEY, R.F.; ZAMUDIONALOA, V. FIRT REPORT OF Fusarium wilt race 3 caused by *Fusarium oxysporum* f. sp *lycopersici*, of tomato in México. **Plant Disease**, v.80, p.105, 1996.

VOLIN, R.B.; JONES, J.P. A new race of *Fusarium oxysporum* of tomato in Florida and sources of resistance. Procudings of Florida state **Horticultural Society**, v.95, p.268-270, 1982.

ZAMBERLAN, J.; FRONCHETI, A. **Agricultura ecológica**: preservação do pequeno agricultor e do meio ambiente. Petrópolis: Vozes, 2002.

ZAMBOLIM, L.; SANTOS, M.A.; BECKER, W.F. ; CHAVES, G.M. Agro-wast soil amendment for the control of *Meloidogyne javanica* on tomato. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 21, p. 250-253. 1996.

ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Manejo Integrado**: doenças, pragas e plantas daninhas. Viçosa: UFV, 2000.

CAPÍTULO II

Reação de cultivares de tomateiro ao *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, agente causal da murcha de fusário.

Sandra Maria da Costa Cruz^{1,3}; Antônia Alice Costa Rodrigues^{1,2}

¹Mestrado em Agroecologia – UEMA; ²Laboratório de Fitopatologia- UEMA ;

Universidade Estadual do Maranhão, Cx. Postal 09, CEP:65054-970, São Luís, MA, e-

mail: alicecosta@cca.uema.com.br; ³ Escola Agrotécnica Federal de São Luiz, C.P.,

CEP, Brasil e-mail: scostacruz@bol.com.br;

*Parte da dissertação de mestrado da primeira autora

RESUMO

Entre as doenças de importância econômica que afetam o tomateiro podemos destacar a murcha de fusário causada por *Fusarium oxysporum* Schlecht f. sp. *lycopersici* Snyder & Hansen. A doença ocorre em todos os estados brasileiros, causando drástica redução na colheita e morte prematura das plantas. A utilização de cultivares resistente constitui o método mais eficiente de controle da doença. Este trabalho teve como objetivo avaliar a reação de cultivares de tomateiro a *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*. A identificação do isolado foi feita de acordo com os aspectos morfológicos e com auxílio de microculturas. Sementes de tomate das cultivares IPA 6, Gaúcho Melhorado, Santa Clara, Santa Cruz, Floradade, Caline IPA 6, Cereja Carolina, Cereja Yashi, Cereja Yubi, Meia Estaca, Santa Adélia e Italiano, foram semeadas em bandejas, contendo solo autoclavado e húmus de minhoca na proporção 2:1. Realizou-se o transplântio 14 dias após a semeadura, para vasos contendo solo e esterco de gado autoclavado na proporção 3:1. O método de inoculação realizado foi através do ferimento de raízes em meia lua, aplicando-se 20 ml da suspensão na concentração de

1×10^6 conídios/ mL^{-1} em cada planta. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 12 tratamentos e cinco repetições. A unidade experimental constou de duas plantas por vasos. A avaliação foi realizada 21 dias após a inoculação através da escala de notas. Os resultados demonstraram que o isolado apresentou colônia de cor violácea com bordas definidas, crescimento cotonoso e formação concêntrica, com a presença de microconídio, formado em conidióforo simples e formação de falsas cabeças e macroconídios levemente curvos, com célula pedicelar bem definida, além da presença de clamidósporos. Em relação à reação das cultivares, a Caline IPA 6 comportou-se como altamente suscetível, as cultivares IPA 6 e Cereja Pendente Yashi comportaram-se como suscetíveis enquanto que as cultivares Italiano para Molho, Floradade, Cereja Carolina, Cereja Pendente Yubi, Santa Adélia, Gaúcho melhorado, Santa Clara 5800, Santa Cruz Kada Gigante e Salada Meia Estaca, comportaram-se como moderadamente resistente ao patógeno.

Palavras chave: Cultivares, Resistência, tomateiro, *Fusarium*.

ABSTRACT

Reaction of tomato plant cultivars of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, causal agent of fusarium wilt.

Among the diseases of economical importance that affect the tomato plant, we can evidence the fusarium wilt caused by *Fusarium oxysporum* Schlecht f. sp. *lycopersici* Snyder & Hansen. The disease occurs in all brazilian states, causing drastic decrease on the crop and premature death of plants. The use of resistant cultivars constitute the most efficient method of the disease control. The work had as objective to

evaluate the reaction of tomato plant cultivars of *F. oxysporum f. sp. lycopersici*. The identification of the segregate was done according to morphological features and with assistance of microculture. Seeds of tomato of the cultivars IPA 6, Gaúcho melhorado, Santa Clara, Santa Cruz, Floradade, Caline IPA 6, Carolina Cherry, Yashi Cherry, Yubi Cherry, Meia Estaca, Santa Adélia and Italian, were sowed in trays, with autoclavado soil and muck of earthworm on the proportion 2:1. It was accomplished the transcrop 14 days after the sowed, to vases with soil and manure cattle autoclavado on the proportion 3:1. The method of inoculation executed was through the hurt of roots in middle moon, applying 20ml of suspension whose concentration was 1×10^8 conidio/ml in each plant. The test was accomplished in 21 days after the inoculation through the scale of notes. The experimental lineation was completely causalized, with 12 treatments and 5 repetitions. The experimental unity verified two plants per vase. The results showed that isolated presented colony of violet color with definite limits, cottonoso growth and concentric formation, with presence of microconidio, formed in siple conidiophores and formation of false heads and macroconidios lightly short, with pedicelar cell too defined, beyond the presence of clamidosphores. Related to the reaction cultivars to culture Caline IPA 6 behaved like highly susceptible, the cultivars: IPA 6 and Yashi Pendingt Cherry behave themselves with susceptible while the cultivars: Italian to the sauce, Floradade, Carolina Cherry, Yubi pending Cherry, Santa Adélia, Gaúcho melhorado, Santa Clara 5800, Giant Santa Cruz Kada and Salad middle Estaca, presented an intermediate resistance to pathogen.

keywords: Cultivars, Resistance, Tomato plant, *Fusarium*

INTRODUÇÃO

O tomateiro é uma dicotiledônea da ordem Tubiflorae, pertencente à família Solanaceae, gênero *Lycopersicon*. A família Solanaceae é uma das mais importantes do reino vegetal para a economia humana, pois possui várias espécies comestíveis (Minami & Haag, 1989). O tomateiro, cientificamente conhecido por *Lycopersicon esculentum* Mill é proveniente da região andina, possui uma grande variabilidade que possibilitou o desenvolvimento de cultivares para atender às demandas do mercado, tanto para o processamento quanto para o consumo *in natura* (Filgueira, 2000). O tomateiro está entre as hortaliças mais cultivadas, sendo o Brasil um dos maiores produtores mundiais e o maior da América Latina (Silva & Betiol, 2006).

A produção de tomate no Brasil aumentou de 1,5 milhões de toneladas, em 1980 para 3,4 milhões de toneladas, em 2004; enquanto a área plantada não teve um aumento tão significativo, passando de 50 mil hectares para quase 58 mil hectares, em 2004. A produtividade que era de 30,6 t.ha⁻¹ em 1980, atualmente está por volta de 59,1 t.ha⁻¹ (FAO- FAOSTAT, 2005).

A cultura do tomateiro exige grandes investimentos fitossanitários, com pulverizações de defensivos a cada três dias, desde a emergência até a colheita, além de utilizar grande quantidade de mão-de-obra, adubação do plantio à colheita, resultando em alto custo de produção (Silva & Giordano, 2000). Segundo o mesmo autor, a tecnologia de produção dessa cultura deve buscar competitividade, reduzindo os custos de produção e elevando os índices de produtividade e qualidade. A produtividade sofre, também, grande influência do meio ambiente por meio das condições adversas, como variações intermitente de umidade, temperatura, incidência de radiação, ventilação, composição e quantidade de nutrientes no solo, além da ação de patógenos (bactérias,

fungos, vírus e nematóides). Se as condições ambientais estiverem desfavoráveis para a planta, estas estarão mais propensas ao ataque dos patógenos uma vez que doença é consequência da interação patógeno virulento, hospedeiro suscetível e ambiente favorável (Guazzelli, 2002).

Muitas doenças têm sido relatadas associadas ao tomateiro, causando grande redução da produtividade e da qualidade do produto (EMBRAPA, 2007).

Existem três raças descritas deste fungo. A raça 1 é mais comum ocorrendo em quase todos os países produtores de tomate. A raça 2 é restrita ocorre em alguns países como Estados Unidos (Stall, 1961) e Brasil (Neder *et al.*, 1964). A raça três é a menos freqüente e só foi relatada na Tunísia (EL-Mahjoub, 1988), na Austrália (Grattidge & O' Brien, 1982) e nos Estados Unidos (Volim & Jones, 1982; Davis *et al.*, 1988).

No Brasil a raça 1 é a mais prevalecente e ocorre em vários estado (Neder *et al.*, 1964; Caratelli, 1978; Rodrigues & Juliati, 1990). A raça 2 vem crescendo de importância e já foi encontrada em São Paulo (Neder *et al.*, 1964; Kurozawa & Pavan, 1982), no Maranhão (Caratelli, 1978) e na Paraíba (Caratelli, 1978). A raça 3 ainda não foi relatada no Brasil. A Fusariose tem causado grandes perdas que chegam a inviabilizar áreas inteiras para a exploração e obrigando os produtores a buscarem novas áreas para plantio, uma vez que o patógeno sobrevive no solo por longos períodos, mesmo na ausência do hospedeiro (Agrios, 1997).

Doenças como a murcha vascular apresenta controle muito difícil. Dentre as doenças fúngicas, a murcha causada por *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* causam elevados prejuízos em cultivares suscetíveis, devido a colonização vascular pelo fungo e a inviabilidade econômica do controle químico (Lopes, 2006).

As medidas de controle da doença, sejam culturais ou que tenham como base o uso de produtos químicos, são pouco efetivas e, na maioria dos casos, extremamente

caras onerando o custo de produção (Jones & Woltz, 1981). Desta forma a utilização de cultivares resistente constitui o método mais eficiente de controle desta doença (Kurosawa & Pavan, 1997). No entanto não estão disponíveis aos produtores principalmente no estado do Maranhão, pois a grande maioria dos genótipos resistentes é de origem estrangeira e de difícil aquisição de sementes.

O estudo da resistência do tomateiro à murcha de fusário representa ainda uma preocupação. Em se tratando do estado do Maranhão praticamente não existe pesquisas sobre cultivares de tomateiro que estão disponíveis no mercado, ou seja, como estas se comportam na presença do *F. oxysporum* f. sp *lycopersici*. Face ao exposto o presente trabalho teve como objetivo principal avaliar a resistência de 12 cultivares de tomateiro a esse patógeno.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização do Experimento

Os ensaios foram realizados no Laboratório de Fitopatologia, e em casa de vegetação, localizados na Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, São Luis, MA.

O clima da região caracteriza-se por apresentar duas épocas bem distintas, uma chuvosa e outra seca. As precipitações pluviométricas variam entre 1.800 mm a 2.200 mm anual. A temperatura do ar média anual é superior a 27 ° C e a umidade relativa do ar se encontram em torno de 80 %.

Preparo de mudas de tomateiro.

Sementes das 12 variedades de tomate obtidas de São Luis e Imperatriz (Tabela 1) foram semeadas em bandejas de polietileno com 128 células, contendo solo autoclavado e húmus de minhoca na proporção 2:1, com irrigações diárias. Realizou-se o transplântio 14 dias após a semeadura, para vasos com capacidade de 2 kg contendo solo e esterco de gado autoclavado na proporção 3:1, deixando-se duas plantas por vaso.

Obtenção, isolamento e patogenicidade do isolado de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*

Foi utilizado o isolado de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* da Micoteca do Laboratório de Fitopatologia da UEMA, preservado em solo autoclavado. O isolado foi transferido para placas de Petri contendo meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA) (Figura 1), que posteriormente foi repicado e transferido para tubos de ensaio para conservação de culturas puras de isolados.

Para o preparo do inóculo, o isolado foi transferido para placas de Petri contendo meio de cultura BDA mantidas em condições ambientes por sete dias. E após esse período de tempo, adicionou-se 20 ml de água destilada em cada placa e utilizando lâmina de vidro efetuou-se a raspagem das colônias para liberação dos conídios, em seguida, com o auxílio de câmara de Neubauer, a suspensão foi ajustada para 1×10^6 conídios.ml⁻¹. A patogenicidade do isolado foi testada na variedade de tomateiro Santa Cruz, efetuando-se a avaliação através da incidência da fusariose.

Para a caracterização do isolado de *F. oxysporum* f. sp. *lycorpercisi* retirou-se plantas da cultivar Santa Cruz com sintomas da murcha, fragmentos da parte

intermediária das lesões do colo da planta, submetidos à assepsia usual, com álcool a 50 %, solução de hipoclorito 1:3 e água destilada, esterilizada, foram transferidos para o meio de cultura Batata-Dextrose-Agar (BDA), até o crescimento do fungo.

A identificação do isolado foi feita de acordo com os aspectos morfológicos e com auxílio de microculturas (Menezes & Assis, 2004).

Realizou-se a avaliação em função das características morfológicas do fungo, quanto ao tamanho de macroconídios e microconídios em conidióforos simples, formação de falsas cabeças. Foram medidos o comprimento e largura de 50 macroconídios e microconídios, estabelecendo-se uma média e multiplicando pelo fator de correção.

Avaliação da resistência de variedades de tomateiro a *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*

Aos 30 dias após a semeadura as mudas de tomateiro foram inoculadas utilizando-se o método de ferimento de raízes tipo meia lua onde foi efetuado um sulco em um dos lados do sistema radicular com auxílio de um bisturi, e em seguida aplicando-se 20 ml da suspensão de inoculo 1×10^6 conídios.ml⁻¹ em cada planta, (Menezes & Assis, 2004).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 12 tratamentos e 5 repetições. A unidade experimental constou de duas plantas por vasos.

Após 21 dias da inoculação realizou-se a avaliação através da escala de notas (Santos, 1999), que variou de 1 a 5, avaliando os sintomas externos e internos. Foi

considerado nota 1- para as plantas sadias; nota 2- para as plantas doentes com sintoma vascular leve; nota 3- para as plantas com sintoma de amarelecimento foliar e escurecimento vascular; nota 4- para as plantas com murcha severa associada a escurecimento vascular, necrose foliar e clorose e, nota 5- para as plantas mortas. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A reação das variedades de tomateiro ao patógeno foi determinada, a partir da severidade da doença observada para cada variedade, utilizando o seguinte critério: resposta imune (severidade=1); alta resistência (severidade variando de 1,01 a 2,00); moderadamente resistente (severidade de 2,01 a 3,00); suscetibilidade (severidade de 3,01 a 4,0) e altamente suscetível (severidade =4,01 a 5), (Reis, 2005).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização morfológica do isolado de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*

O isolado de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* apresentou colônia de cor violácea com bordas definidas, crescimento cotonoso e formação concêntrica. Quanto às estruturas morfológicas, foi observada a presença de microconídio, formado em conidióforo simples e formação de falsas cabeças. Os macroconídios presentes apresentaram-se levemente curvos, com célula pedicelar bem definida, além da presença de clamidósporos (Figura 1).

De acordo com os resultados (Tabela 2), observou-se que o isolado *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* apresentou macroconídios e microconídios dentro do padrão de comprimento e largura estabelecido. Os resultados obtidos reforçam os dados

descritos por Booth, (1977), no qual mostra que o comprimento dos macroconídios dessa espécie, varia de 27 a 60 μm ,

As características morfológicas de *F. oxysporum* variam, mesmo dentro de formas especiais e raças, em relação ao tamanho e a forma de macroconídios e também quanto à proporção de macroconídio e microconídio formados (Messiaen & Cassini, 1981). Os microorganismos apresentam como características uma grande variabilidade genética, que pode refletir em sua morfologia, fisiologia ou patogenicidade. De um modo geral, as espécies de *Fusarium* apresentam essa característica (Machado, 1980; Tousson & Nelson, 1975; Oliveira *et al.*, 1998).

Reação das cultivares de tomateiro a *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopercisi*

Nenhuma cultivar apresentou-se como altamente resistente ao isolado testado. De acordo com os resultados obtidos (Tabela 3), a reação das cultivares variou de uma alta suscetibilidade a uma moderada resistência. Os resultados mostraram que a cultivar Salada Meia Estaca superou todos os demais tratamentos, apresentando a menor severidade da murcha de fusário, portanto segundo o critério adotado esta cultivar, apresenta uma moderada resistência, inclusive diferindo estatisticamente das cultivares mais utilizadas no Estado do Maranhão, Variedades Santa Cruz e Santa Clara. Considerando as cultivares avaliadas nas condições testadas e levando em consideração a severidade da doença, a cultivar Meia Estaca é a mais indicada para as áreas com incidência da murcha de fusário, A cultivar Caline Ipa 6 apresentou a maior severidade da doença, obtendo a nota 4,2 e diferindo estatisticamente das demais cultivares utilizadas no experimento, comportando como altamente suscetível, não podendo ser recomendada para o cultivo em áreas infestadas com o fusário. Nota-se ainda (tabela 3), as cultivares Italiano para Molho, Floradade, Santa Adélia, Gaúcho melhorado e Santa

Clara 5800 não diferiram estatisticamente entre si em relação a severidade da doença, tendo estas atingidas severidade variando de 2,5 a 2,9. Segundo os critérios adotados os resultados indicam que as cultivares acima citadas apresentaram uma moderada resistência ao *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*. As cultivares Ipa 6 e Cereja Pendente Yashi não diferiram estatisticamente das cultivares anteriormente citadas, mas diferiram quanto à reação ao *Fusarium*, tendo estas apresentado reação de suscetibilidade, pois apresentaram uma nota acima de 3, indicando elevada severidade da doença.

Os resultados ora obtidos discordam dos apresentados por Reis *et al.* (2004), que observaram a resistência de 33 genótipos de tomate, dentre 39 avaliados, ao *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*. Neste mesmo trabalho foi confirmada a suscetibilidade das cultivares Floradade (utilizada na presente pesquisa), IPA-5 e Ponderosa ao fungo citado. Porém Santos *et al.*, (1993), pesquisando dez variedades diferenciadoras de raças de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*, observou que a cultivar Floradade e Santa Adélia foram resistentes a raça 1 e 2.

As cultivares Ipa 6, Santa Clara e outras cultivares foram estudadas por (Halfeld-VIEIRA *et al.*, 2007) neste experimento avaliaram essas cultivares quanto a resistência a mancha fuliginosa de cercospora em tomateiro, com os resultados constatou-se que as variedades Ipa 6 e Santa Clara se comportaram como resistente, porém Duradoro e San Vito apresentaram maior resistência a doença, Débora Plus se destacou, configurando-se a mais suscetível dentre as demais cultivares (Halfeld-VIEIRA *et al.*, 2007). Segundo Lourenção *et al.*, (2001) avaliando a resistência de linhagens de tomateiro a tospovírus, observou que a cultivar Ipa 6 mostrou-se suscetível a (TCSV) *groundnut ringspot vírus*.

O comportamento de variedades de tomate quanto a resistência a *fusarium* também foi avaliado por (Pavan & Kurosawa 1981), estes autores avaliaram o

comportamento das progênies T-27-8-30, T-26, T-22 e das cultivares Bulgária 12 e Ângela Gigante em relação as raças 1 e 2 de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*. Os resultados do experimento demonstraram que as progênies T27-8-30, T-22 e T27 comportaram-se como resistente a raça 1, mas suscetíveis a raça 2. As progênies T-31-8-18, T23-8-20, T-23 e T-24 apresentaram segregação para a resistência a raça 1. As cultivares Zambom, CAC, Piedade e Ângela foram resistente a raça 1 e suscetíveis a raça 2. Mello *et al.*, (1997), avaliando a resistência de genótipos de tomateiro à mancha bacteriana em campo e em casa de vegetação, observou que o genótipo Santa Clara se mostrou suscetível à mancha bacteriana e o genótipo Ipa 6 altamente suscetível, diferente do que ocorreu com o genótipo Campbell 28 que se mostrou resistente a murcha-bacteriana. O resultado obtido com a cultivar Ipa 6 é semelhantes ao que ocorreu no experimento ora discutido, no aspecto reação da cultivar, porém diferente em relação ao patógeno e conseqüentemente, a doença, pois no trabalho em discussão a variedade Ipa 6 comportou-se como altamente suscetível a murcha de fusário. Krause *et al.*, (2001) avaliando genótipos de tomateiro a mancha bacteriana pequena observou que as cultivares e híbridos mostraram-se suscetíveis inclusive a cultivar santa Clara, enquanto que PI 126932-1-2, Pi 128216-1-2 e PI1272807 foram as mais resistentes à doença.

O isolado *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*. conseguiu infectar causando a morte de 60 % das plantas da cultivar Caline Ipa 6, em quanto que 100 % das plantas da cultivar Salada meia Estaca apresentaram sintomas leves, diferente do que ocorreu com a cultivar Caline Ipa 6, que se comportou como uma cultivar altamente suscetível, pois esta apresentou um processo infeccioso com sintomas característicos de doença com sintomas externo e interno causando a morte das plantas (Figura 2)

Observou-se, em função da severidade, que nas cultivares Italiano para Molho, Floradade, Santa Adélia, Gaúcho melhorado e Santa Clara 5800 o patógeno utilizado no experimento induziu sintomas leves em 40 % das plantas, os mesmos sintomas também foram observados em um percentual maior das plantas das cultivares Yubi e Cereja Carolina que foi de 50 % e 60 % respectivamente, observamos ainda que 80 % das plantas da cultivar Santa Cruz também apresentaram sintomas leves. Todas essas cultivares apresentaram uma moderada resistência ao *F. oxysporum* f. sp. *lycopercisi*. Os resultados também indicam que 20 % das plantas das cultivares Ipa 6 e Cereja Pendente Yashi, apresentaram sintomas leves, porém não comportaram-se como moderadamente resistente, pois 20 % das suas plantas apresentaram sintomas severos (murcha da planta), portanto estas cultivares comportaram-se como suscetível (Figura 3).

Em relação ao critério de reação que foi adotado neste trabalho, percebe-se que das 12 variedades avaliadas 75 % manifestaram uma moderada resistência em quanto apenas 8% reagiram como altamente suscetíveis e 12 % comportaram-se como suscetível (figura 4). A figura 6 represente sintomas da doença nas plantas, aos 21 dias após a inoculação.

Alguns trabalhos mostram que a cultivar BRH apresenta resistência à doença da murcha do tomateiro ocasionada por *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*, enquanto que Viradoro é uma cultivar resistente a vira cabeça (Toposvírus), mancha de estenfílio (*Stemphylium solani*) e a murcha de fusário (Silva *et al.*, 2007). Porém essas cultivares resistentes a *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* não se encontram disponíveis hoje ao produtor de tomate do estado do Maranhão, havendo portanto a necessidade de estudos nessa linha de pesquisa no nosso estado.

Em um experimento, utilizando isolados locais raça 1 de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* em cultivares e linhagens de tomateiro, quatorze delas apresentaram-se altamente resistente ou imune destacando-se Miquel, Floradel, Floralau, Vital, Perreira, São Sebastião, Vitória e viçoso (Almeida, 1987).

A identificação de novas fontes de resistência e a disponibilidade no mercado, é de extrema importância tanto para os programas de melhoramento genético, já que a fusariose é uma doença de difícil controle, para permitir um cruzamento entre genitores resistentes e suscetíveis que poderão resultar na seleção de novas cultivares resistentes e de grande aceitação junto aos produtores quanto para os produtores dos pólos de produção de hortaliças, pois o acesso a esta cultivares irá contribuir significativamente para a redução do uso indiscriminado de agrotóxicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIOS, G.N. 1997. Plant Pathology. 4. ed San Diego: Academic Press, 635p.
- ALMEIDA, R. T.; CHAVES, G. M. 1987. Determinação de raças fisiológicas de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Sacc) Snyder & Hansen, no Estado do Ceará, e resistência de cultivares de *Lycopersicon esculentum* Mill, a alguns isolamentos. Ciência Agronômica, 18: 41-50.
- BOOTH, C. 1977. *Fusarium*: laboratory guide identification of the major species. Kew: Commonwealth Mycological Institute, p.1.

- CARATELLI, R.T. 1978. Determinação de 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, UFC, 64p. (Tese mestrado).
- DAVIS, R.M.; KIMBLE, K.A.; FARRAR, J.J. 1988. A third race of *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici* identified in California. *Plant Dis*, 72:453.
- EL-MAHJOUR, M. 1974. Mise en evidence d'une nouvelle race *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* Sn & H *Ann. Inst. Nat. Rech. Agtono. Tunis* 47:1-17.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2007. 25 de Janeiro. *Sistemas de produção: Cultivo do Tomate para Industrialização*. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>
- FAO-FAOSTAT. 2005. Database Results. Disponível em: <<http://www.apps.fao.org>>. Acesso em: 12 dez.
- FILGUEIRA, F. A. R. 2000. Novo manual de Olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, p. 189-234.
- GRATTIDGE, R.; O'BRIEN, R.G. 1982. Occurrence of a third race of *Fusarium* wilt of tomatoes in Queensland. *Plant Dis*. 66:165-166.
- GUAZZELLI, M. J. 2002. Trofobiose 1. *Agroecologia Hoje*. v.3, n. 16, set/out.

- HALFELD-VIEIRA, B. A.; NECHET, K. L.; SOUZA, G. R. 2007. Reação de cultivares de tomateiro à mancha fuliginosa de cercospora. *Fitopatologia Brasileira*, v. 32, (suplemento) p. 111.
- JONES, J. P.; WOLTZ, S.S. 1981. Fusarium-incited diseases of tomato and potato and their control. In: NELSON, P. E.; TOUSSOOUN, T. A.; COOK, R. J. (eds) *Fusarium: Diseases, Biology, and taxonomy*. Pennsylvania State University Press, p. 157-168.
- KRAUSE, R.; KUROZAWA, C.; SCOTT, J. W.; CATÂNEO, A. 2001. Avaliação de genótipos de tomateiro à mancha bacteriana pequena do tomateiro, *Summa Phytopathologica*, 27:60-62.
- KUROSAWA, C.; PAVAN, M.A. 1992. Doenças do Tomateiro. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A.M. *Manual de Fitopatologia: Doenças de Plantas Cultivadas*. 3. ed.: Agronômica Ceres, 2: 690-719.
- LOPES F.C.A. 2006. Efeito de fontes de silício no controle de *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici* em tomateiro. Lavras : UFLA, 67p, (Tese de Mestrado).
- LOURENÇÃO, A. L.; SIQUEIRA, W. J.; MELO, A. M. T.; MELO, P. C. T.; COLARICCIO, A.; FONTE, L. C.; CHAVES, A. L. R. 2001. Avaliação da

resistência a tospovírus em cultivares e linhagens de tomateiro. *Summa Phytopathologica*. 27:17-23.

MACHADO, A. A. 1980. Esporulação de *Macrophomina phaseolina* (Tass.) Goid. e variabilidade do método de inoculação de esporos em estudos de seleção de germoplasma resistente. Piracicaba, SP, ESALQ-USP, 75p, 1980. (Tese mestrado).

MELLO, S. C. M.; LOPES, C. A.; TAKATSU, A.; GIORDANO, L. B. 1997. Resistência de genótipos de tomateiro à murcha-bacteriana, em campo e em casa-de-vegetação. *Fitopatologia Brasileira*, 22: 498-501.

MENEZES, M. & ASSIS, S.M.P. Guia prático para fungos fitopatogênicos. 2a. Ed. Recife PE. Imprensa Universitária, UFRPE, 2004..

MESSIAEN, C. M.; CASSINI, R. 1981. Taxonomy of *Fusarium*. In: NELSON, P.E.; TOUSSON, T.A.; COOK, RJ, EDS. *Fusarium* disease, biology, and taxonomy. University Park/London: Pennsylvania University Press, p.433 .

MINAMI, K.; HAAG, H. P. 1989. O Tomateiro. Campinas, SP, Fundação Cargill, 2. ed. p. 397.

NEDER, R.N.; DIAS, M.S.; VENCOSKY, R.; IKUTA, H. 1964. Esaiio de virulência de 33 isolamentos de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* Snyder & Hansen In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira par o Progresso da Ciência, 16., Ribeirão Preto, São Paulo, Anais. P.21-23.

- OLIVEIRA, A.M.R.; MATSUMURA, A.T.S.; PRESTES, A.M.; MATOS, G.S.; VAN DER SAND, S.T. 1998. Variabilidade patogênica e morfológica em isolados de *Bipolaris sorokiniana*. Fitopatologia Brasileira, 23:349-353.
- PAVAN, M.A.; KUROZAWA, C. 1981. Comportamento de algumas cultivares e progênies de tomateiro às raças 1 e 2 de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* Snyder & Hansen. Summa Phytopathologica, 7:57-62.
- REIS, A.; COSTA, H.; BOITEUX, L. S.; LOPES, C. A. 2005. First report of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* race 3 on tomato in Brazil. Fitopatologia Brasileira, Brasília, 30: 426-428.
- REIS, A.; LEONARDO, S.B.; LEONARDO, de B. G.; CARLOS, A. L. 2004. Ocorrência de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* raça 3 em tomateiro no Brasil e seleção de novas fontes de resistência ao patógeno. Brasília, Embrapa Hortaliças.
- RODRIGUES, E.J.R.; JULIATTI, F.C. 1990. Ocorrência da raça 1 de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* na região de Uberlândia MG. Fitopatologia Brasileira, 15:122.
- SANTOS, J. dos R.M.; LOPES, C.A.; LIMA, B.J.C. 1993. Cultivares de tomateiro diferenciadoras de raças de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. Horticultura brasileira. 11:27-29.

- SANTOS, J. R. M. 1999. Protocolo de Tecnologia: Seleção para resistência a doenças em hortaliças. N.3 Tomateiro/Murcha-de-fusario. EMBRAPA Hortaliças, Comunicado Técnico, p. 11.
- SILVA, E.K.C. ; FERRAZ, G. M. G. ; ALVES, M. Z. ; SILVA, R. L. O. ; AMARAL, D. J. O. ; SILVA, M. V. ; NASCIMENTO, A. V. S. ; RESENDE, L.V. 2007. Caracterização de genes de resistência à murcha de fusário do tomateiro utilizando a técnica RAPD. In: VII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão, 2007, Recife. VII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão.
- SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B. 2000. Tomate para processamento industrial. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia.
- SILVA, J.C.; BETTIOL, W. 2006. Possibilidade de controle com isolados de *Fusarium oxysporum* não patogênico. Comunicado técnico nº36, Junho. EMBRAPA, Jaguariúna, SP.
- STALL, R.E. 1961. Development of fusarium wilt on resistant varieties of tomato caused by a strain different from race 1 isolates of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. Plant Dis. Rep., 45:12-15.
- TOUSSON, T.; NELSON, P.E. 1975. Variation and specialization in the Fusaria Annual. Review. Phytopathology. 13:71-82.

VOLIN, R.B.; JONES, J.P. 1982. A new race of Fusarium wilt of tomato in Florida and sources of resistance. Proc. Fla State Hort. Soc. 95:268-270.

Tabela 1. Procedência das variedades de tomateiro utilizadas no experimento.

VARIEDADES	PROCEDÊNCIA	CRESCIMENTO
Santa Clara 5800	São Luis	Indeterminado
Santa Cruz Kada Gigante	São Luis	Indeterminado
Floradade	São Luis	Determinado
Gaúcho Melhorado	São Luis	Indeterminado
Caline IPA 6	São Luis	Determinado
IPA 6	São Luis	Determinado
Cereja Caroline	São Luis	Indeterminado
Cereja Pendente Yashi	Imperatriz	Semi-determinado
Cereja Pendente Yubi	Imperatriz	Semi-determinado
Italiano para Molho	Imperatriz	Determinado
Santa Adélia	Imperatriz	Determinado
Salada Meia Estaca	Imperatriz	Determinado

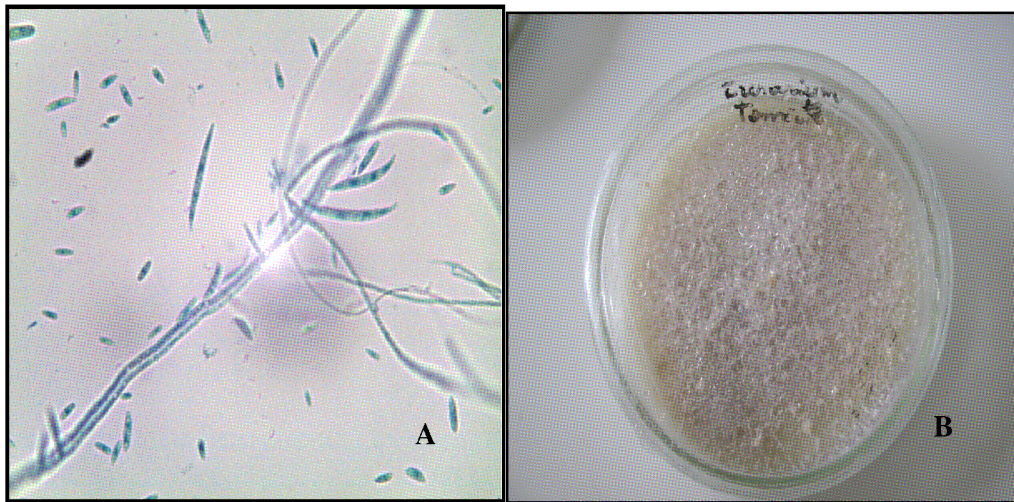


Figura 1. Estruturas morfológicas de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* (A), Crescimento *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* em meio de cultura Batata Dextrose Agar (B).

Tabela 2. Avaliação do Comprimento e largura, e a relação comprimento/largura dos macroconídios e microconídios do isolado de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopercisi*

ESTRUTURAS	COMPRIMENTO (μ) ¹	LARGURA (μ) ¹	RELAÇÃO ²
	AMPLITUDE	AMPLITUDE	C/L
MACROCONÍDIOS	45,87 (11-19)	3,3 (1)	13,9
MICROCONÍDIOS	8,87 (1-5)	3,3 (1)	2,68

¹ Média de 50 macro e microconídios

² C/L= relação comprimento/largura.

Tabela 3. Reação das cultivares de tomateiro a *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopercisi*.

CULTIVAR	SEVERIDADE	REAÇÃO
Caline Ipa 6	4,20a	S
Ipa 6	3,60ab	S
Yaschi	3,20ab	S
Italiano	2,90ab	MR
Floradade	2,80ab	MR
Caroline	2,80ab	MR
Yubi	2,70ab	MR
Santa Adelia	2,70ab	MR
Gaúcho	2,60ab	MR
Santa Clara	2,60ab	MR
Santa Cruz	2,50ab	MR
Meia Estaca	2,10b	MR

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

** AS – Altamente Suscetível; S – Suscetível; RI – Resistência Intermediária.

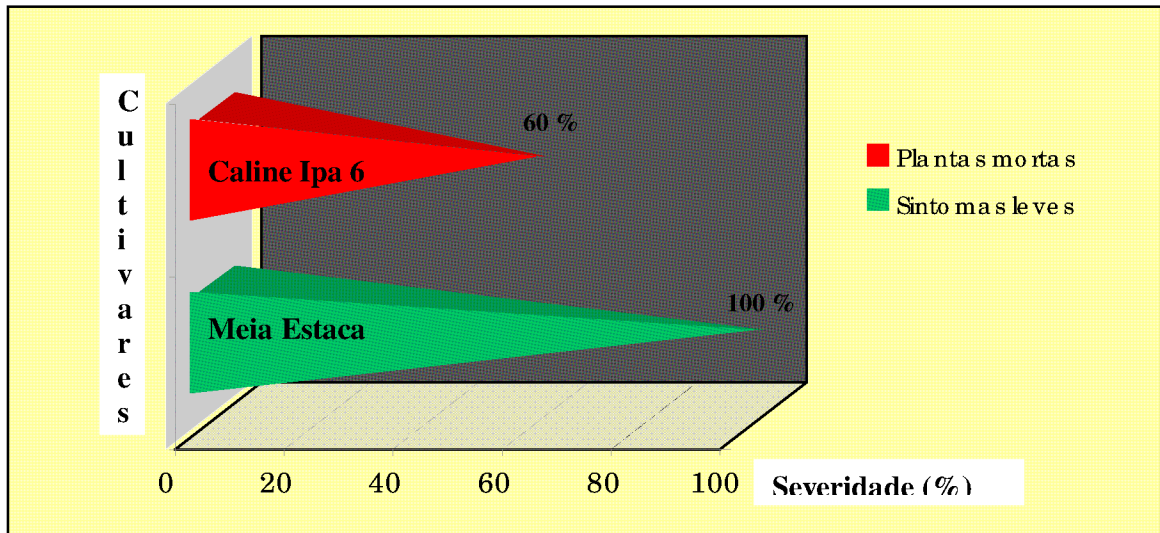


Figura 2. Comportamento de cultivares de tomateiro quanto a severidade da fusariose.

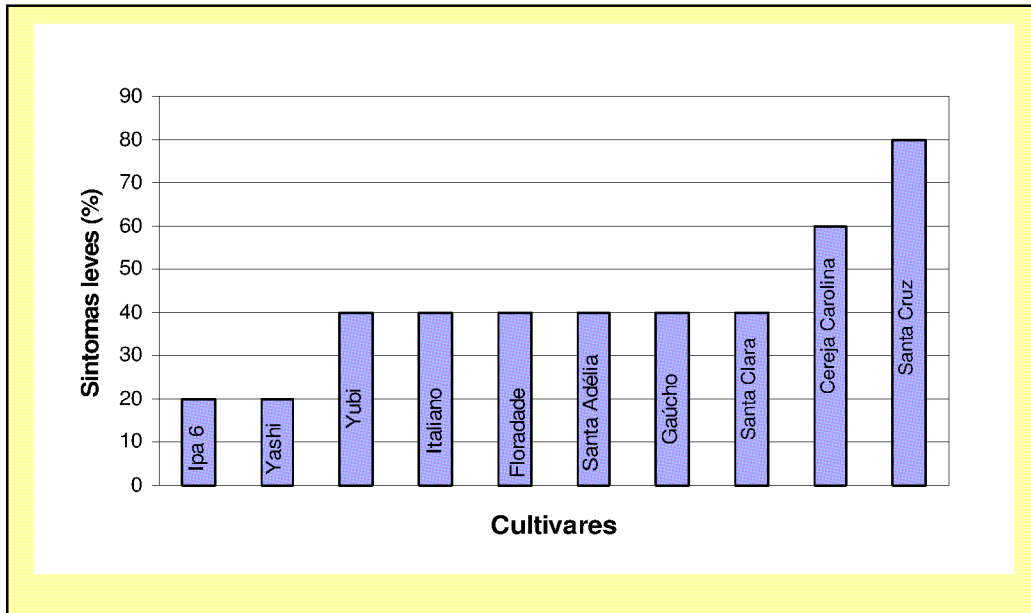


Figura 3. Sintomas nas diferentes cultivares de tomate de acordo com a severidade da murcha de fusário

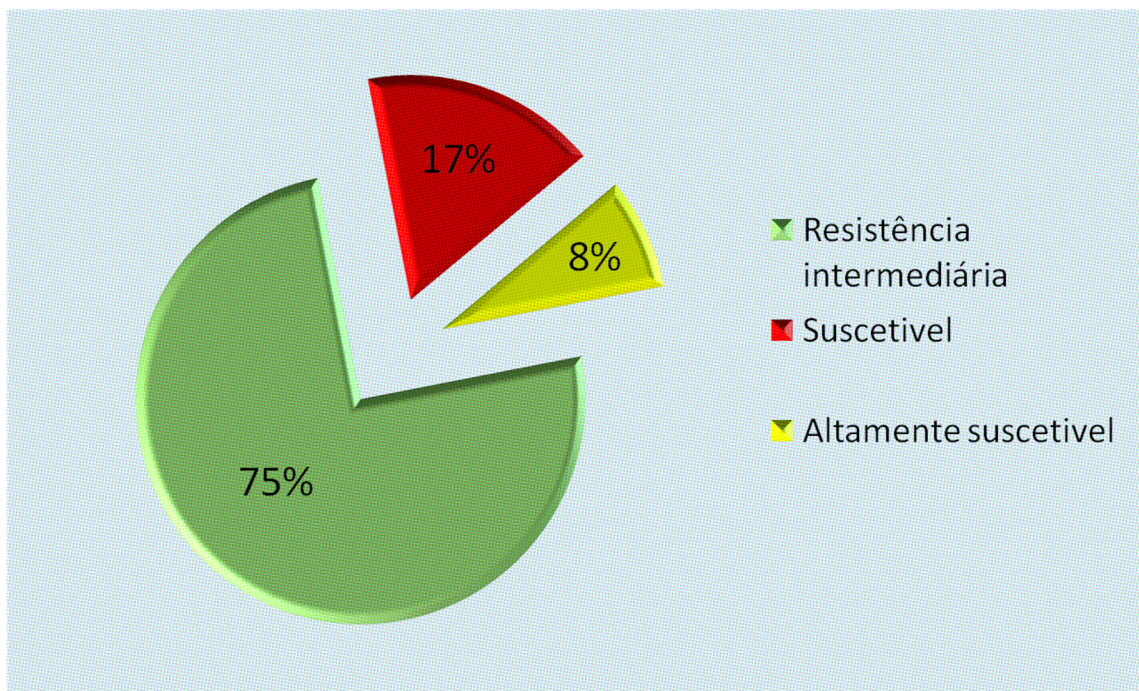


Figura 4. Comportamento das 12 variedades, quanto a resistência a *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*

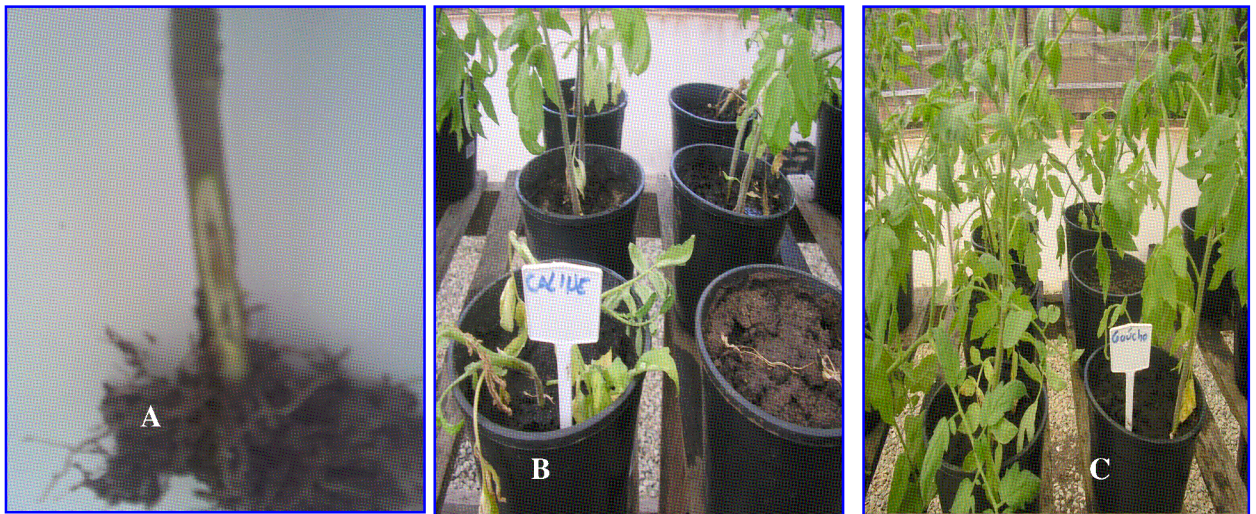


Figura 5. Tomateiro da variedade Caline Ipa 6 com escurecimento vascular (A) e tomateiros das variedades, variedades Floradade (B) e Santa Clara (C) com sintomas da murcha de fusário na parte aérea .

CAPÍTULO III

Biocontrole da fusariose do tomateiro pela incorporação de resíduo de leguminosas

Sandra Maria da Costa Cruz^{1,3}; Antônia Alice Costa Rodrigues^{1,2}

¹Mestrado em Agroecologia - UEMA; ²Laboratório de Fitopatologia - UEMA; Universidade Estadual do Maranhão, Cx. Postal 09, CEP:65054-970, São Luís, MA, e-mail:aacrodriques@uema.com.br

³Escola Agrotecnica Federal de São Luiz, Av. dos Curiós, São Luis-MA, e-mail:scostacruz@bol.com.br;

(Aceito para publicação em / /)

Autora para correspondência: Antonia Alice Costa Rodrigues

RESUMO

CRUZ, S. M. da C.; RODRIGUES, A.A.C. Biocontrole da fusariose do tomateiro pela incorporação de resíduo de leguminosas. **Summa Phytopathologica**. 2008.

A utilização de materiais orgânicos que melhoram as características físicas, químicas e biológicas do solo vem sendo estudada como indutor da supressividade a fitopatógenos. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da incorporação de partes aéreas de leguminosas no biocontrole da fusariose do tomateiro. Foram avaliadas resíduos “in natura” de quatro leguminosas: leucena (*Leucaena leucocephala* Wiltt.), guandu (*Cajanus cajan* L.), amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* Krapov.) e feijão de porco (*Canavalia ensiformis* DC.), nas concentrações 0, 20, 40, 60 e 80 g/L, incorporados ao solo 14 dias antes da inoculação. O experimento foi conduzido em Casa de Vegetação do Núcleo de Biotecnologia Agronômica da Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, São Luis MA. Sementes de tomateiro da variedade Santa Cruz Kada Gigante foram semeadas em bandejas contendo solo autoclavado e húmus de minhoca na proporção 2:1 e 15 dias após a semeadura as mudas foram transplantadas para vasos com capacidade para 2 kg, contendo substrato (solo autoclavado + resíduo fresco), deixando-se duas plantas por vaso. Aos 15 dias após o transplântio realizou-se a

inoculação, utilizando o método de fermento de raízes em meia lua, em seguida aplicando 20 ml da suspensão de inóculo 1×10^6 conídio/ ml^{-1} em cada planta. A avaliação foi realizada 21 dias após a inoculação através da escala de notas de 1-5. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo a unidade experimental duas plantas por vaso. A incorporação ao solo da parte aérea das leguminosas: leucena, guandu, amendoim forrageiro e feijão de porco, demonstraram eficiência no biocontrole da fusariose, não havendo diferença significativa entre os resíduos, independente da concentração testada, que diferiram significativamente da testemunha. O maior percentual de controle, 73,34 % foi representado pelos resíduos de amendoim forrageiro, feijão. de porco e leucena nas concentrações de 40 g/L^{-1} , 60 g/L^{-1} e 80 g/L^{-1} , respectivamente, sendo o amendoim forrageiro a mais eficiente no biocontrole da fusariose do tomateiro, por necessitar de uma menor concentração para atingir o mesmo percentual de controle .

Palavras-chave adicionais: Leguminosa, Resíduo Orgânico, Biocontrole, Fusariose

ABSTRACT

CRUZ, S. M. da C.; RODRIGUES, A.A.C. Biocontrol of the fusariosis of tomato plant by the incorporation of detritus of leguminous. **Summa Phytopathologic**, 2008.

The use of organic materials that improve the physical, chemical and biological features of the soil is being studied as inductor of suppressivity to fitopathogens. The present work had as an objective to evaluate the effect of aerial parts of leguminous on the biocontrol of the tomato plant fusariosis. It was tested detritus “in natura” of four leguminous: leucena (*Leucaena leucocephala* Wiltt.), guandu (*Cajanus cajan* L.), Forrageiro peanut (*Arachis pintoi* Krapov.) and Pig bean (*Canavalia ensiformes* DC.), on the concentration 20, 40, 60 and 80g/L, incorporated to soil 14 days before the inoculation. The experiment was conducted at Vegetation House of Agronomical Biotechnology Center of State University of Maranhão – UEMA. Seeds of tomato of

the variety Giant Santa Cruz Kada were sowed in trays with autoclavado soil and muck of earthworm on the proportion 2:1, executing transcrop 15 days after the sowed, to vases with capacity to 2kg, with substract (soil autoclavado and fresh detritus), leaving two plants per vase. 15 days after the sowed, it was realized the inoculation, using the method of hurt of roots in middle moon, applying 20ml of the suspension of inoculo 1 x 10 conidio/ml in each plant. The evaluable was done 21 days after the inoculation through the note scale of 1-5. The experimental lineation was completely casual, with 4 repetitions, being the experimental unity two plants per vase. The incorporation to soil of the aerial part of the leguminous: leucena, guandu, forrageiro peanut and pig bean, showed efficiency on the biocontrol of fusariosis. There was not significative difference among the detritus indifferent of the tested concentration, that differed significantly of the witness. The bigger percentual of control 73,34 % was represented by the detritus of forrageiro peanut, pig bean and leucena on the concentrations of 40 g/L, 60 g/L and 80 g/L, respectivement, where the Forrageiro Peanut was the most efficient on the biocontrol of tomato plant fusariosis, because it needed less concentration to reach the same percentual of control.

Addition Keywords: Leguminous, Organical Detritus, Biocontrol, Fusariosis.

INTRODUÇÃO

Os fitopatógenos habitantes do solo são de difícil controle, pois podem sobreviver por vários anos no solo de áreas cultivadas por meio de estruturas de resistência como clamidósporos de *Fusarium oxysporum* (2).

A incorporação de matéria orgânica ao solo tem sido uma alternativa viável para o controle de doenças de plantas, especialmente para fungos fitopatógenos habitantes do solo (27)

A indução da supressividade do solo pode ocorrer com o aumento de microorganismo antagônico, práticas culturais adequadas ou outras estratégias de manejo (9).

A decomposição da matéria orgânica pode resultar em compostos que estimulam ou inibem propagações patogênicas. Portanto, uma avaliação cuidadosa é indispensável antes de usar a matéria orgânica para o controle de patógeno no solo (27).

No Brasil, os relatos da utilização de compostos orgânicos no controle de doenças de plantas são recentes e referem-se a trabalhos realizados em casa de vegetação, ou em pequena escala, em nível de campo (18, 27). Nestes verificou-se redução na população de fitopatógenos em olerícolas, quando se incorporou material orgânico ao solo.

Segundo Zamberlan & Froncheti (28), a incorporação de matéria orgânica ao solo pode ajudar a equilibrar a sua microfauna, aumentando seu potencial de controle de doenças.

Uma possibilidade de incorporação de matéria orgânica ao solo é feita sob a forma de adubo verde. Esta prática atende uma série de finalidades na agricultura, uma destas é o controle de fitopatógenos de solo. Três princípios podem ser analisados neste tipo de controle: escassez de alimento para o patógeno, liberação de substâncias orgânicas tóxicas que inibem o crescimento ou matam o patógeno; o que ocorre durante a decomposição da massa verde, e ainda, aumento de populações antagonistas que encontram no material decomposto um ambiente propício ao seu crescimento e reprodução (21).

As leguminosas são geralmente as plantas mais utilizadas na adubação verde devido a redução de custo de produção para o produtor com o aumento do teor de nitrogênio no solo por fixação biológica e ainda por contribuir para reciclagem de nutrientes (1). Porém essas plantas também vêm sendo muito utilizadas para o controle de fitopatógenos do solo, por possuírem substâncias capazes de reduzir a sua densidade populacional. Dentre as substâncias que vêm sendo investigada com o propósito de controlar fitopatógenos do solo estão as lecitinas, glicoproteínas amplamente encontrada na natureza, especialmente em leguminosas. (13). O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da incorporação da parte aérea de leguminosas, em diferentes concentrações, no biocontrole da fusariose do tomateiro.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização do Experimento

O experimento foi conduzido em Casa de Vegetação da Universidade Estadual do Maranhão – UEMA e em campo, da Escola Agrotécnica Federal de São Luiz – EAF-São Luiz, MA. As análises foram realizadas nos laboratórios de Análises de solo, Laboratório de Nutrição de Plantas e no Laboratório de Fitopatologia localizados da Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, São Luis-MA.

Obtenção de semente e preparo de mudas do banco de leguminosas

Para a produção das mudas de leguminosas foram utilizadas sementes de leucena, amendoim forrageiro, feijão de porco e feijão guandu, doadas pela

Universidade Estadual do Maranhão que foram semeadas em bandejas de polietileno contendo plantimax. Aos 30 dias após a semeadura as mudas foram transplantadas. Covas de 40 x 40 cm foram adubadas 15 dias antes do transplante com esterco de gado curtido para receber as mudas de leguminosas, o espaçamento utilizado foi de 2,0 m entre plantas e entre linhas. O banco de Leguminosas foi mantido até o final do experimento.

Análise química dos resíduos orgânicos

Foram coletados 500 g de cada material e as amostras foram acondicionadas em sacos de papel limpos, com capacidade para 1,0 kg, previamente identificados.

As amostras dos resíduos vegetais passaram por processos de secagem e trituração. A secagem foi realizada em estufa a 80 °C, sendo posteriormente trituradas, peneiradas e pesadas em balança analítica, modelo e acondicionadas em frascos plástico de 50 ml. As amostras trituradas e secas foram enviadas ao Laboratório de Análises de Solos, Água e Planta da Embrapa Semi-Árido – Petrolina. Para realização de análise química, para determinação dos nutrientes presentes no resíduo.

Obtenção, preparo do resíduo orgânico e obtenção de mudas de tomateiro.

A parte aérea das leguminosas foram coletadas na Universidade Estadual do Maranhão – UEMA e na Escola Agrotécnica Federal de São Luiz. Coletou-se 5 kg de cada material, que foram acondicionados em sacos de papel limpo, previamente

identificados. A pesagem do material foi realizada em balança analítica, pesando cada material com sua respectiva dosagem.

Os quatro materiais orgânicos utilizados nos tratamentos foram: folhas de leucena, folhas de feijão guandu, folhas de amendoim forrageiro e folhas de feijão de porco, incorporadas ao solo em quatro dosagens: 0, 20, 40, 60 e 80 g/L⁻¹ de solo.

Sementes de tomate da cultivar Santa Cruz Kada Gigante foram semeadas em bandejas contendo solo autoclavado e húmus de minhoca na proporção 2:1 . O transplante foi realizado aos 15 dias após a semeadura, deixando-se duas plantas por vaso.

Análise microbiológica dos resíduos das leguminosas

A população microbiana de cada resíduo foi realizada de acordo com Nakasone *et al.* (18) com modificações. Para a quantificação do número de colônias de bactérias, adicionou-se sobre placa de Petri com meio de cultura BDA, 100 µL dos extratos filtrados na concentração de 10 % espalhando-os na placa com alça de Drigalski. Para determinação e identificação da população fúngica, foi utilizado meio de cultura BDA com adição de 1 mg / L de Ampicilina, sobre o qual espalhou-se 0,5 g de cada resíduo.

A avaliação foi realizada através da contagem das colônias de bactérias totais após 24 horas. Para os fungos totais foram realizada a identificação e contagem das colônias com 72 horas após a instalação do experimento.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos e cinco repetições, sendo a testemunha composta pela deposição de água destilada sobre meio de cultura.

Obtenção, isolamento e patogenicidade de isolados de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*

Foi utilizado o isolado de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* da Micoteca do Laboratório de Fitopatologia da UEMA, preservados em solo autoclavado. O isolado foi transferido para placas de Petri contendo meio de cultura Batata-Dextrose-Ágar-BDA posteriormente repicou-se e transferido-o para tubos de ensaio para conservação de culturas puras de isolados. A patogenicidade do isolado foi testada na variedade de tomateiro Santa Cruz.

Para o preparo do inóculo, o isolado foi transferido para placas de Petri contendo meio de cultura Batata Dextrose Àgar (BDA) e mantidas em condições ambientes por sete dias. E após esse período de tempo adicionou-se 20 ml de água destilada em cada placa e utilizando lâmina de vidro efetuou-se a raspagem das colônias para liberação dos conídios, em seguida, com o auxílio da câmara de Neubauer a suspensão foi ajustada para 1×10^6 conídios.ml⁻¹ e inoculadas em plantas de tomateiro com 30 dias de idade. A avaliação foi efetuada a través da incidência da fusariose, para seleção do isolado mais virulento.

Avaliação de diferentes dosagens de leguminosas usadas no biocontrole de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*

Os resíduos frescos foram testados separadamente em quatro dosagens: 0, 20, 40, 60 e 80 g/L⁻¹, os quais foram incorporados em solo autoclavado.

O solo foi colocado em vasos com capacidade para 2,0 kg e mantidos em casa de vegetação. A incorporação dos resíduos ocorreu no mesmo período que foi realizado o transplante das mudas de tomateiro, sendo este período 15 dias após a semeadura, mantendo-se as plantas em fileira de acordo com as concentrações para cada resíduo. O tratamento controle (testemunha) foi constituído de solo autoclavado sem incorporação de resíduos.

Aos 30 dias após a semeadura realizou-se a inoculação, utilizando o método de ferimento de raízes tipo meia lua onde foi efetuado um sulco em um dos lados do sistema radicular com o auxílio de um bisturi, e em seguida aplicando-se 20 ml da suspensão de inóculo 1×10^6 conídios/ml⁻¹ em cada planta (15).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com 4 repetições, e cada parcela constituída por duas plantas/ vaso, sendo os dados submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Após 21 dias da inoculação realizou-se a avaliação através da escala de notas de Santos (22), que variou de 1 a 5, avaliando os sintomas externos. Foi considerado nota 1 - as plantas saudáveis; nota 2 - para as plantas doentes com sintoma vascular leve; nota 3- para as plantas com sintoma de amarelecimento foliar e escurecimento vascular; nota 4- para as plantas com murcha severa associada a escurecimento vascular, necrose foliar e clorose e, nota 5- para as plantas mortas, sendo os dados da severidade transformados em índice de doença Mackinney (2) e em percentagem de controle da doença. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise das características químicas dos resíduos orgânicos

Os resultados da análise química dos resíduos orgânicos, apontam existir diferença no teor nutricional entre os resíduos orgânicos. Em termos totais a maior concentração de nutrientes foi apresentada pela leguminosa feijão de porco com o dobro de N que leucena e feijão guandu e mais que o dobro de Ca e K que leucena e feijão guandu e o dobro de Ca para amendoim forrageiro. Todas as leguminosas apresentaram altos teores de P, Mg e Ca e uma baixa relação carbono nitrogênio, tendo o amendoim forrageiro apresentado a mais baixa relação C:N. Os resultados indicam que os resíduos orgânicos apresentam um equilíbrio em relação ao teor de S.

Observou-se ainda na Tabela 1, que no resíduo de feijão guandu apresentou o mais baixo teor de B, enquanto que o resíduo de feijão de porco apresentou o mais alto teor deste mesmo micronutriente. No resíduo de amendoim forrageiro os teores de Cu e Fe foram os mais baixos, estando esses valores abaixo do VMP porém toleráveis, e foi o mais elevado para o resíduo de feijão guandu, estando o valor de Cu acima do VMP.

Também nas análises observadas, o teor de Mn foi abaixo do VMP, o teor mais alto ($73,6 \text{ mg kg}^{-1}$) foi encontrado no resíduo de leucena e o teor mínimo ($5,1 \text{ mg kg}^{-1}$) em Feijão de porco, em comparação aos demais resíduos. Os teores de Zn também foram abaixo do VMP, muito embora tais valores estejam toleráveis para todos os resíduos orgânicos.

Conforme Larkin & Fravel (12), os micronutrientes são necessários, mesmo em pequenas quantidades e fazem parte de transformações bioquímicas controladas pelo potencial redox que ocorrem junto às bactérias, como por exemplo as *Pseudomonas* que

podem atuar por antibiose e competição por Fe na rizosfera e controlar o ataque de *Fusarium oxysporum*.

A supressividade à *Rhizoctonia solani* Kunh foi observada em diferentes tipos de solo utilizando-se diferentes cobertura vegetal (mata, pasto/pousio, culturas perenes e solo arado), observando-se maior supressividade pelos solos cobertos por mata ou pasto/pousio. A vegetação do solo vai defini-lo como supressivo ou conducente, ou seja a especificidade do solo vai existir em função do tipo de vegetação. Percebe-se que a especificidade está de acordo com os mecanismos diretos e indiretos, como supressão de microorganismos, decorrente da competição pelo teor de nutrientes (8).

Análise microbiológica dos resíduos orgânicos

Os resultados da análise microbiológica dos resíduos apontaram grande quantidade de microorganismos presentes nos resíduos (Tabela 2).

O resíduo de leucena apresentou o menor número de espécie de fungos destacando-se entre eles as espécies: *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus* e *Rhizopus stolonifer* nos resíduos de feijão de porco, amendoim forrageiro e feijão guandu observou-se um aumento no número de espécie em relação ao resíduo de leucena, identificada como *A. ochraceus*.

As colônias de bactérias foram mais freqüentes no resíduo de leucena, feijão guandu, amendoim forrageiro e feijão de porco, respectivamente.

Considerando os resultados apresentados na Tabela 2, a qual se refere ao número de colônias de microorganismos formadas nos resíduos, acredita-se que o substrato interfere na atividade biocontroladora. Sabe-se que o sucesso de um

antagonista depende da eficiência de sua atividade saprofítica, diante do seu competidor (patógeno) (24).

Este tipo de biocontrole pode se dar, sobretudo, devido à competição existente entre o patógeno e a flora antagonista do solo (14). Embora não se possa identificar com certeza os principais antagonistas envolvidos em biocontrole por competição, espera-se que este aconteça devido a uma interação perfeita entre antagonistas, hospedeiros e ambiente, que acaba por desfavorecer o patógeno.

As espécies de fungos identificadas, com suas respectivas frequências relativas, nos resíduos orgânicos são apresentadas na (Tabela 3).

Os resultados apresentados na tabela 3 revelam uma maior quantidade das espécies *Aspergillus niger* (45,71 %), *Aspergillus flavus* (27,75 %) e *Rhizopus stolonifer* (22,45 %). Estas espécies foram mais frequentes em todos os resíduos (Figura 1), sendo *Aspergillus niger*, no resíduo de leucena; *Aspergillus flavus* no resíduo de feijão guandu e *Rhizopus stolonifer*, no resíduo de feijão de porco.

Estes resultados estão de acordo com os resultados observados por Diniz *et al.*, (7) que fazem referência ao uso de extrato de produtos alternativos no combate a Requeima do tomateiro. Avaliando extratos de pimenta (*Capisicum chinense*), pimentado-reino (*Piper nigrum*), cravo (*Syzygium aromaticum*), açafrão-da-india (*Curcuma longa*) e alho (*Allium sativum*) e óleo de nim (*Azadirachta indica*), leite e calda bordaleza, preparado homeopático obtido do tecido de tomateiro com requeima. Entre os produtos alternativos utilizados no experimento, o nim foi o mais promissor no controle da requeima. Resultado significativo também foi observado por Bowers & Loocke, (4), utilizando extrato de pimenta reduziu a população de *Fusarium oxysporum*, em condições de casa de vegetação.

Segundo Veras (26) o uso de extratos de mandioca, torta de babaçu, bagaco de cana, citronela e nim, proporcionaram “in vitro” a inibição do crescimento micelial de *F. oxysporum* f. sp. vasinfectum. Gonzaga (10) em teste “in vivo”, observou redução do número de galhas de *Meloidogyne incognita* em plantas indicadoras cultivadas após *L. leucocephala*.

Avaliando a atividade antagônica de microorganismos obtidos de húmus de minhoca, (20) associaram a presença de *Pseudomonas subtilis* e *P. fluorescens* ao potencial aumento da supressão de fitopatógenos veiculados pelo solo.

Efeito da incorporação da parte aérea de Leguminosas sobre *F.oxysporum* f. sp. lycopersici em tomateiro

Os resultados apresentados na Tabela 4 indicam que as partes aéreas de feijão guandu, feijão de porco, amendoim forrageiro e leucena incorporadas ao solo 14 dias antes da inoculação das plantas (mesma data do transplante), proporcionaram o controle da murcha de fusário em todas as concentrações testadas.

Foi observada diferença significativa entre os resíduos das leguminosas e a testemunha, porém, não ocorrendo diferença significativa entre os resíduos independente da concentração testada, contudo o resíduo de guandu apresentou um maior índice de doença, seguido dos resíduos de leucena, amendoim forrageiro e feijão de porco (Tabela 4).

Não foram observados sintomas da doença aos 21 dias após a inoculação do fungo, quando incorporou-se ao solo das partes aérea de amendoim forrageiro, feijão de porco e leucena nas seguintes concentrações, respectivamente 40g L⁻¹, 60g L⁻¹ e 80g L⁻¹.

¹; as quais permitiram 73,34% de controle da murcha de fusário, demonstrando não haver relação direta entre concentração e resíduo.

Estes resultados estão de acordo com outros resultados obtidos em vários experimentos realizados a partir do uso da incorporação de matéria orgânica do solo, os quais demonstraram a eficiência destes produtos no controle de várias fitomoléstias desencadeadas por patógenos habitantes e veiculadas pelo solo. Em estudo utilizando resíduos de mandioca, citronela, nim e babaçu, observaram-se a eficiência destes no biocontrole da murcha bacteriana, causada por *Ralstonia solanacearum* Smith. (17). Segundo Veras (26) usando extratos de mandioca, torta de babaçu, bagaço de cana, citronela e nim, a casca de mandioca manifestou maior supressividade da doença usando 100 g.kg⁻¹; para a torta de babaçu foi pouco expressivo sua utilização, expressando eficiência somente na dosagem 20 g.kg⁻¹ ; o bagaço de cana foi significativo no combate da doença nas concentrações 20 e 40 g.kg⁻¹ ; tendo o capim citronela apresentado resultados satisfatórios nas seguintes concentrações 20, 40 e 60 g.kg⁻¹ , o nim sobressaiu-se como o mais eficiente resíduo no controle da fusariose do quiabeiro.

Em se tratando do percentual de controle da doença, observamos na figura 2, que a incorporação de guandu apresentou um menor percentual de controle em relação a todos os demais tratamentos, a incorporação de 60 g L⁻¹ solo apresentou 53,34 % de controle, sendo com esta o maior percentual de controle alcançado com a incorporação de guandu. Tratando-se de Feijão de porco o uso de 60 g L⁻¹ de solo apresentou 73,34 % de controle da doença, sendo esta a concentração mais eficiente. As plantas tratadas com feijão de porco apresentaram um maior percentual de controle, em relação ao guandu.

No que se refere à incorporação das partes aéreas de amendoim forrageiro, observou-se que com o uso de 40 g L⁻¹ de solo, obteve-se um resultado satisfatório no controle da murcha de fusário, a qual apresentou 73,34 % de controle. As demais concentrações (20, 60 e 80 g L⁻¹), obtiveram um percentual de controle intermediário. Ainda na tabela 4 observou-se em relação ao uso de leucena que a maior concentração utilizada (80 g/L⁻¹), apresentou 73,34 % de controle, ou seja, esta concentração proporcionou um resultado significativo em relação às demais concentrações de leucena testadas no experimento. Amendoim forrageiro, feijão de porco e leucena apresentaram teores suficientes de nutrientes, para garantir a supressão do *Fusarium*, porém obteve-se resultado mais expressivo quando utilizou-se as concentrações intermediárias (40 g L⁻¹) e (60 g L⁻¹), e a maior concentração (80 g L⁻¹), respectivamente.

De acordo com os resultado, observou-se que o resíduo orgânico de leguminosa mais eficiente no controle da murcha de fusário, foi representado pela incorporação de amendoim forrageiro, que para atingir o percentual de 73,34 % de controle necessitou apenas de 40 g L⁻¹ de solo do resíduo, enquanto que as leguminosas: feijão de porco e leucena para atingir o mesmo percentual de controle utilizou-se concentrações mais elevadas.

O uso de leguminosas como feijão guandu, feijão de porco, amendoim forrageiro e leucena incorporadas de forma in natura ao solo, consiste em um método alternativo, viável e sustentável para o controle de fungos do solo, podendo ser indicado com segurança nas práticas de manejo de doenças, o qual minimizará significativamente o uso de agroquímicos, reduzindo então o uso de insumos externos.

Cardoso *et al.*, (5), obtiveram resultados semelhantes incorporando resíduo da parte aérea de guandu e crotalária em um solo infestado com *R. solanacearum* obtendo 100 % do controle da murcha bacteriana em tomateiro em todas as concentrações

testadas. Moraes *et al.*, (16) afirmam em seu experimento que a incorporação das leguminosas mucuna-preta e crotalária, em cultivo orgânico, reduziram a população de *Meloidogyne* spp. em 42 e 51 %, respectivamente, em alface americana e repolho. A leguminosa feijão-de-porco causou redução da população de nematóide apenas nas parcelas com repolho.

Cunha *et al.*, (6) Estudando 24 espécies vegetais constataram que os melhores resultados foram obtidos de leucena (*Leucaena leucocephala*), *Paspalum notatum* Flugge que causou a mortalidade de 98,69 e 94,43 % *P. redivivus* respectivamente (6).

Silva *et al.* (23), concluíram que o uso de semente de feijão de porco trituradas e incorporadas ao solo reduz os índices de galhas e massas de ovos em 48 % e 64 % , respectivamente. Dentre as substâncias que vêm sendo investigada com o propósito de controlar fitonematóides do solo estão as lecitinas, glicoproteínas amplamente encontrada na natureza, especialmente em leguminosas. (13).

Para Viana & Souza (27), a liberação de metabólitos tóxicos do resíduo, pode suprimir a população de microorganismos, bem como ao incremento das densidades populacionais de antagonistas. O enriquecimento das características químicas do solo e promoção do crescimento dos tomateiros com a incorporação do solo de matéria fresca de guandu foi observado por (25)

No desenvolvimento do experimento, observou-se que a incorporação “in natura” de guandu, provocou após os primeiro dias de incorporação um efeito alelopático nas plantas, tendo estas apresentado na incorporação com as menores concentrações um retardamento do seu crescimento quando comparada com os demais tratamento, porém, o efeito alelopático não impediu que as plantas acompanhassem o crescimento das outras plantas, visto que até a avaliação do experimento estas estavam

do mesmo tamanho das demais plantas, cabendo assim a título de sugestão uma avaliação mais aprimorada dos fatores que provocaram esse processo.

Para Hoitink & Fahy (11) a resposta do patógeno pode ser variável, em função do tipo de material incorporado ao solo, de relação carbono/oxigênio e nível do tipo de decomposição, dentre outros. Vale considerar que, a leucena apresenta uma boa degradabilidade, favorecendo, portanto a invasão de antagonistas, este fato foi percebido com maior ênfase nas maiores concentrações. Nesta mesma forma, (3) determinaram que as altas concentrações de benzaldeído – $0,4 \text{ ml.kg}^{-1}$ solo e mucuna (*Mucuna deeringiana*) – 100g.kg^{-1} solo inibiram o crescimento micelial e germinação de escleródios no solo.

De alguma forma, Perreira *et al.*, (19) estudando o uso de compostos orgânicos na relativa eficiência e efeito quanto a supressão da severidade de doença e na redução da população dos patógenos, concluíram que a ação de compostos orgânicos está relacionada com a interação solo-patógeno-hospedeiro e, que esta dinâmica deve estar associada a composição físico-química e biológica de cada composto orgânico.

Supõe-se que os resultados obtidos neste trabalho se devem à influência da atividade microbiana sobre o fungo. No entanto, há que se considerar a ação de alguns fatores, bem como de elementos constituintes das leguminosas que contribuem para a redução da doença.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALCÂNTARA, F. A.; NETO, A. E. F.; PAULA, M. B.; MESQUITA, H. A.; MUNIZ, J. A. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um solo latossolo

vermelho-escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n.2, p. 277-288, 2000.

2. BALARDIN, R.S.; PATOR-CORRALES, M.A.; OTOYA, M.M. Resistencia de germoplasma de Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) a *Fusarium oxysporum* f. sp. *Phaseoli*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 15, n.1, p.102-103. 1990.

3. BLUM, L. E.; RODRIGUÉZ-KÁBANA, R. Effect of organic amendments on sclerotial germination, mycelial growth, and *Sclerotium rolfsii*-induced diseases. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, n.1, p.66-74, 2004.

4. BOWERS, J. H.; LOOCKE, J. C. Effect of botanical extracts on the population density of *Fusarium oxyporum* in soil and control of Fusarium wilt in the greenhouse. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 84, n.3, p.300-305, 2000.

5. CARDOSO, S. C.; SOARES, A. C. F.; BRITO, A. dos S.; LARANJEIRA, F. F.; LEDO, C. A. S.; SANTOS, A. P. Controlo f tomato bacterial wilt through the incorporation of aerial parto f pigeon pea and crotalaria to soil. **Summa Phytopatologica**, v.32, n.1, p. 27-33, 2006.

6. CUNHA, F.R.; OLIVEIRA, D. F.; CAMPOS, V. P. Extratos Vegetais com Propiedades Nematicidas e Purificação do Princípio Ativo do Extrato de *Leucaena leucocephala*. **Fitopatologia Brasileira**. Brasília, v.28, n.4, p.438-441, 2003.

7. DINIZ, L. P.; MAFFIA, L. A.; DHINGRA, O. D.; CASALI, V. W. D.; SANTOS, R. H. S. Avaliação de Produtos Alternativos para Controle da Requeima do Tomateiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, n.2, p.171-179, 2006.
8. GHINI, R.; Morandi, M. A. B. . Biotic and abiotic factors associated with soil suppressiveness to *Rhizoctonia solani*. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 63, n. 2, p. 153-160, 2006.
9. GHINI, R. & ZARONI, M. M. H. Relação entre cobertura vegetais e supressividade de solos a *Rizoctonia solani*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.26, n.1, p.10-15, 2001.
10. GONZAGA, V. **Reação de cultivares a linhagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) a *Meloidogyne javanica* *Meloidogyne incógnita* raza 3 e avaliações de plantas antagonistas para o controle destes nematóides**. 1992. Dissertação (mestrado). Viçosa. Universidade federal de Viçosa.
11. HOITINK, H. A.; FAHY, P. C. Basis for the control of soilborne plant pathogens with compost. **Annual Review Phytopathology**, Palo Alto, v.24, p. 93-114, 1996.
12. LARKIN, R.P.; FRAVEL, D, R. Efficacy of various fungal end bacterial biocontrol organisms for control of fusarium wilt of tomato, **Plant Disease**, v. 82, n.9, p. 1022-1028, 1998.

13. MARBAN-MENDONZA, N.; DICKLOW, M. B.; ZURCKERMAN, B. M. Control of *Meloidogyne incognita* on tomato by two leguminous plants. **Fundamental and Applied Nematology**, v.15, p.87-108, 1992.
14. MARIANO, R. de L. R.; SILVEIRA, E. B. da; GOMES, A. M. A.; RODRIGUES, V. J. L. B.; ASSIS, S. M. P. de. Biocontrole de Doenças de Plantas. In: TORRES, J. B.; MICHEREFF, S. J. (Ed.) **Desafios do Manejo Integrado de Pragas e Doenças**, Recife: UFRPE, p. 28-110, 2000.
15. MENEZES, M. Relações entre *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* (ATK) Snyd. & Hans. E diferentes hospedeiros não suscetíveis. 1972. 48p. **Dissertação** (Mestrado em Fitopatologia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.
16. MORAES, S.R.G.; CAMPOS, V.P.; POZZA, E.A., FONTANETTI, A., CARVALHO, G.J. & MAXIMINIANO, C. Influência de leguminosas no controle de fitonematóides em cultivo orgânico de alface americana e repolho. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, n.2, p.188-191, 2006.
17. NASCIMENTO, A. S. Biocontrole de murcha bacteriana em tomateiro por meio da incorporação de resíduos orgânicos ao solo. 2005. 125p. **Dissertação** (mestrado em agroecologia). Universidade Estadual do Maranhão, São Luis.
18. NAKASONE, A.K.; BETTIOL, W.; SOUZA, M. Efeito de extratos aquosos de matéria orgânica sobre fitopatógenos. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v.25, n. 4, p. 330-335, 1999

19. PEREIRA, J. C. R.; ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R.; CHAVES, G. M. Compostos orgânicos no controle de doenças de plantas. **Revista Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v.4, p.353-379, 1996.
20. PESSOA, M. N. G.; CORREIA, J. L. A.; VIANA, F. M. P.; MOTA, J. C. O de. Emprego de microorganismos obtidos de húmus de minhoca no controle de *Myrothecium rosidum* “in vitro” e em sementes de melão. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 30, n.2, p.238-239, 2004.
21. ROSSI, C. E. Adubação verde no controle de nematóides. **Agroecologia Hoje**, Botucatu, v.2, n.14, p. 26-27, 2002.
22. SANTOS, J. R. M. Protocolo de Tecnologia: **Seleção para resistência a doenças em hortaliças**. Tomateiro/Murcha-de-fusario. EMBRAPA Hortaliças, Comunicado Técnico, n.3 p.11, 1999.
23. SILVA, G. S.; SOUZA, I. M. R.; CUTRIM, F. A. Efeito da incorporação de sementes trituradas de feijão de porco ao solo sobre o parasitismo de *Meloidogyne incognita* em tomateiro. **Fitopatologia Brasileira**. Brasília, v.27, n.4, p.412-413, 2002.
24. SIVASITHAMPARAM, K. Root cortex – the final frontier for the biocontrol of root-rot with fungal antagonists: A case study on a Sterile Red Fungus. **Annual Review of Phytopathology**, Califórnia, v. 36, p.439-441, 1998.

25. SOARES, S. A. C. F.; SANTIAGO, D.; SOUZA, I. C. C.; GARRIDO, M. S. Produção de mudas de tomateiro em substratos com diferentes proporções de matéria fresca de guandu (*Cajanus cajan*), In: FERTBIO 2002. **Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas do Rio de Janeiro**. 2002. I CD-ROM.
26. VERAS, M. de S. **Resíduos orgânicos: uma alternativa sustentável na supressividade de *Fusarium* em quiabeiro para a agricultura familiar maranhense**. 2006. 67p. Dissertação (mestrado em agroecologia). Universidade Estadual do Maranhão, São Luis.
27. VIANA, F. M. P.; SOUZA, N. L. Controle do tombamento de plântulas de feijoeiro causado por *Sclerotinia sclerotiorum* com a incorporação de matéria orgânica ao substrato. **Summa Phytopatologica**, Jaboticabal, v.26, n.1. p. 94-97, 2000.
28. ZAMBERLAN, J.; FRONCHETI, A. **Agricultura ecológica: preservação do pequeno agricultor e do meio ambiente**. Petrópolis: Ed. Vozes, 138 p. 2002.

Tabela 1. Análises das características químicas dos resíduos orgânicos vegetais de leucena, feijão porco, amendoim forrageiro e feijão guandu.

RESIDUO	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Na	C	C:N
								(10)	(2250)	(600)*	(100)			
Leucena	29,3	3,5	9	10,2	5,1	1,1	23,8	9	300	73,6	40,6	400	50,41	1,7
F. de porco	42,1	2,7	15,5	43	5,3	1,7	35,6	4,2	134	5,1	20,1	250	85,33	2
Amendoim	35,1	3,4	15,5	19,9	3,5	1,5	26,9	2,4	65,7	42,1	46,6	280	45,95	1,3
F. guandu	27,3	2,6	6	9,9	4	1,2	16,1	11,6	238	18,1	33,7	900	50,3	1,8

* Valor Máximo Permitido em vegetais segundo ALLAWAY (1).

Tabela 2. População microbiana presente nos resíduos orgânicos de feijão guandu, feijão de porco, amendoim forrageiro e leucena.

RESÍDUOS	FUNGOS TOTAIS (n° de espécies identificadas)	BACTÉRIAS TOTAIS (UFC)
Feijão guandu	4	35*
Feijão de porco	4	26
Amendoim forrageiro	4	29
Leucena	3	63

* Média das repetições do número de colônias

Tabela 3. Número total e frequência relativa de colônias fúngicas obtidas nos resíduos de feijão guandu, amendoim forrageiro, feijão de porco e leucena.

ESPÉCIE	Nº DE COLÔNIAS¹	FREQUÊNCIA RELATIVA (%)
<i>Aspergillus niger</i>	112	45,71
<i>A. flavus</i>	68	27,75
<i>A. ochraceos</i>	10	4,09
<i>Rhizopus stolonifer</i>	55	22,45
TOTAL DE COLÔNIAS	245	100

¹Somatório de todas as colônias formadas nos tratamentos em todas as repetições.

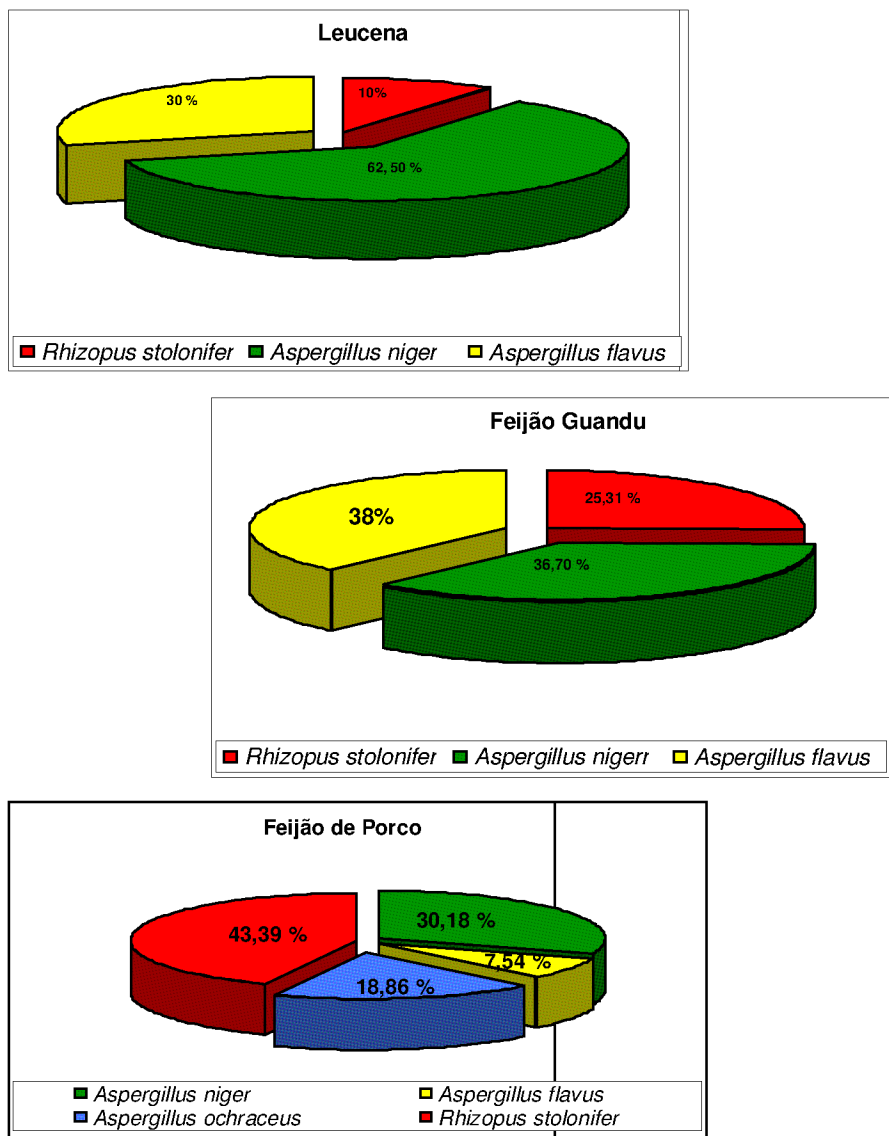


Figura 1. Frequência (%) de espécies de fungos identificados nos resíduos de leucena, feijão, guandu e feijão de porco.

Tabela 4. Efeito da incorporação de leguminosas frescas no controle da fusariose do tomateiro, com base na severidade, índice de doença e a percentagem de controle.

LEGUMINOSA	CONCENTRAÇÕES (g/kg solo)	SEVERIDADE (nota)	ÍNDICE DE DOENÇA (%)	PERCENTUAL DE CONTROLE (%)
feijão guandu	20	2,00 b	40,00	46,67
	40	2,00 b	32,50	46,67
	60	1,75 b	35,00	53,34
	80	2,12 b	42,50	43,47
feijão de porco	20	1,75 b	22,50	53,34
	40	1,12 b	22,50	70,14
	60	1,00 b	20,00	73,34
	80	1,25 b	25,00	66,67
amendoim forrageiro	20	1,37 b	30,00	63,47
	40	1,00 b	20,00	73,34
	60	1,12 b	22,50	70,14
	80	1,25 b	25,00	66,67
leucena	20	1,37 b	27,50	63,47
	40	2,00 b	40,00	46,67
	60	1,12 b	22,50	70,14
	80	1,00 b	20,00	73,34
Testemunha		3,75 a	75,00	-
CV%		32,93	-	-

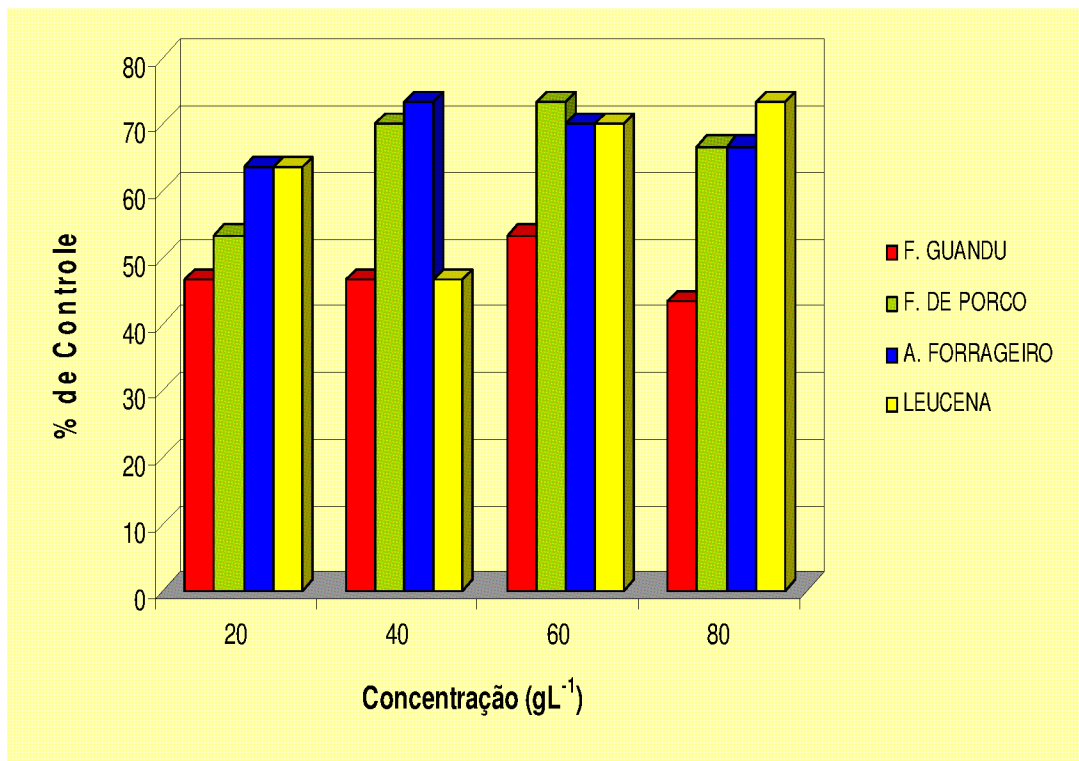


Figura 2. Demonstrativo do percentual de controle da fusariose do tomateiro, através da incorporação de leguminosas frescas.



Figura 3. Tomateiros tratados com resíduos frescos de leguminosas em diferentes dosagens, (A e B) testemunha sem resíduo (C).

CAPÍTULO IV

Ação de indutores na resistência de tomateiro ao *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*.

Sandra Maria da Costa Cruz^{1,3}; Antônia Alice Costa Rodrigues^{1,2}

¹Mestrado em Agroecologia – UEMA; ²Laboratório de Fitopatologia- UEMA ;
Universidade Estadual do Maranhão, Cx. Postal 09, CEP:65054-970, São Luís, MA, e-mail:alicecosta@cca.uema.com.br; ³Escola Agrotécnica Federal de São Luiz, C.P.,
CEP, Brasil e-mail: scostacruz@bol.com.br;

(Aceito para publicação em / /)

Autora para correspondência: Sandra Maria da Costa Cruz

CRUZ, S. M. da C. C. & RODRIGUES, A.A.C. Ação de indutores na resistência de tomateiro ao *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. Fitopatologia Brasileira. 2008.

RESUMO

Os elicitores são compostos que induzem a síntese de PR-proteínas, como também outras respostas de defesa da planta. Visando a obtenção de uma alternativa de controle para murcha de fusário do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) foram avaliados os indutores Acibenzolar-S-Metil (ASM) (5,0 mg i.a/L de água), Ecolife (5 ml/L de água), Biopiról (2 ml/L de água) e Óleo de nim (15 ml/L de água), em diferentes épocas de aplicação. Para isso foram utilizadas plantas das cultivares Caline IPA-6, altamente suscetível e IPA-6, suscetível a *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. Os indutores de resistência foram aplicados via foliar aos 5, 10 e 15 dias antes da inoculação das plantas. Aos 30 dias após a semeadura as plantas foram inoculadas com 20 ml da suspensão de 1×10^6 conídios/ml⁻¹ do isolado. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em fatorial 2 x 3 x 4. Realizou-se a avaliação 21 dias após a inoculação através da escala de notas variando de 1 a 5. De acordo com os resultados, observou-se diferença significativa entre os indutores e a testemunha, nas duas cultivares testadas, destacando-se na cultivar Ipa 6 os indutores ASM e Biopiról aplicados aos 5, 10 e 15 dias antes da inoculação que apresentaram 72,23 % de controle da fusariose e na cultivar Caline Ipa 6 destacaram-se os indutores ASM e Óleo de nim 5

dias antes da inoculação e o indutor Biopiról aos 5 e 10 dias antes da inoculação, apresentando os três indutores 75 % de controle da fusariose do tomateiro.

Palavras-chave adicionais: Indução de resistência, severidade, *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, controle.

ABSTRACT

Inductors action on the resistance of tomato plant to *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, causal agent of fusariosis.

The elicitors are compounds that induce the synthesis of PR - Proteins, as also other answers of defense of the plant. Looking for the acquirement of an alternative of control to fusarium wilt on tomato plant (*Lycopersicon esculentum*) they were evaluated the inductors Acibenzolar-S-Metil (ASM) (5,0g i.a/L of water), Ecolife (5ml/L of water), Biopiról (2ml/L of water) and Nim oil (15ml/L of water), in different epoches of application. To this, they were used plants of cultivars Caline IPA-6, highly susceptible and IPA-6, susceptible to *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. The inductors of resistance were applied by foliar way in 5, 10 and 15 days before the inoculation of plants. On the 30 days after the crop the plants were inoculated with 20 ml of suspension of 1×10^8 conidio/ml of the isolated. The experimental lineation was entirely caused in factorial $2 \times 3 \times 4$. The evaluation was done 21 days after the inoculation through the scale of notes from 1 to 5. It was observed significative difference between the inductors and the witness, on the two tested cultivars detaching on the cultivar IPA 6 the inductors ASM and Biopiról applied 5, 10 and 15 days before the inoculation that presented 72,23% of the control of fusariosis and on the cultivar Caline IPA6 detached the inductors ASM and oil of Nim 5 days before the inoculation and the inductor Biopiról 5 and 10 days before the inoculation, showing the three inductors 75 % of control of the tomato plant fusariosis.

Addition Keywords: Inductors of resistance, Severity, *Fusarium oxysporum* f. *oxysporum* f. sp. *Lycopersici*, control.

INTRODUÇÃO

Os mecanismos de resistência são representados por barreiras bioquímicas e estruturais, tais como: aumento na atividade da enzima oxidativa peroxidase, acúmulo de fitoalexinas, quitinases, β -1,3-glucanases, proteínas-RP em geral e glicoproteínas ricas em hidroxiprolina, assim como, lignificação de tecidos (Dantas, 2004). As plantas respondem ao ataque inicial dos patógenos por ativação do mecanismo de defesa, razão pela qual a infecção pelo patógeno resulta em danos reduzidos na planta. A proteção da planta está associada a defesas pré-formadas ou à ativação de mecanismos de defesa (Hammond-Kosack & Jones, 2000).

A defesa pré-formada é o principal mecanismo no caso de resistência não específica, em que as plantas sintetizam peptídios, proteínas e metabólitos secundários, que restringem a infecção por patógenos (Heath, 2000). Esse tipo de defesa refere-se à preexistência de barreiras estruturais e a compostos tóxicos pré-formados, como a presença da avenacina em raízes de aveia (Taiz & Zeiger, 1998).

A indução de resistência, caracterizada como resistência sistêmica adquirida (RSA), recebeu maior ênfase a partir da década de 60, através do uso de indutores bióticos com proteção cruzada viral e uso de microrganismo não patogênico e, mais recentemente, com o uso de indutores sintéticos, efetivos contra vírus, bactérias e fungos (Ryals *et al.*, 1996 a; Gorlach *et al.*, 1996 a). E na restrição do crescimento de fitopatógenos e, conseqüentemente, na supressão ou diminuição dos sintomas de doenças, devido à ativação dos mecanismos de resistências das plantas, associada à expressão coordenada de um conjunto de genes de defesa (Métraux, 2001; Ryals *et al.*, 1996 b). Vários indutores são relacionados com a ativação de resistência, entre eles podemos citar o Acibenzolar-S-metil (ASM), óleo de nim (*Azadirachta indica*), Biopiról e o Ecolife⁴⁰

O produto comercial Ecolife⁴⁰, que tem em sua composição bioflavonóides cítricos, fitoalexinas cítricas, ácido ascórbico, ácido cítrico, ácido láctico e glicerina vegetal, é um produto indicado para melhorar a resistência das plantas a “stress” e doenças causadas por bactérias e fungos (Rios *et al.*, 2001). Apresentando mecanismos de ação multiforme, dos quais a indução de resistência via aumento da síntese de fitoalexinas, parece ser um dos mais importantes (Bernardo *et al.*, 2001; Motoyama,

2001). As fitoalexinas são definidas como compostos antimicrobianos de baixo peso molecular, que são sintetizados pelas plantas e que se acumulam nas células vegetais em resposta a infecção microbiana (Pascholati & Leite, 1995).

Acibenzolar-S-metil (ASM), conhecido comercialmente como Bion^R é, provavelmente o mais potente ativador sintético da RSA (Kessmann *et al.*, 1994). Devido ao seu modo de ação, recomenda-se que o produto seja aplicado preventivamente. É análogo do ácido salicílico e do ácido 2,6 dicloroisonicotínico (INA), pertence à classe química dos benzothiadiazole, caracterizando-se como um agente protetor de planta, seguro, confiável e não fitotóxico (Gorlach *et al.*, 1996 b; Benhamou & Bélanger, 1998) Este indutor que pode ser aplicado em folhas e sementes, é translocado por toda a planta e induz a transdução de sinal da RSA, em local fora ou no mesmo sítio de acumulação de ácido salicílico, agindo na indução de genes que desencadeiam a produção de lignina, fitoalexinas e PR-proteínas (Friedrich *et al.*, 1996; Dantas, 2004).

O nim (*Azadirachta indica*) pertence à família Meliaceae e é originário da Índia, onde é usado há séculos na produção de madeira, como planta medicinal, e mais recentemente como inseticida. Muitos compostos ativos já foram isolados da árvore nim, dos quais destacam-se a salanina, azadiractina e nimbolina, entre outros. O composto mais potente, a azadiractina, concentra-se nos frutos, mas quantidades muito baixas são também encontradas nas outras partes da planta. A azadiractina é biodegradável e tem persistência bastante curta no ambiente (Martinez, 2002).

Biopirol é um fertilizante foliar e ou radicular líquido de alta performance a base de extrato pirolenhoso. A solução orgânica originada da carbonização da madeira, que apresenta algumas semelhanças com os ácidos húmicos, por serem ambos derivados da transformação da lignina e de outros componentes de resíduos vegetais, (Coelho *et al.*, 2003). Trata-se de uma solução aquosa ácida com cerca de 3 % de matéria orgânica formada por dezenas de substâncias químicas, (BIOPIROL..., 2002).

Em face da indisponibilidade de cultivares de tomateiro com resistência a murcha de fusário e, em alguns casos, a necessidade do uso de cultivares suscetíveis mais produtivas, métodos de controle alternativos devem ser pesquisados. Nesse contexto, a resistência sistêmica adquirida (RSA) pode ser uma alternativa viável no controle da murcha de fusário. A RSA resulta da ativação do sistema de defesa da planta, por elicitores bióticos e abióticos, com a expressão de mecanismos relacionados com a produção de substâncias tóxicas ao patógeno e/ou formação de barreiras

estruturais que restringem a colonização dos tecidos (Kuc, 2001). Mediante ao exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a ação de indutores em plantas de tomateiro inoculadas com *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, agente causal da fusariose.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização do Experimento e escolha dos indutores

O experimento foi realizado em casa de vegetação localizada na Universidade Estadual do Maranhão-UEMA. Foram utilizados os seguinte indutores: acibenzolar-S-metil (ASM), Óleo de nim, Ecolife⁴⁰ e Biopiról, sendo estes disponibilizados pelo Laboratório de Fitopatologia da Universidade Estadual do Maranhão - UEMA.

Obtenção, isolamento e patogenicidade de isolados de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*

Foi utilizado o isolado de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* da Micoteca do Laboratório de Fitopatologia da UEMA, preservados em solo autoclavado. O isolado foi transferido para placas de Petri contendo meio de cultura Batata-Dextrose-Ágar- (BDA) que posteriormente foi repicado e transferido para tubos de ensaio para conservação de culturas puras dos isolados. A patogenicidade do isolado foi testada na variedade de tomateiro Santa Cruz.

Para o preparo do inóculo, o isolado foi transferido para placas de Petri contendo meio de cultura BDA e mantidas em condições ambientes por sete dias. Após esse período de tempo adicionou-se 20 ml de água destilada em cada placa e utilizando-se uma lâmina de vidro, efetuou-se a raspagem das colônias para liberação dos conídios, em seguida, com o auxílio da câmara de Neubauer a suspensão foi ajustada para 1×10^6 conídios.ml⁻¹ e inoculadas em plantas de tomateiro com 30 dias de idade. A avaliação foi efetuada a través da incidência da fusariose, para seleção do isolado mais virulento.

Efeito de indutores na resistência de tomateiro a *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*

Sementes de tomate da cultivar Ipa 6 e Caline Ipa 6 foram semeadas em bandejas de polietileno contendo solo autoclavado e húmus de minhoca na proporção 2:1. O transplantio foi realizado aos 15 dias após a semeadura, para vasos com capacidade para 2 kg contendo solo autoclavado, deixando-se duas plantas por vaso.

Os indutores de resistência, ASM, Ecolife⁴⁰ Óleo de nim e Biopiról foram aplicados nas plantas 5, 10 e 15 dias antes da inoculação do patógeno, através da pulverização foliar, utilizando-se uma única dosagem para cada indutor: Óleo de nim (15mL /L de água), ASM (5,0 mg i.a/L de água), Ecolife⁴⁰ (5 mL /L de água) e Biopiról (2 mL /L de água).

A inoculação foi realizada em plantas com 30 dias de idade utilizou-se o método de ferimento de raízes tipo meia lua onde foi efetuado um sulco em um dos lados do sistema radicular com o auxílio de um bisturi, e em seguida aplicando-se 20 ml da suspensão de inóculo 1×10^6 conídios.ml⁻¹ em cada planta (Meneses, 1972).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2 (variedades) x 3 (período de aplicação) x 4 (indutores), com cinco repetições, sendo uma repetição representada por duas plantas por vaso. Os dados foram submetidos à análise de variância a as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

Após 21 dias da inoculação realizou-se a avaliação através da escala de notas de Santos (1999), que variou de 1 a 5, avaliando os sintomas externos. Foi considerado nota 1 - as plantas sadias; nota 2 - para as plantas doentes com sintoma vascular leve; nota 3 - para as plantas com sintoma de amarelecimento foliar e escurecimento vascular; nota 4- para as plantas com murcha severa associada a escurecimento vascular, necrose foliar e clorose e, nota 5- para as plantas mortas, sendo os dados da severidade transformados em índice de doença Mackinney (Balardin *et al.*, 1990) e em percentagem de controle da doença. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando a tabela 1, observa-se que houve coerência entre os resultados obtidos, os quais indicam que ocorreu ativação de resistência sistêmica nas duas cultivares de tomateiro, utilizadas no experimento, sendo esta resistência ativada pelo uso dos indutores ASM, Biopiról, Óleo de nim e Ecolife⁴⁰, após inoculação com *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*.

O uso de indutores proporcionou controle da murcha de fusário nas duas variedades de tomateiro testadas, ocorrendo variação na proteção de acordo com o indutor e a cultivar utilizada, sendo que a cultivar Ipa 6 suscetível a murcha de fusário apresentou um controle de 72,23 % quando tratada com ASM e Biopiról aos 5, 10 e 15 dias antes da inoculação, enquanto que a cultivar Caline Ipa 6 altamente suscetível, apresentou um controle de 75 % quando tratada com ASM e Óleo de nim aos 5 dias antes da inoculação e com Biopiról aos 5 e 10 dias antes da inoculação.

Os indutores ASM e Biopiról quando aplicados na cultivar Ipa 6, apresentaram o maior percentual de controle, independente do período de aplicação, enquanto que os resultados mais eficientes de controle na cultivar Caline Ipa 6 foi observado quando aplicou-se ASM, Óleo de nim e Biopiról no período mais próximo a inoculação, ou seja sendo considerado menos eficiente o período mais distante da inoculação.

Ativação de resistência em cultivares suscetíveis, também foi observada por Rodrigues (2003) em caupi tratado por ASM aos cinco dias após a germinação, sendo a cultivar BR-17 Gurguéia, suscetível apresentou um controle de 68,90 %, enquanto que a cultivar IPA 206, com resistência intermediária, apresentou 71,59 % de controle.

A proteção de plantas de tomateiros também foi observada por Silva *et al.* (2007), pois utilizando ASM e extratos aquosos de *Lentinula edodes* e *Agaricus blazei* contra *Raltonia solanacearum* reduziu nos dois tratamentos a severidade da murcha bacteriana em 66,00 % e 53,38 % respectivamente.

Ainda na tabela 3 os resultados observados para a cultivar IPA 6, indicam que houve diferença significativa entre os indutores e a testemunha. Ocorrendo também diferença significativa entre os próprios indutores, sendo então o indutor ecolife⁴⁰ diferente estatisticamente do tratamento com o indutor ASM e com indutor Biopiról de acordo com a severidade. As plantas tratadas com ASM e Biopiról apresentaram menor índice de doença independente do período de aplicação, seguida das plantas tratadas com óleo de nim e ecolife⁴⁰. Os resultados demonstram não haver interação significativa

em relação ao período de aplicação para a variedade IPA 6, portanto o período de aplicação não se apresentou como um fator preponderante na ativação da resistência.

Em se tratando da cultivar Caline IPA 6 altamente suscetível esta apresentou comportamento semelhante em relação a severidade, ocorrendo diferença significativa entre os tratamentos e a testemunha havendo também diferença significativa entre os tratamentos. O ecolife⁴⁰ proporcionou severidade mais alta, diferindo estatisticamente dos indutores ASM, biopiról e óleo de nim quando aplicados aos cinco dias antes da inoculação. Ocorreu interação significativa entre os períodos de aplicação dos indutores. Conforme os resultados, o período de aplicação do indutor vai influenciar significativamente na ativação da resistência, sendo que a melhor indução de resistência ocorreu nos períodos de 5 e 10 dias antes da inoculação.

Analisando indutor e período de aplicação para a cultivar IPA 6, observou-se em relação ao indutor Ecolife⁴⁰ que houve uma progressão na severidade da doença quando aumentou-se o período de aplicação. Para o indutor óleo de nim, esse aumento foi observado apenas em relação à aplicação aos 10 dias após a inoculação, havendo aos 15 dias uma redução da severidade da doença em relação à aplicação aos 10 dias. Observou-se que a aplicação do indutor óleo de nim e ecolife⁴⁰ aos 5 dias antes da inoculação demonstrou ser o período mais eficiente na ativação de resistência sistêmica. Com a aplicação do ASM e Biopiról não ocorreu o mesmo, pois a severidade da doença manteve-se constante, as plantas praticamente não apresentaram sintomas da doença aos 5, 10 e 15 dias. Os resultados demonstram não haver diferenciação na ativação de resistência quando relacionamos indutor e período de aplicação quando utilizou-se os indutores, ASM e Biopiról aos 5, 10 e 15 dias antes da inoculação (figura 1).

Para a cultivar Caline IPA 6 relacionando indutor e o período de aplicação, observou-se que ocorreu uma redução no percentual de controle para todos os indutores quando aumentou-se o período de aplicação, ou seja ocorreu aumento da severidade da doença. Para o ASM aumentando-se o período de aplicação ocorreu um aumento na severidade da doença de 1,0 para 1,2 e 1,5 que corresponde 75 %, 70 % e 62,50 % de controle, respectivamente, aos 5, 10 e 15 dias antes da inoculação, semelhante ocorreu com o indutor ecolife, aumentando a severidade da doença de 1,2 aplicando o indutor aos 5 antes da inoculação com um percentual de 70 % de controle da doença, com a aplicação aos 10 e 15 dias a severidade sobe para 1,6 e 2,0, atingindo um percentual de 60 e 50 % respectivamente (Figura 2).

Segundo Gurgel (2005), o uso de ASM na maior dosagem 150mg p.c/litro de água cinco dias antes da inoculação, proporcionou a proteção da cultivar Santa Clara, e promoveu resistência nas cultivares SM16 e BRH s em todas as dosagens e períodos de aplicação.

Kuahn *et al.* (2007), testando acibenzolar-S-metil (ASM) e *Bacillus cereus* (Bc) em feijoeiro para verificar o seu potencial para induzir resistência, observaram que ambos indutores protegeram a cultura, sendo que o ASM protegeu 78 % e o Bc 37 %. As atividades de quitinase e β -1,3glucanase aumentaram significativamente com aplicação de ASM, enquanto que para aplicação de Bc não foi significativa. Meneses *et al.* (2007), avaliando a resposta de 20 variedades comerciais de lírio, detectou que as variedades com maiores níveis de suscetibilidade a ferrugem (Joinville, Amália, Alegreto e Alessandra) apresentaram redução significativa da severidade da doença quando tratadas com ASM.

Ainda na figura 2, a ação do Biopiról foi igual para os períodos 5 e 10 dias antes da inoculação, com severidade igual a 1,0 e apresentando 75 % de controle, tendo reduzido o percentual de controle quando utilizado 15 dias antes da inoculação, que foi 62,50 % e aumentando a severidade da doença para 1,5. O uso do Biopiról aplicado em pulverização além da ativação de resistência promoveu o aumento no comprimento da raiz do tomateiro, comportamento este diferente na testemunha e demais tratamentos.

O mesmo foi observado por Mascarenhas *et al.* (2004), pulverizando Biopiról em quiabeiro. Esses dados concordam com os obtidos por Heemert *et al.* (2000) e Kessman *et al.* (1994), que indicam que os produtos que se desdobram em ácidos húmicos e fúlvicos, que formam extratos orgânicos, estimulam o crescimento das raízes, tornando todo o sistema de absorção das plantas mais eficientes.

O óleo de nim proporcionou também uma redução no percentual de controle, reduzindo de 75 % quando aplicado aos 5 dias antes da inoculação para 67,50 % quando aplicado 10 e 15 dias antes da inoculação, ou seja os resultados indicam que a severidade da doença aumenta com a aplicação aos 10 dias, mantendo a mesma severidade com a aplicação aos 15 dias. Conforme os resultados, o período de aplicação do indutor vai influenciar significativamente na ativação da resistência, sendo que a melhor indução de resistência ocorreu nos períodos de 5 dias antes da inoculação.

O óleo de nim proporcionou também uma redução no percentual de controle, reduzindo de 75 % quando aplicado aos 5 dias antes da inoculação para 67,50 % quando aplicado 10 e 15 dias antes da inoculação, ou seja os resultados indicam que a

severidade da doença aumenta com a aplicação aos 10 dias, mantendo a mesma severidade com a aplicação aos 15 dias. Conforme os resultados, o período de aplicação do indutor vai influenciar significativamente na ativação da resistência, sendo que a melhor indução de resistência ocorreu nos períodos de 5 dias antes da inoculação.

Estudos demonstram o potencial de produtos à base de nim induzirem resistência às plantas no combate a patógenos. Paul *et al.* (2002), estudando o efeito de extrato de folhas de nim na indução de resistência em cevada a *Drechslera graminea* Ito & Kuribayashi, verificaram que o extrato de nim pode afetar indiretamente a planta induzindo reações de defesa. Zanin *et al.* (2007), verificando o efeito do óleo de nim em patógeno de sementes do feijão, observou que os principais resultados foram obtidos para *Fusarium* sp. nas concentrações de 5,0; 7,5 e 10 %, indicando portanto que as doses intermediária proporcionaram uma maior proteção de grão de feijão. Carneiro (2003) verificou o controle de oídio (*Oidium lycopersici*) do tomateiro pelo óleo emulsionável de *Azadirachta indica* (nim).

Em se tratando do indutor ecolife os resultados também foram semelhantes em relação ao aumento da severidade da doença, ocorrendo, portanto severidade 1,2 com a aplicação aos 5 dias antes da inoculação elevando-se a severidade para 1,6 e 2,0 respectivamente com a aplicação aos 10 e 15 antes da inoculação. Conforme os resultados, o período de aplicação do indutor vai influenciar significativamente na ativação da resistência, sendo que a melhor indução de resistência ocorreu nos períodos de 5 e 10 dias antes da inoculação.

Silva *et al.* (2007) avaliando o efeito dos indutores Agro-Mos, Crop-Set e Ecolife⁴⁰ sobre o desenvolvimento de dois isolados de *Penicillium sclerotigenum* em tuberas de inhame, observou que entre os indutores testados o ecolife 40 mostrou-se mais eficiente na redução do crescimento micelial do fungo no tratamento “in vitro”. No tratamento in vivo, Ecolife⁴⁰ e Crop-Set comportaram-se de forma semelhante para os dois isolados na redução da severidade da doença. Keen (1990) aponta uma série de evidências que relacionam a produção de fitoalexinas em plantas com a expressão da resistência a fitopatógenos. Além disso, o Ecolife⁴⁰ demonstrou em pesquisas já realizadas, natureza fungistática, pois à medida que aumentaram as concentrações, houve uma redução do crescimento fúngico (Toffano *et al.*, 2004).

Resultados mais eficientes do controle da doença na cultivar Caline Ipa 6, foi observado quando aplicou-se ASM, Nim e Biopiról no período mais próximo a

inoculação do fungo, sendo considerado menos eficiente o período mais distante da inoculação.

De acordo com os resultados na figura 3, com base na severidade da doença relacionando apenas indutor e cultivar, observou-se diferença significativa entre os indutores e a testemunha, havendo também diferença significativa entre os indutores. Em se tratando da cultivar Caline Ipa 6, houve diferença significativa entre os indutores e a testemunha, não havendo diferença significativa entre os tratamentos.

REFERÊNCIAS

BALARDIN, R.S.; PASTOR-CORRALES, M.A. & OTOYA, M.M. Resistência de germoplasma de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) a *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*. Fitopatologia Brasileira 17:102-103. 1990.

BENHAMOU, N. & BÉLANGER, R. R. Benzothiadiazole-mediated induced resistance to *Fusariumoxysporum* f. sp. *Radicis lycopersici* in tomato. Plant Physiology, Rockville. 118: 1203-1212. 1998.

BERNARDO, R.; SCHWAN-ESTRADA, K.R.F.; STANGARLIN, J.R. & FIORI, A.C.G. Efeito de extratos cítricos na indução de resistência e no crescimento micelial de fungos fitopatogênicos. Fitopatologia Brasileira. 26: 313. 2001 (Resumo).

BIOPIROL: fertilizantes líquidos. Curso Prático de Agricultura Orgânica. Bahia, set. 2002.

CARNEIRO, S. M. T. P. G. Efeito de extrato de folhas e óleo de nim sobre o oídio do tomateiro. Summa Phytopatologica.29:.262-265. 2003.

COELHO, R. R. R.; BENITES, V. M.; BOM, E. P. S. & SACRAMENTO, D. R. Avaliação do crescimento de actinomiceto em substratos contendo subprodutos da carbonização vegetal visando a produção de ácidos húmicos. Grupo Brasileiro da IHSS, VEBSH: Universidade Federal do Paraná, p.3 novembro de 2003.

DANTAS, S.A.F.; TAVARES, S.C.; OLIVEIRA, S.M.A.; COELHO, R.S.B.; CAVALCANTI, V.A.L.B. & SILVA, R.L.X. Indutores abióticos de resistência a patógenos pós-colheita de manga. *Fitopatologia Brasileira*. 29: 52. 2004. (Suplemento)

FRIEDRICH, L.; LAWTON, K.; RUESS, W.; MASNER, P.; SPECKER, N.; RELLA, M.G.; MEIER, B.; DINCHER, S.; STAUB, T.; UKNES, S.; MÉTRAUX, J.P.; KESSMANN, H. & RAYLS, J. Benzothiadiazole derivate induces systemic acquired resistance in tobacco. *Plant Journal*. 10:61-70. 1996.

GÖRLACH, J.; VOLRATH, S.; KNAUF-BEITER, G.; HENGY, G.; BECKHOVE, U.; KOGEL, K. H.; OOSTENDORF, M.; STAUB, T.; WARD, E.; KESMANN, H. & RYALS, J. Benzothiadiazole, a novel class of inducers of systemic acquired resistance, activate genes expression and disease resistance in wheat. *The Plant Cell*, Rockville. 8: 629-643. 1996.

GURGEL, L. M. S.; OLIVEIRA, S. M. A. de; COELHO, R.S.B. RESISTÊNCIA induzida contra a murcha de fusário com indutores abióticos. *Summa Phytopatologica*. 31:158-164. 2005.

HAMMOND-KOSACK, K. & JONES, J.D.G. Responses to plant pathogens. In: BUCHANAN, B.B.; GRUISSEM, W.; JONES, R.L. *Biochemistry & molecular biology of plants*. Rockville : American Society of Plant Physiologists. 1102-1156. 2000.

HEATH, M.C. Nonhost resistance and nonspecific plant defenses. *Current Opinion in Plant Biology*, London. 3: 315-319. 2000.

HEEMERT, K. V.; VEENSTRA, H.; JORGRNSEN, H. & VAN-HEEMERT, K. TRI 002 and TRI 003. New biological plant growth stimulants. In: 17th Danish Plant Protection Conference, Horticulture. DJF-Rapport-Havebrug. 12:77-80. 2000.

KEEN, N. T. Phytoalexins and their elicitors. In Hoagland, R. E. (ed.). *Microbes and Microbial Products as Herbicides*. Washington, American Chemical Society. 114 – 129. 1990.

KESSMAN, H.; STAUB, T.; HOFFMAN, C.; MAETZKE, T.; HERZOG, J. WARD, E.; UKNES, S. & RYALS, J. Induction of systemic acquired resistance in plants by chemicals. Annual Review of Phytopathology. 32: 439-459. 1994.

KUC, J. Concepts and direction of induced systemic resistance in plants and its application. European Journal of Plant Pathology. 107:7-12. 2001.

KUAHN, O. J. PASCHOALATI, S. F. Resistencia induzida por agents bioticos e ab'oticos de enzimas relacionadas aos processos de defesas em feijoeiro. Fitopatologia Brasileira. 32:210 (suplemento) 2007.

MARTINEZ, S.S. Composição do nim. In: Martinez, S.S. O Nim –*Azadirachta indica*: natureza, usos múltiplos, produção. Londrina: Instituto Agronômico do Paraná, 23-30. 2002.

MASCARENHA, M. H. T.; LARA, J. F. R.; PURCINO, H. M. A.; MOREIRA, D. C. & SIMÕES, J. C. Efeito da utilização do Biopiról 7M na produtividade de alface, cenoura, quiabo e tomate. Empresa de pesquisa Agropecuária de Minas Gerais. Laudo técnico de praticabilidade e eficiência agrônômica, Minas Gerai. 1-20. 2004.

MENEZES, M. Relações entre *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* (ATK) Syd. & Hans. E diferentes hospedeiros não suscetíveis. 1972. 48 f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1972.

MENESES, S. P.; SILVA, C. N. & ORNELLAS, R. M. S. OLIVEIRA, A. C. Indução de resistência de variedades comerciais de “Lírio-de-São-Jose (*Hemerocalis hybrida*), via acibenzolar-s-metil (ASM), quanto ao fungo *Puncina hemerocallidis*. Fitopatologia Brasileira. 32: 233. 2007 (suplemento).

MÉTRAUX, J.-P. Systemic acquired resistance and salicylic acid: current state of knowledge. European Journal of Plant Pathology. 107: 13-18. 2001.

MONTOYAMA, M.M. Efeito antimicrobiano sobre *Ralstonia solanacearum*, *Xanthomonas axonopodis* pv. *manihotis*, *Colletotrichum lagenarium* e *Fusarium*

semitectum e atividade elicitoria de fitoalexinas em soja e sorgo por extratos cítricos. Dissertação de Mestrado. Maringá. Universidade estadual de Maringá. 2001.

PASCHOLATI, S. F. & LEITE, B. Hospedeiro: Mecanismos de resistência. In: BERGAMIN FILHO; A.; KIMATI, H; AMORIM, L. Manual de fitopatologia: princípios e conceitos. Ed. São Paulo. Ceres. 1: 417-453. 1995.

PAUL, P. K. SHARMA, P. D. *Azadirachta indica* leaf extract induces resistance in barley against leaf stripe disease. *Physiological and Molecular Plant pathology*, London, 61: 3-13, 2002.

RIOS, G.P.; SILVEIRA, E.M.; MOURA, K. B. & GUIMARÃES, P. H. Eficiência de alguns biofertilizantes no controle das doenças da parte aérea do feijoeiro. *Fitopatologia Brasileira*. 26: 403. 2001 (Suplemento).

RYALS, J.; UKNES, H. N.; WILLITS, M. G.; MOLINA, A. & STEINER, H. & HUNT, M. D. Systemic acquired resistance. *The Plant Cell*, Rockville. 8: 1809-1819. 1996.

RODRIGUES, A. A. C. Resistência de caupi a *Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum*: avaliação de germoplasmas, indução de defesa, caracterização de mecanismos bioquímicos, estruturais e análise da capacidade funcional do xilema. Tese de Doutorado. Recife PE. Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2003.

SANTOS, J. R. M.; Protocolo de Tecnologia: Seleção para resistência a doenças em hortaliças. N.3 Tomateiro/Murcha-de-fusario. EMBRAPA Hortaliças, Comunicado Técnico, p. 11, 1999.

SILVA, R. L. X.; SANTOS, A. M. G.; OLIVEIR, S. M. A.; LOPES, A. L. Efeito de indutores de resistência na fisiologia de *Penicillium sclerotigenum* em inhame. *Fitopatologia Brasileira*. 32: 203. (suplemento).2007.

SILVA, R. F.; PASCHOLATI, S. F. & BEBENDO, I. P. Indução de resistência em tomates por extratos aquosos de *Lentinula edodes* e *Agaricus blazei* contra *Ralstonia solanacearum*. Fitopatologia Brasileira, 32:189-196. 2007,

TAIZ, L. & ZEIGER, E. Plant defenses: surface protectants and secondary metabolites. Plant physiology. Sunderland : Sinauer Associates. 347-376. 1998.

TOFFANO, L.; PASCHOLATI, S. F. & PISA, J. L. Avaliação *in vitro* do efeito do Ecolife⁴⁰ no crescimento de *Alternaria solani*. Summa Phytopathologica 30: 118-119. 2004.

ZANIN, D. G.; GONÇALVES, R. A.; ALBANO, E. M. S. & FURLAN, M. R. Efeito do óleo de nim no controle de patógenos de sementes de feijão. Fitopatologia Brasileira. 32: 147. (suplemento) 2007.

TABELA 1 – Efeito dos indutores aplicados aos 5, 10 e 15 dias antes da inoculação do fungo sobre as cultivares IPA 6 e Caline IPA 6, em função da severidade, índice de doença e o percentual de controle.

CULTIVAR	INDUTOR	DAI *	SEVERIDADE (nota)	ÍNDICE DE DOENÇA %	PERCENTUAL DE CONTROLE %
IPA 6	ASM	5	1,00 c	20,00	72,00
	BIOPIROL		1,00 c	20,00	72,00
	NIM		1,20 bc	24,00	66,00
	ECOLIFE		1,30 bc	26,00	63,00
	ASM	10	1,00 c	20,00	72,00
	BIOPIROL		1,00 c	20,00	72,00
	NIM		1,60 bc	32,00	55,00
	ECOLIFE		1,60 bc	32,00	55,00
	ASM	15	1,00 c	20,00	72,00
	BIOPIROL		1,00 c	20,00	72,00
	NIM		1,30 bc	26,00	63,00
	ECOLIFE		2,10 b	42,00	55,00
TESTEMUNHA	3,60 a		72,00	-	
CV %			23,00		
CALINE IPA 6	ASM	5	1,00 c	20,00	75,00
	BIOPIROL		1,00 c	20,00	75,00
	NIM		1,00 c	20,00	75,00
	ECOLIFE		1,20 bc	24,00	70,00
	ASM	10	1,20 bc	24,00	70,00
	BIOPIROL		1,00 c	20,00	75,00
	NIM		1,30 bc	26,00	67,00
	ECOLIFE		1,60 bc	32,00	60,00
	ASM	15	1,50 bc	30,00	62,00
	BIOPIROL		1,50 bc	30,00	62,00
	NIM		1,30 bc	26,00	67,00
	ECOLIFE		2,00 b	40,00	50,00
TESTEMUNHA	4,00 a		80,00	-	
CV %			24,62		

*DAI – Dias Antes da Inoculação.

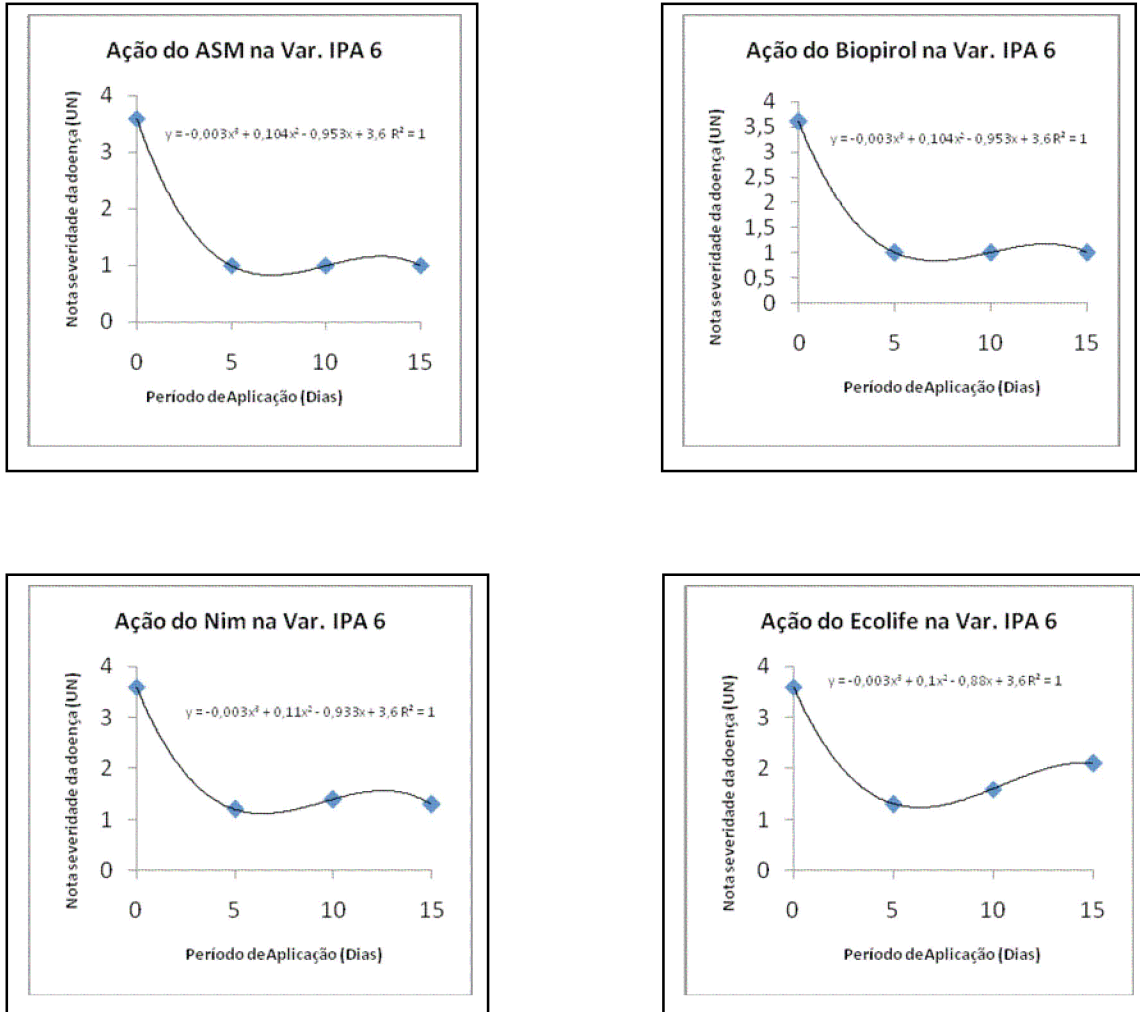


FIG. 1 - Ação de indutores de resistência na redução da severidade da murcha de fusário no tomateiro variedade IPA 6 em diferentes períodos de aplicação

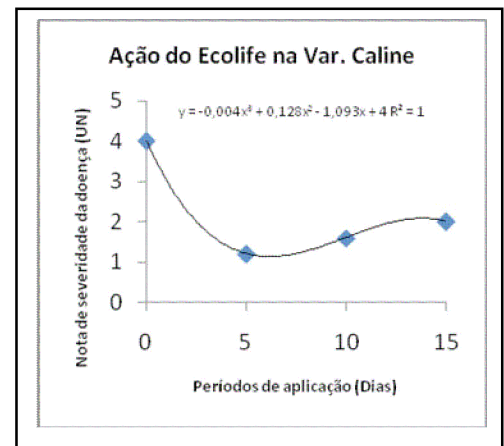
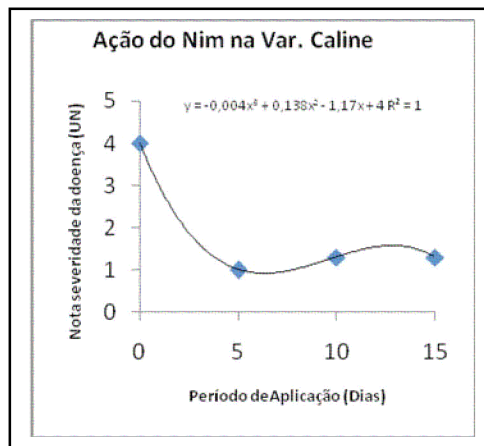
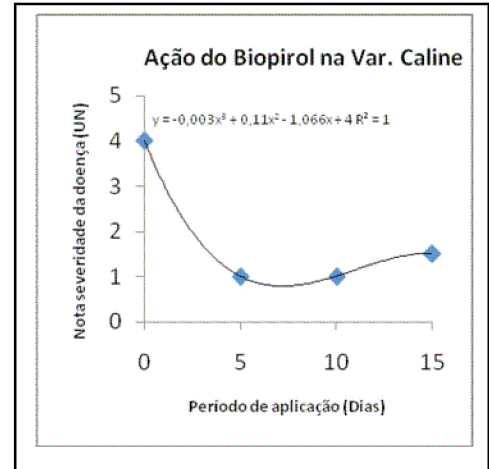
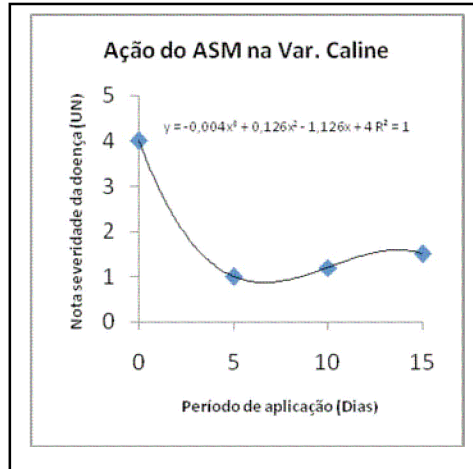


FIG. 2 - Ação de indutores de resistência na redução da severidade da murcha de fusário no tomateiro variedade Caline IPA 6 em diferentes períodos de aplicação

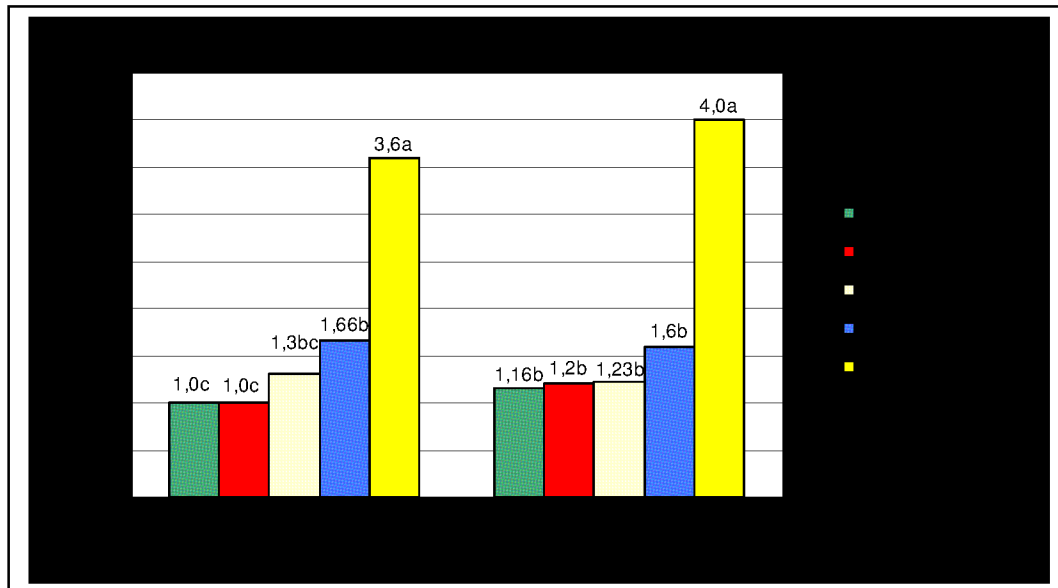


FIG. 3 – Severidade da murcha de fusário em tomateiros tratados com indutores de resistência.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- O uso das leguminosas: feijão guandu, feijão de porco, amendoim forrageiro e leucena incorporadas fresca ao solo, consistem em um método alternativo, viável e sustentável na supressividade da fusariose do tomateiro;
- Não foram observados sintomas da doença aos 21 dias após a inoculação do fungo, para a incorporação ao solo de Amendoim Forrageiro, Feijão de Porco e Leucena nas concentrações: 40 g L⁻¹, 60 g L⁻¹ e 80 g L⁻¹; respectivamente as quais permitiram 73,34 % de controle da doença;
- 75 % dos genótipos avaliados manifestaram uma reação de resistência intermediária, e 12 % comportou-se com suscetível, em quanto apenas 8 % reagiu como altamente suscetível;
- Considerando as cultivares avaliadas nas condições testadas e levando em consideração a severidade da doença, a cultivar Meia Estaca é a mais indicada para as áreas com incidência da murcha de fusário;
- A resistência sistêmica, em tomateiros da cultivar Caline IPA 6 e IPA 6 foi ativada pelo uso dos indutores ASM, Biopirrol, Nim e Ecolife⁴⁰, após inoculação com *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*;
- Os indutores ASM e Biopirrol quando aplicados na cultivar Ipa 6, apresentaram o maior percentual de controle (72 %), independente do período de aplicação. Na cultivar Caline Ipa 6, o resultados mais eficientes de controle ocorreram quando aplicou-se ASM, Nim e Biopirrol no período mais próximo à inoculação do fungo.

REVISÃO DE LITERATURA

CAPÍTULO I

1 INTRODUÇÃO GERAL

O tomateiro, *Lycopersicon esculentum* Mill, pertencente à família Solanaceae, que apesar de ser uma planta herbácea e perene, é cultivada quase universalmente como uma planta anual (MARANCA, 1986).

O Brasil é um dos principais produtores de tomate, com uma produção de 3,4 milhões de toneladas. O Nordeste destaca-se como a terceira região na produção de tomate, produzindo 511 mil toneladas, sendo o Estado do Maranhão o sexto estado produtor, com pouco mais de 5 mil toneladas em 247 hectares de área plantada, destacando-se os municípios de São Domingos produzindo 688 t em 35 ha, Buritirana produzindo 450 t em 18ha, Senador Laroque com a produção de 445 t em 20 h e Tumtum. Chegando a produzir 425 t em 25 ha de área planta (IBGE, 2007).

Embora se reconheça o potencial da tomaticultura, sabe-se que esta cultura está sujeita as várias doenças influenciadas por fatores, tais como o clima, a cultivar plantada, a qualidade da semente, o tipo de solo, o manejo da cultura, dentre outros, além da escassez de medidas eficientes para o controle de doenças.

Entre as doenças de importância econômica que afetam o tomateiro podemos destacar a murcha de fusário causada *Fusarium oxysporum* Schlecht f. sp. *lycopersici* Snyder & Hansen (KUROSAWA; PAVAN, 1997).

A doença ocorre em todos os estados brasileiros, causando redução na colheita, devido a morte prematura das plantas ou destruição de todas elas (JULIATTI, 2001).

O uso de cultivares resistente constitui o método mais eficiente de controle desta doença (KUROSAWA; PAVAN, 1997). Entretanto, outras medidas de controle podem ser integradas no combate desta doença, entre elas podemos citar a rotação de cultura por três a cinco anos com plantio de gramíneas, tratamento de sementes com produtos químicos, solarização, dentre outras. Outro meio de controle é através da aplicação de agroquímicos, porém medida esta pouco eficiente.

Um fator importante que não deve ser desconsiderado está relacionado aos danos ambientais devido ao uso indiscriminados dos agroquímicos. De acordo com Campanhola e Bettiol (2003), o tomateiro esteve entre as culturas que mais utilizaram agrotóxicos (t/ha) no ano de 2000, cerca de 1.473 toneladas, das quais 1.125 t foram para controle de patógenos.

Como alternativa à redução dos prejuízos decorrentes desta doença, mencionam-se os métodos aplicados à agricultura orgânica, cuja principal contribuição não é a exploração econômica, imediatista e inconseqüente, mas sim o uso sustentável da terra e com retornos a longo prazo (ZAMBERLAN; FRONCHETI, 2002).

Na perspectiva de mudar o panorama no qual se encontra o Estado do Maranhão, em relação a produção de tomate procurou-se, então, desenvolver uma pesquisa, cujo fundamento agroecológico está na utilização de estratégias eficientes de controle baseadas em uma combinação de práticas tais como: uso de variedades resistentes, incorporação de resíduos orgânicos vegetais e indução de resistência com indutores abióticos. Sendo, portanto, essas estratégias métodos de controle capaz de reduzir ou inibir a população de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, utilizando uma prática potencialmente eficaz de baixo custo e condizente com os princípios agrônômicos e ecológicos que regem o desenvolvimento sustentável de um ecossistema.

1. O hospedeiro: tomateiro (*Lycopersicum esculentum* Mill)

A espécie cultivada originou-se da espécie andina silvestre *L. esculentum* var. *cesariiforme*, que produz frutos tipo “cereja”. O tomateiro é uma solanácea herbácea, com caule flexível e incapaz de suportar o peso dos frutos e manter a posição vertical. A forma natural lembra uma moita, com abundante ramificação lateral, sendo profundamente modificada pela poda. Embora sendo planta perene, a cultura é anual. A floração e a frutificação ocorrem juntamente com o crescimento vegetativo. As folhas pecioladas são compostas por número ímpar de folíolos. A planta apresenta dois hábitos de crescimento que condiciona o tipo de cultura: o indeterminado e o hábito determinado. As flores agrupam-se em cacho e são hermafroditas. Normalmente a planta é autopolinizada, apresentando baixa incidência de frutos. Os frutos são bagas carnosas e suculentas, que são de um vermelho vivo quando maduros, essa coloração vermelha deve-se ao carotenóide licopeno. O peso dos frutos varia de menos 25 g (tipo cereja) até mais de 300 g (tipo salada). As sementes são pilosas pequenas, o sistema radicular é condicionado pelo tipo de cultura (FILGUEIRA, 2000).

De acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2004), o fruto do tomateiro possui na sua composição, 93 % de água, nos 7 % restantes encontram-se compostos inorgânicos, ácidos orgânicos, açúcares, sólidos

insolúveis em álcool e outros compostos. Embora as vitaminas estejam presentes em uma pequena proporção de matéria seca, estas substâncias são importantes do ponto de vista nutricional.

O tomate é a hortaliça com maior volume de comercialização no Brasil, com produção em 2003, de 3,5 milhões de toneladas em uma área de aproximadamente 61 mil hectares (IBD, 2003). Segundo Santini (2003) esse volume coloca o Brasil entre os dez maiores produtores mundiais da cultura, que além de sua importância econômica, desempenha papel igualmente relevante em razão do grande número de pessoas envolvidas nas atividades que compõem a sua cadeia de negócios.

1.2. A Doença: Murcha de Fusário

1.2.1 O patógeno: *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*

De acordo com Kurosawa; Pavan (1997), *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* é um fungo Deuteromiceto que produz dois tipos de esporos: macroconídio, hialino alantóides com dois e quatro septos, de paredes finas e microconídios hialinos, elípticos, com uma célula. E estruturas de resistência, os clamidósporos, de parede espessa e lisa. Os microconídios e macroconídios podem sobreviver por até dois anos e os clamidósporos por até dez anos em restos de culturas ou no solo, mesmo que este não esteja sendo cultivado com tomate (JULIATTI, 2001).

Vale lembrar que as doenças de plantas causadas por patógenos habitantes do solo constituem um dos principais problemas para maioria das culturas. Esses patógenos compreendidos por espécies de fungos, bactérias e nematóides, podem destruir as sementes ou outros órgãos de propagação, causar tombamento de plântulas, apodrecimento e destruição de raízes ou murcha, devido a danos no sistema vascular. Em consequência há uma queda na quantidade e na qualidade da produção, originando sérios prejuízos ao agricultor (BERGAMIN FILHO; KIMATI, 1995).

1.2.2 Descrição da doença

A Murcha de Fusário é considerada como uma doença de importância econômica que ocorre em todos os estados brasileiros podendo ser favorecida por temperaturas que variam entre 21 a 33° C, sendo 20° C a temperatura ótima. Plantas que crescem em solos ácidos e pobres, com pouca água e deficiência de cálcio, tendem a mostrar sintomas mais severos. A doença pode ainda, se manifestar em plântulas onde o patógeno pode causar o tombamento em condições de alta umidade e temperatura baixa. Em plantas adultas, os sintomas geralmente são em reboleira, observados no intervalo entre o florescimento e a maturação dos frutos (JULIATTI, 2001).

Os sintomas primários decorrem do escurecimento dos vasos, provocado pela colonização do patógeno, por toxinas liberadas pelo patógeno ou ainda por associação com nematóides do gênero *Meloidogyne* que agrava muito o quadro sintomático (KAPPELMAN, 1982). Também este autor faz referência a ocorrência dos sintomas secundários em reboleiras, ocorrendo murchas e amarelecimento de folhas, que podem progredir um intenso desfolhamento, que em um estágio bem mais avançado evolui para a morte da planta.

O processo de amarelecimento é gradual e acentuado nas horas mais quente do dia, podendo a planta entrar em colapso e morrer (JULIATTI, 2001).

1.3 Manejo Ecológico da Doença

A agricultura sustentável busca o manejo adequado dos recursos naturais, evitando a degradação do meio ambiente, de forma a satisfazer as necessidades humanas no presente e no futuro. Um de seus objetivos é reduzir a utilização de produtos químicos, o que implica maior uso de processos biológicos nos sistemas agrícolas e menor uso de insumos, como pesticidas. Um dos problemas para a manutenção da sustentabilidade dos agroecossistemas é a ocorrência de doenças de plantas, haja vista que muitas das práticas utilizadas para o controle colaboram para sua degradação (ZAMBOLIM, 2000).

1.3.1 Resistência de cultivares de tomate a *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*

A introdução de cultivares contendo novos genes para resistência a doenças tem sido um marco na agricultura moderna.

A resistência genética é um método de controle econômico e eficaz no combate a doenças de plantas, sendo que a capacidade que uma planta possui em atrasar ou evitar a atividade de um determinado patógeno é caracterizada como resistência (KLINGELFUSS; YORINORI, 2000; RODRIGUES, 2003). Quando a resistência permanece por muito tempo é chamada de durável. Contudo, muitos tipos de resistência são temporários, nesse caso, a resistência é normalmente do tipo monogênica, ou seja, conferida por um único gene e atua sobre patógenos especializados (VALE *et al.*, 2001). Os mecanismos de resistências são geneticamente determinados, e para o emprego da resistência genética no controle de doenças vegetais faz-se necessário a identificação da fonte de resistência, ou seja, identificar o germoplasma que possua os genes de resistência procurados, em seguida os genes são incorporados em cultivares comerciais por métodos de melhoramentos, para que posteriormente sejam traçadas estratégias visando a durabilidade da resistência face à natureza dinâmica das populações patogênicas (LUCAS, 1998).

Outro requisito importante a ser considerado é a variabilidade do patógeno, que é essencial na estabilidade e durabilidade da resistência (CAMARGO, 1997). O patógeno, por sua vez, através de processos evolutivos, se adapta à nova cultivar, ocasionando o surgimento de novas raças.

Até agora, são conhecidas três raças de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*, sendo as raças 1 e 2 disseminadas por todas as principais regiões do mundo, inclusive

em todas as regiões de produtora do Brasil. A raça 3 apresenta uma distribuição geográfica mais limitada, já tendo sido relatada na Austrália (GRATTIDGE ; O'BRIEN, 1982); e alguns estados americanos (VOLIN; JONES, 1982). Na América latina há relatos até o momento desta raça somente na Venezuela (LATERROT *et al.*, 1988) e México (VALENZUELA-URETA *et al.*, 1996).

Os fitopatógenos habitantes do solo são de difícil controle, pois podem sobreviver por vários anos no solo de áreas cultivadas por meio de estruturas resistentes como clamidósporos, escleródios e microescleródios. Devido a essa grande capacidade de sobrevivência, o controle da doença corresponde ao uso de variedades resistentes, exigindo intensamente o conhecimento da variabilidade do patógeno (KAPPELMAN, 1982).

No controle da fusariose utiliza-se também: o tratamento químico em sementes, a erradicação total da cultura em áreas infestadas com o patógeno, a eliminação dos restos culturais ou simplesmente, o sistema de rotação de culturas, neste caso, preferencialmente, com milho (*Zea mays* L.). Alguns autores como (MASSOLA JÚNIOR; BEBENDO, 1997), indicam o uso de sementes saudáveis e variedades resistentes. Estas, por sua vez se destacam como preferenciais visto que a rotação de cultura não atende com eficiência na redução da população desses patógenos do solo. Muitas vezes, os resultados de controle através de medidas culturais são imprevisíveis, principalmente quando se trata de um fungo de difícil controle e com boa capacidade de resistência saprofítica, constatando-se que a eficiência de controle é baixa quando a doença se encontra em evidência, ou os métodos são tratados de forma isolada.

1.3.2 Incorporação de matéria orgânica no solo

Segundo Kiehl (2002), resíduo orgânico se refere ao resultado de todo material vegetal ou animal, os quais constituem excelentes fontes de matéria-prima com potencial para ser transformada em fertilizante orgânico humificado, mas que ainda não são considerados adubos orgânicos. Os materiais orgânicos crus promovem reação ácida, assim como dejeções sólidas e líquidas. Na sua decomposição, estes favorecem os traços de diversos tipos de ácidos minerais e uma maior quantidade de ácidos

orgânicos. O composto, deriva da língua inglesa “compost”, quando o material inicial foi fermentado por um processo microbiológico seguindo para a bioestabilização e mineralização.

A adição e incorporação de matéria orgânica ao solo podem ser feitas utilizando-se resíduos orgânicos *in natura* ou compostados.

Nas análises realizadas no composto (resíduo de matéria orgânica), deve estar incluída a caracterização físico-química do material, como: determinação do pH, relação C: N, capacidade de troca catiônica, carbono total e concentração de metais pesados, isto porque, conforme Pereira Neto (1998), tais fatores podem influenciar não apenas na biomassa ou na atividade microbiana, mas também podem se constituir em um impedimento para a utilização desses materiais com insumos agrícolas devido ao risco de fitotoxicidade ou contaminação ambiental.

Segundo Zamberlan; Froncheti (2002), a incorporação de matéria orgânica ao solo, pode ajudar a equilibrar a sua microfauna aumentando seu potencial de controle de doença, conseqüentemente, desenvolvendo uma planta sadia e resistente.

A matéria orgânica pode ainda ser incorporada ao solo na forma de resíduo. Este pode ser obtido após a secagem e trituração de materiais orgânicos, compostados ou não. Este método assume, conforme os conceitos de sustentabilidade, duas funções importantes na propriedade: a de melhorar as características físicas, químicas e biológicas do solo, e também a de produto fitossanitário. Em análise em casa de vegetação, (NAKASONE, *et al.*, 1999) conseguiram reduzir significativamente populações de fitonematóides, mediante a incorporação de extratos aquosos de composto orgânico no solo.

Segundo Café Filho; Lobo Júnior (2000), a adição de matéria orgânica ao solo altera a estrutura física, teores de nitrogênio, celulose e lignina, sólidos solúveis totais, pH e deposição de toxinas que alteram o perfil da microbiota do solo e que tornam o ambiente impróprio à sobrevivência de patógenos, ao mesmo tempo em que favorecem o aumento das populações de microrganismos benéficos.

A incorporação da matéria orgânica ao solo, à medida que melhora suas características, consegue fazer com que possa expressar toda a sua potencialidade (BROISLER, 1997). Desta forma as plantas tornam-se menos suscetíveis ao ataque de patógenos, pois disponibilizaram substâncias sintetizadas, em menor quantidade. Tal fato se explica porque os patógenos de modo geral, são ineficientes quanto a síntese de substâncias de alta complexidade, proteínas, por exemplo, e que são essenciais à sua

sobrevivência, logo, estes organismos buscam nos vegetais a forma simplificada destas substâncias, geralmente aminoácidos que estarão bem mais disponíveis em solos tratados com substâncias de alta solubilidade como adubos ou defensivos químicos (SOUZA, 1999).

Os resíduos fenólicos vegetais liberados no solo podem apresentar efeito de toxicidade a algumas espécies de fungos e bactérias. Na rizosfera os microrganismos encontram condições favoráveis à produção de antibióticos, cuja atuação contribui para proteção dos vegetais contra agentes patogênicos (SANTOS; CAMARGO, 1999).

Outra possibilidade de incorporação de matéria orgânica ao solo é feita sob a forma de adubo verde. Esta prática atende uma série de finalidades na agricultura, uma destas é o controle de fitopatógenos de solo. Três princípios podem ser analisados neste tipo de controle: escassez de alimento para o patógeno, liberação de substâncias orgânicas tóxicas que inibem o crescimento ou matam o patógeno; o que ocorre durante a decomposição da massa verde, e ainda, aumento de populações antagonistas que encontram no material decomposto um ambiente propício ao seu crescimento e reprodução (ROSSI, 2002).

Os benefícios da incorporação de matéria orgânica ao solo, somando-se a crescente preocupação em se reduzir os custos de produção, e com isso, de se manter a competitividade e sustentabilidade da produção agrícola e à necessidade do uso racional de resíduos agroindustriais, o que corresponde à demanda em crescimento dos produtos orgânicos. Neste sentido, as propostas alternativas para o controle de fitomoléstias terão maiores chances de sucesso se as pesquisas levarem em consideração os seguintes fatores: a complexidade do solo, as estratégias de sobrevivência dos patógenos neste sistema, a dinâmica das populações de microrganismos e a epidemiologia das doenças com seu nicho causal (CAFÉ FILHO; LOBO JUNIOR, 2000).

Zambolim et al. (1996) constataram que a adição de matéria orgânica ao solo, tanto como adubo verde quanto como composto orgânico, causa uma redução nas populações de nematóides e conseqüentemente no dano associado. Além das modificações nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, ocorrerá uma redução nos fatores ligados ao estresse, o que proporcionará maior resistência da planta ao parasitismo (ROSSI, 2001).

Outra alternativa de controle do fitopatógeno corresponde à inoculação de antagonistas. Desta forma, é crescente nos agroecossistemas, o emprego de protetores microbianos e do uso de microrganismos entomopatogênicos tais como: fungos,

bactérias e vírus, como agentes biocontroladores das doenças de plantas (MEDEIROS, 2001).

Segundo Agrios (1997), não se sabe ao certo quais os mecanismos que atuam no antagonismo das populações de patógenos, geralmente estes estarão relacionados a fatores como: parasitismo direto, competição por condições e recursos de sobrevivência, e ainda, produção de substâncias antibióticas.

Os conhecimentos são, ainda, insuficientes para dominar os processos de antagonismo que eliminam fitopatógenos, no entanto, sabe-se que através de um correto manejo do ambiente, inclusive da matéria orgânica do solo, as plantas se tornam mais resistentes à proliferação de doenças, sobretudo fúngicas e bacterianas (OSTERROHT, 2000).

1.3.2 Resistência induzida

A resistência de plantas contra doenças está associada à eficiência do hospedeiro em reconhecer a presença de patógenos através de mecanismos de percepção e transdução de sinais, que envolvem alterações transitórias no fluxo de íons através da membrana plasmática e mudanças no estado de fosforilação de proteínas. Em decorrência desse processo, ocorre a ativação de fatores de transcrição no núcleo da célula vegetal, resultando em alterações na expressão de genes de defesa. Em muitas interações planta-patógeno, a resistência é manifestada como uma resposta de hipersensibilidade, que resulta na morte localizada de células do hospedeiro no sítio de infecção, limitando dessa forma o desenvolvimento do patógeno a áreas restritas da planta (GUZZO; HAKAKAVA, 2007).

As plantas possuem como estratégias de defesa as barreiras estruturais que evitam que o patógeno obtenha alimento do hospedeiro, ou defesa enzimática e química que interferem no metabolismo do patógeno (HAMMOND-KOSAC; JONES, 1996; GLAZEBROOK *et al.*, 1997).

Os mecanismos de resistência geralmente são divididos em pré e pós-formados, sendo que estes são produzidos ou ativados em resposta à presença dos patógenos e exercem papel destacado no processo de resistência, uma vez que a amplitude de compostos existentes nas plantas superiores permite ações diferenciadas sobre os microorganismos.

A reação de defesa a patógenos, adquirida por herança genética, pode estar presente na planta ou ser ativada em resposta à presença do organismo, uma vez que o sistema de defesa vegetal é multicomponente, englobando mecanismos estruturais e bioquímicos que atuam de maneira dinâmica e coordenada. Quando os mecanismos de defesa constitutivos não são eficientes, mecanismos latentes de resistência podem ser ativados por indutores e expressos no local do sítio de infecção ou sistematicamente, após subsequente infecção de patógenos, caracterizando a resistência sistêmica adquirida (RSA) (STICHER *et al.*, 1997; METRAUX, 2001).

Embora a RSA venha sendo estudada desde 1901, a indução de resistência recebeu maior ênfase a partir da década de 60, através do uso de indutores bióticos com proteção cruzada viral e uso de microorganismos não patogênicos, e mais recentemente, com uso de indutores sintéticos, efetivos contra infecções subsequentes por diferentes patógenos (PASCHOLATI, 2003), mostrando-se como estratégias potencial para controle de fitonemátóides, fungos, e outros.

Na indução de resistência com indutores abióticos, a ação desses agentes não é devido à atividade antimicrobiana, mas à capacidade de indução de resistência e manutenção da proteção a partir da aplicação, até que seja completamente expressa (KÚC, 2001). Vários são os indutores relacionados com a ativação de resistência, dentre eles o acibenzolar-S-metil (ASM) que foi o primeiro indutor químico a ser usado comercialmente e tem demonstrado ser um potente ativador da Resistência induzida (RI) em diversas espécies de plantas (GORLACH *et al.*, 1996). Induz a planta a produzir uma resposta de defesa, mas não atua diretamente sobre o patógeno.

Ecolife® é um produto comercial originado de biomassa cítrica, ou segundo o fabricante, uma formulação aquosa heterogênea contendo polifenóis, flavonóides, fitoalexinas e ácidos orgânicos diluídos, tem se mostrado eficaz na proteção de pepino, cafeeiro e cacauero contra diferentes patógenos (CAVALCANTI *et al.*, 2006).

Um outro indutor que vem sendo muito utilizado é o Biopirol que é um fertilizante foliar e/ou radicular líquido de alto desempenho a base de extrato pirolenhoso, solução orgânica originada da carbonização da madeira, que apresenta algumas semelhanças com os ácidos húmicos, por serem ambos derivados da transformação da lignina e de outros componentes de resíduos vegetais (COELHO *et al.*, 2003). É também considerado como um estimulador dos mecanismos de defesa da planta, pois tem grande presença de fenóis naturais, substâncias presentes em quase

todos os mecanismos de defesa bioquímica. A atuação conjunta na nutrição e no metabolismo resulta em aprimoramento das defesas naturais (BIOPIROL., 2002).

O uso de derivados de plantas, a exemplo de extratos e óleos essenciais, constitui alternativa para manejo de fitopatógenos, muito estudada recentemente, principalmente nos casos onde os métodos atuais de controle se mostram poucos efetivos. Entre essas plantas das quais vem se extraindo o óleos essenciais, destaca-se o Nim (*Azadirachta indica* Juss.) que vem sendo utilizado de diferentes maneira para controle de pragas e doenças, demonstrando grande potencial de utilização como indutor de resistência a doenças (SINGH; PRITHIVIRA, 1997; PAUL; SHARMA, 2002).

REFERÊNCIAS

AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. 4. ed. San Diego: Academic Press, p. 143, 1997.

BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H. Princípios gerais de controle. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Eds.). **Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos**. 3.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. v.1. cap. 34. p. 692-709.

BIOPIROL: fertilizantes líquidos. **Curso Prático de Agricultura Orgânica**. Bahia, set. 2002. p.14.

BROISLER, L. A. A proposta Mokití Okada. **Revista Brasileira de Agropecuária**, Viçosa, Ano 1, n.9, p. 21-23, 1997.

CAFÉ FILHO, A.C. ; LOBO JÚNIOR, M. Manejo de fatores físicos e culturais para o controle de patógenos de solo. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 8, p.267-301, 2000.

CAMARGO, L.E.A.; BERGAMIN FILHO, A. Controle genético. In: BERGAMIN FILHO; A.; KIMATI, H; AMORIM, L. **Manual de Fitopatologia**. Ed. São Paulo SP. Ceres. 1997. v. 1, p. 470-492.

CAMPANHOLA, C.; BETTIOL, W. Panorama sobre o uso de agrotóxicos no Brasil. In: CAMPANHOLA, C.; BETTIOL, W. (Ed.). **Métodos alternativos de controle fitossanitário**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. p.1-25.

CAVALCANTI, F. R.; RESENDE, M. L. V.; ZACARONI, A. B.; JÚNIOR, P. M. R.; COSTA, J. C. B. & SOUZA, R. M. Acibenzolar-S-Metil e Ecolife na indução de respostas de defesa do tomateiro contra a mancha bacteriana (*Xanthomonas vesicatoria*). **Fitopatologia Brasileira**, v.31, p. 372-380. 2006.

COELHO, R. R. R.; BENITES, V. M.; BOM, E. P. S.; SACRAMENTO, D. R. Avaliação do crescimento de actinomiceto em substratos contendo subprodutos da carbonização vegetal visando a produção de ácidos húmicos. **Grupo Brasileiro da IHSS**, VEBSH: Universidade Federal do Paraná, p.3 novembro de 2003.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Cultivo do tomate para industrialização**. Disponível em: <<http://sistemas.deproducao.cnptia.embrapa.br>> Acesso em: 11 maio 2004.

FILGUEIRA, F.A.R. Solanáceas II - Tomate: a hortaliça cosmopolita. In: FILGUEIRA, F.A.R. **Novo Manual de Olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 2000. cap.13. p. 189-234.

GLAZEBROOK, J.; ROGERS, E.E.; AUSUBEL, F.M. Use of Arabidopsis for genetic dissection of plant defense responses. **Annual Review of Genetics**, Palo Alto, v. 31, p.547-569, 1997.

GÖRLACH, J.; VOLRATH, S.; KNAUF-BEITER, G.; HENGY, G.; BECKHOVE, U.; KOGEL, K. H.; OOSTENDORF, M.; STAUB, T.; WARD, E.; KESMANN, H.; RYALS, J. Benzothiadiazole, a novel class of inducers of systemic acquired resistance, activate genes expression and disease resistance in wheat. *The Plant Cell*, Rockville, v.8, p.629-643. 1996.

GRATTIDE, R.; O'BRIEN, R.G. Occurrence of third race of fusarium wilt of tomatoes in Queensland. **Plant Disease**. v.66, p.165-166, 1982.

GUZZO, S.D.; HARAKAVA, R. Mecanismos envolvidos na resistência induzida de plantas a doenças: sinalização e expressão de genes de defesa. Indução de resistência em plantas a patógenos. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, n. 1, p.281-301, 2007.

HAMMOND-KOSAC, K.E.; JONES, J.D.G. Resistance gene-dependent plant defense responses. **Plant Cell**, Rockville, v.8, p.1773-1791, 1996.

INSTITUTO BIODINÂMICO – IBD. www.ibd.com.br. Acesso em 24/09/2003

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. SIDRA. **Tomate**. Produtividade de 2007. Disponível em: <<http://www.ibge.com.br>> Acesso em: 12 agosto 2008.

JULIATTI, F. C. Manejo integrado de fungos fitopatogênicos. In: SILVA, L. H. C. da P.; CAMPOS, J.R.; NOJOSA, G.B. de A. **Manejo integrado: doenças e pragas em hortaliças.** Lavras, Minas Gerais: UFLA, 2001.

KAPPELMAN, A. J. Resistance to Fusarium wilt in used cotton cultivares. **Plant Disease**, v. 66, p. 837-839, 1982.

KIEHL, E. J., **Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto.** 3. ed. Piracicaba, p.171, 2002.

KLINGELFUSS, L. N.; YORINORI, J. T. Infecção latente de *Colletotrichum truncatum* e *Cercospora kikuchii* e efeito de fungicidas sobre doenças de final de ciclo de soja. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal. v. 26, p.356-361, 2000.

KÚC, J. Concepts and detection of induced systemic resistance in plants and its a application. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht. v.107, p.7-12. 2001.

KUROSAWA, C.; PAVAN, M.A. Doenças do tomateiro. In: KIMATI, H. et al. **Manual de Fitopatologia: doenças de plantas cultivadas.** 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. v. 2. p. 690-719.

LUCAS, J. A. Plant pathology and plant pathogens. London: Blackwell Science. P.274, 1998.

LATERROT H.; BLANCARD, D.; COUTEAUDIERY. Les Fusarioses de la tomate. P.H.M. **Revue Horticule**, p.288, 1988.

MARANCA, G. **Tomate: variedades, cultivo, pragas, doenças e comercialização.** 3. ed. São Paulo: Nobel, 1986.

MASSOLA JÚNIOR, N. S.; BEBENDO, L. P. Doenças do Quiabeiro In: KIMATI, H. et al. **Manual de Fitopatologia: doenças de plantas cultivadas.** 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, v. 2. p.616-620, 1997.

MEDEIROS, M.B. de. Biofertilizantes líquidos na proteção de hortaliças. **Agroecologia Hoje**, ano 2, n.11, p. 26, out./nov. 2001.

MICHEREFF, S.J.; BARROS, R. **Proteção de plantas na agricultura sustentável.** Recife: UFRPE, Imprensa Universitária, P.368, 2001.

MÉTRAUX, J. P. Systemic acquired resistance and salicylic acid: current status of knowledge. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 107, p. 13-18, 2001.

NAKASONE, A.K.; BETTIOL, W.; SOUZA, M. Efeito de extratos aquosos de matéria orgânica sobre fitopatógenos. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v.25, n. 4, p. 330-335, out./dez. 1999.

OSTERROHT, M.V. Alguns aspectos de dinâmica da matéria orgânica em solos tropicais. **Revista Agroecologia**, n. 17, p. 4-07, 2000.

PASCHOLATI, S. F. Indução de resistência sistêmica: opção para controle de doença de plantas no século XXI? **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 29, p. 115-116, 2003.

PAUL, P. K.; SHARMA, P.D. *Azadirachita indica* leaf extract induces resistance in barley against leaf stripe disease. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 61, p.3-13, 2002.

PEREIRA NETO, J.T. **Produção de composto orgânico a partir do lixo urbano: reciclagem do lixo urbano para fins industriais e agrícolas**. Belém: EMBRAPA, p.181-182, 1998.

RODRIGUES, A. A. C. Resistência de caupi a *Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum*: avaliação de germoplasmas, indução de defesa, caracterização de mecanismos bioquímicos, estruturais e análise da capacidade funcional do xilema. Tese de Doutorado, Recife PE. Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2003.

ROSSI, C.E. Métodos de controle de nematóides compatíveis com a agricultura orgânica. **Agroecologia**, n.7, p. 20-21, fev./mar. 2001.

ROSSI, C.E. Adubação verde no controle de nematóides. **Agroecologia**, ano 2, n. 4, p. 26-27, maio/jun. 2002.

SANTINI, A. Batata e tomate – Manejo de doenças. **Correio agrícola**. Ed. Bayer Cropsience Ltda. ed. 1. p. 12-15, 2003.

SANTOS, G.A.; CAMARGO, F.A. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Gênese, 1999.

SINGH, U. P.; PRITHIVIRA, B. Neenmazal, a product of neen (*Azadirachta indica*), induces resistance in pea (*Pisum sativum*) against *Erysiphe pisi*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 51, p. 181-194, 1997.

STICHER, L.; MAUCH-MANI, B.; MÉTRAUX, J. Systemic acquired resistance. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.18, p.270, 1997.

SOUZA, J.L. Cultivo orgânico de hortaliças. **Sistema de produção**, Viçosa, p. 24-25, 1999.

VALE, F. X. R.; PARLEVLIET, J. E.; ZAMBOLIM, L. Concepts in plant disease resistance. **Fitopatologia brasileira**. v.26, p.577-588, 2001.

VALENZUELA-URETA, J.G.; LAWN, D.A.; HEISEY, R.F.; ZAMUDIONALOA, V. FIRT REPORT OF Fusarium wilt race 3 caused by *Fusarium oxysporum* f. sp *lycopersici*, of tomato in México. **Plant Disease**, v.80, p.105, 1996.

VOLIN, R.B.; JONES, J.P. A new race of *Fusarium oxysporum* of tomato in Florida and sources of resistance. Procudings of Florida state **Horticultural Society**, v.95, p.268-270, 1982.

ZAMBERLAN, J.; FRONCHETI, A. **Agricultura ecológica**: preservação do pequeno agricultor e do meio ambiente. Petrópolis: Vozes, 2002.

ZAMBOLIM, L.; SANTOS, M.A.; BECKER, W.F. ; CHAVES, G.M. Agro-wast soil amendment for the control of *Meloidogyne javanica* on tomato. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 21, p. 250-253. 1996.

ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Manejo Integrado**: doenças, pragas e plantas daninhas. Viçosa: UFV, 2000.

CAPÍTULO II

Reação de cultivares de tomateiro ao *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, agente causal da murcha de fusário.

Sandra Maria da Costa Cruz^{1,3}; Antônia Alice Costa Rodrigues^{1,2}

¹Mestrado em Agroecologia – UEMA; ²Laboratório de Fitopatologia- UEMA ;

Universidade Estadual do Maranhão, Cx. Postal 09, CEP:65054-970, São Luís, MA, e-

mail: alicecosta@cca.uema.com.br; ³ Escola Agrotécnica Federal de São Luiz, C.P.,

CEP, Brasil e-mail: scostacruz@bol.com.br;

*Parte da dissertação de mestrado da primeira autora

RESUMO

Entre as doenças de importância econômica que afetam o tomateiro podemos destacar a murcha de fusário causada por *Fusarium oxysporum* Schlecht f. sp. *lycopersici* Snyder & Hansen. A doença ocorre em todos os estados brasileiros, causando drástica redução na colheita e morte prematura das plantas. A utilização de cultivares resistente constitui o método mais eficiente de controle da doença. Este trabalho teve como objetivo avaliar a reação de cultivares de tomateiro a *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*. A identificação do isolado foi feita de acordo com os aspectos morfológicos e com auxílio de microculturas. Sementes de tomate das cultivares IPA 6, Gaúcho Melhorado, Santa Clara, Santa Cruz, Floradade, Caline IPA 6, Cereja Carolina, Cereja Yashi, Cereja Yubi, Meia Estaca, Santa Adélia e Italiano, foram semeadas em bandejas, contendo solo autoclavado e húmus de minhoca na proporção 2:1. Realizou-se o transplântio 14 dias após a semeadura, para vasos contendo solo e esterco de gado autoclavado na proporção 3:1. O método de inoculação realizado foi através do ferimento de raízes em meia lua, aplicando-se 20 ml da suspensão na concentração de

1×10^6 conídios/ mL^{-1} em cada planta. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 12 tratamentos e cinco repetições. A unidade experimental constou de duas plantas por vasos. A avaliação foi realizada 21 dias após a inoculação através da escala de notas. Os resultados demonstraram que o isolado apresentou colônia de cor violácea com bordas definidas, crescimento cotonoso e formação concêntrica, com a presença de microconídio, formado em conidióforo simples e formação de falsas cabeças e macroconídios levemente curvos, com célula pedicelar bem definida, além da presença de clamidósporos. Em relação à reação das cultivares, a Caline IPA 6 comportou-se como altamente suscetível, as cultivares IPA 6 e Cereja Pendente Yashi comportaram-se como suscetíveis enquanto que as cultivares Italiano para Molho, Floradade, Cereja Carolina, Cereja Pendente Yubi, Santa Adélia, Gaúcho melhorado, Santa Clara 5800, Santa Cruz Kada Gigante e Salada Meia Estaca, comportaram-se como moderadamente resistente ao patógeno.

Palavras chave: Cultivares, Resistência, tomateiro, *Fusarium*.

ABSTRACT

Reaction of tomato plant cultivars of *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici*, causal agent of fusarium wilt.

Among the diseases of economical importance that affect the tomato plant, we can evidence the fusarium wilt caused by *Fusarium oxysporum* Schlecht f. sp. *lycopersici* Snyder & Hansen. The disease occurs in all brazilian states, causing drastic decrease on the crop and premature death of plants. The use of resistant cultivars constitute the most efficient method of the disease control. The work had as objective to

evaluate the reaction of tomato plant cultivars of *F. oxysporum f. sp. lycopersici*. The identification of the segregate was done according to morphological features and with assistance of microculture. Seeds of tomato of the cultivars IPA 6, Gaúcho melhorado, Santa Clara, Santa Cruz, Floradade, Caline IPA 6, Carolina Cherry, Yashi Cherry, Yubi Cherry, Meia Estaca, Santa Adélia and Italian, were sowed in trays, with autoclavado soil and muck of earthworm on the proportion 2:1. It was accomplished the transcrop 14 days after the sowed, to vases with soil and manure cattle autoclavado on the proportion 3:1. The method of inoculation executed was through the hurt of roots in middle moon, applying 20ml of suspension whose concentration was 1×10^8 conidio/ml in each plant. The test was accomplished in 21 days after the inoculation through the scale of notes. The experimental lineation was completely causalized, with 12 treatments and 5 repetitions. The experimental unity verified two plants per vase. The results showed that isolated presented colony of violet color with definite limits, cottonoso growth and concentrical formation, with presence of microconidio, formed in siple conidiophores and formation of false heads and macroconidios lightly short, with pedicelar cell too defined, beyond the presence of clamidosphores. Related to the reaction cultivars to culture Caline IPA 6 behaved like highly susceptible, the cultivars: IPA 6 and Yashi Pendingt Cherry behave themselves with susceptible while the cultivars: Italian to the sauce, Floradade, Carolina Cherry, Yubi pending Cherry, Santa Adélia, Gaúcho melhorado, Santa Clara 5800, Giant Santa Cruz Kada and Salad middle Estaca, presented an intermediate resistance to pathogen.

keywords: Cultivars, Resistance, Tomato plant, *Fusarium*

INTRODUÇÃO

O tomateiro é uma dicotiledônea da ordem Tubiflorae, pertencente à família Solanaceae, gênero *Lycopersicon*. A família Solanaceae é uma das mais importantes do reino vegetal para a economia humana, pois possui várias espécies comestíveis (Minami & Haag, 1989). O tomateiro, cientificamente conhecido por *Lycopersicon esculentum* Mill é proveniente da região andina, possui uma grande variabilidade que possibilitou o desenvolvimento de cultivares para atender às demandas do mercado, tanto para o processamento quanto para o consumo *in natura* (Filgueira, 2000). O tomateiro está entre as hortaliças mais cultivadas, sendo o Brasil um dos maiores produtores mundiais e o maior da América Latina (Silva & Betiol, 2006).

A produção de tomate no Brasil aumentou de 1,5 milhões de toneladas, em 1980 para 3,4 milhões de toneladas, em 2004; enquanto a área plantada não teve um aumento tão significativo, passando de 50 mil hectares para quase 58 mil hectares, em 2004. A produtividade que era de 30,6 t.ha⁻¹ em 1980, atualmente está por volta de 59,1 t.ha⁻¹ (FAO- FAOSTAT, 2005).

A cultura do tomateiro exige grandes investimentos fitossanitários, com pulverizações de defensivos a cada três dias, desde a emergência até a colheita, além de utilizar grande quantidade de mão-de-obra, adubação do plantio à colheita, resultando em alto custo de produção (Silva & Giordano, 2000). Segundo o mesmo autor, a tecnologia de produção dessa cultura deve buscar competitividade, reduzindo os custos de produção e elevando os índices de produtividade e qualidade. A produtividade sofre, também, grande influência do meio ambiente por meio das condições adversas, como variações intermitente de umidade, temperatura, incidência de radiação, ventilação, composição e quantidade de nutrientes no solo, além da ação de patógenos (bactérias,

fungos, vírus e nematóides). Se as condições ambientais estiverem desfavoráveis para a planta, estas estarão mais propensas ao ataque dos patógenos uma vez que doença é consequência da interação patógeno virulento, hospedeiro suscetível e ambiente favorável (Guazzelli, 2002).

Muitas doenças têm sido relatadas associadas ao tomateiro, causando grande redução da produtividade e da qualidade do produto (EMBRAPA, 2007).

Existem três raças descritas deste fungo. A raça 1 é mais comum ocorrendo em quase todos os países produtores de tomate. A raça 2 é restrita ocorre em alguns países como Estados Unidos (Stall, 1961) e Brasil (Neder *et al.*, 1964). A raça três é a menos freqüente e só foi relatada na Tunísia (EL-Mahjoub, 1988), na Austrália (Grattidge & O' Brien, 1982) e nos Estados Unidos (Volim & Jones, 1982; Davis *et al.*, 1988).

No Brasil a raça 1 é a mais prevalecente e ocorre em vários estado (Neder *et al.*, 1964; Caratelli, 1978; Rodrigues & Juliati, 1990). A raça 2 vem crescendo de importância e já foi encontrada em São Paulo (Neder *et al.*, 1964; Kurozawa & Pavan, 1982), no Maranhão (Caratelli, 1978) e na Paraíba (Caratelli, 1978). A raça 3 ainda não foi relatada no Brasil. A Fusariose tem causado grandes perdas que chegam a inviabilizar áreas inteiras para a exploração e obrigando os produtores a buscarem novas áreas para plantio, uma vez que o patógeno sobrevive no solo por longos períodos, mesmo na ausência do hospedeiro (Agrios, 1997).

Doenças como a murcha vascular apresenta controle muito difícil. Dentre as doenças fúngicas, a murcha causada por *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* causam elevados prejuízos em cultivares suscetíveis, devido a colonização vascular pelo fungo e a inviabilidade econômica do controle químico (Lopes, 2006).

As medidas de controle da doença, sejam culturais ou que tenham como base o uso de produtos químicos, são pouco efetivas e, na maioria dos casos, extremamente

caras onerando o custo de produção (Jones & Woltz, 1981). Desta forma a utilização de cultivares resistente constitui o método mais eficiente de controle desta doença (Kurosawa & Pavan, 1997). No entanto não estão disponíveis aos produtores principalmente no estado do Maranhão, pois a grande maioria dos genótipos resistentes é de origem estrangeira e de difícil aquisição de sementes.

O estudo da resistência do tomateiro à murcha de fusário representa ainda uma preocupação. Em se tratando do estado do Maranhão praticamente não existe pesquisas sobre cultivares de tomateiro que estão disponíveis no mercado, ou seja, como estas se comportam na presença do *F. oxysporum* f. sp *lycopersici*. Face ao exposto o presente trabalho teve como objetivo principal avaliar a resistência de 12 cultivares de tomateiro a esse patógeno.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização do Experimento

Os ensaios foram realizados no Laboratório de Fitopatologia, e em casa de vegetação, localizados na Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, São Luis, MA.

O clima da região caracteriza-se por apresentar duas épocas bem distintas, uma chuvosa e outra seca. As precipitações pluviométricas variam entre 1.800 mm a 2.200 mm anual. A temperatura do ar média anual é superior a 27 ° C e a umidade relativa do ar se encontram em torno de 80 %.

Preparo de mudas de tomateiro.

Sementes das 12 variedades de tomate obtidas de São Luis e Imperatriz (Tabela 1) foram semeadas em bandejas de polietileno com 128 células, contendo solo autoclavado e húmus de minhoca na proporção 2:1, com irrigações diárias. Realizou-se o transplântio 14 dias após a semeadura, para vasos com capacidade de 2 kg contendo solo e esterco de gado autoclavado na proporção 3:1, deixando-se duas plantas por vaso.

Obtenção, isolamento e patogenicidade do isolado de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*

Foi utilizado o isolado de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* da Micoteca do Laboratório de Fitopatologia da UEMA, preservado em solo autoclavado. O isolado foi transferido para placas de Petri contendo meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA) (Figura 1), que posteriormente foi repicado e transferido para tubos de ensaio para conservação de culturas puras de isolados.

Para o preparo do inóculo, o isolado foi transferido para placas de Petri contendo meio de cultura BDA mantidas em condições ambientes por sete dias. E após esse período de tempo, adicionou-se 20 ml de água destilada em cada placa e utilizando lâmina de vidro efetuou-se a raspagem das colônias para liberação dos conídios, em seguida, com o auxílio de câmara de Neubauer, a suspensão foi ajustada para 1×10^6 conídios.ml⁻¹. A patogenicidade do isolado foi testada na variedade de tomateiro Santa Cruz, efetuando-se a avaliação através da incidência da fusariose.

Para a caracterização do isolado de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* retirou-se plantas da cultivar Santa Cruz com sintomas da murcha, fragmentos da parte

intermediária das lesões do colo da planta, submetidos à assepsia usual, com álcool a 50 %, solução de hipoclorito 1:3 e água destilada, esterilizada, foram transferidos para o meio de cultura Batata-Dextrose-Agar (BDA), até o crescimento do fungo.

A identificação do isolado foi feita de acordo com os aspectos morfológicos e com auxílio de microculturas (Menezes & Assis, 2004).

Realizou-se a avaliação em função das características morfológicas do fungo, quanto ao tamanho de macroconídios e microconídios em conidióforos simples, formação de falsas cabeças. Foram medidos o comprimento e largura de 50 macroconídios e microconídios, estabelecendo-se uma média e multiplicando pelo fator de correção.

Avaliação da resistência de variedades de tomateiro a *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*

Aos 30 dias após a semeadura as mudas de tomateiro foram inoculadas utilizando-se o método de ferimento de raízes tipo meia lua onde foi efetuado um sulco em um dos lados do sistema radicular com auxílio de um bisturi, e em seguida aplicando-se 20 ml da suspensão de inoculo 1×10^6 conídios.ml⁻¹ em cada planta, (Menezes & Assis, 2004).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 12 tratamentos e 5 repetições. A unidade experimental constou de duas plantas por vasos.

Após 21 dias da inoculação realizou-se a avaliação através da escala de notas (Santos, 1999), que variou de 1 a 5, avaliando os sintomas externos e internos. Foi

considerado nota 1- para as plantas sadias; nota 2- para as plantas doentes com sintoma vascular leve; nota 3- para as plantas com sintoma de amarelecimento foliar e escurecimento vascular; nota 4- para as plantas com murcha severa associada a escurecimento vascular, necrose foliar e clorose e, nota 5- para as plantas mortas. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A reação das variedades de tomateiro ao patógeno foi determinada, a partir da severidade da doença observada para cada variedade, utilizando o seguinte critério: resposta imune (severidade=1); alta resistência (severidade variando de 1,01 a 2,00); moderadamente resistente (severidade de 2,01 a 3,00); suscetibilidade (severidade de 3,01 a 4,0) e altamente suscetível (severidade =4,01 a 5), (Reis, 2005).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização morfológica do isolado de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*

O isolado de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* apresentou colônia de cor violácea com bordas definidas, crescimento cotonoso e formação concêntrica. Quanto às estruturas morfológicas, foi observada a presença de microconídio, formado em conidióforo simples e formação de falsas cabeças. Os macroconídios presentes apresentaram-se levemente curvos, com célula pedicelar bem definida, além da presença de clamidósporos (Figura 1).

De acordo com os resultados (Tabela 2), observou-se que o isolado *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* apresentou macroconídios e microconídios dentro do padrão de comprimento e largura estabelecido. Os resultados obtidos reforçam os dados

descritos por Booth, (1977), no qual mostra que o comprimento dos macroconídios dessa espécie, varia de 27 a 60 μm ,

As características morfológicas de *F. oxysporum* variam, mesmo dentro de formas especiais e raças, em relação ao tamanho e a forma de macroconídios e também quanto à proporção de macroconídio e microconídio formados (Messiaen & Cassini, 1981). Os microorganismos apresentam como características uma grande variabilidade genética, que pode refletir em sua morfologia, fisiologia ou patogenicidade. De um modo geral, as espécies de *Fusarium* apresentam essa característica (Machado, 1980; Tousson & Nelson, 1975; Oliveira *et al.*, 1998).

Reação das cultivares de tomateiro a *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopercisi*

Nenhuma cultivar apresentou-se como altamente resistente ao isolado testado. De acordo com os resultados obtidos (Tabela 3), a reação das cultivares variou de uma alta suscetibilidade a uma moderada resistência. Os resultados mostraram que a cultivar Salada Meia Estaca superou todos os demais tratamentos, apresentando a menor severidade da murcha de fusário, portanto segundo o critério adotado esta cultivar, apresenta uma moderada resistência, inclusive diferindo estatisticamente das cultivares mais utilizadas no Estado do Maranhão, Variedades Santa Cruz e Santa Clara. Considerando as cultivares avaliadas nas condições testadas e levando em consideração a severidade da doença, a cultivar Meia Estaca é a mais indicada para as áreas com incidência da murcha de fusário, A cultivar Caline Ipa 6 apresentou a maior severidade da doença, obtendo a nota 4,2 e diferindo estatisticamente das demais cultivares utilizadas no experimento, comportando como altamente suscetível, não podendo ser recomendada para o cultivo em áreas infestadas com o fusário. Nota-se ainda (tabela 3), as cultivares Italiano para Molho, Floradade, Santa Adélia, Gaúcho melhorado e Santa

Clara 5800 não diferiram estatisticamente entre si em relação a severidade da doença, tendo estas atingidas severidade variando de 2,5 a 2,9. Segundo os critérios adotados os resultados indicam que as cultivares acima citadas apresentaram uma moderada resistência ao *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*. As cultivares Ipa 6 e Cereja Pendente Yashi não diferiram estatisticamente das cultivares anteriormente citadas, mas diferiram quanto à reação ao *Fusarium*, tendo estas apresentado reação de suscetibilidade, pois apresentaram uma nota acima de 3, indicando elevada severidade da doença.

Os resultados ora obtidos discordam dos apresentados por Reis *et al.* (2004), que observaram a resistência de 33 genótipos de tomate, dentre 39 avaliados, ao *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*. Neste mesmo trabalho foi confirmada a suscetibilidade das cultivares Floradade (utilizada na presente pesquisa), IPA-5 e Ponderosa ao fungo citado. Porém Santos *et al.*, (1993), pesquisando dez variedades diferenciadoras de raças de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*, observou que a cultivar Floradade e Santa Adélia foram resistentes a raça 1 e 2.

As cultivares Ipa 6, Santa Clara e outras cultivares foram estudadas por (Halfeld-VIEIRA *et al.*, 2007) neste experimento avaliaram essas cultivares quanto a resistência a mancha fuliginosa de cercospora em tomateiro, com os resultados constatou-se que as variedades Ipa 6 e Santa Clara se comportaram como resistente, porém Duradoro e San Vito apresentaram maior resistência a doença, Débora Plus se destacou, configurando-se a mais suscetível dentre as demais cultivares (Halfeld-VIEIRA *et al.*, 2007). Segundo Lourenção *et al.*, (2001) avaliando a resistência de linhagens de tomateiro a tospovírus, observou que a cultivar Ipa 6 mostrou-se suscetível a (TCSV) *groundnut ringspot vírus*.

O comportamento de variedades de tomate quanto a resistência a *fusarium* também foi avaliado por (Pavan & Kurosawa 1981), estes autores avaliaram o

comportamento das progênies T-27-8-30, T-26, T-22 e das cultivares Bulgária 12 e Ângela Gigante em relação as raças 1 e 2 de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*. Os resultados do experimento demonstraram que as progênies T27-8-30, T-22 e T27 comportaram-se como resistente a raça 1, mas suscetíveis a raça 2. As progênies T-31-8-18, T23-8-20, T-23 e T-24 apresentaram segregação para a resistência a raça 1. As cultivares Zambom, CAC, Piedade e Ângela foram resistente a raça 1 e suscetíveis a raça 2. Mello *et al.*, (1997), avaliando a resistência de genótipos de tomateiro à mancha bacteriana em campo e em casa de vegetação, observou que o genótipo Santa Clara se mostrou suscetível à mancha bacteriana e o genótipo Ipa 6 altamente suscetível, diferente do que ocorreu com o genótipo Campbell 28 que se mostrou resistente a murcha-bacteriana. O resultado obtido com a cultivar Ipa 6 é semelhantes ao que ocorreu no experimento ora discutido, no aspecto reação da cultivar, porém diferente em relação ao patógeno e conseqüentemente, a doença, pois no trabalho em discussão a variedade Ipa 6 comportou-se como altamente suscetível a murcha de fusário. Krause *et al.*, (2001) avaliando genótipos de tomateiro a mancha bacteriana pequena observou que as cultivares e híbridos mostraram-se suscetíveis inclusive a cultivar santa Clara, enquanto que PI 126932-1-2, Pi 128216-1-2 e PI1272807 foram as mais resistentes à doença.

O isolado *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*. conseguiu infectar causando a morte de 60 % das plantas da cultivar Caline Ipa 6, em quanto que 100 % das plantas da cultivar Salada meia Estaca apresentaram sintomas leves, diferente do que ocorreu com a cultivar Caline Ipa 6, que se comportou como uma cultivar altamente suscetível, pois esta apresentou um processo infeccioso com sintomas característicos de doença com sintomas externo e interno causando a morte das plantas (Figura 2)

Observou-se, em função da severidade, que nas cultivares Italiano para Molho, Floradade, Santa Adélia, Gaúcho melhorado e Santa Clara 5800 o patógeno utilizado no experimento induziu sintomas leves em 40 % das plantas, os mesmos sintomas também foram observados em um percentual maior das plantas das cultivares Yubi e Cereja Carolina que foi de 50 % e 60 % respectivamente, observamos ainda que 80 % das plantas da cultivar Santa Cruz também apresentaram sintomas leves. Todas essas cultivares apresentaram uma moderada resistência ao *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*. Os resultados também indicam que 20 % das plantas das cultivares Ipa 6 e Cereja Pendente Yashi, apresentaram sintomas leves, porém não comportaram-se como moderadamente resistente, pois 20 % das suas plantas apresentaram sintomas severos (murcha da planta), portanto estas cultivares comportaram-se como suscetível (Figura 3).

Em relação ao critério de reação que foi adotado neste trabalho, percebe-se que das 12 variedades avaliadas 75 % manifestaram uma moderada resistência em quanto apenas 8% reagiram como altamente suscetíveis e 12 % comportaram-se como suscetível (figura 4). A figura 6 represente sintomas da doença nas plantas, aos 21 dias após a inoculação.

Alguns trabalhos mostram que a cultivar BRH apresenta resistência à doença da murcha do tomateiro ocasionada por *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*, enquanto que Viradoro é uma cultivar resistente a vira cabeça (Toposvírus), mancha de estenfílio (*Stemphylium solani*) e a murcha de fusário (Silva *et al.*, 2007). Porém essas cultivares resistentes a *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* não se encontram disponíveis hoje ao produtor de tomate do estado do Maranhão, havendo portanto a necessidade de estudos nessa linha de pesquisa no nosso estado.

Em um experimento, utilizando isolados locais raça 1 de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* em cultivares e linhagens de tomateiro, quatorze delas apresentaram-se altamente resistente ou imune destacando-se Miquel, Floradel, Floralau, Vital, Perreira, São Sebastião, Vitória e viçoso (Almeida, 1987).

A identificação de novas fontes de resistência e a disponibilidade no mercado, é de extrema importância tanto para os programas de melhoramento genético, já que a fusariose é uma doença de difícil controle, para permitir um cruzamento entre genitores resistentes e suscetíveis que poderão resultar na seleção de novas cultivares resistentes e de grande aceitação junto aos produtores quanto para os produtores dos pólos de produção de hortaliças, pois o acesso a esta cultivares irá contribuir significativamente para a redução do uso indiscriminado de agrotóxicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIOS, G.N. 1997. Plant Pathology. 4. ed San Diego: Academic Press, 635p.
- ALMEIDA, R. T.; CHAVES, G. M. 1987. Determinação de raças fisiológicas de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Sacc) Snyder & Hansen, no Estado do Ceará, e resistência de cultivares de *Lycopersicon esculentum* Mill, a alguns isolamentos. Ciência Agronômica, 18: 41-50.
- BOOTH, C. 1977. *Fusarium*: laboratory guide identification of the major species. Kew: Commonwealth Mycological Institute, p.1.

- CARATELLI, R.T. 1978. Determinação de 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, UFC, 64p. (Tese mestrado).
- DAVIS, R.M.; KIMBLE, K.A.; FARRAR, J.J. 1988. A third race of *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici* identified in California. *Plant Dis*, 72:453.
- EL-MAHJOUR, M. 1974. Mise en evidence d'une nouvelle race *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* Sn & H *Ann. Inst. Nat. Rech. Agtono. Tunis* 47:1-17.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2007. 25 de Janeiro. *Sistemas de produção: Cultivo do Tomate para Industrialização*. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>
- FAO-FAOSTAT. 2005. Database Results. Disponível em: <<http://www.apps.fao.org>>. Acesso em: 12 dez.
- FILGUEIRA, F. A. R. 2000. Novo manual de Olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, p. 189-234.
- GRATTIDGE, R.; O'BRIEN, R.G. 1982. Occurrence of a third race of *Fusarium* wilt of tomatoes in Queensland. *Plant Dis*. 66:165-166.
- GUAZZELLI, M. J. 2002. Trofobiose 1. *Agroecologia Hoje*. v.3, n. 16, set/out.

- HALFELD-VIEIRA, B. A.; NECHET, K. L.; SOUZA, G. R. 2007. Reação de cultivares de tomateiro à mancha fuliginosa de cercospora. *Fitopatologia Brasileira*, v. 32, (suplemento) p. 111.
- JONES, J. P.; WOLTZ, S.S. 1981. Fusarium-incited diseases of tomato and potato and their control. In: NELSON, P. E.; TOUSSOOUN, T. A.; COOK, R. J. (eds) *Fusarium: Diseases, Biology, and taxonomy*. Pennsylvania State University Press, p. 157-168.
- KRAUSE, R.; KUROZAWA, C.; SCOTT, J. W.; CATÂNEO, A. 2001. Avaliação de genótipos de tomateiro à mancha bacteriana pequena do tomateiro, *Summa Phytopathologica*, 27:60-62.
- KUROSAWA, C.; PAVAN, M.A. 1992. Doenças do Tomateiro. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A.M. *Manual de Fitopatologia: Doenças de Plantas Cultivadas*. 3. ed.: Agronômica Ceres, 2: 690-719.
- LOPES F.C.A. 2006. Efeito de fontes de silício no controle de *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici* em tomateiro. Lavras : UFLA, 67p, (Tese de Mestrado).
- LOURENÇÃO, A. L.; SIQUEIRA, W. J.; MELO, A. M. T.; MELO, P. C. T.; COLARICCIO, A.; FONTE, L. C.; CHAVES, A. L. R. 2001. Avaliação da

resistência a tospovírus em cultivares e linhagens de tomateiro. Summa Phytopathologica. 27:17-23.

MACHADO, A. A. 1980. Esporulação de *Macrophomina phaseolina* (Tass.) Goid. e variabilidade do método de inoculação de esporos em estudos de seleção de germoplasma resistente. Piracicaba, SP, ESALQ-USP, 75p, 1980. (Tese mestrado).

MELLO, S. C. M.; LOPES, C. A.; TAKATSU, A.; GIORDANO, L. B. 1997. Resistência de genótipos de tomateiro à murcha-bacteriana, em campo e em casa-de-vegetação. Fitopatologia Brasileira, 22: 498-501.

MENEZES, M. & ASSIS, S.M.P. Guia prático para fungos fitopatogênicos. 2a. Ed. Recife PE. Imprensa Universitária, UFRPE, 2004..

MESSIAEN, C. M.; CASSINI, R. 1981. Taxonomy of *Fusarium*. In: NELSON, P.E.; TOUSSON, T.A.; COOK, RJ, EDS. *Fusarium* disease, biology, and taxonomy. University Park/London: Pennsylvania University Press, p.433 .

MINAMI, K.; HAAG, H. P. 1989. O Tomateiro. Campinas, SP, Fundação Cargill, 2. ed. p. 397.

NEDER, R.N.; DIAS, M.S.; VENCOSKY, R.; IKUTA, H. 1964. Esaio de virulência de 33 isolamentos de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* Snyder & Hansen In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira par o Progresso da Ciência, 16., Ribeirão Preto, São Paulo, Anais. P.21-23.

- OLIVEIRA, A.M.R.; MATSUMURA, A.T.S.; PRESTES, A.M.; MATOS, G.S.; VAN DER SAND, S.T. 1998. Variabilidade patogênica e morfológica em isolados de *Bipolaris sorokiniana*. *Fitopatologia Brasileira*, 23:349-353.
- PAVAN, M.A.; KUROZAWA, C. 1981. Comportamento de algumas cultivares e progênies de tomateiro às raças 1 e 2 de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* Snyder & Hansen. *Summa Phytopathologica*, 7:57-62.
- REIS, A.; COSTA, H.; BOITEUX, L. S.; LOPES, C. A. 2005. First report of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* race 3 on tomato in Brazil. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, 30: 426-428.
- REIS, A.; LEONARDO, S.B.; LEONARDO, de B. G.; CARLOS, A. L. 2004. Ocorrência de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* raça 3 em tomateiro no Brasil e seleção de novas fontes de resistência ao patógeno. Brasília, Embrapa Hortaliças.
- RODRIGUES, E.J.R.; JULIATTI, F.C. 1990. Ocorrência da raça 1 de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* na região de Uberlândia MG. *Fitopatologia Brasileira*, 15:122.
- SANTOS, J. dos R.M.; LOPES, C.A.; LIMA, B.J.C. 1993. Cultivares de tomateiro diferenciadoras de raças de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. *Horticultura brasileira*. 11:27-29.

- SANTOS, J. R. M. 1999. Protocolo de Tecnologia: Seleção para resistência a doenças em hortaliças. N.3 Tomateiro/Murcha-de-fusario. EMBRAPA Hortaliças, Comunicado Técnico, p. 11.
- SILVA, E.K.C. ; FERRAZ, G. M. G. ; ALVES, M. Z. ; SILVA, R. L. O. ; AMARAL, D. J. O. ; SILVA, M. V. ; NASCIMENTO, A. V. S. ; RESENDE, L.V. 2007. Caracterização de genes de resistência à murcha de fusário do tomateiro utilizando a técnica RAPD. In: VII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão, 2007, Recife. VII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão.
- SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B. 2000. Tomate para processamento industrial. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia.
- SILVA, J.C.; BETTIOL, W. 2006. Possibilidade de controle com isolados de *Fusarium oxysporum* não patogênico. Comunicado técnico nº36, Junho. EMBRAPA, Jaguariúna, SP.
- STALL, R.E. 1961. Development of fusarium wilt on resistant varieties of tomato caused by a strain different from race 1 isolates of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. Plant Dis. Rep., 45:12-15.
- TOUSSON, T.; NELSON, P.E. 1975. Variation and specialization in the Fusaria Annual. Review. Phytopathology. 13:71-82.

VOLIN, R.B.; JONES, J.P. 1982. A new race of Fusarium wilt of tomato in Florida and sources of resistance. Proc. Fla State Hort. Soc. 95:268-270.

Tabela 1. Procedência das variedades de tomateiro utilizadas no experimento.

VARIETADES	PROCEDÊNCIA	CRESCIMENTO
Santa Clara 5800	São Luis	Indeterminado
Santa Cruz Kada Gigante	São Luis	Indeterminado
Floradade	São Luis	Determinado
Gaúcho Melhorado	São Luis	Indeterminado
Caline IPA 6	São Luis	Determinado
IPA 6	São Luis	Determinado
Cereja Caroline	São Luis	Indeterminado
Cereja Pendente Yashi	Imperatriz	Semi-determinado
Cereja Pendente Yubi	Imperatriz	Semi-determinado
Italiano para Molho	Imperatriz	Determinado
Santa Adélia	Imperatriz	Determinado
Salada Meia Estaca	Imperatriz	Determinado

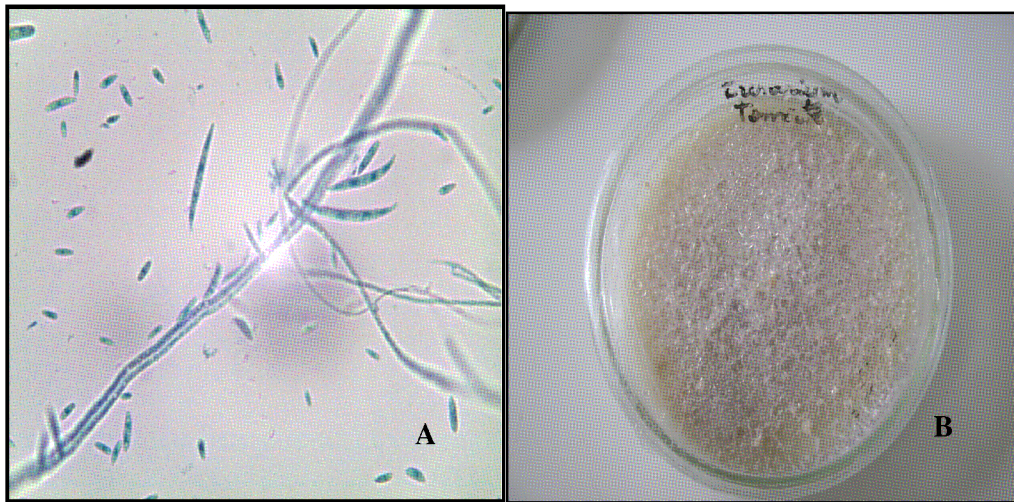


Figura 1. Estruturas morfológicas de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* (A), Crescimento *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* em meio de cultura Batata Dextrose Agar (B).

Tabela 2. Avaliação do Comprimento e largura, e a relação comprimento/largura dos macroconídios e microconídios do isolado de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopercisi*

ESTRUTURAS	COMPRIMENTO (μ) ¹	LARGURA (μ) ¹	RELAÇÃO ²
	AMPLITUDE	AMPLITUDE	C/L
MACROCONÍDIOS	45,87 (11-19)	3,3 (1)	13,9
MICROCONÍDIOS	8,87 (1-5)	3,3 (1)	2,68

¹ Média de 50 macro e microconídios

² C/L= relação comprimento/largura.

Tabela 3. Reação das cultivares de tomateiro a *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopercisi*.

CULTIVAR	SEVERIDADE	REAÇÃO
Caline Ipa 6	4,20a	S
Ipa 6	3,60ab	S
Yaschi	3,20ab	S
Italiano	2,90ab	MR
Floradade	2,80ab	MR
Caroline	2,80ab	MR
Yubi	2,70ab	MR
Santa Adelia	2,70ab	MR
Gaúcho	2,60ab	MR
Santa Clara	2,60ab	MR
Santa Cruz	2,50ab	MR
Meia Estaca	2,10b	MR

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

** AS – Altamente Suscetível; S – Suscetível; RI – Resistência Intermediária.

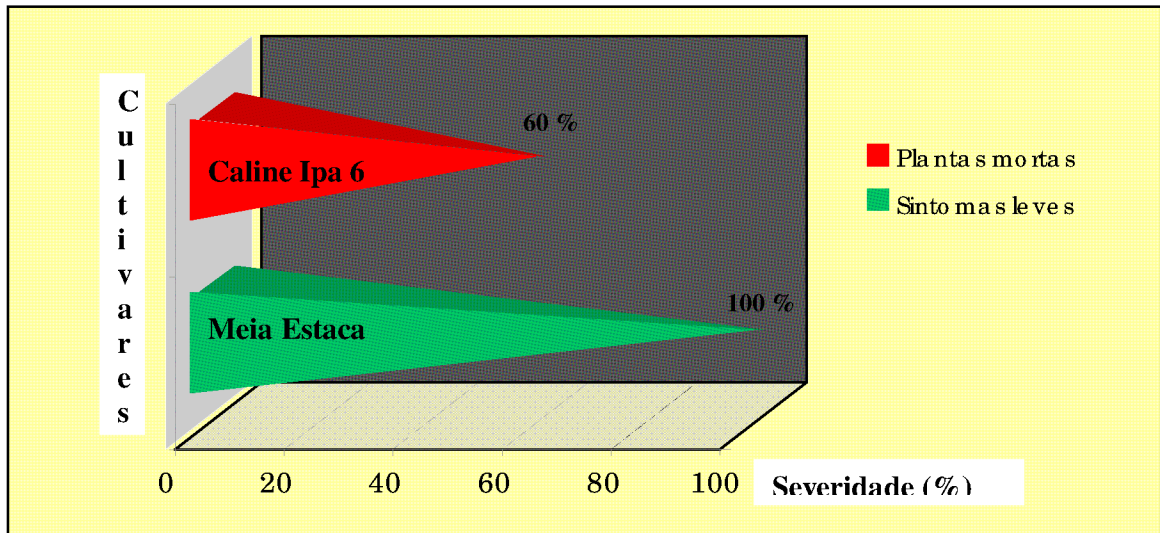


Figura 2. Comportamento de cultivares de tomateiro quanto a severidade da fusariose.

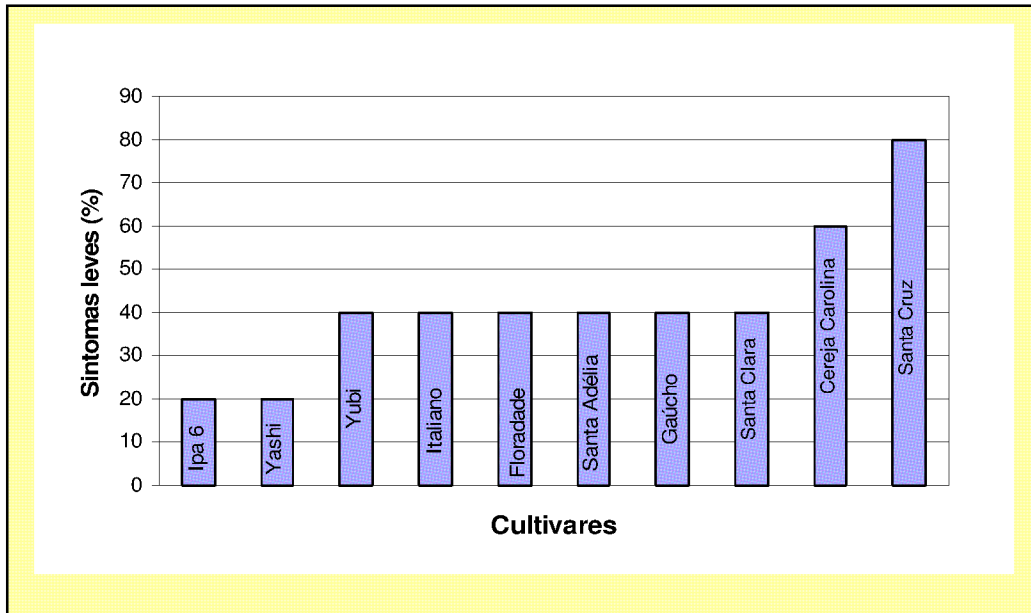


Figura 3. Sintomas nas diferentes cultivares de tomate de acordo com a severidade da murcha de fusário

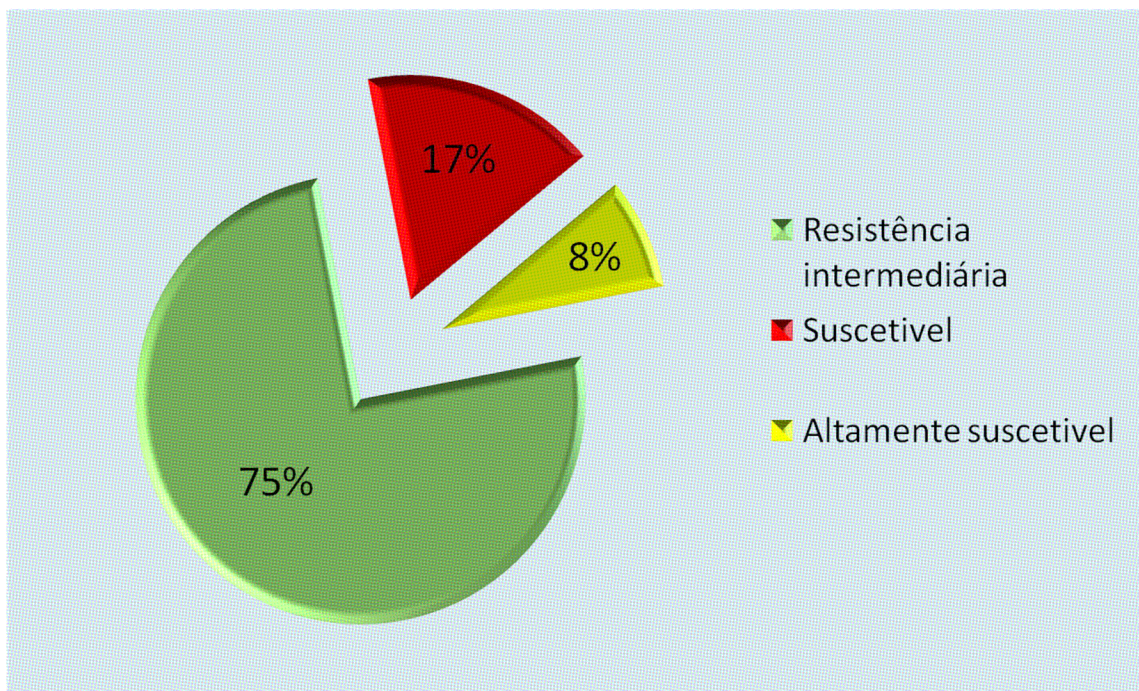


Figura 4. Comportamento das 12 variedades, quanto a resistência a *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*

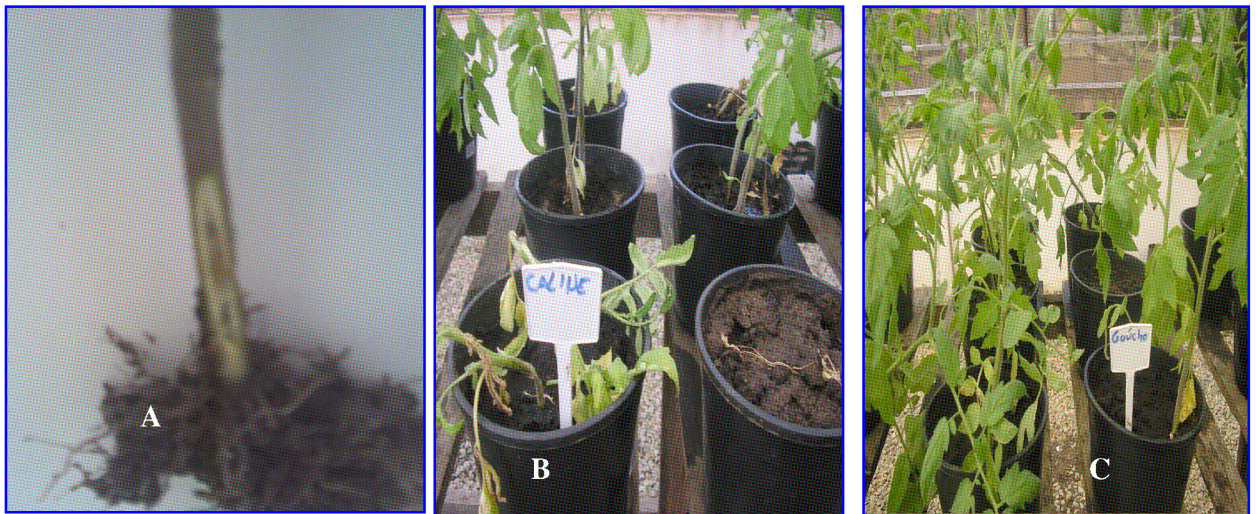


Figura 5. Tomateiro da variedade Caline Ipa 6 com escurecimento vascular (A) e tomateiros das variedades, variedades Floradade (B) e Santa Clara (C) com sintomas da murcha de fusário na parte aérea .

CAPÍTULO III

Biocontrole da fusariose do tomateiro pela incorporação de resíduo de leguminosas

Sandra Maria da Costa Cruz^{1,3}; Antônia Alice Costa Rodrigues^{1,2}

¹Mestrado em Agroecologia - UEMA; ²Laboratório de Fitopatologia - UEMA; Universidade Estadual do Maranhão, Cx. Postal 09, CEP:65054-970, São Luís, MA, e-mail:aacrodriques@uema.com.br

³Escola Agrotecnica Federal de São Luiz, Av. dos Curiós, São Luis-MA, e-mail:scostacruz@bol.com.br;

(Aceito para publicação em / /)

Autora para correspondência: Antonia Alice Costa Rodrigues

RESUMO

CRUZ, S. M. da C.; RODRIGUES, A.A.C. Biocontrole da fusariose do tomateiro pela incorporação de resíduo de leguminosas. **Summa Phytopathologica**. 2008.

A utilização de materiais orgânicos que melhoram as características físicas, químicas e biológicas do solo vem sendo estudada como indutor da supressividade a fitopatógenos. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da incorporação de partes aéreas de leguminosas no biocontrole da fusariose do tomateiro. Foram avaliadas resíduos “in natura” de quatro leguminosas: leucena (*Leucaena leucocephala* Wiltt.), guandu (*Cajanus cajan* L.), amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* Krapov.) e feijão de porco (*Canavalia ensiformis* DC.), nas concentrações 0, 20, 40, 60 e 80 g/L, incorporados ao solo 14 dias antes da inoculação. O experimento foi conduzido em Casa de Vegetação do Núcleo de Biotecnologia Agronômica da Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, São Luis MA. Sementes de tomateiro da variedade Santa Cruz Kada Gigante foram semeadas em bandejas contendo solo autoclavado e húmus de minhoca na proporção 2:1 e 15 dias após a semeadura as mudas foram transplantadas para vasos com capacidade para 2 kg, contendo substrato (solo autoclavado + resíduo fresco), deixando-se duas plantas por vaso. Aos 15 dias após o transplântio realizou-se a

inoculação, utilizando o método de fermento de raízes em meia lua, em seguida aplicando 20 ml da suspensão de inóculo 1×10^6 conídio/ ml^{-1} em cada planta. A avaliação foi realizada 21 dias após a inoculação através da escala de notas de 1-5. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo a unidade experimental duas plantas por vaso. A incorporação ao solo da parte aérea das leguminosas: leucena, guandu, amendoim forrageiro e feijão de porco, demonstraram eficiência no biocontrole da fusariose, não havendo diferença significativa entre os resíduos, independente da concentração testada, que diferiram significativamente da testemunha. O maior percentual de controle, 73,34 % foi representado pelos resíduos de amendoim forrageiro, feijão. de porco e leucena nas concentrações de 40 g/L^{-1} , 60 g/L^{-1} e 80 g/L^{-1} , respectivamente, sendo o amendoim forrageiro a mais eficiente no biocontrole da fusariose do tomateiro, por necessitar de uma menor concentração para atingir o mesmo percentual de controle .

Palavras-chave adicionais: Leguminosa, Resíduo Orgânico, Biocontrole, Fusariose

ABSTRACT

CRUZ, S. M. da C.; RODRIGUES, A.A.C. Biocontrol of the fusariosis of tomato plant by the incorporation of detritus of leguminous. **Summa Phytopathologic**, 2008.

The use of organic materials that improve the physical, chemical and biological features of the soil is being studied as inductor of suppressivity to fitopathogens. The present work had as an objective to evaluate the effect of aerial parts of leguminous on the biocontrol of the tomato plant fusariosis. It was tested detritus “in natura” of four leguminous: leucena (*Leucaena leucocephala* Wiltt.), guandu (*Cajanus cajan* L.), Forrageiro peanut (*Arachis pintoi* Krapov.) and Pig bean (*Canavalia ensiformes* DC.), on the concentration 20, 40, 60 and 80g/L, incorporated to soil 14 days before the inoculation. The experiment was conducted at Vegetation House of Agronomical Biotechnology Center of State University of Maranhão – UEMA. Seeds of tomato of

the variety Giant Santa Cruz Kada were sowed in trays with autoclavado soil and muck of earthworm on the proportion 2:1, executing transcrop 15 days after the sowed, to vases with capacity to 2kg, with substract (soil autoclavado and fresh detritus), leaving two plants per vase. 15 days after the sowed, it was realized the inoculation, using the method of hurt of roots in middle moon, applying 20ml of the suspension of inoculo 1 x 10 conidio/ml in each plant. The evaluable was done 21 days after the inoculation through the note scale of 1-5. The experimental lineation was completely casual, with 4 repetitions, being the experimental unity two plants per vase. The incorporation to soil of the aerial part of the leguminous: leucena, guandu, forrageiro peanut and pig bean, showed efficiency on the biocontrol of fusariosis. There was not significative difference among the detritus indifferent of the tested concentration, that differed significantly of the witness. The bigger percentual of control 73,34 % was represented by the detritus of forrageiro peanut, pig bean and leucena on the concentrations of 40 g/L, 60 g/L and 80 g/L, respectivement, where the Forrageiro Peanut was the most efficient on the biocontrol of tomato plant fusariosis, because it needed less concentration to reach the same percentual of control.

Addition Keywords: Leguminous, Organical Detritus, Biocontrol, Fusariosis.

INTRODUÇÃO

Os fitopatógenos habitantes do solo são de difícil controle, pois podem sobreviver por vários anos no solo de áreas cultivadas por meio de estruturas de resistência como clamidósporos de *Fusarium oxysporum* (2).

A incorporação de matéria orgânica ao solo tem sido uma alternativa viável para o controle de doenças de plantas, especialmente para fungos fitopatógenos habitantes do solo (27)

A indução da supressividade do solo pode ocorrer com o aumento de microorganismo antagônico, práticas culturais adequadas ou outras estratégias de manejo (9).

A decomposição da matéria orgânica pode resultar em compostos que estimulam ou inibem propagações patogênicas. Portanto, uma avaliação cuidadosa é indispensável antes de usar a matéria orgânica para o controle de patógeno no solo (27).

No Brasil, os relatos da utilização de compostos orgânicos no controle de doenças de plantas são recentes e referem-se a trabalhos realizados em casa de vegetação, ou em pequena escala, em nível de campo (18, 27). Nestes verificou-se redução na população de fitopatógenos em olerícolas, quando se incorporou material orgânico ao solo.

Segundo Zamberlan & Froncheti (28), a incorporação de matéria orgânica ao solo pode ajudar a equilibrar a sua microfauna, aumentando seu potencial de controle de doenças.

Uma possibilidade de incorporação de matéria orgânica ao solo é feita sob a forma de adubo verde. Esta prática atende uma série de finalidades na agricultura, uma destas é o controle de fitopatógenos de solo. Três princípios podem ser analisados neste tipo de controle: escassez de alimento para o patógeno, liberação de substâncias orgânicas tóxicas que inibem o crescimento ou matam o patógeno; o que ocorre durante a decomposição da massa verde, e ainda, aumento de populações antagonistas que encontram no material decomposto um ambiente propício ao seu crescimento e reprodução (21).

As leguminosas são geralmente as plantas mais utilizadas na adubação verde devido a redução de custo de produção para o produtor com o aumento do teor de nitrogênio no solo por fixação biológica e ainda por contribuir para reciclagem de nutrientes (1). Porém essas plantas também vêm sendo muito utilizadas para o controle de fitopatógenos do solo, por possuírem substâncias capazes de reduzir a sua densidade populacional. Dentre as substâncias que vêm sendo investigada com o propósito de controlar fitopatógenos do solo estão as lecitinas, glicoproteínas amplamente encontrada na natureza, especialmente em leguminosas. (13). O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da incorporação da parte aérea de leguminosas, em diferentes concentrações, no biocontrole da fusariose do tomateiro.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização do Experimento

O experimento foi conduzido em Casa de Vegetação da Universidade Estadual do Maranhão – UEMA e em campo, da Escola Agrotécnica Federal de São Luiz – EAF-São Luiz, MA. As análises foram realizadas nos laboratórios de Análises de solo, Laboratório de Nutrição de Plantas e no Laboratório de Fitopatologia localizados da Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, São Luis-MA.

Obtenção de semente e preparo de mudas do banco de leguminosas

Para a produção das mudas de leguminosas foram utilizadas sementes de leucena, amendoim forrageiro, feijão de porco e feijão guandu, doadas pela

Universidade Estadual do Maranhão que foram semeadas em bandejas de polietileno contendo plantimax. Aos 30 dias após a semeadura as mudas foram transplantadas. Covas de 40 x 40 cm foram adubadas 15 dias antes do transplante com esterco de gado curtido para receber as mudas de leguminosas, o espaçamento utilizado foi de 2,0 m entre plantas e entre linhas. O banco de Leguminosas foi mantido até o final do experimento.

Análise química dos resíduos orgânicos

Foram coletados 500 g de cada material e as amostras foram acondicionadas em sacos de papel limpos, com capacidade para 1,0 kg, previamente identificados.

As amostras dos resíduos vegetais passaram por processos de secagem e trituração. A secagem foi realizada em estufa a 80 °C, sendo posteriormente trituradas, peneiradas e pesadas em balança analítica, modelo e acondicionadas em frascos plástico de 50 ml. As amostras trituradas e secas foram enviadas ao Laboratório de Análises de Solos, Água e Planta da Embrapa Semi-Árido – Petrolina. Para realização de análise química, para determinação dos nutrientes presentes no resíduo.

Obtenção, preparo do resíduo orgânico e obtenção de mudas de tomateiro.

A parte aérea das leguminosas foram coletadas na Universidade Estadual do Maranhão – UEMA e na Escola Agrotécnica Federal de São Luiz. Coletou-se 5 kg de cada material, que foram acondicionados em sacos de papel limpo, previamente

identificados. A pesagem do material foi realizada em balança analítica, pesando cada material com sua respectiva dosagem.

Os quatro materiais orgânicos utilizados nos tratamentos foram: folhas de leucena, folhas de feijão guandu, folhas de amendoim forrageiro e folhas de feijão de porco, incorporadas ao solo em quatro dosagens: 0, 20, 40, 60 e 80 g/L⁻¹ de solo.

Sementes de tomate da cultivar Santa Cruz Kada Gigante foram semeadas em bandejas contendo solo autoclavado e húmus de minhoca na proporção 2:1 . O transplante foi realizado aos 15 dias após a semeadura, deixando-se duas plantas por vaso.

Análise microbiológica dos resíduos das leguminosas

A população microbiana de cada resíduo foi realizada de acordo com Nakasone *et al.* (18) com modificações. Para a quantificação do número de colônias de bactérias, adicionou-se sobre placa de Petri com meio de cultura BDA, 100 µL dos extratos filtrados na concentração de 10 % espalhando-os na placa com alça de Drigalski. Para determinação e identificação da população fúngica, foi utilizado meio de cultura BDA com adição de 1 mg / L de Ampicilina, sobre o qual espalhou-se 0,5 g de cada resíduo.

A avaliação foi realizada através da contagem das colônias de bactérias totais após 24 horas. Para os fungos totais foram realizada a identificação e contagem das colônias com 72 horas após a instalação do experimento.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos e cinco repetições, sendo a testemunha composta pela deposição de água destilada sobre meio de cultura.

Obtenção, isolamento e patogenicidade de isolados de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*

Foi utilizado o isolado de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* da Micoteca do Laboratório de Fitopatologia da UEMA, preservados em solo autoclavado. O isolado foi transferido para placas de Petri contendo meio de cultura Batata-Dextrose-Ágar-BDA posteriormente repicou-se e transferido-o para tubos de ensaio para conservação de culturas puras de isolados. A patogenicidade do isolado foi testada na variedade de tomateiro Santa Cruz.

Para o preparo do inóculo, o isolado foi transferido para placas de Petri contendo meio de cultura Batata Dextrose Àgar (BDA) e mantidas em condições ambientes por sete dias. E após esse período de tempo adicionou-se 20 ml de água destilada em cada placa e utilizando lâmina de vidro efetuou-se a raspagem das colônias para liberação dos conídios, em seguida, com o auxílio da câmara de Neubauer a suspensão foi ajustada para 1×10^6 conídios.ml⁻¹ e inoculadas em plantas de tomateiro com 30 dias de idade. A avaliação foi efetuada a través da incidência da fusariose, para seleção do isolado mais virulento.

Avaliação de diferentes dosagens de leguminosas usadas no biocontrole de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*

Os resíduos frescos foram testados separadamente em quatro dosagens: 0, 20, 40, 60 e 80 g/L⁻¹, os quais foram incorporados em solo autoclavado.

O solo foi colocado em vasos com capacidade para 2,0 kg e mantidos em casa de vegetação. A incorporação dos resíduos ocorreu no mesmo período que foi realizado o transplante das mudas de tomateiro, sendo este período 15 dias após a semeadura, mantendo-se as plantas em fileira de acordo com as concentrações para cada resíduo. O tratamento controle (testemunha) foi constituído de solo autoclavado sem incorporação de resíduos.

Aos 30 dias após a semeadura realizou-se a inoculação, utilizando o método de ferimento de raízes tipo meia lua onde foi efetuado um sulco em um dos lados do sistema radicular com o auxílio de um bisturi, e em seguida aplicando-se 20 ml da suspensão de inóculo 1×10^6 conídios/ml⁻¹ em cada planta (15).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com 4 repetições, e cada parcela constituída por duas plantas/ vaso, sendo os dados submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Após 21 dias da inoculação realizou-se a avaliação através da escala de notas de Santos (22), que variou de 1 a 5, avaliando os sintomas externos. Foi considerado nota 1 - as plantas saudáveis; nota 2 - para as plantas doentes com sintoma vascular leve; nota 3- para as plantas com sintoma de amarelecimento foliar e escurecimento vascular; nota 4- para as plantas com murcha severa associada a escurecimento vascular, necrose foliar e clorose e, nota 5- para as plantas mortas, sendo os dados da severidade transformados em índice de doença Mackinney (2) e em percentagem de controle da doença. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise das características químicas dos resíduos orgânicos

Os resultados da análise química dos resíduos orgânicos, apontam existir diferença no teor nutricional entre os resíduos orgânicos. Em termos totais a maior concentração de nutrientes foi apresentada pela leguminosa feijão de porco com o dobro de N que leucena e feijão guandu e mais que o dobro de Ca e K que leucena e feijão guandu e o dobro de Ca para amendoim forrageiro. Todas as leguminosas apresentaram altos teores de P, Mg e Ca e uma baixa relação carbono nitrogênio, tendo o amendoim forrageiro apresentado a mais baixa relação C:N. Os resultados indicam que os resíduos orgânicos apresentam um equilíbrio em relação ao teor de S.

Observou-se ainda na Tabela 1, que no resíduo de feijão guandu apresentou o mais baixo teor de B, enquanto que o resíduo de feijão de porco apresentou o mais alto teor deste mesmo micronutriente. No resíduo de amendoim forrageiro os teores de Cu e Fe foram os mais baixos, estando esses valores abaixo do VMP porém toleráveis, e foi o mais elevado para o resíduo de feijão guandu, estando o valor de Cu acima do VMP.

Também nas análises observadas, o teor de Mn foi abaixo do VMP, o teor mais alto ($73,6 \text{ mg kg}^{-1}$) foi encontrado no resíduo de leucena e o teor mínimo ($5,1 \text{ mg kg}^{-1}$) em Feijão de porco, em comparação aos demais resíduos. Os teores de Zn também foram abaixo do VMP, muito embora tais valores estejam toleráveis para todos os resíduos orgânicos.

Conforme Larkin & Fravel (12), os micronutrientes são necessários, mesmo em pequenas quantidades e fazem parte de transformações bioquímicas controladas pelo potencial redox que ocorrem junto às bactérias, como por exemplo as *Pseudomonas* que

podem atuar por antibiose e competição por Fe na rizosfera e controlar o ataque de *Fusarium oxysporum*.

A supressividade à *Rhizoctonia solani* Kunh foi observada em diferentes tipos de solo utilizando-se diferentes cobertura vegetal (mata, pasto/pousio, culturas perenes e solo arado), observando-se maior supressividade pelos solos cobertos por mata ou pasto/pousio. A vegetação do solo vai defini-lo como supressivo ou conducente, ou seja a especificidade do solo vai existir em função do tipo de vegetação. Percebe-se que a especificidade está de acordo com os mecanismos diretos e indiretos, como supressão de microorganismos, decorrente da competição pelo teor de nutrientes (8).

Análise microbiológica dos resíduos orgânicos

Os resultados da análise microbiológica dos resíduos apontaram grande quantidade de microorganismos presentes nos resíduos (Tabela 2).

O resíduo de leucena apresentou o menor número de espécie de fungos destacando-se entre eles as espécies: *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus* e *Rhizopus stolonifer* nos resíduos de feijão de porco, amendoim forrageiro e feijão guandu observou-se um aumento no número de espécie em relação ao resíduo de leucena, identificada como *A. ochraceus*.

As colônias de bactérias foram mais freqüentes no resíduo de leucena, feijão guandu, amendoim forrageiro e feijão de porco, respectivamente.

Considerando os resultados apresentados na Tabela 2, a qual se refere ao número de colônias de microorganismos formadas nos resíduos, acredita-se que o substrato interfere na atividade biocontroladora. Sabe-se que o sucesso de um

antagonista depende da eficiência de sua atividade saprofítica, diante do seu competidor (patógeno) (24).

Este tipo de biocontrole pode se dar, sobretudo, devido à competição existente entre o patógeno e a flora antagonista do solo (14). Embora não se possa identificar com certeza os principais antagonistas envolvidos em biocontrole por competição, espera-se que este aconteça devido a uma interação perfeita entre antagonistas, hospedeiros e ambiente, que acaba por desfavorecer o patógeno.

As espécies de fungos identificadas, com suas respectivas frequências relativas, nos resíduos orgânicos são apresentadas na (Tabela 3).

Os resultados apresentados na tabela 3 revelam uma maior quantidade das espécies *Aspergillus niger* (45,71 %), *Aspergillus flavus* (27,75 %) e *Rhizopus stolonifer* (22,45 %). Estas espécies foram mais frequentes em todos os resíduos (Figura 1), sendo *Aspergillus niger*, no resíduo de leucena; *Aspergillus flavus* no resíduo de feijão guandu e *Rhizopus stolonifer*, no resíduo de feijão de porco.

Estes resultados estão de acordo com os resultados observados por Diniz *et al.*, (7) que fazem referência ao uso de extrato de produtos alternativos no combate a Requeima do tomateiro. Avaliando extratos de pimenta (*Capisicum chinense*), pimentado-reino (*Piper nigrum*), cravo (*Syzygium aromaticum*), açafrão-da-india (*Curcuma longa*) e alho (*Allium sativum*) e óleo de nim (*Azadirachta indica*), leite e calda bordaleza, preparado homeopático obtido do tecido de tomateiro com requeima. Entre os produtos alternativos utilizados no experimento, o nim foi o mais promissor no controle da requeima. Resultado significativo também foi observado por Bowers & Loocke, (4), utilizando extrato de pimenta reduziu a população de *Fusarium oxysporum*, em condições de casa de vegetação.

Segundo Veras (26) o uso de extratos de mandioca, torta de babaçu, bagaco de cana, citronela e nim, proporcionaram “in vitro” a inibição do crescimento micelial de *F. oxysporum* f. sp. vasinfectum. Gonzaga (10) em teste “in vivo”, observou redução do número de galhas de *Meloidogyne incognita* em plantas indicadoras cultivadas após *L. leucocephala*.

Avaliando a atividade antagônica de microorganismos obtidos de húmus de minhoca, (20) associaram a presença de *Pseudomonas subtilis* e *P. fluorescens* ao potencial aumento da supressão de fitopatógenos veiculados pelo solo.

Efeito da incorporação da parte aérea de Leguminosas sobre *F.oxysporum* f. sp. lycopersici em tomateiro

Os resultados apresentados na Tabela 4 indicam que as partes aéreas de feijão guandu, feijão de porco, amendoim forrageiro e leucena incorporadas ao solo 14 dias antes da inoculação das plantas (mesma data do transplante), proporcionaram o controle da murcha de fusário em todas as concentrações testadas.

Foi observada diferença significativa entre os resíduos das leguminosas e a testemunha, porém, não ocorrendo diferença significativa entre os resíduos independente da concentração testada, contudo o resíduo de guandu apresentou um maior índice de doença, seguido dos resíduos de leucena, amendoim forrageiro e feijão de porco (Tabela 4).

Não foram observados sintomas da doença aos 21 dias após a inoculação do fungo, quando incorporou-se ao solo das partes aérea de amendoim forrageiro, feijão de porco e leucena nas seguintes concentrações, respectivamente 40g L⁻¹, 60g L⁻¹ e 80g L⁻¹.

¹; as quais permitiram 73,34% de controle da murcha de fusário, demonstrando não haver relação direta entre concentração e resíduo.

Estes resultados estão de acordo com outros resultados obtidos em vários experimentos realizados a partir do uso da incorporação de matéria orgânica do solo, os quais demonstraram a eficiência destes produtos no controle de várias fitomoléstias desencadeadas por patógenos habitantes e veiculadas pelo solo. Em estudo utilizando resíduos de mandioca, citronela, nim e babaçu, observaram-se a eficiência destes no biocontrole da murcha bacteriana, causada por *Ralstonia solanacearum* Smith. (17). Segundo Veras (26) usando extratos de mandioca, torta de babaçu, bagaço de cana, citronela e nim, a casca de mandioca manifestou maior supressividade da doença usando 100 g.kg⁻¹; para a torta de babaçu foi pouco expressivo sua utilização, expressando eficiência somente na dosagem 20 g.kg⁻¹ ; o bagaço de cana foi significativo no combate da doença nas concentrações 20 e 40 g.kg⁻¹ ; tendo o capim citronela apresentado resultados satisfatórios nas seguintes concentrações 20, 40 e 60 g.kg⁻¹ , o nim sobressaiu-se como o mais eficiente resíduo no controle da fusariose do quiabeiro.

Em se tratando do percentual de controle da doença, observamos na figura 2, que a incorporação de guandu apresentou um menor percentual de controle em relação a todos os demais tratamentos, a incorporação de 60 g L⁻¹ solo apresentou 53,34 % de controle, sendo com esta o maior percentual de controle alcançado com a incorporação de guandu. Tratando-se de Feijão de porco o uso de 60 g L⁻¹ de solo apresentou 73,34 % de controle da doença, sendo esta a concentração mais eficiente. As plantas tratadas com feijão de porco apresentaram um maior percentual de controle, em relação ao guandu.

No que se refere à incorporação das partes aéreas de amendoim forrageiro, observou-se que com o uso de 40 g L⁻¹ de solo, obteve-se um resultado satisfatório no controle da murcha de fusário, a qual apresentou 73,34 % de controle. As demais concentrações (20, 60 e 80 g L⁻¹), obtiveram um percentual de controle intermediário. Ainda na tabela 4 observou-se em relação ao uso de leucena que a maior concentração utilizada (80 g/L⁻¹), apresentou 73,34 % de controle, ou seja, esta concentração proporcionou um resultado significativo em relação às demais concentrações de leucena testadas no experimento. Amendoim forrageiro, feijão de porco e leucena apresentaram teores suficientes de nutrientes, para garantir a supressão do *Fusarium*, porém obteve-se resultado mais expressivo quando utilizou-se as concentrações intermediárias (40 g L⁻¹) e (60 g L⁻¹), e a maior concentração (80 g L⁻¹), respectivamente.

De acordo com os resultado, observou-se que o resíduo orgânico de leguminosa mais eficiente no controle da murcha de fusário, foi representado pela incorporação de amendoim forrageiro, que para atingir o percentual de 73,34 % de controle necessitou apenas de 40 g L⁻¹ de solo do resíduo, enquanto que as leguminosas: feijão de porco e leucena para atingir o mesmo percentual de controle utilizou-se concentrações mais elevadas.

O uso de leguminosas como feijão guandu, feijão de porco, amendoim forrageiro e leucena incorporadas de forma in natura ao solo, consiste em um método alternativo, viável e sustentável para o controle de fungos do solo, podendo ser indicado com segurança nas práticas de manejo de doenças, o qual minimizará significativamente o uso de agroquímicos, reduzindo então o uso de insumos externos.

Cardoso *et al.*, (5), obtiveram resultados semelhantes incorporando resíduo da parte aérea de guandu e crotalária em um solo infestado com *R. solanacearum* obtendo 100 % do controle da murcha bacteriana em tomateiro em todas as concentrações

testadas. Moraes *et al.*, (16) afirmam em seu experimento que a incorporação das leguminosas mucuna-preta e crotalária, em cultivo orgânico, reduziram a população de *Meloidogyne* spp. em 42 e 51 %, respectivamente, em alface americana e repolho. A leguminosa feijão-de-porco causou redução da população de nematóide apenas nas parcelas com repolho.

Cunha *et al.*, (6) Estudando 24 espécies vegetais constataram que os melhores resultados foram obtidos de leucena (*Leucaena leucocephala*), *Paspalum notatum* Flugge que causou a mortalidade de 98,69 e 94,43 % *P. redivivus* respectivamente (6).

Silva *et al.* (23), concluíram que o uso de semente de feijão de porco trituradas e incorporadas ao solo reduz os índices de galhas e massas de ovos em 48 % e 64 % , respectivamente. Dentre as substâncias que vêm sendo investigada com o propósito de controlar fitonematóides do solo estão as lecitinas, glicoproteínas amplamente encontrada na natureza, especialmente em leguminosas. (13).

Para Viana & Souza (27), a liberação de metabólitos tóxicos do resíduo, pode suprimir a população de microorganismos, bem como ao incremento das densidades populacionais de antagonistas. O enriquecimento das características químicas do solo e promoção do crescimento dos tomateiros com a incorporação do solo de matéria fresca de guandu foi observado por (25)

No desenvolvimento do experimento, observou-se que a incorporação “in natura” de guandu, provocou após os primeiro dias de incorporação um efeito alelopático nas plantas, tendo estas apresentado na incorporação com as menores concentrações um retardamento do seu crescimento quando comparada com os demais tratamento, porém, o efeito alelopático não impediu que as plantas acompanhassem o crescimento das outras plantas, visto que até a avaliação do experimento estas estavam

do mesmo tamanho das demais plantas, cabendo assim a título de sugestão uma avaliação mais aprimorada dos fatores que provocaram esse processo.

Para Hoitink & Fahy (11) a resposta do patógeno pode ser variável, em função do tipo de material incorporado ao solo, de relação carbono/oxigênio e nível do tipo de decomposição, dentre outros. Vale considerar que, a leucena apresenta uma boa degradabilidade, favorecendo, portanto a invasão de antagonistas, este fato foi percebido com maior ênfase nas maiores concentrações. Nesta mesma forma, (3) determinaram que as altas concentrações de benzaldeído – $0,4 \text{ ml.kg}^{-1}$ solo e mucuna (*Mucuna deeringiana*) – 100g.kg^{-1} solo inibiram o crescimento micelial e germinação de escleródios no solo.

De alguma forma, Perreira *et al.*, (19) estudando o uso de compostos orgânicos na relativa eficiência e efeito quanto a supressão da severidade de doença e na redução da população dos patógenos, concluíram que a ação de compostos orgânicos está relacionada com a interação solo-patógeno-hospedeiro e, que esta dinâmica deve estar associada a composição físico-química e biológica de cada composto orgânico.

Supõe-se que os resultados obtidos neste trabalho se devem à influência da atividade microbiana sobre o fungo. No entanto, há que se considerar a ação de alguns fatores, bem como de elementos constituintes das leguminosas que contribuem para a redução da doença.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALCÂNTARA, F. A.; NETO, A. E. F.; PAULA, M. B.; MESQUITA, H. A.; MUNIZ, J. A. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um solo latossolo

vermelho-escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n.2, p. 277-288, 2000.

2. BALARDIN, R.S.; PATOR-CORRALES, M.A.; OTOYA, M.M. Resistencia de germoplasma de Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) a *Fusarium oxysporum* f. sp. *Phaseoli*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 15, n.1, p.102-103. 1990.

3. BLUM, L. E.; RODRIGUÉZ-KÁBANA, R. Effect of organic amendments on sclerotial germination, mycelial growth, and *Sclerotium rolfsii*-induced diseases. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, n.1, p.66-74, 2004.

4. BOWERS, J. H.; LOOCKE, J. C. Effect of botanical extracts on the population density of *Fusarium oxyporum* in soil and control of Fusarium wilt in the greenhouse. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 84, n.3, p.300-305, 2000.

5. CARDOSO, S. C.; SOARES, A. C. F.; BRITO, A. dos S.; LARANJEIRA, F. F.; LEDO, C. A. S.; SANTOS, A. P. Controlo f tomato bacterial wilt through the incorporation of aerial parto f pigeon pea and crotalaria to soil. **Summa Phytopatologica**, v.32, n.1, p. 27-33, 2006.

6. CUNHA, F.R.; OLIVEIRA, D. F.; CAMPOS, V. P. Extratos Vegetais com Propiedades Nematicidas e Purificação do Princípio Ativo do Extrato de *Leucaena leucocephala*. **Fitopatologia Brasileira**. Brasília, v.28, n.4, p.438-441, 2003.

7. DINIZ, L. P.; MAFFIA, L. A.; DHINGRA, O. D.; CASALI, V. W. D.; SANTOS, R. H. S. Avaliação de Produtos Alternativos para Controle da Requeima do Tomateiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, n.2, p.171-179, 2006.
8. GHINI, R.; Morandi, M. A. B. . Biotic and abiotic factors associated with soil suppressiveness to *Rhizoctonia solani*. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 63, n. 2, p. 153-160, 2006.
9. GHINI, R. & ZARONI, M. M. H. Relação entre cobertura vegetais e supressividade de solos a *Rizoctonia solani*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.26, n.1, p.10-15, 2001.
10. GONZAGA, V. **Reação de cultivares a linhagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) a *Meloidogyne javanica* *Meloidogyne incógnita* raza 3 e avaliações de plantas antagonistas para o controle destes nematóides**. 1992. Dissertação (mestrado). Viçosa. Universidade federal de Viçosa.
11. HOITINK, H. A.; FAHY, P. C. Basis for the control of soilborne plant pathogens with compost. **Annual Review Phytopathology**, Palo Alto, v.24, p. 93-114, 1996.
12. LARKIN, R.P.; FRAVEL, D, R. Efficacy of various fungal end bacterial biocontrol organisms for control of fusarium wilt of tomato, **Plant Disease**, v. 82, n.9, p. 1022-1028, 1998.

13. MARBAN-MENDONZA, N.; DICKLOW, M. B.; ZURCKERMAN, B. M. Control of *Meloidogyne incognita* on tomato by two leguminous plants. **Fundamental and Applied Nematology**, v.15, p.87-108, 1992.
14. MARIANO, R. de L. R.; SILVEIRA, E. B. da; GOMES, A. M. A.; RODRIGUES, V. J. L. B.; ASSIS, S. M. P. de. Biocontrole de Doenças de Plantas. In: TORRES, J. B.; MICHEREFF, S. J. (Ed.) **Desafios do Manejo Integrado de Pragas e Doenças**, Recife: UFRPE, p. 28-110, 2000.
15. MENEZES, M. Relações entre *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* (ATK) Snyd. & Hans. E diferentes hospedeiros não suscetíveis. 1972. 48p. **Dissertação** (Mestrado em Fitopatologia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.
16. MORAES, S.R.G.; CAMPOS, V.P.; POZZA, E.A., FONTANETTI, A., CARVALHO, G.J. & MAXIMINIANO, C. Influência de leguminosas no controle de fitonematóides em cultivo orgânico de alface americana e repolho. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, n.2, p.188-191, 2006.
17. NASCIMENTO, A. S. Biocontrole de murcha bacteriana em tomateiro por meio da incorporação de resíduos orgânicos ao solo. 2005. 125p. **Dissertação** (mestrado em agroecologia). Universidade Estadual do Maranhão, São Luis.
18. NAKASONE, A.K.; BETTIOL, W.; SOUZA, M. Efeito de extratos aquosos de matéria orgânica sobre fitopatógenos. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v.25, n. 4, p. 330-335, 1999

19. PEREIRA, J. C. R.; ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R.; CHAVES, G. M. Compostos orgânicos no controle de doenças de plantas. **Revista Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v.4, p.353-379, 1996.
20. PESSOA, M. N. G.; CORREIA, J. L. A.; VIANA, F. M. P.; MOTA, J. C. O de. Emprego de microorganismos obtidos de húmus de minhoca no controle de *Myrothecium rosidum* “in vitro” e em sementes de melão. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 30, n.2, p.238-239, 2004.
21. ROSSI, C. E. Adubação verde no controle de nematóides. **Agroecologia Hoje**, Botucatu, v.2, n.14, p. 26-27, 2002.
22. SANTOS, J. R. M. Protocolo de Tecnologia: **Seleção para resistência a doenças em hortaliças**. Tomateiro/Murcha-de-fusario. EMBRAPA Hortaliças, Comunicado Técnico, n.3 p.11, 1999.
23. SILVA, G. S.; SOUZA, I. M. R.; CUTRIM, F. A. Efeito da incorporação de sementes trituradas de feijão de porco ao solo sobre o parasitismo de *Meloidogyne incognita* em tomateiro. **Fitopatologia Brasileira**. Brasília, v.27, n.4, p.412-413, 2002.
24. SIVASITHAMPARAM, K. Root cortex – the final frontier for the biocontrol of root-rot with fungal antagonists: A case study on a Sterile Red Fungus. **Annual Review of Phytopathology**, Califórnia, v. 36, p.439-441, 1998.

25. SOARES, S. A. C. F.; SANTIAGO, D.; SOUZA, I. C. C.; GARRIDO, M. S. Produção de mudas de tomateiro em substratos com diferentes proporções de matéria fresca de guandu (*Cajanus cajan*), In: FERTBIO 2002. **Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas do Rio de Janeiro**. 2002. I CD-ROM.
26. VERAS, M. de S. **Resíduos orgânicos: uma alternativa sustentável na supressividade de *Fusarium* em quiabeiro para a agricultura familiar maranhense**. 2006. 67p. Dissertação (mestrado em agroecologia). Universidade Estadual do Maranhão, São Luis.
27. VIANA, F. M. P.; SOUZA, N. L. Controle do tombamento de plântulas de feijoeiro causado por *Sclerotinia sclerotiorum* com a incorporação de matéria orgânica ao substrato. **Summa Phytopatologica**, Jaboticabal, v.26, n.1. p. 94-97, 2000.
28. ZAMBERLAN, J.; FRONCHETI, A. **Agricultura ecológica: preservação do pequeno agricultor e do meio ambiente**. Petrópolis: Ed. Vozes, 138 p. 2002.

Tabela 1. Análises das características químicas dos resíduos orgânicos vegetais de leucena, feijão porco, amendoim forrageiro e feijão guandu.

RESIDUO	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	mg Kg-1		Na	C	C:N
										Mn	Zn			
	g Kg-1								(10)	(2250)	(600)*	(100)	%	
Leucena	29,3	3,5	9	10,2	5,1	1,1	23,8	9	300	73,6	40,6	400	50,41	1,7
F. de porco	42,1	2,7	15,5	43	5,3	1,7	35,6	4,2	134	5,1	20,1	250	85,33	2
Amendoim	35,1	3,4	15,5	19,9	3,5	1,5	26,9	2,4	65,7	42,1	46,6	280	45,95	1,3
F. guandu	27,3	2,6	6	9,9	4	1,2	16,1	11,6	238	18,1	33,7	900	50,3	1,8

* Valor Máximo Permitido em vegetais segundo ALLAWAY (1).

Tabela 2. População microbiana presente nos resíduos orgânicos de feijão guandu, feijão de porco, amendoim forrageiro e leucena.

RESÍDUOS	FUNGOS TOTAIS (n° de espécies identificadas)	BACTÉRIAS TOTAIS (UFC)
Feijão guandu	4	35*
Feijão de porco	4	26
Amendoim forrageiro	4	29
Leucena	3	63

* Média das repetições do número de colônias

Tabela 3. Número total e frequência relativa de colônias fúngicas obtidas nos resíduos de feijão guandu, amendoim forrageiro, feijão de porco e leucena.

ESPÉCIE	Nº DE COLÔNIAS¹	FREQUÊNCIA RELATIVA (%)
<i>Aspergillus niger</i>	112	45,71
<i>A. flavus</i>	68	27,75
<i>A. ochraceos</i>	10	4,09
<i>Rhizopus stolonifer</i>	55	22,45
TOTAL DE COLÔNIAS	245	100

¹Somatório de todas as colônias formadas nos tratamentos em todas as repetições.

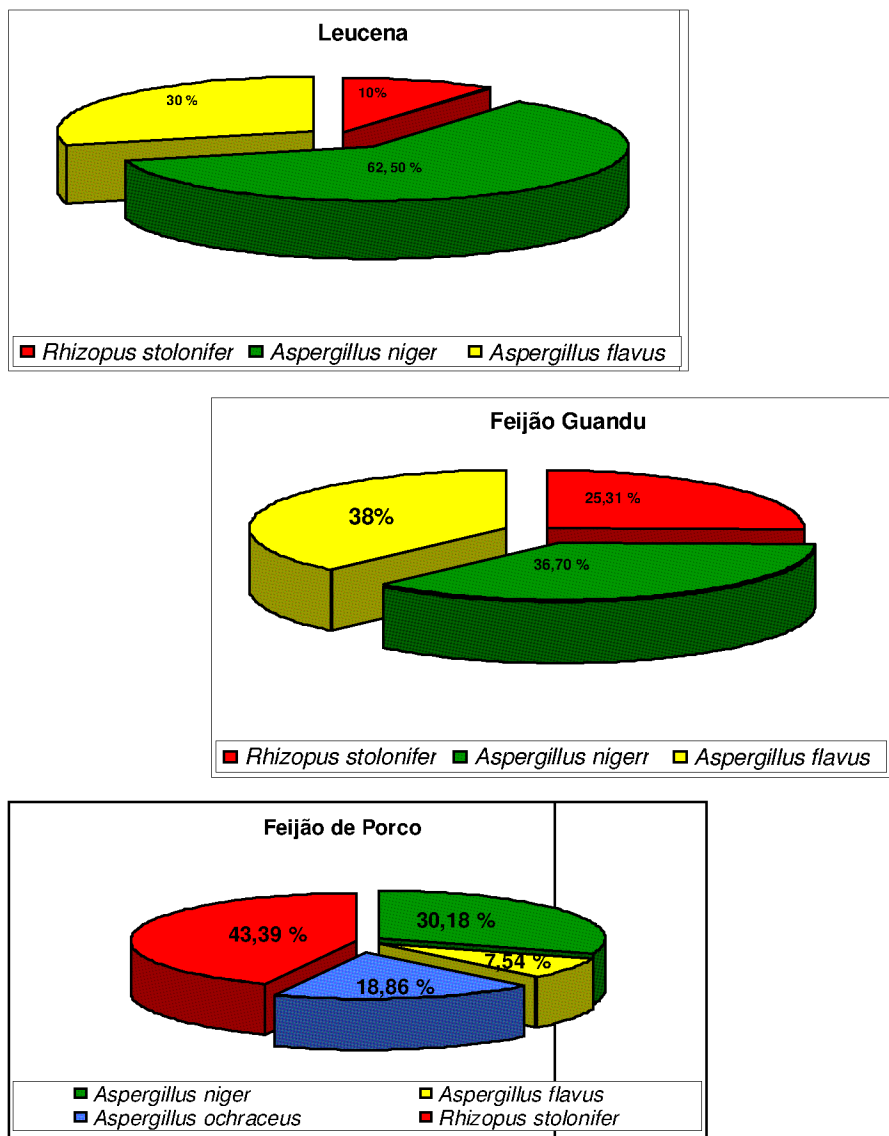


Figura 1. Frequência (%) de espécies de fungos identificados nos resíduos de leucena, feijão, guandu e feijão de porco.

Tabela 4. Efeito da incorporação de leguminosas frescas no controle da fusariose do tomateiro, com base na severidade, índice de doença e a percentagem de controle.

LEGUMINOSA	CONCENTRAÇÕES (g/kg solo)	SEVERIDADE (nota)	ÍNDICE DE DOENÇA (%)	PERCENTUAL DE CONTROLE (%)
feijão guandu	20	2,00 b	40,00	46,67
	40	2,00 b	32,50	46,67
	60	1,75 b	35,00	53,34
	80	2,12 b	42,50	43,47
feijão de porco	20	1,75 b	22,50	53,34
	40	1,12 b	22,50	70,14
	60	1,00 b	20,00	73,34
	80	1,25 b	25,00	66,67
amendoim forrageiro	20	1,37 b	30,00	63,47
	40	1,00 b	20,00	73,34
	60	1,12 b	22,50	70,14
	80	1,25 b	25,00	66,67
leucena	20	1,37 b	27,50	63,47
	40	2,00 b	40,00	46,67
	60	1,12 b	22,50	70,14
	80	1,00 b	20,00	73,34
Testemunha		3,75 a	75,00	-
CV%		32,93	-	-

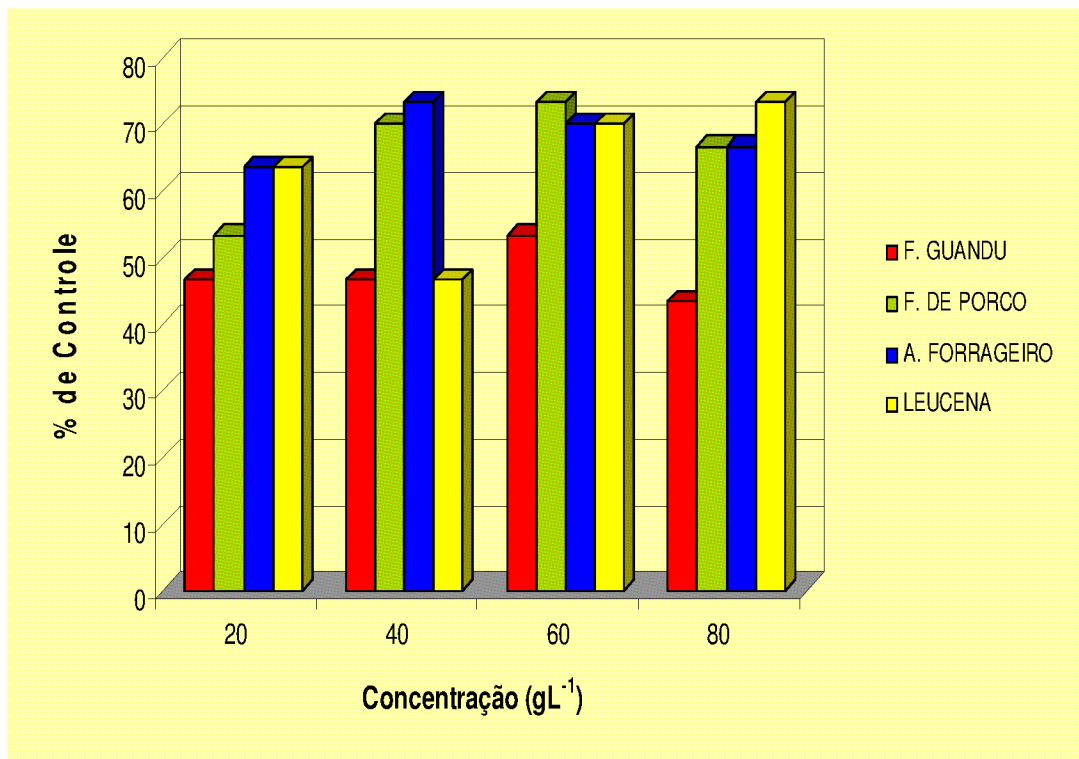


Figura 2. Demonstrativo do percentual de controle da fusariose do tomateiro, através da incorporação de leguminosas frescas.



Figura 3. Tomateiros tratados com resíduos frescos de leguminosas em diferentes dosagens, (A e B) testemunha sem resíduo (C).

CAPÍTULO IV

Ação de indutores na resistência de tomateiro ao *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*.

Sandra Maria da Costa Cruz^{1,3}; Antônia Alice Costa Rodrigues^{1,2}

¹Mestrado em Agroecologia – UEMA; ²Laboratório de Fitopatologia- UEMA ;
Universidade Estadual do Maranhão, Cx. Postal 09, CEP:65054-970, São Luís, MA, e-mail:alicecosta@cca.uema.com.br; ³Escola Agrotécnica Federal de São Luiz, C.P.,
CEP, Brasil e-mail: scostacruz@bol.com.br;

(Aceito para publicação em / /)

Autora para correspondência: Sandra Maria da Costa Cruz

CRUZ, S. M. da C. C. & RODRIGUES, A.A.C. Ação de indutores na resistência de tomateiro ao *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. Fitopatologia Brasileira. 2008.

RESUMO

Os elicitores são compostos que induzem a síntese de PR-proteínas, como também outras respostas de defesa da planta. Visando a obtenção de uma alternativa de controle para murcha de fusário do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) foram avaliados os indutores Acibenzolar-S-Metil (ASM) (5,0 mg i.a/L de água), Ecolife (5 ml/L de água), Biopiról (2 ml/L de água) e Óleo de nim (15 ml/L de água), em diferentes épocas de aplicação. Para isso foram utilizadas plantas das cultivares Caline IPA-6, altamente suscetível e IPA-6, suscetível a *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. Os indutores de resistência foram aplicados via foliar aos 5, 10 e 15 dias antes da inoculação das plantas. Aos 30 dias após a semeadura as plantas foram inoculadas com 20 ml da suspensão de 1×10^6 conídios/ml⁻¹ do isolado. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em fatorial 2 x 3 x 4. Realizou-se a avaliação 21 dias após a inoculação através da escala de notas variando de 1 a 5. De acordo com os resultados, observou-se diferença significativa entre os indutores e a testemunha, nas duas cultivares testadas, destacando-se na cultivar Ipa 6 os indutores ASM e Biopiról aplicados aos 5, 10 e 15 dias antes da inoculação que apresentaram 72,23 % de controle da fusariose e na cultivar Caline Ipa 6 destacaram-se os indutores ASM e Óleo de nim 5

dias antes da inoculação e o indutor Biopiról aos 5 e 10 dias antes da inoculação, apresentando os três indutores 75 % de controle da fusariose do tomateiro.

Palavras-chave adicionais: Indução de resistência, severidade, *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, controle.

ABSTRACT

Inductors action on the resistance of tomato plant to *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, causal agent of fusariosis.

The elicitors are compounds that induce the synthesis of PR - Proteins, as also other answers of defense of the plant. Looking for the acquirement of an alternative of control to fusarium wilt on tomato plant (*Lycopersicon esculentum*) they were evaluated the inductors Acibenzolar-S-Metil (ASM) (5,0g i.a/L of water), Ecolife (5ml/L of water), Biopiról (2ml/L of water) and Nim oil (15ml/L of water), in different epoches of application. To this, they were used plants of cultivars Caline IPA-6, highly susceptible and IPA-6, susceptible to *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. The inductors of resistance were applied by foliar way in 5, 10 and 15 days before the inoculation of plants. On the 30 days after the crop the plants were inoculated with 20 ml of suspension of 1×10^8 conidio/ml of the isolated. The experimental lineation was entirely caused in factorial $2 \times 3 \times 4$. The evaluation was done 21 days after the inoculation through the scale of notes from 1 to 5. It was observed significative difference between the inductors and the witness, on the two tested cultivars detaching on the cultivar IPA 6 the inductors ASM and Biopiról applied 5, 10 and 15 days before the inoculation that presented 72,23% of the control of fusariosis and on the cultivar Caline IPA6 detached the inductors ASM and oil of Nim 5 days before the inoculation and the inductor Biopiról 5 and 10 days before the inoculation, showing the three inductors 75 % of control of the tomato plant fusariosis.

Addition Keywords: Inductors of resistance, Severity, *Fusarium oxysporum* f. *oxysporum* f. sp. *Lycopersici*, control.

INTRODUÇÃO

Os mecanismos de resistência são representados por barreiras bioquímicas e estruturais, tais como: aumento na atividade da enzima oxidativa peroxidase, acúmulo de fitoalexinas, quitinases, β -1,3-glucanases, proteínas-RP em geral e glicoproteínas ricas em hidroxiprolina, assim como, lignificação de tecidos (Dantas, 2004). As plantas respondem ao ataque inicial dos patógenos por ativação do mecanismo de defesa, razão pela qual a infecção pelo patógeno resulta em danos reduzidos na planta. A proteção da planta está associada a defesas pré-formadas ou à ativação de mecanismos de defesa (Hammond-Kosack & Jones, 2000).

A defesa pré-formada é o principal mecanismo no caso de resistência não específica, em que as plantas sintetizam peptídios, proteínas e metabólitos secundários, que restringem a infecção por patógenos (Heath, 2000). Esse tipo de defesa refere-se à preexistência de barreiras estruturais e a compostos tóxicos pré-formados, como a presença da avenacina em raízes de aveia (Taiz & Zeiger, 1998).

A indução de resistência, caracterizada como resistência sistêmica adquirida (RSA), recebeu maior ênfase a partir da década de 60, através do uso de indutores bióticos com proteção cruzada viral e uso de microrganismo não patogênico e, mais recentemente, com o uso de indutores sintéticos, efetivos contra vírus, bactérias e fungos (Ryals *et al.*, 1996 a; Gorlach *et al.*, 1996 a). E na restrição do crescimento de fitopatógenos e, conseqüentemente, na supressão ou diminuição dos sintomas de doenças, devido à ativação dos mecanismos de resistências das plantas, associada à expressão coordenada de um conjunto de genes de defesa (Métraux, 2001; Ryals *et al.*, 1996 b). Vários indutores são relacionados com a ativação de resistência, entre eles podemos citar o Acibenzolar-S-metil (ASM), óleo de nim (*Azadirachta indica*), Biopiról e o Ecolife⁴⁰

O produto comercial Ecolife⁴⁰, que tem em sua composição bioflavonóides cítricos, fitoalexinas cítricas, ácido ascórbico, ácido cítrico, ácido láctico e glicerina vegetal, é um produto indicado para melhorar a resistência das plantas a “stress” e doenças causadas por bactérias e fungos (Rios *et al.*, 2001). Apresentando mecanismos de ação multiforme, dos quais a indução de resistência via aumento da síntese de fitoalexinas, parece ser um dos mais importantes (Bernardo *et al.*, 2001; Motoyama,

2001). As fitoalexinas são definidas como compostos antimicrobianos de baixo peso molecular, que são sintetizados pelas plantas e que se acumulam nas células vegetais em resposta a infecção microbiana (Pascholati & Leite, 1995).

Acibenzolar-S-metil (ASM), conhecido comercialmente como Bion^R é, provavelmente o mais potente ativador sintético da RSA (Kessmann *et al.*, 1994). Devido ao seu modo de ação, recomenda-se que o produto seja aplicado preventivamente. É análogo do ácido salicílico e do ácido 2,6 dicloroisonicotínico (INA), pertence à classe química dos benzothiadiazole, caracterizando-se como um agente protetor de planta, seguro, confiável e não fitotóxico (Gorlach *et al.*, 1996 b; Benhamou & Bélanger, 1998) Este indutor que pode ser aplicado em folhas e sementes, é translocado por toda a planta e induz a transdução de sinal da RSA, em local fora ou no mesmo sítio de acumulação de ácido salicílico, agindo na indução de genes que desencadeiam a produção de lignina, fitoalexinas e PR-proteínas (Friedrich *et al.*, 1996; Dantas, 2004).

O nim (*Azadirachta indica*) pertence à família Meliaceae e é originário da Índia, onde é usado há séculos na produção de madeira, como planta medicinal, e mais recentemente como inseticida. Muitos compostos ativos já foram isolados da árvore nim, dos quais destacam-se a salanina, azadiractina e nimbolina, entre outros. O composto mais potente, a azadiractina, concentra-se nos frutos, mas quantidades muito baixas são também encontradas nas outras partes da planta. A azadiractina é biodegradável e tem persistência bastante curta no ambiente (Martinez, 2002).

Biopirol é um fertilizante foliar e ou radicular líquido de alta performance a base de extrato pirolenhoso. A solução orgânica originada da carbonização da madeira, que apresenta algumas semelhanças com os ácidos húmicos, por serem ambos derivados da transformação da lignina e de outros componentes de resíduos vegetais, (Coelho *et al.*, 2003). Trata-se de uma solução aquosa ácida com cerca de 3 % de matéria orgânica formada por dezenas de substâncias químicas, (BIOPIROL..., 2002).

Em face da indisponibilidade de cultivares de tomateiro com resistência a murcha de fusário e, em alguns casos, a necessidade do uso de cultivares suscetíveis mais produtivas, métodos de controle alternativos devem ser pesquisados. Nesse contexto, a resistência sistêmica adquirida (RSA) pode ser uma alternativa viável no controle da murcha de fusário. A RSA resulta da ativação do sistema de defesa da planta, por elicitores bióticos e abióticos, com a expressão de mecanismos relacionados com a produção de substâncias tóxicas ao patógeno e/ou formação de barreiras

estruturais que restringem a colonização dos tecidos (Kuc, 2001). Mediante ao exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a ação de indutores em plantas de tomateiro inoculadas com *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, agente causal da fusariose.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização do Experimento e escolha dos indutores

O experimento foi realizado em casa de vegetação localizada na Universidade Estadual do Maranhão-UEMA. Foram utilizados os seguinte indutores: acibenzolar-S-metil (ASM), Óleo de nim, Ecolife⁴⁰ e Biopiról, sendo estes disponibilizados pelo Laboratório de Fitopatologia da Universidade Estadual do Maranhão - UEMA.

Obtenção, isolamento e patogenicidade de isolados de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*

Foi utilizado o isolado de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* da Micoteca do Laboratório de Fitopatologia da UEMA, preservados em solo autoclavado. O isolado foi transferido para placas de Petri contendo meio de cultura Batata-Dextrose-Ágar- (BDA) que posteriormente foi repicado e transferido para tubos de ensaio para conservação de culturas puras dos isolados. A patogenicidade do isolado foi testada na variedade de tomateiro Santa Cruz.

Para o preparo do inóculo, o isolado foi transferido para placas de Petri contendo meio de cultura BDA e mantidas em condições ambientes por sete dias. Após esse período de tempo adicionou-se 20 ml de água destilada em cada placa e utilizando-se uma lâmina de vidro, efetuou-se a raspagem das colônias para liberação dos conídios, em seguida, com o auxílio da câmara de Neubauer a suspensão foi ajustada para 1×10^6 conídios.ml⁻¹ e inoculadas em plantas de tomateiro com 30 dias de idade. A avaliação foi efetuada a través da incidência da fusariose, para seleção do isolado mais virulento.

Efeito de indutores na resistência de tomateiro a *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*

Sementes de tomate da cultivar Ipa 6 e Caline Ipa 6 foram semeadas em bandejas de polietileno contendo solo autoclavado e húmus de minhoca na proporção 2:1. O transplantio foi realizado aos 15 dias após a semeadura, para vasos com capacidade para 2 kg contendo solo autoclavado, deixando-se duas plantas por vaso.

Os indutores de resistência, ASM, Ecolife⁴⁰ Óleo de nim e Biopiról foram aplicados nas plantas 5, 10 e 15 dias antes da inoculação do patógeno, através da pulverização foliar, utilizando-se uma única dosagem para cada indutor: Óleo de nim (15mL /L de água), ASM (5,0 mg i.a/L de água), Ecolife⁴⁰ (5 mL /L de água) e Biopiról (2 mL /L de água).

A inoculação foi realizada em plantas com 30 dias de idade utilizou-se o método de ferimento de raízes tipo meia lua onde foi efetuado um sulco em um dos lados do sistema radicular com o auxílio de um bisturi, e em seguida aplicando-se 20 ml da suspensão de inóculo 1×10^6 conídios.ml⁻¹ em cada planta (Meneses, 1972).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2 (variedades) x 3 (período de aplicação) x 4 (indutores), com cinco repetições, sendo uma repetição representada por duas plantas por vaso. Os dados foram submetidos à análise de variância a as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

Após 21 dias da inoculação realizou-se a avaliação através da escala de notas de Santos (1999), que variou de 1 a 5, avaliando os sintomas externos. Foi considerado nota 1 - as plantas sadias; nota 2 - para as plantas doentes com sintoma vascular leve; nota 3 - para as plantas com sintoma de amarelecimento foliar e escurecimento vascular; nota 4- para as plantas com murcha severa associada a escurecimento vascular, necrose foliar e clorose e, nota 5- para as plantas mortas, sendo os dados da severidade transformados em índice de doença Mackinney (Balardin *et al.*, 1990) e em percentagem de controle da doença. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando a tabela 1, observa-se que houve coerência entre os resultados obtidos, os quais indicam que ocorreu ativação de resistência sistêmica nas duas cultivares de tomateiro, utilizadas no experimento, sendo esta resistência ativada pelo uso dos indutores ASM, Biopiról, Óleo de nim e Ecolife⁴⁰, após inoculação com *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*.

O uso de indutores proporcionou controle da murcha de fusário nas duas variedades de tomateiro testadas, ocorrendo variação na proteção de acordo com o indutor e a cultivar utilizada, sendo que a cultivar Ipa 6 suscetível a murcha de fusário apresentou um controle de 72,23 % quando tratada com ASM e Biopiról aos 5, 10 e 15 dias antes da inoculação, enquanto que a cultivar Caline Ipa 6 altamente suscetível, apresentou um controle de 75 % quando tratada com ASM e Óleo de nim aos 5 dias antes da inoculação e com Biopiról aos 5 e 10 dias antes da inoculação.

Os indutores ASM e Biopiról quando aplicados na cultivar Ipa 6, apresentaram o maior percentual de controle, independente do período de aplicação, enquanto que os resultados mais eficientes de controle na cultivar Caline Ipa 6 foi observado quando aplicou-se ASM, Óleo de nim e Biopiról no período mais próximo a inoculação, ou seja sendo considerado menos eficiente o período mais distante da inoculação.

Ativação de resistência em cultivares suscetíveis, também foi observada por Rodrigues (2003) em caupi tratado por ASM aos cinco dias após a germinação, sendo a cultivar BR-17 Gurguéia, suscetível apresentou um controle de 68,90 %, enquanto que a cultivar IPA 206, com resistência intermediária, apresentou 71,59 % de controle.

A proteção de plantas de tomateiros também foi observada por Silva *et al.* (2007), pois utilizando ASM e extratos aquosos de *Lentinula edodes* e *Agaricus blazei* contra *Raltonia solanacearum* reduziu nos dois tratamentos a severidade da murcha bacteriana em 66,00 % e 53,38 % respectivamente.

Ainda na tabela 3 os resultados observados para a cultivar IPA 6, indicam que houve diferença significativa entre os indutores e a testemunha. Ocorrendo também diferença significativa entre os próprios indutores, sendo então o indutor ecolife⁴⁰ diferente estatisticamente do tratamento com o indutor ASM e com indutor Biopiról de acordo com a severidade. As plantas tratadas com ASM e Biopiról apresentaram menor índice de doença independente do período de aplicação, seguida das plantas tratadas com óleo de nim e ecolife⁴⁰. Os resultados demonstram não haver interação significativa

em relação ao período de aplicação para a variedade IPA 6, portanto o período de aplicação não se apresentou como um fator preponderante na ativação da resistência.

Em se tratando da cultivar Caline IPA 6 altamente suscetível esta apresentou comportamento semelhante em relação a severidade, ocorrendo diferença significativa entre os tratamentos e a testemunha havendo também diferença significativa entre os tratamentos. O ecolife⁴⁰ proporcionou severidade mais alta, diferindo estatisticamente dos indutores ASM, biopiról e óleo de nim quando aplicados aos cinco dias antes da inoculação. Ocorreu interação significativa entre os períodos de aplicação dos indutores. Conforme os resultados, o período de aplicação do indutor vai influenciar significativamente na ativação da resistência, sendo que a melhor indução de resistência ocorreu nos períodos de 5 e 10 dias antes da inoculação.

Analisando indutor e período de aplicação para a cultivar IPA 6, observou-se em relação ao indutor Ecolife⁴⁰ que houve uma progressão na severidade da doença quando aumentou-se o período de aplicação. Para o indutor óleo de nim, esse aumento foi observado apenas em relação à aplicação aos 10 dias após a inoculação, havendo aos 15 dias uma redução da severidade da doença em relação à aplicação aos 10 dias. Observou-se que a aplicação do indutor óleo de nim e ecolife⁴⁰ aos 5 dias antes da inoculação demonstrou ser o período mais eficiente na ativação de resistência sistêmica. Com a aplicação do ASM e Biopiról não ocorreu o mesmo, pois a severidade da doença manteve-se constante, as plantas praticamente não apresentaram sintomas da doença aos 5, 10 e 15 dias. Os resultados demonstram não haver diferenciação na ativação de resistência quando relacionamos indutor e período de aplicação quando utilizou-se os indutores, ASM e Biopiról aos 5, 10 e 15 dias antes da inoculação (figura 1).

Para a cultivar Caline IPA 6 relacionando indutor e o período de aplicação, observou-se que ocorreu uma redução no percentual de controle para todos os indutores quando aumentou-se o período de aplicação, ou seja ocorreu aumento da severidade da doença. Para o ASM aumentando-se o período de aplicação ocorreu um aumento na severidade da doença de 1,0 para 1,2 e 1,5 que corresponde 75 %, 70 % e 62,50 % de controle, respectivamente, aos 5, 10 e 15 dias antes da inoculação, semelhante ocorreu com o indutor ecolife, aumentando a severidade da doença de 1,2 aplicando o indutor aos 5 antes da inoculação com um percentual de 70 % de controle da doença, com a aplicação aos 10 e 15 dias a severidade sobe para 1,6 e 2,0, atingindo um percentual de 60 e 50 % respectivamente (Figura 2).

Segundo Gurgel (2005), o uso de ASM na maior dosagem 150mg p.c/litro de água cinco dias antes da inoculação, proporcionou a proteção da cultivar Santa Clara, e promoveu resistência nas cultivares SM16 e BRH s em todas as dosagens e períodos de aplicação.

Kuahn *et al.* (2007), testando acibenzolar-S-metil (ASM) e *Bacillus cereus* (Bc) em feijoeiro para verificar o seu potencial para induzir resistência, observaram que ambos indutores protegeram a cultura, sendo que o ASM protegeu 78 % e o Bc 37 %. As atividades de quitinase e β -1,3glucanase aumentaram significativamente com aplicação de ASM, enquanto que para aplicação de Bc não foi significativa. Meneses *et al.* (2007), avaliando a resposta de 20 variedades comerciais de lírio, detectou que as variedades com maiores níveis de suscetibilidade a ferrugem (Joinville, Amália, Alegreto e Alessandra) apresentaram redução significativa da severidade da doença quando tratadas com ASM.

Ainda na figura 2, a ação do Biopiról foi igual para os períodos 5 e 10 dias antes da inoculação, com severidade igual a 1,0 e apresentando 75 % de controle, tendo reduzido o percentual de controle quando utilizado 15 dias antes da inoculação, que foi 62,50 % e aumentando a severidade da doença para 1,5. O uso do Biopiról aplicado em pulverização além da ativação de resistência promoveu o aumento no comprimento da raiz do tomateiro, comportamento este diferente na testemunha e demais tratamentos.

O mesmo foi observado por Mascarenhas *et al.* (2004), pulverizando Biopiról em quiabeiro. Esses dados concordam com os obtidos por Heemert *et al.* (2000) e Kessman *et al.* (1994), que indicam que os produtos que se desdobram em ácidos húmicos e fúlvicos, que formam extratos orgânicos, estimulam o crescimento das raízes, tornando todo o sistema de absorção das plantas mais eficientes.

O óleo de nim proporcionou também uma redução no percentual de controle, reduzindo de 75 % quando aplicado aos 5 dias antes da inoculação para 67,50 % quando aplicado 10 e 15 dias antes da inoculação, ou seja os resultados indicam que a severidade da doença aumenta com a aplicação aos 10 dias, mantendo a mesma severidade com a aplicação aos 15 dias. Conforme os resultados, o período de aplicação do indutor vai influenciar significativamente na ativação da resistência, sendo que a melhor indução de resistência ocorreu nos períodos de 5 dias antes da inoculação.

O óleo de nim proporcionou também uma redução no percentual de controle, reduzindo de 75 % quando aplicado aos 5 dias antes da inoculação para 67,50 % quando aplicado 10 e 15 dias antes da inoculação, ou seja os resultados indicam que a

severidade da doença aumenta com a aplicação aos 10 dias, mantendo a mesma severidade com a aplicação aos 15 dias. Conforme os resultados, o período de aplicação do indutor vai influenciar significativamente na ativação da resistência, sendo que a melhor indução de resistência ocorreu nos períodos de 5 dias antes da inoculação.

Estudos demonstram o potencial de produtos à base de nim induzirem resistência às plantas no combate a patógenos. Paul *et al.* (2002), estudando o efeito de extrato de folhas de nim na indução de resistência em cevada a *Drechslera graminea* Ito & Kuribayashi, verificaram que o extrato de nim pode afetar indiretamente a planta induzindo reações de defesa. Zanin *et al.* (2007), verificando o efeito do óleo de nim em patógeno de sementes do feijão, observou que os principais resultados foram obtidos para *Fusarium* sp. nas concentrações de 5,0; 7,5 e 10 %, indicando portanto que as doses intermediária proporcionaram uma maior proteção de grão de feijão. Carneiro (2003) verificou o controle de oídio (*Oidium lycopersici*) do tomateiro pelo óleo emocionável de *Azadirachta indica* (nim).

Em se tratando do indutor ecolife os resultados também foram semelhantes em relação ao aumento da severidade da doença, ocorrendo, portanto severidade 1,2 com a aplicação aos 5 dias antes da inoculação elevando-se a severidade para 1,6 e 2,0 respectivamente com a aplicação aos 10 e 15 antes da inoculação. Conforme os resultados, o período de aplicação do indutor vai influenciar significativamente na ativação da resistência, sendo que a melhor indução de resistência ocorreu nos períodos de 5 e 10 dias antes da inoculação.

Silva *et al.* (2007) avaliando o efeito dos indutores Agro-Mos, Crop-Set e Ecolife⁴⁰ sobre o desenvolvimento de dois isolados de *Penicillium sclerotigenum* em tuberas de inhame, observou que entre os indutores testados o ecolife 40 mostrou-se mais eficiente na redução do crescimento micelial do fungo no tratamento “in vitro”. No tratamento in vivo, Ecolife⁴⁰ e Crop-Set comportaram-se de forma semelhante para os dois isolados na redução da severidade da doença. Keen (1990) aponta uma série de evidências que relacionam a produção de fitoalexinas em plantas com a expressão da resistência a fitopatógenos. Além disso, o Ecolife⁴⁰ demonstrou em pesquisas já realizadas, natureza fungistática, pois à medida que aumentaram as concentrações, houve uma redução do crescimento fúngico (Toffano *et al.*, 2004).

Resultados mais eficientes do controle da doença na cultivar Caline Ipa 6, foi observado quando aplicou-se ASM, Nim e Biopiról no período mais próximo a

inoculação do fungo, sendo considerado menos eficiente o período mais distante da inoculação.

De acordo com os resultados na figura 3, com base na severidade da doença relacionando apenas indutor e cultivar, observou-se diferença significativa entre os indutores e a testemunha, havendo também diferença significativa entre os indutores. Em se tratando da cultivar Caline Ipa 6, houve diferença significativa entre os indutores e a testemunha, não havendo diferença significativa entre os tratamentos.

REFERÊNCIAS

BALARDIN, R.S.; PASTOR-CORRALES, M.A. & OTOYA, M.M. Resistência de germoplasma de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) a *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*. Fitopatologia Brasileira 17:102-103. 1990.

BENHAMOU, N. & BÉLANGER, R. R. Benzothiadiazole-mediated induced resistance to *Fusariumoxysporum* f. sp. *Radicis lycopersici* in tomato. Plant Physiology, Rockville. 118: 1203-1212. 1998.

BERNARDO, R.; SCHWAN-ESTRADA, K.R.F.; STANGARLIN, J.R. & FIORI, A.C.G. Efeito de extratos cítricos na indução de resistência e no crescimento micelial de fungos fitopatogênicos. Fitopatologia Brasileira. 26: 313. 2001 (Resumo).

BIOPIROL: fertilizantes líquidos. Curso Prático de Agricultura Orgânica. Bahia, set. 2002.

CARNEIRO, S. M. T. P. G. Efeito de extrato de folhas e óleo de nim sobre o oídio do tomateiro. Summa Phytopatologica.29:.262-265. 2003.

COELHO, R. R. R.; BENITES, V. M.; BOM, E. P. S. & SACRAMENTO, D. R. Avaliação do crescimento de actinomiceto em substratos contendo subprodutos da carbonização vegetal visando a produção de ácidos húmicos. Grupo Brasileiro da IHSS, VEBSH: Universidade Federal do Paraná, p.3 novembro de 2003.

DANTAS, S.A.F.; TAVARES, S.C.; OLIVEIRA, S.M.A.; COELHO, R.S.B.; CAVALCANTI, V.A.L.B. & SILVA, R.L.X. Indutores abióticos de resistência a patógenos pós-colheita de manga. *Fitopatologia Brasileira*. 29: 52. 2004. (Suplemento)

FRIEDRICH, L.; LAWTON, K.; RUESS, W.; MASNER, P.; SPECKER, N.; RELLA, M.G.; MEIER, B.; DINCHER, S.; STAUB, T.; UKNES, S.; MÉTRAUX, J.P.; KESSMANN, H. & RAYLS, J. Benzothiadiazole derivate induces systemic acquired resistance in tobacco. *Plant Journal*. 10:61-70. 1996.

GÖRLACH, J.; VOLRATH, S.; KNAUF-BEITER, G.; HENGY, G.; BECKHOVE, U.; KOGEL, K. H.; OOSTENDORF, M.; STAUB, T.; WARD, E.; KESMANN, H. & RYALS, J. Benzothiadiazole, a novel class of inducers of systemic acquired resistance, activate genes expression and disease resistance in wheat. *The Plant Cell*, Rockville. 8: 629-643. 1996.

GURGEL, L. M. S.; OLIVEIRA, S. M. A. de; COELHO, R.S.B. RESISTÊNCIA induzida contra a murcha de fusário com indutores abióticos. *Summa Phytopatologica*. 31:158-164. 2005.

HAMMOND-KOSACK, K. & JONES, J.D.G. Responses to plant pathogens. In: BUCHANAN, B.B.; GRUISSEM, W.; JONES, R.L. *Biochemistry & molecular biology of plants*. Rockville : American Society of Plant Physiologists. 1102-1156. 2000.

HEATH, M.C. Nonhost resistance and nonspecific plant defenses. *Current Opinion in Plant Biology*, London. 3: 315-319. 2000.

HEEMERT, K. V.; VEENSTRA, H.; JORGRNSEN, H. & VAN-HEEMERT, K. TRI 002 and TRI 003. New biological plant growth stimulants. In: 17th Danish Plant Protection Conference, Horticulture. DJF-Rapport-Havebrug. 12:77-80. 2000.

KEEN, N. T. Phytoalexins and their elicitors. In Hoagland, R. E. (ed.). *Microbes and Microbial Products as Herbicides*. Washington, American Chemical Society. 114 – 129. 1990.

KESSMAN, H.; STAUB, T.; HOFFMAN, C.; MAETZKE, T.; HERZOG, J. WARD, E.; UKNES, S. & RYALS, J. Induction of systemic acquired resistance in plants by chemicals. Annual Review of Phytopathology. 32: 439-459. 1994.

KUC, J. Concepts and direction of induced systemic resistance in plants and its application. European Journal of Plant Pathology. 107:7-12. 2001.

KUAHN, O. J. PASCHOALATI, S. F. Resistencia induzida por agents bioticos e ab'oticos de enzimas relacionadas aos processos de defesas em feijoeiro. Fitopatologia Brasileira. 32:210 (suplemento) 2007.

MARTINEZ, S.S. Composição do nim. In: Martinez, S.S. O Nim –*Azadirachta indica*: natureza, usos múltiplos, produção. Londrina: Instituto Agronômico do Paraná, 23-30. 2002.

MASCARENHA, M. H. T.; LARA, J. F. R.; PURCINO, H. M. A.; MOREIRA, D. C. & SIMÕES, J. C. Efeito da utilização do Biopiról 7M na produtividade de alface, cenoura, quiabo e tomate. Empresa de pesquisa Agropecuária de Minas Gerais. Laudo técnico de praticabilidade e eficiência agrônômica, Minas Gerai. 1-20. 2004.

MENEZES, M. Relações entre *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* (ATK) Syd. & Hans. E diferentes hospedeiros não suscetíveis. 1972. 48 f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1972.

MENESES, S. P.; SILVA, C. N. & ORNELLAS, R. M. S. OLIVEIRA, A. C. Indução de resistência de variedades comerciais de “Lírio-de-São-Jose (*Hemerocallis hybrida*), via acibenzolar-s-metil (ASM), quanto ao fungo *Puncina hemerocallidis*. Fitopatologia Brasileira. 32: 233. 2007 (suplemento).

MÉTRAUX, J.-P. Systemic acquired resistance and salicylic acid: current state of knowledge. European Journal of Plant Pathology. 107: 13-18. 2001.

MONTOYAMA, M.M. Efeito antimicrobiano sobre *Ralstonia solanacearum*, *Xanthomonas axonopodis* pv. *manihotis*, *Colletotrichum lagenarium* e *Fusarium*

semitectum e atividade elicitoria de fitoalexinas em soja e sorgo por extratos cítricos. Dissertação de Mestrado. Maringá. Universidade estadual de Maringá. 2001.

PASCHOLATI, S. F. & LEITE, B. Hospedeiro: Mecanismos de resistência. In: BERGAMIN FILHO; A.; KIMATI, H; AMORIM, L. Manual de fitopatologia: princípios e conceitos. Ed. São Paulo. Ceres. 1: 417-453. 1995.

PAUL, P. K. SHARMA, P. D. *Azadirachta indica* leaf extract induces resistance in barley against leaf stripe disease. *Physiological and Molecular Plant pathology*, London, 61: 3-13, 2002.

RIOS, G.P.; SILVEIRA, E.M.; MOURA, K. B. & GUIMARÃES, P. H. Eficiência de alguns biofertilizantes no controle das doenças da parte aérea do feijoeiro. *Fitopatologia Brasileira*. 26: 403. 2001 (Suplemento).

RYALS, J.; UKNES, H. N.; WILLITS, M. G.; MOLINA, A. & STEINER, H. & HUNT, M. D. Systemic acquired resistance. *The Plant Cell*, Rockville. 8: 1809-1819. 1996.

RODRIGUES, A. A. C. Resistência de caupi a *Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum*: avaliação de germoplasmas, indução de defesa, caracterização de mecanismos bioquímicos, estruturais e análise da capacidade funcional do xilema. Tese de Doutorado. Recife PE. Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2003.

SANTOS, J. R. M.; Protocolo de Tecnologia: Seleção para resistência a doenças em hortaliças. N.3 Tomateiro/Murcha-de-fusario. EMBRAPA Hortaliças, Comunicado Técnico, p. 11, 1999.

SILVA, R. L. X.; SANTOS, A. M. G.; OLIVEIR, S. M. A.; LOPES, A. L. Efeito de indutores de resistência na fisiologia de *Penicillium sclerotigenum* em inhame. *Fitopatologia Brasileira*. 32: 203. (suplemento).2007.

SILVA, R. F.; PASCHOLATI, S. F. & BEBENDO, I. P. Indução de resistência em tomates por extratos aquosos de *Lentinula edodes* e *Agaricus blazei* contra *Ralstonia solanacearum*. Fitopatologia Brasileira, 32:189-196. 2007,

TAIZ, L. & ZEIGER, E. Plant defenses: surface protectants and secondary metabolites. Plant physiology. Sunderland : Sinauer Associates. 347-376. 1998.

TOFFANO, L.; PASCHOLATI, S. F. & PISA, J. L. Avaliação *in vitro* do efeito do Ecolife⁴⁰ no crescimento de *Alternaria solani*. Summa Phytopathologica 30: 118-119. 2004.

ZANIN, D. G.; GONÇALVES, R. A.; ALBANO, E. M. S. & FURLAN, M. R. Efeito do óleo de nim no controle de patógenos de sementes de feijão. Fitopatologia Brasileira. 32: 147. (suplemento) 2007.

TABELA 1 – Efeito dos indutores aplicados aos 5, 10 e 15 dias antes da inoculação do fungo sobre as cultivares IPA 6 e Caline IPA 6, em função da severidade, índice de doença e o percentual de controle.

CULTIVAR	INDUTOR	DAI *	SEVERIDADE (nota)	ÍNDICE DE DOENÇA %	PERCENTUAL DE CONTROLE %
IPA 6	ASM	5	1,00 c	20,00	72,00
	BIOPIROL		1,00 c	20,00	72,00
	NIM		1,20 bc	24,00	66,00
	ECOLIFE		1,30 bc	26,00	63,00
	ASM	10	1,00 c	20,00	72,00
	BIOPIROL		1,00 c	20,00	72,00
	NIM		1,60 bc	32,00	55,00
	ECOLIFE		1,60 bc	32,00	55,00
	ASM	15	1,00 c	20,00	72,00
	BIOPIROL		1,00 c	20,00	72,00
	NIM		1,30 bc	26,00	63,00
	ECOLIFE		2,10 b	42,00	55,00
TESTEMUNHA	3,60 a		72,00	-	
CV %			23,00		
CALINE IPA 6	ASM	5	1,00 c	20,00	75,00
	BIOPIROL		1,00 c	20,00	75,00
	NIM		1,00 c	20,00	75,00
	ECOLIFE		1,20 bc	24,00	70,00
	ASM	10	1,20 bc	24,00	70,00
	BIOPIROL		1,00 c	20,00	75,00
	NIM		1,30 bc	26,00	67,00
	ECOLIFE		1,60 bc	32,00	60,00
	ASM	15	1,50 bc	30,00	62,00
	BIOPIROL		1,50 bc	30,00	62,00
	NIM		1,30 bc	26,00	67,00
	ECOLIFE		2,00 b	40,00	50,00
TESTEMUNHA	4,00 a		80,00	-	
CV %			24,62		

*DAI – Dias Antes da Inoculação.

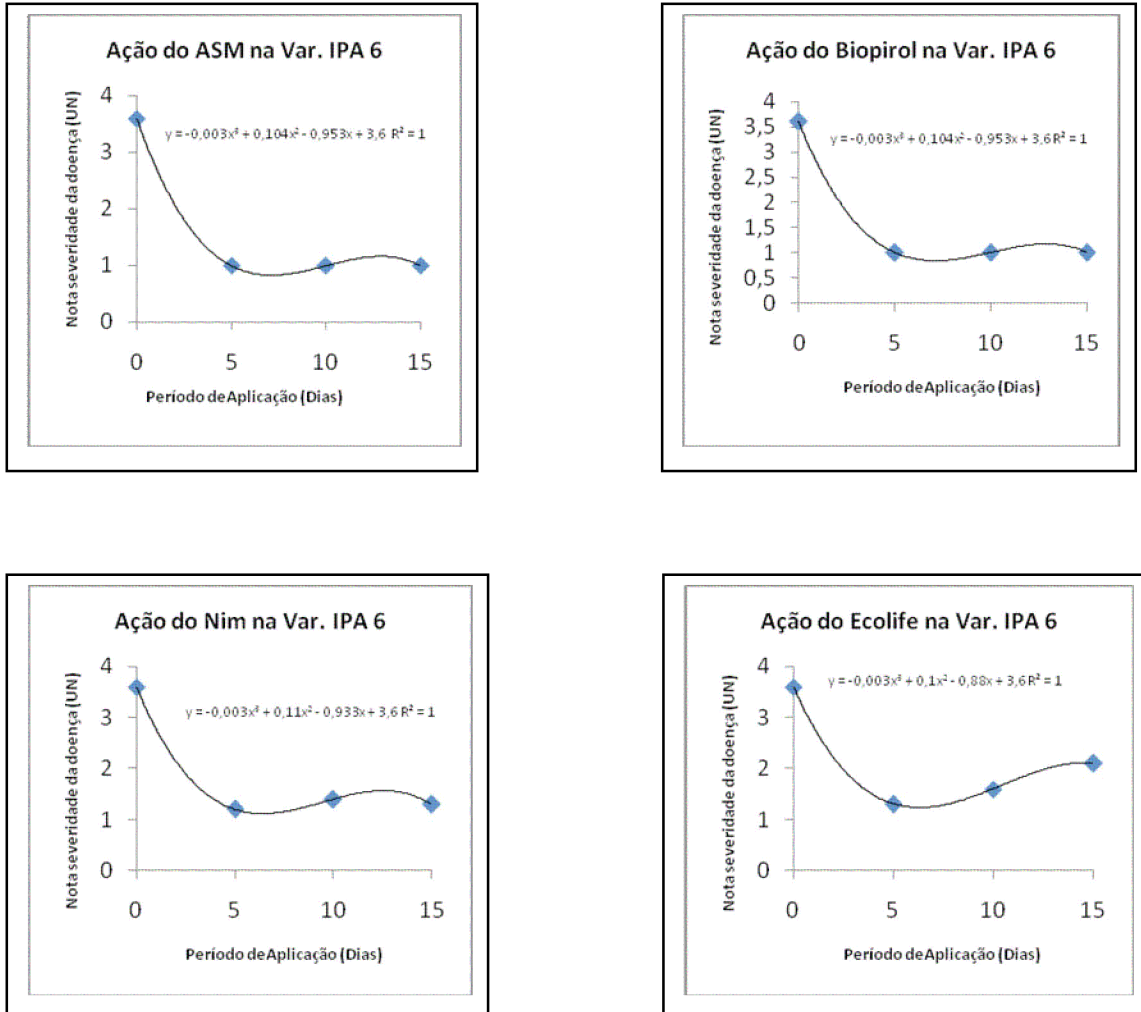


FIG. 1 - Ação de indutores de resistência na redução da severidade da murcha de fusário no tomateiro variedade IPA 6 em diferentes períodos de aplicação

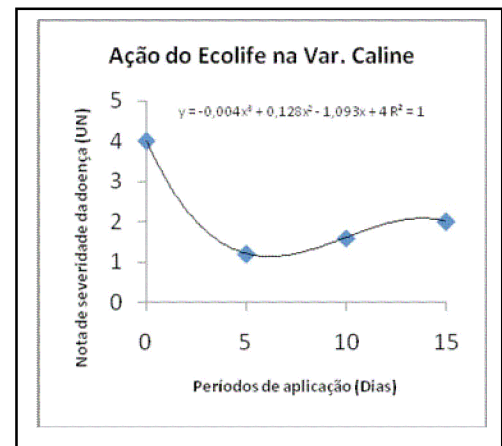
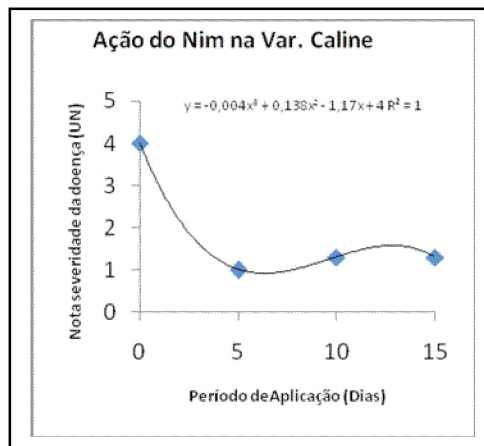
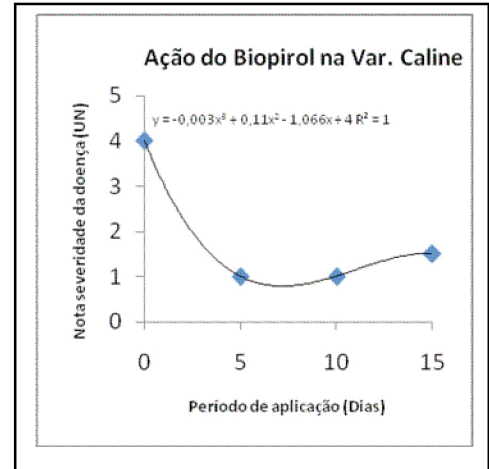
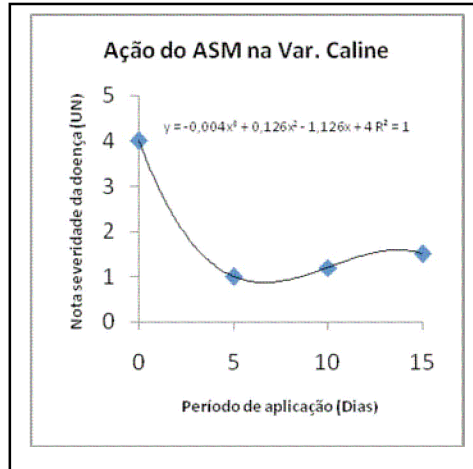


FIG. 2 - Ação de indutores de resistência na redução da severidade da murcha de fusário no tomateiro variedade Caline IPA 6 em diferentes períodos de aplicação

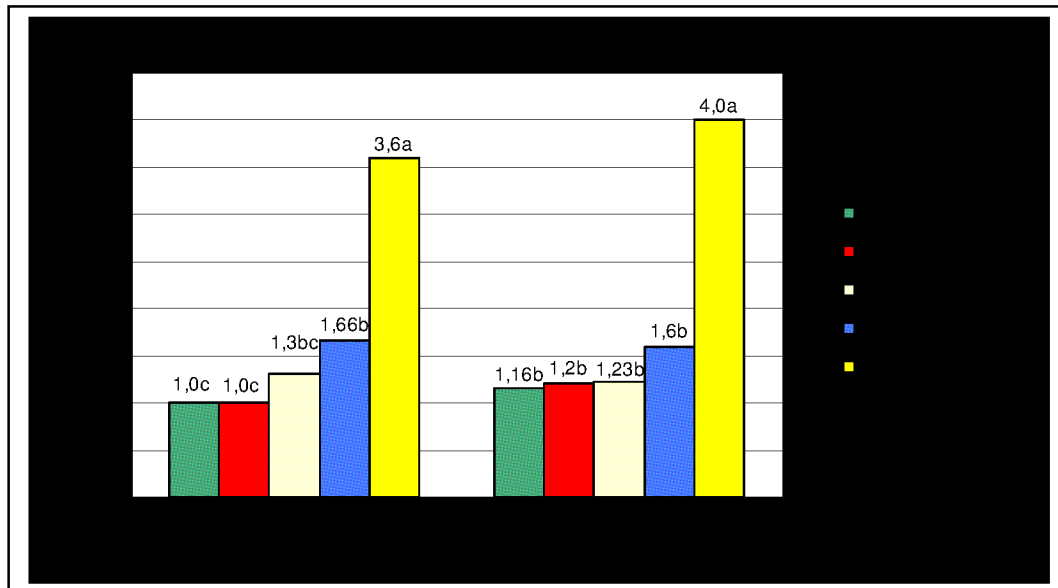


FIG. 3 – Severidade da murcha de fusário em tomateiros tratados com indutores de resistência.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- O uso das leguminosas: feijão guandu, feijão de porco, amendoim forrageiro e leucena incorporadas fresca ao solo, consistem em um método alternativo, viável e sustentável na supressividade da fusariose do tomateiro;
- Não foram observados sintomas da doença aos 21 dias após a inoculação do fungo, para a incorporação ao solo de Amendoim Forrageiro, Feijão de Porco e Leucena nas concentrações: 40 g L⁻¹, 60 g L⁻¹ e 80 g L⁻¹; respectivamente as quais permitiram 73,34 % de controle da doença;
- 75 % dos genótipos avaliados manifestaram uma reação de resistência intermediária, e 12 % comportou-se com suscetível, em quanto apenas 8 % reagiu como altamente suscetível;
- Considerando as cultivares avaliadas nas condições testadas e levando em consideração a severidade da doença, a cultivar Meia Estaca é a mais indicada para as áreas com incidência da murcha de fusário;
- A resistência sistêmica, em tomateiros da cultivar Caline IPA 6 e IPA 6 foi ativada pelo uso dos indutores ASM, Biopirrol, Nim e Ecolife⁴⁰, após inoculação com *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*;
- Os indutores ASM e Biopirrol quando aplicados na cultivar Ipa 6, apresentaram o maior percentual de controle (72 %), independente do período de aplicação. Na cultivar Caline Ipa 6, o resultados mais eficientes de controle ocorreram quando aplicou-se ASM, Nim e Biopirrol no período mais próximo à inoculação do fungo.

