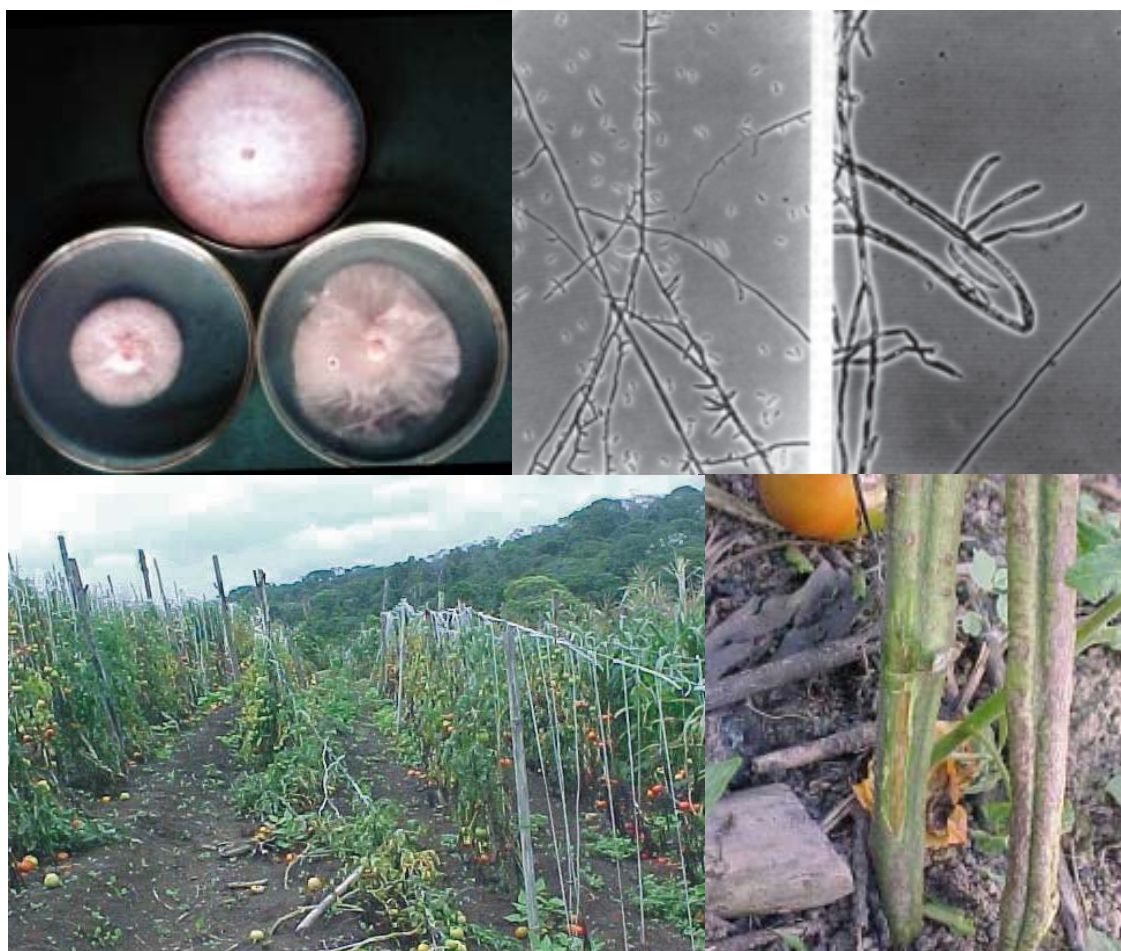


**Ocorrência de *Fusarium oxysporum*
f. sp. lycopersici raça 3 em tomate
no Brasil e seleção de novas fontes
de resistência ao patógeno**



República Federativa do Brasil

Luiz Inácio Lula da Silva
Presidente

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Roberto Rodrigues
Ministro

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Conselho de Administração

José Amauri Dimázio
Presidente

Clayton Campanhola
Vice-Presidente

Alexandre Kalil Pires
Dietrich Gerhard Quast
Sérgio Fausto
Urbano Campos Riberal
Membros

Diretoria-Executiva da Embrapa

Clayton Campanhola
Diretor-Presidente

Gustavo Kauark Chianca
Herbert Cavalcante de Lima
Mariza Marilena T. Luz Barbosa
Diretores-Executivos

Embrapa Hortaliças

José Amauri Buso
Chefe-geral

Waldir Aparecido Marouelli
Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

Gilmar Paulo Henz
Chefe Adjunto de Comunicação, Negócios e Apoio

Osmar Alves Carrijo
Chefe Adjunto de Administração



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Hortaliças
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

ISSN 1677-2229

Dezembro, 2004

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 02

Ocorrência de *Fusarium oxysporum* f. *sp. lycopersici* raça 3 em tomate no Brasil e seleção de novas fontes de resistência ao patógeno

Ailton Reis

Embrapa Hortaliças, Brasília-DF

Leonardo Silva Boiteux

Embrapa Hortaliças, Brasília-DF

Leonardo de Britto Giordano

Embrapa Hortaliças, Brasília-DF

Hélcio Costa

INCAPER/CRDR, Venda Nova do Imigrante-ES

Carlos Alberto Lopes

Embrapa Hortaliças, Brasília-DF

Brasília, DF

2004

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Hortaliças

Km 09 BR-060 Rodovia Brasília/Anapólis
Fone: (61) 385-9009
Fax: (61) 385-9042

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: *Gilmar P. Henz*
Secretário-Executivo: *Sulamita T. Braz*
Editor Técnico: *Paulo Eduardo de Melo*
Membros: *Nuno Rodrigo Madeira*
Miriam Josefina Baptista
Alice Maria Quezado Duval

Supervisor editorial: *Dione Melo da Silva*
Normalização bibliográfica: *Rosane Mendes Parmagnani*
Fotos da capa e do texto: *Carlos A. Lopes e Ailton Reis*
Editoração eletrônica: *Formato 9 Produção Gráfica Ltda.*

1ª edição

1ª impressão (2004): 250 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Reis, Ailton

Ocorrência de *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici* raça 3 em tomate no Brasil e seleção de novas fontes de resistência ao patógeno. - Ailton Reis, Leonardo da Silva Boiteux, Leonardo de Britto Giordano, Hélcio Costa, Carlos Alberto Lopes. - Brasília: Embrapa Hortaliças, 2004.

36 p. : il. color. — (Embrapa Hortaliças. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 02)

Contém bibliografia.
ISSN 1677-2229

1. Doença - Tomate. 2. Doenças - Fusarium. I. Título.
II. Série.

CDD 635.643

© Embrapa 2004

Sumário

Resumo	07
Abstract	09
Introdução	11
Material e Métodos	15
Resultados e Discussão	18
Conclusões	30
Agradecimentos	31
Referências Bibliográficas	31

Ocorrência de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* raça 3 em tomate no Brasil e seleção de novas fontes de resistência ao patógeno

Resumo

A murcha-de-fusário, causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (FOL), é uma importante doença do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) no mundo. Existem três raças identificadas do patógeno, sendo que a raça 3 ainda não havia sido registrada no Brasil. Este trabalho teve dois objetivos: comunicar a presença da raça 3 de FOL no Brasil e selecionar fontes de resistência às três raças do patógeno. Nove isolados de FOL foram obtidos de dois híbridos de tomate (Carmen e Alambra) com sintomas de murcha, provenientes de três lavouras localizadas nos municípios de Venda Nova do Imigrante - Espírito Santo e Domingos Martins (ES). Estes dois híbridos comerciais de tomate são considerados resistentes às raças 1 e 2 de FOL. O teste de virulência foi feito com as cultivares: Ponderosa (suscetível a todas as raças), IPA-5 (resistente à raça 1), Floradade (resistente às raças 1 e 2) e BHRS-2,3 (resistente às raças 1, 2 e 3). Todos os isolados foram virulentos às cultivares Ponderosa, IPA-5 e Floradade e ainda infectaram algumas plantas de BHRS-2,3. O teste de virulência foi repetido com as mesmas cultivares mas também incluindo o acesso 'LA 716' da espécie selvagem *L. pennellii*. Foram obtidos resultados semelhantes para as cultivares, enquanto *L. pennellii* apresentou uma reação de imunidade ao patógeno. Estes resultados comprovaram que os nove isolados do ES pertencem à raça 3

8 | **Ocorrência de *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici* raça 3 em tomate no Brasil e seleção de novas fontes de resistência ao patógeno**

de FOL. Uma coleção de germoplasma de acessos de *Lycopersicon* spp. da Embrapa Hortaliças foi inicialmente avaliada quanto a reação a um dos isolados da raça 3 e uma parte deles às raças 1 e 2. Novas fontes de resistência múltipla foram identificadas em acessos de *L. chilense*, *L. hirsutum* e *L. peruvianum*, sendo dez genótipos imunes às raças 2 e 3 e cinco às três raças. A identificação destas fontes de resistência permite que os programas de melhoramento de tomate antecipem potenciais problemas, inclusive a emergência de novas raças de FOL, além das 1, 2 e 3.

Termos para indexação: murcha-de-fusário, *Lycopersicon* spp., variabilidade, resistência, melhoramento genético

Occurrence of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* race 3 in brazil and selection of new sources of resistance to the pathogen

Abstract

Fusarium wilt, caused by three races of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, is one of the most important diseases of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Races 1 and 2 are world wide distributed whereas race 3 has a more limited geographic distribution with no report thus far in Brazil. Nine *F. oxysporum* isolates were obtained from wilted plants of the race 1 and 2-resistant hybrids 'Carmen' and 'Alambra' in Venda Nova do Imigrante (Espírito Santo State), Brazil. Virulence tests were done using a set of race differential cultivars: Ponderosa (susceptible to all races), IPA-5 (resistant to race 1), 'Floradade' (resistant to races 1 and 2) and BHRS-2,3 (resistant to all three races). All isolates were virulent to Ponderosa, IPA-5 and Floradade and were able to infected a few plants of BHRS-2,3. An additional virulence test was conducted including the same set of cultivars plus *L. pennellii* 'LA 716'. Identical results were obtained with *L. pennellii* displaying an immune-like resistance response. These results indicated that all nine isolates could be classified as *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* race 3. A germplasm collection was evaluated for reaction to race 3 and a subset of race 3-resistant accessions was also evaluated to races 1 and 2. New sources of multiple resistance were identified in

10 | Ocorrência de *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici* raça 3 em tomate no Brasil e seleção de novas fontes de resistência ao patógeno

accessions of *L. chilense*, *L. hirsutum* and *L. peruvianum*. Ten genotypes were immune to races 2 and 3 and five to all races. The identification of these resistance sources will help tomato breeding programs to anticipate potential problems including the emergence of other races besides 1, 2 and 3.

Index terms: Fusarium wilt, *Lycopersicon* spp., variability, resistance, genetic breeding

Introdução

A cultura do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) ocupou mundialmente, em 2001, uma área superior a 3,7 milhões de hectares com uma produção de aproximadamente 100 milhões de toneladas. Desta produção, estima-se que 72,5% correspondam a tomate para mesa. No Brasil o tomate é a primeira hortaliça em termos de produção, apesar de ser a segunda em área plantada, ficando atrás somente da batata. Somando-se a área cultivada com tomate para processamento industrial com a área cultivada com tomate destinado para mesa, a área total plantada no Brasil em 2001 foi de cerca de 56 mil hectares e a produção de cerca de 3 milhões de toneladas, com produtividade de 54 ton/ha. A área plantada, produção e produtividade da cultura têm crescido no Brasil nos últimos anos ([Cançado Júnior et al., 2003](#)). Os maiores estados produtores são Goiás, Minas Gerais e São Paulo, com 23,7%, 20,6%, 20,6% da produção nacional, respectivamente.

A região Serrana do Estado do Espírito Santo, abrangendo os municípios de Vargem Alta, Venda Nova do Imigrante e Domingos Martins, é uma importante região produtora de hortaliças no Brasil, sendo o tomate uma das olerícolas que mais se destacam. A cultura do tomate no estado do Espírito Santo ocupa uma área de 1.700 hectares e os plantios na região serrana vão de outubro a fevereiro. Nas regiões baixas, entre 100 e 400 metros de altitude, os plantios são realizados de maio a agosto.

O tomateiro está sujeito ao ataque de mais de uma centena de doenças, que podem ser de origem bacteriana, fúngica, virótica ou causadas por nematóides. Entretanto, mais da metade das doenças infecciosas do tomateiro são causadas por fungos, sendo que estes podem infectar todos os órgãos das plantas. Dentre as doenças mais preocupantes estão aquelas causadas por fungos que atacam as plantas a partir do sistema radicular. Os agentes causais destas doenças podem sobreviver no solo por longos períodos de tempo, sendo o controle químico e o cultural muito difíceis, o que pode limitar o plantio de tomate em determinadas áreas ([Jones, 1991](#); [Lopes et al., 2003](#)).

12 | Ocorrência de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* raça 3 em tomate no Brasil e seleção de novas fontes de resistência ao patógeno

A murcha-de-fusário, causada por *Fusarium oxysporum* Schlechtend.: Fr. f. sp. *lycopersici* (Sacc.) W.C. Snyder & H.N. Hans, é uma das doenças mais importantes do tomateiro sendo disseminada na maioria dos países onde esta hortaliça é cultivada ([Jones, 1991](#); [Kurozawa & Pavan, 1997](#)). A doença pode ser limitante em lavouras conduzidas em campo aberto e em cultivos protegidos em regiões tropicais e subtropicais onde as condições climáticas são muito favoráveis ao desenvolvimento do patógeno. Nas áreas mais ao norte do globo a doença é limitada aos cultivos protegidos, devido a ocorrência de temperaturas mais amenas ([Jones & Woltz, 1981](#); [Jones, 1991](#)). O fungo *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* apresenta propágulos que são muito resistentes às condições ambientais adversas podendo permanecer viáveis em restos de cultura e/ou no solo durante longos períodos de tempo ([Jones & Woltz, 1981](#); [Jones, 1991](#)). 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](#)). Devido a isso, o controle da murcha-de-fusário em tomateiros tem sido obtida quase exclusivamente através do uso de variedades e híbridos resistentes ([Jones, 1991](#); [Kurozawa & Pavan, 1997](#); [Lopes et al., 2003](#)).

Fusarium oxysporum f. sp. *lycopersici* infecta espécies cultivadas de tomateiro (*L. esculentum* e *L. cerasiforme*) bem como algumas espécies selvagens do gênero *Lycopersicon*. A doença foi registrada pela primeira vez na Inglaterra por G.E. Masee ([Jones & Woltz, 1981](#)). O fungo ataca a planta a partir do solo, penetrando em suas raízes e invadindo seu sistema vascular. Em mudas, a murcha-de-fusário causa flexão e curvatura para baixo das folhas mais velhas, geralmente seguida de murcha e morte das mesmas. Plantas mais velhas no campo podem ser infectadas em qualquer estágio de desenvolvimento, mas a doença geralmente se torna mais evidente quando a planta está iniciando a maturação dos frutos. Os sintomas se iniciam com um amarelecimento das folhas inferiores, que gradualmente murcham e morrem. Com o progresso da doença, a folhagem e os ramos se tornam amarelos e murcham. Quando o caule é cortado no sentido vertical, observa-se uma

coloração marrom intensa na região do xilema, que é um sintoma bem característico da doença e ajuda na sua identificação ([Barksdale et al., 1972](#); [Elias et al., 1991](#); [Kurozawa & Pavan, 1997](#)).

O patógeno pode ser transmitido por sementes, sendo sua disseminação a longas distâncias feita principalmente por este veículo ou por mudas infectadas. A curta distância a disseminação ocorre por meio de mudas e estacas, solo contaminado transportado pelo vento, implementos agrícolas, calçados e por meio de propágulos aderidos às mudas ([Jones & Woltz, 1981](#), [Jones, 1991](#), [Kurozawa & Pavan, 1997](#)).

Os isolados de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* tem sido agrupados em três raças, de acordo com sua habilidade de infectar e causar doença em uma série de cultivares diferenciadoras possuidoras de diferentes loci de resistência. Três loci para resistência a doença têm sido identificados e geneticamente caracterizados em espécies de *Lycopersicon*. Estes loci apresentam efeito maior e têm sido incorporados em cultivares comerciais. O locus *I*, obtido de *L. pimpinellifolium* 'PI 79532' ([Bohn & Tucker, 1940](#)), controla a resistência para a raça 1, que é a mais comum no mundo. Após o uso intensivo deste gene em cultivares comerciais, apareceram novos isolados do patógeno capazes de infectar estas cultivares ([Alexander & Tucker, 1945](#)). Assim, um novo locus para resistência aos mesmos (*I2*) foi identificado e caracterizado no acesso 'PI 126915', que é um híbrido natural entre *L. esculentum* e *L. pimpinellifolium*. Este novo locus de resistência foi incorporado em cultivares comerciais ([Alexander & Hoover, 1955](#); [Stall & Walter, 1965](#)). Uma terceira raça do patógeno, capaz de infectar cultivares carregando ambos os loci *I* e *I2* foi primeiramente registrada na Austrália ([Grattidge & O'Brien, 1982](#)). Um novo locus para resistência ao patógeno (denominado *I3*) foi identificado nos acessos 'PI 414773' e 'LA 716' da espécie selvagem *L. pennellii* (Corr.) D'Arcy ([McGrath et al., 1987](#); [Scott & Jones, 1989](#)). Atualmente, as raças 1 e 2 de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* estão distribuídas no mundo todo, enquanto a raça 3 tem um distribuição geográfica mais limitada, já tendo sido relatada na Austrália ([Grattidge & O'Brien, 1982](#)); em alguns estados americanos ([Volin & Jones, 1982](#);

14 Ocorrência de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* raça 3 em tomate no Brasil e seleção de novas fontes de resistência ao patógeno

[Davis et al., 1988](#); [Jones, 1991](#); [Chellemi & Dankers, 1992](#)) e na Nova Zelândia e Reino Unido ([Urban, 1994](#)). Na América Latina, até o momento, há relatos formais desta raça somente na Venezuela ([Laterrot et al., 1988](#)) e México ([Valenzuela-Ureta et al., 1996](#)).

No Brasil, a murcha-de-fusário já é conhecida desde o início do século passado, tendo sido relatada inicialmente no estado de São Paulo ([Arruda, 1941](#)). Até o momento, apenas as raças 1 e 2 estão registradas, ocorrendo em praticamente todas as áreas de produção no país. Um relato errôneo da ocorrência da raça 3 foi feito em São Paulo por [Tokeshi et al. \(1966\)](#), que encontraram um isolado do patógeno que era capaz de infectar a cultivar 'Cast-M-wd', previamente reportada como resistente a raça 2. Entretanto, esse isolado foi posteriormente reclassificado como raça 2, uma vez que a cultivar 'Cast-M-wd' não possuía o locus *I2* e não servia como diferenciadora de raças de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*. Quando inoculado na cultivar 'Walter' (possui o gene *I2*) o isolado mostrou-se avirulento ([Noguez & Tokeshi, 1974](#)). Devido a este engano, existem alguns relatos na literatura internacional que indicam a presença da raça 3 no Brasil ([Jones & Woltz, 1981](#); [Jones, 1991](#)).

Apesar de estar bastante limitada geograficamente, a raça 3 representa uma grande ameaça potencial podendo se tornar um novo problema para os cultivos de tomate nas regiões tropicais, uma vez que cultivares adaptadas a estas condições, carregando o gene *I3* ainda não estão disponíveis em muitos países onde esta raça ainda não foi registrada ([Elias & Schneider, 1987](#); [Elias et al., 1992](#)). Além disso, fontes de resistência à raça 3 são raras e, até o presente, praticamente só foram identificadas na espécie selvagem *L. pennellii*.

Este trabalho teve o objetivo de caracterizar, ao nível de raça, nove isolados de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*, provenientes do Estado do Espírito Santo e selecionar acessos de *Lycopersicon* spp. com resistência múltipla às três raças do patógeno e que sejam úteis aos programas de melhoramento de tomate.

Material e métodos

Este trabalho foi desenvolvido nos Laboratórios de Fitopatologia e Melhoramento de Plantas e nas casas-de-vegetação e telados da Embrapa Hortaliças, em Brasília – DF.

Isolados de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*

Três isolados foram obtidos de três plantas murchas, coletadas ao acaso em um mesmo campo do híbrido F₁ 'Carmen', no município de Venda Nova do Imigrante – ES (CNPB-89, CNPB-89a e CNPB-90). Posteriormente, outros quatro isolados foram obtidos de plantas murchas do híbrido F₁ 'Alambra' em outras três propriedades do mesmo município (CNPB-91, CNPB-94, CNPB-95 e CNPB-96) e mais dois isolados foram obtidos de plantas de 'Alambra' em duas lavouras do município de Domingos Martins-ES. A confirmação da identidade dos isolados, ao nível de espécie, foi feita através de morfometria de estruturas reprodutivas e comparação com descrições contidas na literatura ([Booth, 1971](#); [Booth, 1977](#); [Summerell et al., 2003](#)). O interesse inicial nestes isolados deveu-se ao fato que os híbridos Carmen e Alambra serem registrados como resistentes às raças 1 e 2 (genes *I* e *I2*) do patógeno.

Teste de virulência e identificação de raças

Foi empregado o seguinte conjunto de cultivares diferenciadoras de raças de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*: Ponderosa (suscetível a todas as raças), IPA-5 (resistente à raça 1, devido à presença do locus *I*), Floradade (resistente às raças 1 e 2, devido a presença dos loci *I* e *I2*) e BHRS-2,3 (resistente às três raças do patógeno). As sementes destes genótipos foram semeadas em bandejas de isopor com 128 células, preenchidas com substrato (Plantmax®) esterilizado. Quando as mudas apresentavam dois pares de folhas totalmente abertas (em torno de 18 dias após o semeio), as mesmas foram removidas das células e as raízes lavadas em água corrente para eliminar o substrato que se encontrava aderido às raízes. A porção apical das raízes (aproximadamente 2cm) foi

cortada com tesoura e mergulhadas por um minuto numa suspensão de microconídios de cada isolado, ajustada para 10^7 conídios/ml com auxílio de hemacitômetro. Os conídios foram produzidos pelo cultivo dos isolados fúngicos em Erlenmeyers contendo 100ml de meio líquido batata-dextrose, sob condições de ambiente no laboratório e agitação constante. Após a inoculação, as mudas foram transplantadas para vasos plásticos contendo 2,0 kg de uma mistura esterilizada de argila, areia e esterco bovino. Foram transplantadas cinco plantas por vaso, utilizando-se três vasos por cultivar. Em seguida foram mantidos em condições de casa-de-vegetação com temperatura média de $30^{\circ}\text{C} \pm 5$ e umidade de $45\% \pm 10$.

Como controle, foi mantido um quarto vaso de cada cultivar com plantas inoculadas só com água esterilizada. A avaliação foi feita aos 21 dias após a inoculação, utilizando-se uma escala ordinal variando de 1 a 5, adaptada de Santos (1999), onde: 1 = plantas sem sintomas; 2 = plantas sem sintomas de murcha ou amarelecimento, mas com escurecimento vascular; 3 = plantas com escurecimento vascular intenso e com murcha ou amarelecimento foliar; 4 = plantas com murcha intensa, associada com amarelecimento e necrose foliar; 5 = plantas mortas. O teste de virulência foi repetido com as mesmas cultivares, e com o acesso 'LA 716' (CNPH-409) da espécie selvagem *L. pennellii*, a fonte original do locus I3. Foram repetidos os mesmos procedimentos de inoculação e avaliação do primeiro ensaio, mas foi utilizado apenas o isolado que havia se apresentado mais agressivo inicialmente (CNPH-90). Nos dois testes de virulência utilizaram-se um isolado da raça 1 (CNPH-27) e outro da raça 2 (CNPH-23), para fins de comparação (controle).

Seleção de fontes de resistência à raça 3

Uma coleção de 94 acessos de espécies selvagens e cultivadas de *Lycopersicon* foi avaliada quanto a reação a um dos isolados de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* raça 3. Esta coleção era composta de 30 acessos de *L. esculentum*, quatro *L. esculentum* var. *cerasiforme* (Dun.) Gray, 30 acessos de *L. peruvianum* (L.), um acesso de *L. peruvianum* var. *glandulosum*, 10 acessos de *L. hirsutum* (Humb. & Bonpl.), 17 acessos de

L. pimpinellifolium (Jusl.) Miller, um acesso de *L. chilense* Dun., e um acesso de *L. pennellii* ('LA 716'). O ensaio foi conduzido em uma casa-de-vegetação com cobertura de vidro apresentando temperaturas que variaram entre 20 e 36°C. Como controle foi utilizado o mesmo conjunto de cultivares do ensaio anterior. As sementes foram semeadas em bandejas de isopor com 128 células, preenchidas com substrato (Plantmax®) esterilizado. Quando as mudas apresentavam dois pares de folhas totalmente abertas, elas foram removidas das células e as raízes lavadas em água corrente para eliminar o substrato aderido. A porção apical das raízes foi cortada com tesoura e mergulhada por um minuto numa suspensão de microconídios de cada isolado, ajustada para 5×10^6 conídios/ml com auxílio de hemacitômetro. O inóculo foi produzido da mesma forma que no ensaio anterior. Após a inoculação, as mudas foram transplantadas para vasos plásticos de 2,0 kg, cinco plantas por vaso, contendo mistura de argila, areia e esterco bovino esterilizada. A avaliação foi feita utilizando-se a mesma escala do ensaio anterior.

A reação dos genótipos ao patógeno foi determinada, a partir da média das notas obtidas para cada genótipo, utilizando-se o seguinte critério: resposta imune (RI), nota média = 1; alta resistência (AR), média variando de 1,01 a 2,00; resistência intermediária (RI), notas médias de 2,01 a 3,00; suscetibilidade (SU), 3,01 a 4,5 e alta suscetibilidade (AS) de 4,01 a 5,00. Os acessos que apresentaram resposta de imunidade e alta resistência foram reavaliados em um outro ensaio, idêntico ao primeiro e sua classificação final levou em conta a média das notas obtidas nos dois ensaios.

Reação dos genótipos, considerados imunes ou altamente resistentes à raça 3, às raças 1 e 2

Trinta e três dos 39 genótipos, que se comportaram como imunes (10) ou altamente resistentes (23) à raça 3, foram avaliados quanto à reação para isolados das raças 1 e 2. Este teste seguiu o mesmo método utilizada no item anterior. A avaliação e os critérios de classificação dos genótipos também foram iguais ao item anterior.

Resultados e Discussão

Identificação do patógeno e classificação de raças

Confirmou-se a identidade dos nove isolados como sendo da espécie *F. oxysporum*. ([Booth, 1971](#); [Booth, 1977](#); [Summerell et al., 2003](#)). Estes isolados foram virulentos às cultivares Ponderosa, IPA-5 e Floradade ([Tabela 1](#)). Os isolados controle só infectaram as cultivares Ponderosa (raça 1) e Ponderosa mais IPA-5 (raça 2). Esta observação constituiu-se na primeira evidência de que os isolados do Espírito Santo poderiam pertencer a uma raça diferente das raças 1 e 2. Os isolados do ES também conseguiram infectar e induzir sintomas de murcha em algumas plantas da cultivar BHRS-2,3. Esta cultivar é derivada do cruzamento interespecífico [*L. esculentum* 'Contender' x *L. pennellii* 'PI 414773'] e comportou-se como resistente a isolados de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* raça 3 da Austrália ([McGrath, 1988](#)). Estes resultados iniciais sugerem que possa haver uma pequena diferença de agressividade entre os isolados raça 3 de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* do Brasil e da Austrália ou que a cultivar BHRS-2,3 ainda apresente segregação para esta característica. Para resolver esta dúvida, foi conduzido um segundo ensaio utilizando as mesmas cultivares, mas desta vez também incluindo o acesso 'LA 716' de *L. pennellii*. O resultado foi similar àquele observado no ensaio inicial para as cultivares, sendo que 'LA 716' apresentou reação de imunidade ([Figura 1](#)). Assim, os isolados de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*, obtidos dos híbridos 'Carmen' e 'Alambra' no Espírito Santo foram classificados como raça 3.

A raça 3 ainda apresenta uma distribuição geográfica limitada a apenas alguns países, como Austrália ([Grattidge & O'Brien, 1982](#)); Estados Unidos ([Jones, 1991](#); [Chellemi & Dankers, 1992](#)), Nova Zelândia e Reino Unido ([Urban, 1994](#)), Venezuela ([Laterrot et al., 1988](#)) e México ([Valenzuela-Ureta et al., 1996](#)). Este é, no entanto, o primeiro relato comprovado desta raça no Brasil.

A transmissão de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* por sementes é conhecida ([Jones & Woltz, 1981](#); [Kurozawa & Pavan, 1997](#)), assim, estas podem se configurar como um importante veículo de disseminação do



Fig. 1. Reação de acessos de *Lycopersicon* spp. a um isolado de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* do Espírito Santo (Raça 3): A) *L. pennellii* – LA716 (resposta imune), B) *L. esculentum* cv. Floradade (suscetível) e C) *L. esculentum* cv. BHRS-2,3 (alta resistência = sem murcha, mas com escurecimento vascular).

patógeno a longa distâncias e permitir a introdução de diferentes variantes do fungo em novas áreas de cultivo do tomateiro ([Jones & Woltz, 1981](#); [Jones, 1991](#)). Portanto, a ocorrência da raça 3 em uma área de produção de tomate, geograficamente isolada, pode ser resultado de sua introdução via semente contaminada ou da ocorrência de uma raça 3 autóctone. O Brasil tem importado uma quantidade substancial de sementes de tomate de companhias americanas, japonesas, israelenses e européias. Estudos adicionais, empregando marcadores moleculares em uma coleção mundial de isolados de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* podem fornecer indícios se estes isolados são endêmicos na região de Venda Nova do Imigrante (ES) ou se foram introduzidos. Se for o caso de uma introdução externa, estes estudos poderiam indicar a origem dos mesmos.

Seleção de fontes de resistência à raça 3

A identificação de novas fontes de resistência genética à raça 3 é muito importante porque não existem cultivares comerciais de tomate portadoras do locus *I3* disponíveis nos países tropicais, onde esta raça ainda não havia sido registrada ([Elias & Schneider, 1987](#)). No presente estudo, a reação dos 94 genótipos avaliados variou de uma aparente imunidade até uma alta suscetibilidade. No geral, 12,28% dos acessos comportaram-se como imunes (nota = 1), 28,72% foram altamente resistentes; 19,15%

Tabela 1. Reação de genótipos diferenciadores de raças a isolados brasileiros de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*.

Genótipo diferencial de raça	Nota*														
	CNPH 89	CNPH 89a	CNPH 90	CNPH 91	CNPH 94	CNPH 95	CNPH 96	CNPH 112	CNPH 116	CNPH 23	CNPH 27				
Ponderosa	4,14**	4,15	4,63	4,70	4,32	4,41	4,60	4,25	4,80	4,80	4,80	3,76			
IPA-5	4,50	4,22	4,75	4,50	4,57	4,71	4,40	4,50	5,00	4,53	1,00	1,00			
Floradade	4,36	4,08	4,61	3,40	4,29	4,43	3,90	4,75	4,25	1,00	1,00	1,00			
'BHRS-2,3'	1,43	1,52	1,73	1,30	1,86	1,71	1,70	1,20	1,80	1,00	1,00	1,00			
'LA-716'	-	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00			
Raça	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	1			

*Medida por uma escala ordinal, variando de 1 a 5, sendo 1 = plantas sem sintomas e 5 = plantas mortas

**Média de 15 plantas

apresentaram resistência intermediária; 18,08% foram suscetíveis e 21,28% altamente suscetíveis (Figura 2). A maioria dos acessos classificados como imunes foram identificados pela primeira vez e são fontes alternativas de resistência para os programas de melhoramento de tomate no mundo inteiro.

Reação dos acessos de *Lycopersicon esculentum* e *L. esculentum* var. *cerasiforme*

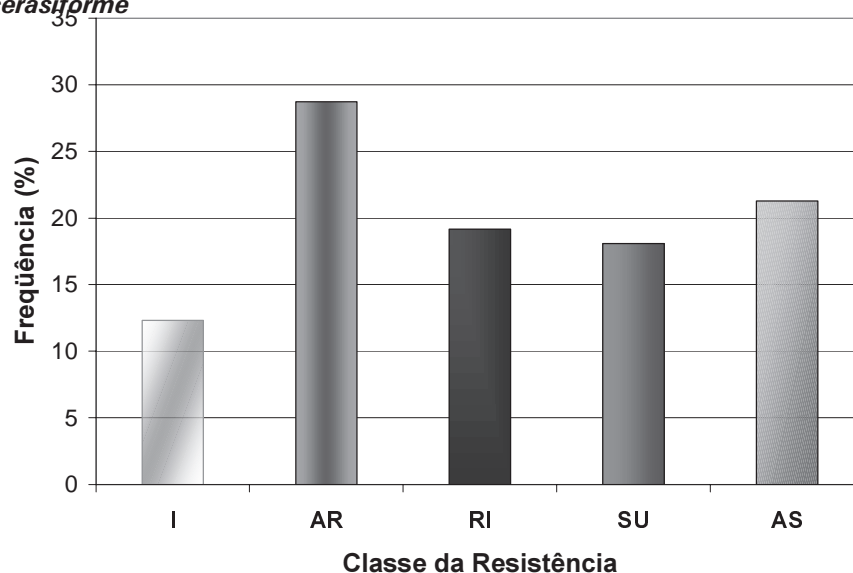


Fig. 2. Frequência de acessos de *Lycopersicon* spp. (*L. esculentum*; *L. peruvianum*; *L. pimpinellifolium*; *L. hirsutum*; *L. chilense* e *L. pennellii*) classificados nas seguintes classes de resistência à murcha-de-fusário, causada por um isolado brasileiro de *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici* raça 3: resposta de imunidade (I), alta resistência (AR), resistência intermediária (RI), susceptibilidade (SU) e alta suscetibilidade (AS).

Entre os 34 acessos de *L. esculentum* avaliados nenhum apresentou reação de imunidade ao isolado da raça 3 utilizado. Três (8,82%) deles comportaram-se como altamente resistentes e seis (17,65%) foram classificados como sendo de resistência intermediária, os demais foram classificados como suscetíveis ou altamente suscetíveis (Figura 3). A subespécie *L. esculentum* var. *cerasiforme*, que é muito relacionada ao tomate cultivado, assim como a maioria dos outros acessos desta espécie,

22 Ocorrência de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* raça 3 em tomate no Brasil e seleção de novas fontes de resistência ao patógeno

apresentou reações variando entre o suscetível e o altamente suscetível. Portanto, como esperado, observou-se uma baixa frequência de materiais resistentes dentro do conjunto gênico da espécie de tomate cultivada.

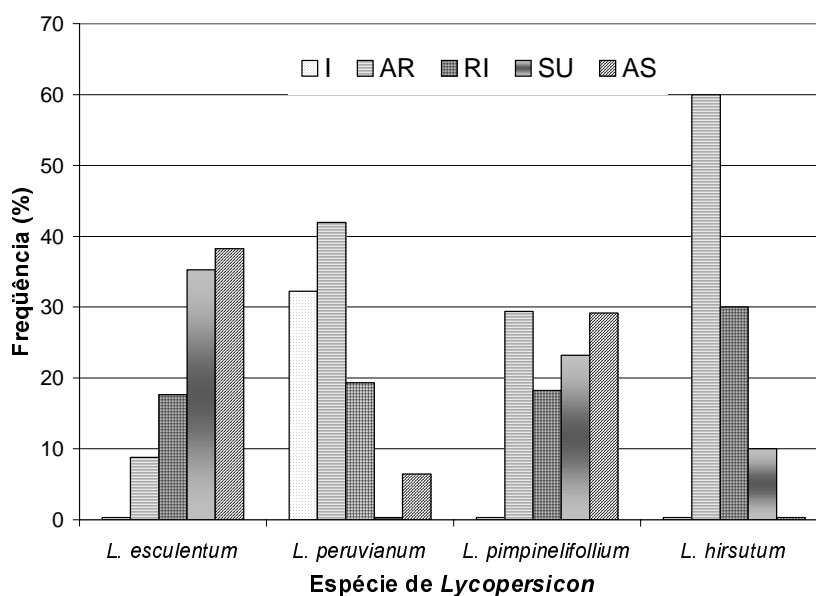


Fig. 3. Frequência de acessos de *Lycopersicon esculentum*, *L. peruvianum*, *L. pimpinellifolium* e *L. hirsutum* apresentando as seguintes respostas à murcha-de-fusário, causada por um isolado brasileiro de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* raça 3: Resposta imune (I), alta resistência (AR), resistência intermediária (RI), susceptibilidade (SU) e alta suscetibilidade (AS)

Os três acessos de *L. esculentum* que foram altamente resistentes são conhecidos como possuidores do gene *I3* (BHRS 2,3 e dois acessos de BHRS 1,2,3). Estes, apesar de serem híbridos de *L. pennellii* (PI 414773) com *L. esculentum*, não apresentaram imunidade à FOL-3, como acontece com o acesso LA 716 de *L. pennellii*. As possíveis explicações para este fato seriam a presença de diferentes variantes alélicas de *I3* nos dois acessos de *L. pennellii*, sendo mais intensa a expressão da resistência no acesso 'LA 716' ou a presença de outros genes com efeito menor, além do locus *I3*, que podem ter sido perdidos durante o processo de retrocruzamento empregado para incorporar a resistência na cultivar BHRS 2,3 (McGrath et al., 1987).

Reação do acesso de *Lycopersicon pennellii*

O acesso 'LA 716' de *L. pennellii* foi o único da espécie avaliada neste estudo. Este acesso é uma das fontes principais de resistência contra a raça 3 e tem sido utilizado com intensidade em programas de melhoramento de tomate no mundo todo ([Scott & Jones, 1989](#); [Scott & Jones, 1991](#)). Outra fonte de resistência dentro desta espécie e que tem sido empregada no melhoramento genético é o acesso 'PI 414773' ([McGrath et al., 1987](#)). O alto nível de resistência a esta raça do patógeno, detectada em três acessos de tomate cultivado (BHRS-2,3 e dois acessos de BHRS-1,2,3) ([Tabela 2](#)), dever ser resultante de cruzamentos que visavam a introgressão de resistência do acesso *L. pennellii* 'PI 414773'.

Reação dos acessos de *Lycopersicon pimpinellifolium*

Entre os 17 acessos de *L. pimpinellifolium* avaliados, cinco (29,41%) comportaram-se como altamente resistentes, três (18,23%) como moderadamente resistentes e os demais (52,36%) como suscetíveis e altamente suscetíveis ([Figura 3](#)). Entretanto, nenhum acesso desta espécie apresentou reação de extrema resistência (imunidade) ao isolado raça 3 utilizado. Estes resultados confirmam observações anteriores de que genes que controlam resistência extrema a isolados da raça 3 não estão presentes em germoplasma de *L. pimpinellifolium*, apesar de que os alelos que conferem resistência extrema às raças 1 e 2 (loci *I* e *I2*) foram obtidos de acessos desta espécie selvagem ([Bohn & Tucker, 1940](#); [Alexander & Hoover, 1955](#); [Stall & Walter, 1965](#); [Giordano et al., 2003](#)).

Reação dos acessos do complexo *peruvianum* (*L. peruvianum* e *L. chilense*)

Resistência extrema ao isolado raça três de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* foi detectada em nove (22,26%) dos acessos de *L. peruvianum* avaliados ([Tabela 2](#)) enquanto que 41,94% deles foram classificados como altamente resistentes. Por outro lado, a frequência de acessos altamente suscetíveis foi muito baixa ([Figura 3](#)). O único genótipo de *L. peruvianum* var. *glandulosum* avaliado neste ensaio apresentou reação de imunidade

(nota média = 1). A maioria destes acessos está sendo registrada pela primeira vez como fonte de resistência à raça 3. O único acesso de *L. chilense* (CNPH-410) avaliado comportou-se como imune ao isolado raça 3, e este é aparentemente o primeiro relato formal de resistência extrema à raça 3 de FOL nesta espécie selvagem de *Lycopersicon*. A transferência de genes das espécies *L. peruvianum* e *L. chilense* é muito difícil através de cruzamentos normais, mas estas barreiras genéticas podem ser suplantadas através de técnicas de cultivos 'in vitro', que permite a introgressão de diversidade genética no 'pool' gênico do tomateiro cultivado. Além disso, os alelos conferindo resistência à raça 3 nestas espécies podem ser diferentes do *I3* e sendo, portanto, de grande utilidade contra possíveis novas raças do patógeno que venham a surgir.

Reação dos acessos de *Lycopersicon hirsutum*

Nenhum genótipo de *L. hirsutum* apresentou reação de extrema resistência (imunidade) ao isolado testado. Entretanto, cinco acessos foram altamente resistentes e nenhum acesso comportou-se como altamente suscetível ([Tabela 2](#)). A resistência derivada de *L. hirsutum* pode ser facilmente transferida para o tomateiro comum sem a presença de qualquer barreira, uma vez que estes cruzam facilmente, sendo que a espécie *L. hirsutum* funciona como doador de pólen. Portanto, a variabilidade genética para resistência às raças de *Fusarium* do tomate pode ser significativamente ampliada usando germoplasma desta espécie selvagem. Entretanto, seria interessante avaliar um maior número de acessos desta espécie, em busca de genótipos com reação de imunidade ao patógeno. A existência de genótipos com esta característica poderia implicar na presença de um par de alelos (*I3* ou outro locus) com uma herança simples. Esta característica, juntamente com o tipo de reação (resistência extrema) facilitariam em muito o melhoramento genético visando a introgressão de resistência em cultivares comerciais.

Reação dos genótipos, considerados imunes ou altamente resistentes à raça 3, às raças 1 e 2

Os 10 acessos imunes à raça 3 também se comportaram como imunes ao isolado da raça 2. Quanto à reação aos isolados da raça 1, apenas cinco

Tabela 2. Acessos de *Lycopersicon* spp. classificados como extremamente resistentes (imunes) ou altamente resistentes a um isolado brasileiro de *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici*, pertencente à raça 3.

Código CNPH	Código Acesso	Espécie	Nº. de Plantas	Nº. de plantas em cada classe de reação à doença					Nota** Média
				I	AR	RI	SU	AS	
CNPH-201	LA 444-1	<i>L. peruvianum</i>	20	0	0	0	0	0	1,00
CNPH-402	PI 128659	<i>L. peruvianum</i>	20	0	0	0	0	0	1,00
CNPH-409	LA 716	<i>L. pennellii</i>	30	0	0	0	0	0	1,00
CNPH-410	LA 1967	<i>L. chilense</i>	20	0	0	0	0	0	1,00
CNPH-416	PI 126445	<i>L. hirsutum</i>	13	8	3	1	1	0	1,62
CNPH-417	PI 126449	<i>L. hirsutum</i>	26	19	5	0	1	1	1,65
CNPH-418	PI 126925	<i>L. pimpinellifolium</i>	16	8	6	1	0	1	1,75
CNPH-420	PI 127826	<i>L. hirsutum</i>	18	13	5	0	0	0	1,28
CNPH-421	PI 127827	<i>L. hirsutum</i>	20	18	2	0	0	0	1,10
CNPH-610	?	<i>L. hirsutum</i>	18	14	3	0	0	1	1,39
CNPH-618	BHRS 2,3	<i>L. esculentum</i>	20	13	5	1	1	0	1,50
CNPH-782	CGO 6708	<i>L. peruvianum</i>	20	17	1	1	0	1	1,35
CNPH-783	CGO 6707	<i>L. peruvianum</i>	20	17	3	0	0	0	1,15
CNPH-784	CGO 6711	<i>L. peruvianum</i>	17	8	6	0	1	1	2,00

Tabela 2. Continuação.

Código CNPH	Código Acesso	Espécie	Nº. de Plantas	Nº. de plantas em cada classe de reação à doença					Nota** Média
				I	AR	RI	SU	AS	
CNPH-785	CGO 6712	<i>L. peruvianum</i>	18	16	0	1	1	0	1,27
CNPH-786	CGO 6713	<i>L. peruvianum</i>	20	20	0	0	0	0	1,00
CNPH-798	LA 1616	<i>L. peruvianum</i>	14	14	0	0	0	0	1,00
CNPH-881	BHRS-1,2,3	<i>L. esculentum</i>	20	12	4	2	0	2	1,76
CNPH-925	LA 1614	<i>L. pimpinellifolium</i>	15	7	6	1	0	1	1,80
CNPH-929	WYR 7924	<i>L. hirsutum</i>	19	15	4	0	0	0	1,21
CNPH-931	LA 1270	<i>L. peruvianum</i>	19	19	0	0	0	0	1,00
CNPH-933	LA 1677	<i>L. peruvianum</i>	19	15	2	1	1	0	1,37
CNPH-9 35	WYR 3957	<i>L. peruvianum</i>	18	18	0	0	0	0	1,00
CNPH-936	LA 111	<i>L. peruvianum</i>	20	19	1	0	0	0	1,05
CNPH-937	LA 385	<i>L. peruvianum</i>	16	13	3	0	0	0	1,20
CNPH-939	LA 1113-2	<i>L. peruvianum</i>	17	17	0	0	0	0	1,00
CNPH-940	LA 1113-3	<i>L. peruvianum</i>	18	15	1	1	1	0	1,33
CNPH-941	ID 8623	<i>L. peruvianum</i>	17	11	3	0	1	2	1,82

Tabela 2. Continuação.

Código CNPH	Código Acesso	Espécie	Nº. de Plantas	Nº. de plantas em cada classe de reação à doença					Nota** Média
				I	AR	RI	SU	AS	
CNPH-942	ID 8624	<i>L. peruvianum</i>	16	13	0	0	1	1	1.68
CNPH-981	LA 462	<i>L. peruvianum</i>	20	20	0	0	0	0	1.00
CNPH 1008	BHRS-1,2,3,4	<i>L. esculentum</i>	15	6	6	2	0	1	1,93
CNPH 1033	?	<i>L. glandulosum</i>	30	30	0	0	0	0	1.00
CNPH 1036	?	<i>L. peruvianum</i>	30	27	1	1	1	0	1.20
CNPH 1040	?	<i>L. pimpinellifolium</i>	19	10	8	1	0	0	1.53
CNPH 1112	?	<i>L. hirsutum</i>	16	9	5	2	0	0	1.56
CNPH-1123	PI 365.951	<i>L. pimpinellifolium</i>	19	5	12	2	0	0	1.82
CNPH-1194	CGO 8200	<i>L. peruvianum</i>	19	17	2	0	0	0	1.10
CNPH-1195	CGO 7650	<i>L. pimpinellifolium</i>	19	8	10	1	0	0	1.64
CNPH-1277	PI 128660	<i>L. peruvianum</i>	13	13	0	0	0	0	1.00

*Classes da resistência: I = Resposta de imunidade, AR = Alta resistência, RI = Resistência intermediária,

SU = Suscetibilidade e AS = Alta suscetibilidade

**A severidade da doença foi avaliada com auxílio de uma escala de notas variando de 1 a 5, onde 1 = planta sem sintomas e 5 plantas mortas, adaptada Santos (1999).

comportaram-se como imunes sendo que os outros cinco foram altamente resistentes, uma vez que algumas plantas apresentaram descoloração vascular, sem contudo apresentar murcha ou amarelecimento de folhas (nota 2). Os acessos altamente resistentes à raça 3 apresentaram uma reação bastante diversa diante de isolados raça 1 e 2. Dos 23 acessos avaliados, 11 comportaram-se como imunes à raça 2 e oito à raça 1; outros 11 comportaram-se como altamente resistentes à raça 1 e oito à raça 2; três apresentaram resistência intermediária para raça 1 e outros três para a raça 2. Finalmente, um único genótipo (CNPH-925) resistente à raça 3 apresentou reação de suscetibilidade às duas raças ([Tabela 3](#)). Este parece ser o primeiro relato da presença de resistência do tipo FOL raça 3-específica no gênero *Lycopersicon*. Os três acessos de *L. esculentum*, classificados como altamente resistentes para a raça 3 (CNPH-618, CNPH-881 e CNPH-1008), comportaram-se como imunes à raça 2, dois foram imunes à raça 1 e outro altamente resistente ([Tabela 3](#)), o que reforça a observação de que o locus *I3*, além de conferir resistência à raça 3, também controla a resistência para as raças 1 e 2 devido à presença de um grupo de genes ligados ([Bounival et al., 1990](#)). Apenas cinco acessos comportaram-se como imunes às três raças do patógeno, entre estes um da espécie *L. pennellii* ('LA 716'), outro de *L. chilense* ('CNPH-410') e três da espécie *L. peruvianum* ('CNPH-201', 'CNPH-402' e 'CNPH-786'). Estes materiais podem se constituir em fontes de resistência múltipla às três raças do patógeno. Estudos de herança da resistência ainda terão de ser feitos com estes genótipos para caracterizar o tipo de resistência presente nos mesmos. Outros materiais, que foram altamente resistentes às três raças, também têm potencial para serem utilizados em programas de melhoramento, como os acessos 'CNPH-421' e 'CNPH-610' de *L. hirsutum*, que foram altamente resistentes à raça 3 e imunes ou altamente resistentes às raças 1 e 2. Estes acessos apresentam a vantagem de serem de fácil cruzamento com *L. esculentum*. Além disso, o acesso 'CNPH-421' já é conhecido como uma importante fonte de resistência à algumas espécies de geminivírus ([Santana et al., 2001](#)), tospovírus ([Araujo et al., 1983](#); [Boiteux et al., 2004](#)) e *Septoria lycopersici* ([Boiteux et al., 2002](#)).

Tabela 3. Reação de acessos de *Lycopersicon* spp. a isolados das três raças de *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici*.

Genótipo	Reação à Raça 1		Reação à Raça 2		Reação à Raça 3	
Ponderosa	3,67	S	5,00	AS	3,95	S
IPA-5	1,20	AR	4,53	AS	4,94	AS
Floradade	1,00	I	1,00	I	4,57	AS
BHRS-2,3	1,00	I	1,00	I	1,50	AR
201	1,00	I	1,00	I	1,00	I
402	1,00	I	1,00	I	1,00	I
409	1,00	I	1,00	I	1,00	I
410	1,00	I	1,00	I	1,00	I
416	1,40	AR	1,50	AR	1,62	AR
417	1,75	AR	1,75	AR	1,65	AR
418	2,07	RI	2,13	RI	1,75	AR
421	1,00	I	1,07	AR	1,10	AR
610	1,00	I	1,00	I	1,39	AR
782	1,33	AR	1,00	I	1,35	AR
783	1,60	AR	1,00	I	1,15	AR
784	2,47	RI	1,67	AR	2,00	AR
785	1,00	I	1,13	AR	1,27	AR
786	1,00	I	1,00	I	1,00	I
798	1,20	AR	1,00	I	1,00	I
881	1,00	I	1,00	I	1,76	AR
925	3,07	S	3,07	S	1,80	AR
929	1,80	AR	1,27	AR	1,21	AR
931	1,13	AR	1,00	I	1,00	I
933	1,20	AR	1,00	I	1,37	AR
935	1,13	AR	1,00	I	1,00	I

Tabela 3. Reação de acessos de *Lycopersicon* spp. a isolados das três raças de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*.

Genótipo (CNPq)	Reação à Raça 1		Reação à Raça 2		Reação à Raça 3	
	Nota	Reação*	Nota	Reação	Nota	Reação
936	1,07	AR	1,00	I	1,05	AR
937	1,00	I	1,00	I	1,20	AR
940	2,27	RI	1,07	AR	1,33	AR
941	1,30	AR	1,77	AR	1,82	AR
1008	1,07	AR	1,00	I	1,93	AR
1033	1,07	AR	1,00	I	1,00	I
1036	1,00	I	1,00	I	1,30	AR
1112	1,70	AR	2,20	RI	1,56	AR
1194	1,00	I	1,00	I	1,10	AR
1195	1,46	AR	2,73	RI	1,64	AR
1277	1,07	AR	1,00	I	1,00	I

*I = resposta imune, AR = altamente resistente, RI = resistência intermediária, S = Suscetível e AS = altamente suscetível

Conclusões

Neste estudo, foi demonstrada pela primeira vez a presença da raça 3 de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* no Brasil. A presença deste patógeno, que pode ser veiculado por sementes, reforça a importância de se adotar maior rigor nas inspeções fitossanitárias para evitar o ingresso no País de novos isolados de *Fusarium* em sementes comerciais de tomate importadas de outros países. Adicionalmente, identificou-se várias novas fontes de resistência a esta raça e algumas com resistência múltipla a duas ou às três raças do patógeno, fazendo deste trabalho uma ampliação daqueles conduzidos por [Bournival & Vallejos \(1991\)](#) e [Huang & Lindhout \(1997\)](#) que visavam uma caracterização mais completa de germoplasma de

Lycopersicon quanto à reação à murcha-de-fusário. O controle da murcha-de-fusário é feito, quase exclusivamente, com variedades e híbridos resistentes, pois outras medidas de controle são quase impraticáveis ([Jones & Woltz, 1981](#); [Jones, 1991](#)). Assim, a identificação e caracterização genética de novas fontes de resistência e de novos alelos podem ajudar os programas de melhoramento de tomate permitindo que os melhoristas antecipem potenciais problemas relacionados ao surgimento de novas raças.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos estagiários Patrícia P. Silva e Jaqueson F. Satelis e ao técnico Antônio Olímpio pela ajuda nos trabalhos de casa-de-vegetação. Aos colegas Gilmar P. Henz (Embrapa Hortaliças) e Elineide B. Silveira (UFRPE) pela revisão crítica do manuscrito.

Referências Bibliográficas

- ALEXANDER L.J.; HOOVER M.M. Disease resistance in wild species of tomato. **Ohio Agricultural Experimental Station Research Bulletin**. 752. 76p, 1955.
- ALEXANDER L.J.; TUCKER C.M. Physiological specialization in the tomato wilt fungus *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. **Journal of Agricultural Research**. 70: 303-313, 1945.
- ARAUJO, M.T.; ÁVILA, A.C. DE; CUPERTINO, F.P.; MALUF, W.R. *Lycopersicon hirsutum* nova fonte de resistência ao vírus do vira-cabeca (TSWV). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 23., 1983, Rio de Janeiro, RJ. **Resumos**: SOB, 1983. p.164.
- ARRUDA, S.C. Murcha de Fusarium do tomateiro. **Biológico**. 7:199-200, 1941.
- BARKSDALE, T.H.; GOOD, J.M.; DANIELSON, L.L. **Tomato diseases** and their control. Agriculture Handbook No. 203. USDA – ARS, 1972. 109pp.

BOHN G.W.; TUCKER C.M. **Studies on Fusarium wilt of the tomato. I. Immunity in *Lycopersicon pimpinellifolium* Mill. and its inheritance in hybrids.** Missouri Agricultural Experimental Station Research Bulletin. 311. 1940. 82p.

BOITEUX, L.S.; ARAGÃO, F. A. S.; MELO, P.C.T.; DUTRA, W.P.; GIORDANO, L.B. Novel sources of resistance to *Septoria lycopersici* in *Lycopersicon* spp. **Fitopatologia Brasileira**. 27: S114-S115, 2002.

BOITEUX, L. S.; DE ÁVILA, A.C.; GIORDANO, L.B. Sources of multiple resistance to tomato spotted wilt virus, tomato chlorotic spot virus and chrysanthemum stem necrosis virus in *Lycopersicon* germplasm. **Summa Phytopathologica**. 30: 108, 2004.

BOOTH, C. **The genus *Fusarium***. CMI. Kew, England, 1971. 237pp.

BOOTH, C. ***Fusarium*. Laboratory guide to the identification of the major species.** CMI. Kew, England. 1977. 58pp.

BOURNIVAL, B.L.; VALLEJOS, C.E. ; SCOTT, J.W. Genetic analysis of resistances to races 1 and 2 of *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* from the wild tomato *Lycopersicon pennellii*. **Theoretical and Applied Genetics**. 79: 641-645, 1990.

BOURNIVAL, B.L.; VALLEJOS, C.E. New sources of genetic resistance to race 3 of fusarium wilt of tomato. **Plant Disease**. 75: 281-284, 1991.

CANÇADO JÚNIOR, F.L.; CAMARGO FILHO, W.P.; ESTANISLAU, M.L.L.; PAIVA, B.M.; MAZZEI, A.R.; ALVES, H.S. Aspectos econômicos da produção e comercialização do tomate para mesa. **Informe Agropecuário**. 24 (219): 7-18, 2003.

CHELLEMI, D.O.; DANKERS, H.A. First report of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* on tomatoes in Northwest Florida and Georgia. **Plant Disease**. 76(8):861, 1992.

DAVIS, R.M.; KIMBLE, K.A.; FARRAR, J.J. A third race of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* identified in California. **Plant Disease**. 72: 453, 1988.

ELIAS, K.S.; SCHNEIDER, R.W. Origin and relatedness of races within *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* and non-pathogenic strains of *F. oxysporum*. **Phytopathology**. 77:1770, 1987.

ELIAS, K.S.; SCHNEIDER, R.W.; LEAR, M.M. Analysis of vegetative compatibility groups in nonpathogenic populations of *Fusarium oxysporum* isolated from symptomless tomato roots. **Canadian Journal of Botany**. 69: 2089-2094, 1991.

ELIAS, K.S.; SCHNEIDER, R.W. Genetic diversity within and among races and vegetative groups of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* as determined by isozyme analysis. **Phytopathology**. 82(12): 1421-1427, 1992.

GIORDANO, L.B.; ARAGÃO, F.A.S.; BOITEUX, L.S. Melhoramento genético do tomateiro. **Informe Agropecuário**. 24 (219): 43-57, 2003.

GRATTIDGE, R.; O'BRIEN, R.G. Occurrence of a third race of *Fusarium* wilt of tomatoes in Queensland. **Plant Disease**. 66:165-166, 1982.

HUANG C.C.; LINDHOUT, P. Screening for resistance in wild *Lycopersicon* species to *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* race 1 and race 2. **Euphytica**. 93, 145-153, 1997.

JONES, J.P. *Fusarium* wilt. In: JONES, J.B.; JONES J.P.; STALL, R.E.; ZITTER, T.A. (eds.) **Compendium of Tomato Diseases**. Sta Paul, APS PRESS, 1991. p.15.

JONES, J.P.; WOLTZ, S.S. *Fusarium*-incited diseases of tomato and potato and their control. In: NELSON, P.E.; TOUSSOUN, T.A.; COOK, R.J. (eds.). **Fusarium: Diseases, Biology, and Taxonomy**. Pennsylvania State University Press, 1981. p.157-168.

KUROZAWA, C.; PAVAN, M.A. Doenças do tomateiro. In: KIMATI, H.; AMORIN, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A.; REZENDE, J.A.M. (eds.). **Manual de Fitopatologia**. São Paulo, Ceres, 1997. p.690-719.

LATERROT H.; BLANCARD, D. ; COUTEAUDIER Y. Les Fusarioses de la tomate. **P.H.M. - Revue Horticole** 288. 1988.

LOPES, C.A.; REIS, A.; ÁVILA, A.C. de. Doenças do tomateiro para mesa causadas por fungos, bactérias e vírus. **Informe Agropecuário**. 24 (219): 66-78, 2003.

MCGRATH, D.J.; GILLESPIE, D.; VAWDRAWY, L. Inheritance of resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* races 2 and 3 in *Lycopersicon pennellii*. **Australasia Journal of Agricultural Research**. 38:729-733, 1987.

- MCGRATH, D.J. BHRS 2-3 Fusarium wilt resistant tomato. **HortScience**. 23:1093-1094, 1988.
- NOGUEZ, M.A.; TOKESHI, H. Revisão da classificação da raça 3 de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**. Piracicaba, 31:419-430, 1974.
- SANTANA, F.M.; RIBEIRO, S.G.; MOITA, A.W.; MOREIRA JR., D.J.; GIORDANO, L.S. Sources of resistance in *Lycopersicon* spp. to a bipartite whitefly-transmitted geminivirus from Brazil. **Euphytica**. 122:45-51, 2001.
- SANTOS, J.R.M. **Protocolo de tecnologia: Seleção para resistência a doenças em Hortaliças**. N. 3. Tomateiro/Murcha-de-fusário. Embrapa Hortaliças, 1999. Comunicado Técnico 11.4pp.
- SCOTT J.W.; JONES J.P. Monogenic resistance in tomato to *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* race 3. **Euphytica**. 40: 49-53. 1989.
- SCOTT, J.W.; JONES, J.P. Genetic control of resistance to races 1, 2 and 3 of Fusarium wilt. **Report of Tomato Genetic Cooperative**. 41:47, 1991.
- STALL, R. E.; WALTER, J. M. Selection and inheritance of resistance in tomato to isolates of races 1 and 2 of the *Fusarium* wilt organism. **Phytopathology** 55: 1213-1215, 1965.
- SUMMERELL B A.; SALLEH, B.; LESLIE, J. F. A utilitarian approach to *Fusarium* identification. **Plant Disease**. 87: 117-128, 2003.
- Tokeshi, H.; Galli, F.; Kurozawa, C. Nova raça de *Fusarium* do tomateiro em São Paulo. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**. Piracicaba, 23:217-227, 1966.
- URBEN, A.F. **Molecular and genetic structure of populations of *Fusarium oxysporum* (Schlechtend Ex Fries) f. sp. *lycopersici* (Sacc) Snyder and Hansen and f. sp. *radicis lycopersici* Jarvis and Shoemaker**. 1994. PhD Thesis, University of Birmingham.
- VALENZUELA-URETA, J.G.; LAWN, D.A.; HEISEY, R.F.; ZAMUDIONALOA, V. First report of Fusarium wilt race 3, caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*, of tomato in Mexico. **Plant Disease** 80:105. 1996
- VOLIN, R.B.; JONES, J.P. A new race of *Fusarium* wilt of tomato in Florida and sources of resistance. **Proceedings of Florida State Horticultural Society** 95:268-270, 1982.

Ocorrência de *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici* raça 3 em tomate no Brasil
e seleção de novas fontes de resistência ao patógeno

35



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Hortaliças
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
BR 060 Rodovia Brasília-Anápolis km 9
C. Postal 218, 70359-970 Brasília, DF*

