

FREDERICK MENDES AGUIAR

**RESISTÊNCIA DE ACESSOS DE QUIABEIRO À MURCHA-DE-
FUSÁRIO**

**RECIFE – PE
FEVEREIRO, 2011**

FREDERICK MENDES AGUIAR

**RESISTÊNCIA DE ACESSOS DE QUIABEIRO À MURCHA-DE-
FUSÁRIO**

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

**RECIFE – PE
FEVEREIRO, 2011**

Ficha Catalográfica

A282r Aguiar, Frederick Mendes
Resistência de acessos de quiabeiro à murcha-de-fusário/
Frederick Mendes Aguiar. -- 2011.
53 f. : il.

Orientador: Ailton Reis.

Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade
Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Agronomia,
Recife, 2011.

Referências.

1. Quiabeiro
2. *Abelmoschus esculentus*
3. Murcha-de-fusário
4. *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum*
5. Resistência genética I. Reis, Ailton, Orientador II. Título

CDD 632

**RESISTÊNCIA DE ACESSOS DE QUIABEIRO À MURCHA-DE-
FUSÁRIO**

FREDERICK MENDES AGUIAR

COMITÊ DE ORIENTAÇÃO:

Prof. Dr. Ailton Reis (CNPq) – Orientador

Prof. Dr. Gaus Silvestre de Andrade Lima (UFAL) – Co-orientador

Prof. Dr. Sami Jorge Michereff (UFRPE) – Co-orientador

**RECIFE – PE
FEVEREIRO, 2011**

RESISTÊNCIA DE ACESSOS DE QUIABEIRO À MURCHA-DE-FUSÁRIO

FREDERICK MENDES AGUIAR

Dissertação defendida e aprovada pela Banca Examinadora em 24 de fevereiro de 2011.

ORIENTADOR:

Prof. Dr. Aílton Reis (Embrapa Hortaliças)

EXAMINADORES:

Prof. Dr. Marcos Paz Saraiva Câmara (UFRPE)

Prof. Dr. Gaus Silvestre de Andrade Lima (UFAL)

Prof^ª. Dr^ª. Sônia Maria Alves de Oliveira (UFRPE)

**RECIFE – PE
FEVEREIRO, 2011**

Aos meus pais Deusdedit Mendes e Maria da Glória, meus irmãos Hericka e Patrick, aos cunhados e meu querido sobrinho Bruno pelo apoio e carinho que nunca me faltaram.

OFEREÇO

A minha namorada Danielle, pelo amor, compreensão, paciência, ajuda e dedicação. Ao Prof. Dr. Ailton Reis pelo constante apoio e incentivo, bem como pelo exemplo de dedicação ao saber.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela vida, saúde, amor eterno, força suprema e inspiração, recebidos nesta minha vida.

Aos meus pais, irmãos, avó, namorada, sobrinho, afilhados, cunhados, tios, primos e familiares pelo apoio em todos os momentos da minha trajetória;

À Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) pelo apoio institucional e ao Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças (CNPq) pelo acolhimento, serviços prestados e estrutura oferecida.

Aos Professores e funcionários da UFRPE em especial ao Prof^o Dr. Sami Michereff pelo profissionalismo e amizade dispensadas a minha pessoa durante período que passei na instituição;

Aos colegas da turma de fitopatologia 2009-2011 da UFRPE, por todos os momentos de alegria e superação vividos durante este mestrado;

Aos pesquisadores da Embrapa Hortaliças em especial ao meu orientador Dr. Ailton Reis, por sua receptividade, amizade, confiança, paciência, compreensão e ensinamentos oferecidos no decorrer dessa dissertação;

Aos funcionários da Embrapa Hortaliças, em especial a Helena, Luana e Dona Eremita, pela ajuda, amizade e convivência durante minha pesquisa;

Aos amigos do Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Hortaliças pelos momentos agradáveis, pela amizade e ajuda recebida durante esse período;

Aos colegas de república Altanis e Léo (Recife-PE); Henrique, Márcio e Nadson (Brasília-DF) pela amizade construída nesse tempo de convivência;

Aos membros da Banca examinadora, pelas sugestões e contribuições para a melhoria deste trabalho;

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

A todos que direta ou indiretamente colaboraram para a realização desse trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO	ix
ABSTRACT	x
Capítulo I - Introdução Geral	11
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23
Capítulo II - Identificação de acessos de quiabeiro resistentes à murcha-de-fusário (<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>vasinfectum</i>)	29
RESUMO	30
ABSTRACT	31
INTRODUÇÃO	32
MATERIAL E MÉTODOS	35
RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
AGRADECIMENTOS	44
REFERÊNCIAS	44
Conclusões Gerais	52

RESUMO

O quiabo é uma hortaliça de alto valor alimentício e uma importante fonte de vitaminas e sais minerais. Dentre os problemas fitossanitários que ocorrem no quiabeiro, a murcha-de-fusário, causada pelo fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* (FOV) é uma das mais importantes por proporcionar grandes perdas na produção. Este trabalho objetivou avaliar, em condições de casa de vegetação, a cultivar comercial Santa Cruz 47 e uma coleção de 53 acessos de quiabeiro, visando identificar fontes de resistência a FOV e analisar a estabilidade da resistência de acessos promissores a diferentes isolados do patógeno. Inicialmente foi conduzida uma triagem utilizando um único isolado de FOV (Fus-194). Em uma segunda etapa, trinta e dois acessos obtidos na primeira etapa, foram reavaliados para resistência ao FOV utilizando dois isolados (Fus-194 e Fus-201), em duas épocas do ano. A inoculação foi realizada em mudas com 21 dias após semeadura, pela imersão das raízes em suspensão de conídios (1×10^6 conídios/mL) do patógeno. A avaliação da severidade da doença foi realizada usando uma escala de notas, variando de 0 a 4. As notas foram transformadas em índice de doença (ID) e agrupadas em classes de acordo com a reação da doença. Na segunda etapa do trabalho realizado no mês de agosto de 2010 (temperatura média de 19,8°C), dos 32 acessos avaliados, 12 (37%) foram considerados altamente resistentes a medianamente resistentes ao Fus-194. Para o isolado Fus-201 apenas 28% foram classificados dentro dessas duas classes. No ensaio realizado no mês de outubro (temperatura média de 25°C) referente à segunda etapa desse trabalho, 72% dos acessos foram considerados medianamente a altamente resistentes ao Fus-194. Neste ensaio, 32% dos acessos foram resistentes ao isolado Fus-201. Os resultados demonstraram uma maior agressividade do isolado Fus-201 em relação ao isolado Fus-194. Os níveis de agressividade dos isolados testados foram maiores no ensaio realizado no mês de agosto do que em outubro. Os acessos BR-2399, BR-1449 e a cultivar Santa Cruz 47 apresentaram resistência estável aos dois isolados do patógeno tanto na etapa preliminar, quanto nas duas épocas de avaliação da segunda etapa do trabalho.

Palavras-chave: Quiabeiro, *Abelmoschus esculentus*, murcha-de-fusário, *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum*, resistência genética e melhoramento genético.

ABSTRACT

Identification of okra accessions with resistance to *Fusarium* wilt

Okra is a vegetable crop with high nutritional value, being a rich source of vitamins and mineral salts. Fusarium wilt (caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* – FOV) is one of the major field diseases of okra in tropical areas. In the present work, 53 okra accessions and the commercial cultivar Santa Cruz 47 were evaluated aiming to identify sources of resistance to Brazilian FOV isolates and to study the resistance stability of the selected accessions to different pathogen isolates. An initial screening was carried out with only one FOV isolate (Fus-194). In the second assay, thirty-three accessions identified in the first screening were re-evaluated in two assays (in two different seasons) using two FOV isolates (Fus-194 and Fus-201). The resistance evaluation was carried out with 21 day-old plantlets, using the root-dipping inoculation procedure, utilizing a spore suspension of 1×10^6 conidia/mL. The evaluation was done using a disease severity grade system with grades ranging from 0 to 4. These grades were used to generate a disease index that was employed for clustering the accessions according to their reaction to FOV. In the evaluation carried out in August (average temperature of 19,8°C) only 12 out the 32 accessions (i.e. 37%) were rated as having high to intermediate resistant response to Fus-194 isolate. Only 28% of the accessions were classified within the high to intermediate resistance cluster when using the Fus-201 isolate. In the assay carried out in October (higher temperatures) 72% of the accessions were classified as resistant and intermediate resistant to Fus-194 isolate, whereas 32% were resistant to isolate Fus-201. Our results indicated that the Fus-201 isolate was more aggressive than Fus-194. Comparative analysis of the assays indicated that the overall aggressiveness of the isolates was higher in August than in October assay. The accessions BR-2399 and BR-1449 as well as the commercial cultivar Santa Cruz 47 were the most promising accessions displaying higher levels of stable resistance against the two Brazilian FOV isolates.

Key-words: okra, *Abelmoschus esculentus*, Fusarium wilt, *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum*; genetic resistance, breeding.

Capítulo I

Introdução Geral

INTRODUÇÃO GERAL

O quiabeiro [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench] é uma planta descrita pelos botânicos como arbustiva, anual, de porte ereto e caule semilenhoso, de coloração esverdeada ou avermelhada com áreas avermelhadas, podendo atingir 3 m de altura. Possui flores hermafroditas e o fruto é do tipo cápsula, piloso, roliço e apresenta seção transversal circular ou pentagonal (MINAMI et al., 1997). É comumente conhecido como gumbo, gombo, okra em inglês; bhindi ou bhendi em indiano; quimbombo em espanhol e, no Brasil, o nome mais comum é quiabo (BAZÁN, 2005). É uma espécie das regiões tropicais de baixas altitudes, da Ásia, África e América. Sua origem diverge entre as regiões montanhosas da Eritréia e nas partes altas do Sudão e Egito ou do Vale do Nilo e da Abissínia, sendo ainda relatado por Dhankhar e Mishra (2009) como de origem Asiática, mas todas as evidências sugerem que o quiabo seja originário da África, possivelmente da Etiópia (GONÇALVES, 2009).

Hortaliça-fruto do gênero *Abelmoschus*, o quiabo pertence à família Malvaceae, sendo a única cultura olerácea relevante dentro da mesma (BROECK et al., 2002). No gênero *Abelmoschus* existem por volta de 10 espécies conhecidas. Entre elas duas são cultivadas por seu fruto [*A. esculentus* e *A. caillei* (A. Chev.) Stevels], uma por suas folhas [*A. manihot* (L.) Medikus] e uma outra espécie por suas sementes [*A. moschatus* Moench] (KOKOPELLI, 2010).

O quiabo é considerado uma hortaliça de alto valor alimentício, que apresenta bons teores de água, fibras, pigmentos, vitamina A e C, vitaminas do complexo B, cálcio, ferro, sais minerais e carboidratos (GONÇALVES, 2009). Segundo Martinello et al. (2001), as vitaminas A, B1 e C, cálcio e ferro são frequentemente carentes na dieta dos países em desenvolvimento. Esta hortaliça não é utilizada apenas na culinária, mas também apresenta qualidade medicinal e terapêutica muito importante, sendo utilizado no tratamento de bronquite, problemas pulmonares e como laxante (BROECK et al., 2002).

Em seu cultivo, o quiabeiro necessita de temperaturas mais altas para se desenvolver e produzir frutos sendo uma cultura intolerante ao frio. Em regiões com

baixa temperatura, pode ocorrer retardamento ou não germinação e emergência das sementes, o que prejudica o crescimento, a floração e a frutificação (FILGUEIRA, 2003). A temperatura média adequada para essa cultura esta na faixa de 21,1 a 29,4°C, com faixa ótima para germinação entre 20 e 30°C (CAMARGO, 1981). Em se tratando do tipo de solo para seu cultivo, a cultura do quiabo não é muito exigente. Produz bem em solos areno-argilosos e/ou solos argilo-arenosos, todavia, não suporta a acidez elevada do solo, onde o pH mais favorável vai de 6,0 a 6,8 (FILGUEIRA, 2003).

A semeadura direta é a mais usual no plantio do quiabeiro, onde são colocadas de duas a cinco sementes/cova e, o espaçamento utilizado pode variar com o sistema de condução e interesse do produtor. Quando plantado em espaçamentos largos, ocorrem ramificações laterais, sendo essas, menos frequentes quando se aumenta a densidade de plantio (FILGUEIRA, 2003). Segundo Setubal et al. (2004) o uso do espaçamento adequado é muito importante por exercer influência na floração, no número de hastes produtivas, na produção por planta e na produtividade da cultura. As recomendações de altas e baixas densidades populacionais encontradas são: 90 x 23 cm, 100 x (20-50) cm e 150 x 50 cm, com produção superior a 15.000 kg ha⁻¹ (SEDIYAMA et al., 2009).

A densidade populacional também pode variar com a porcentagem de geminação das sementes que, no quiabo, apresenta dificuldade devido à presença de substâncias gordurosas na constituição de seu tegumento. A germinação é um processo que tem início com a absorção de água pela semente e termina com o alongamento do eixo embrionário. No quiabo um dos mecanismos de dormência mais conhecidos entre as espécies cultivadas é o da impermeabilidade do tegumento à água, originando sementes duras (CASTRO, 2005). Embora a dormência seja um mecanismo importante para favorecer e garantir a sobrevivência das espécies, no cultivo comercial há a necessidade de facilitar a entrada de água no interior da semente para garantir uma germinação uniforme. São muitos os métodos indicados para superar a dormência das sementes, com destaque para a escarificação mecânica; tratamento com ácido sulfúrico concentrado; imersão em água quente; tratamento com solventes (éter, álcool, acetona); incisão com lâmina ou estilete (LOPES e PEREIRA, 2004).

Diversas são as cultivares de quiabo disponíveis aos produtores no mercado nacional, a maioria é de origem nacional ou norte-americana. As nacionais tem sido as mais preferidas pelos produtores brasileiros devido à boa adaptação às nossas condições

ambientais. No Brasil, o quiabeiro encontra condições favoráveis ao seu cultivo, principalmente no que diz respeito ao clima. É cultivado durante todo o ano em regiões quentes do Nordeste e Sudeste (MOTA, 2003). As variedades disponíveis no mercado são Campinas 1 (IAC-4075), considerada resistente à murcha-de-verticílio; Campinas 2 (IAC-4076), que possui resistência à murcha-de-verticílio e uma boa produtividade; Amarelinho, cujos frutos possuem melhor conservação pós-colheita; Chifre-de-veado, resistente à murcha-de-fusário; Green Velvet ou Veludo Verde e White Velvet ou Veludo Branco, ambas desenvolvidas nos Estados Unidos; e a cultivar Santa Cruz 47 (GONÇALVES, 2009). Esta última é a mais cultivada devido às características de planta mais vigorosa, de internódios curtos, de porte baixo, medindo em média 2 m, o que facilita a colheita (FILGUEIRA, 2003).

Atualmente o quiabeiro é cultivado nas regiões de clima quente do Oriente Médio, Ásia, África e América. Os maiores produtores de quiabo são a Índia, Paquistão, Malásia, Continente Africano, Bacia Mediterrânea, Estados Unidos, Brasil, Antilhas e México. É cultivado de forma mais intensa no Brasil, Estados Unidos, Turquia, Índia, Egito e Irã (MINAMI et al., 1997).

Segundo Aranha (2008), devido à sua origem Africana, o quiabo chegou à América do Sul através dos escravos na época da colonização. Em seguida, foi difundido no Brasil nos estados da Bahia, Pernambuco, Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais.

Dentre os cinco maiores produtores mundiais, o Brasil destaca-se com uma produção de 116,9 mil toneladas (t). O estado de Minas Gerais é o maior produtor nacional, com produção em 2006 de 27,7 mil t, ou seja, 23,72% da produção nacional, seguido da Bahia, Rio de Janeiro e São Paulo com 17,3; 16,9 e 14,3 mil t de quiabo respectivamente (IBGE, 2006). Segundo o Agriannual (2008), o volume de quiabo comercializado em 2007 no Ceagesp, principal entreposto de comercialização do país, foi de 10.330 toneladas.

O quiabeiro é cultivado principalmente por pequenos agricultores, inserido na agricultura familiar por apresentar precocidade na produção e por ser uma cultura de custo relativamente baixo. Além disso, possui um período relativamente longo de colheita, o que representa, com frequência, uma boa alternativa de renda para o pequeno

agricultor, especialmente em plantações comerciais, pelo elevado número de serviços oferecidos com mão-de-obra nas operações de colheita, classificação e embalagem dos frutos (SEDIYAMA et al., 2009).

Uma vez que o quiabeiro tem sido cultivado por pequenos agricultores de forma intensiva durante décadas, tem se observado nos últimos anos uma redução na área cultivada. Esta redução na produção, seguramente, se deve muito à ocorrência de doenças abióticas e bióticas, principalmente por microrganismos fitopatogênicos. As doenças abióticas, podem ser causadas por excesso ou falta de umidade no solo, intolerância ao frio, danos causados por acidez elevada do solo, deficiência nutricional devido, entre outros (FILGUEIRA, 2003). Segundo Minami et al. (1997), as doenças bióticas que mais acometem danos ao quiabeiro durante o seu ciclo produtivo são: oídio [*Erysiphe polygoni* De Candolle]; podridão-úmida [*Pseudomonas syringae* van Hall]; nematóide-das-galhas [*Meloidogyne* spp.]; cretamento-das-folhas [*Xanthomonas axonopodis* pv. *malvacearum* E. F. Smith]; murcha-de-verticílio [*Verticillium dahliae* Kleb.] e murcha-de-fusário [*Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* (Atk.) Snyder & Hansen]. Há relatos de isolados de [*Fusarium solani* (Mart.) Sacc.] do Brasil, patogênicos ao quiabeiro (SMITH, 2007).

Por ocorrerem com maior frequência, as doenças fúngicas destacam-se como principal problema fitossanitário do quiabeiro no Brasil, onde a murcha-de-fusário é uma das principais responsáveis pela perda de produção dos pequenos agricultores (FERNANDES, 1990).

O gênero *Fusarium* (E.F. Smith) inclui espécies habitantes do solo e de substratos orgânicos e que são amplamente distribuídas em todo o mundo (cosmopolitas). *Fusarium* foi descrito inicialmente por Link em 1809 e atualmente pertence ao filo Ascomycota, classe Sordariomycetes e ordem Hypocreales (INDEX FUNGORUM, 2011). Este gênero possui ampla gama de hospedeiros com espécies que colonizam tanto a parte vegetativa como a reprodutiva dos vegetais, decompondo substratos celulósicos e parasitando as plantas através da colonização dos vasos condutores de solução do solo (xilema). Devido a isso, os sintomas nos hospedeiros são, em geral, caracterizados por podridões de raízes, murchas vasculares, amarelecimento, necrose foliar e eventual morte das plantas. (VERAS e SILVA, 2007).

A identificação das espécies do gênero *Fusarium* é tradicionalmente baseada em características morfológicas. Entre elas as principais são o crescimento rápido em cultura, colônias com coloração pálida ou colorida, de violeta à púrpura ou do creme à laranja, com micélio aéreo e difuso, forma do macroconídio e da célula basal, presença ou ausência de microconídios, além da produção de clamidósporos (LESLIE e SUMMERELL, 2006).

Quando cultivado em meio de cultura, *F. oxysporum* f. sp. *vasinfectum* produz pigmento violeta característico e dois tipos de conídios, os macroconídios e os microconídios. Os macroconídios são fialosporos, isto é produzido sobre fiálides, hialinos, alongados, normalmente com 3-5 septos e dimensão de 3-4,5 x 40-50 µm, levemente curvos e acanoados (em forma de foice), com célula basal característica também descrita como célula pé. Os microconídios podem ser fialosporos (monofiálides curtas) ou podem também ser blastósporos, que são esporos secos produzidos por brotamento na ponta do conidióforo (falsas cabeças), são unicelulares, elípticos, hialinos, muito numerosos, com dimensão média de 2-4 x 5-12 µm (SMITH, 2007). Este fungo também produz esporos de resistência denominados clamidósporos, o que lhe permite permanecer em áreas de cultivo por um longo período, inclusive na ausência de hospedeiros. (MASSOLA JUNIOR e BEDENDO, 1997).

Dentre as espécies fitopatogênicas distribuídas no gênero *Fusarium*, a espécie *F. oxysporum* se destaca por afetar um grande número de plantas, incluindo muitas espécies cultivadas (KURAMAE e DE SOUZA, 2008). Esta espécie possui sua fase teleomórfica (estágio sexual) ainda desconhecida, sendo considerada uma espécie grupo, composta de dezenas de espécies que ainda necessita ser claramente definidas e separadas de maneira adequada (SOUZA, 2009).

Os fungos membros do complexo *F. oxysporum* possuem variantes ou formas especializadas que são específicas para diferentes plantas hospedeiras. As variantes são baseadas na sua patogenicidade para uma ou mais hospedeira, possuindo assim uma ampla gama de culturas suscetíveis, envolvendo plantas da família Leguminosae, Malvaceae e Solanaceae, para as quais podem representar séria ameaça à produção agrícola (SKOVGAARD et al., 2001). Apesar da alta especificidade da maioria das formas especializadas, deve-se ter bastante cuidado, pois vários isolados de *F. oxysporum* possuem uma gama de hospedeiros mais ampla do que permitido pelo

sistema proposto por Snyder e Hansen (ARMSTRONG et al., 1940 apud MACHADO, 2008).

Dentro da espécie *F. oxysporum* já foram descritas muitas *formae speciales* ou f. sp., as quais contêm muitas raças (SOBRAL, 2008). As mais importantes para a produção agrícola são: [*F. oxysporum* f. sp. *cubense* (E.F. Smith) Sn. & Hansen] em bananeira, [*F. oxysporum* f. sp. *phaseoli* Kendrick & Snyder] em feijoeiro, [*F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* W.C. Snyder & H.N. Hansen] em tomateiro, [*F. oxysporum* f. sp. *cepa* WC Snyder & HN Hansen] em alho e cebola, [*F. oxysporum* f. sp. *herbemontis* W.L. Gordon] em videira, [*F. oxysporum* f. sp. *glycines* G.M. Armstr. & J.K. Armstr.] em soja, [*F. oxysporum* f. sp. *vasinfectum* (Atk.) Snyder & Hansen] em algodoeiro e quiabeiro (MICHEREFF et al., 2005).

O fungo *F. oxysporum* f. sp. *vasinfectum* causador da murcha-de-fusário ou fusariose, foi descrito pela primeira vez em 1892 por Atkinson, no estado do Alabama (EUA) (SILVA et al., 2010). Dentre as formas especializadas de *F. oxysporum*, existem algumas que mostram alta especificidade de hospedeiro. Entretanto, outras, como *F. oxysporum* f. sp. *vasinfectum*, são menos especializadas, podendo apresentar hospedeiros alternativos, chamados secundários, dentre estes tem-se o girassol-mexicano (*Tithonia rotundifolia*), mata-pasto (*Cassia tora*), alfafa (*Medicago sativa*), Alquequenje (*Physalis alkekengi*), fumo (*Nicotiana tabacum*), soja (*Glycine max*) e tremoço (*Lupinus* sp.) (CIA e SALGADO, 1997).

Plantas diferenciadoras compostas de espécies do gênero *Gossypium* e as cultivares Gold Dolar de *Nicotiana tabacum* L. e Yelredo de *Glycine max* L., são utilizadas para se determinar diversas raças dentro da *formae speciales vasinfectum* (ARMSTRONG; ARMSTRONG, 1958 apud MACHADO, 2008). Raça é a especialização do patógeno ao nível de cultivares (hospedeiras diferenciais) dentro de uma mesma espécie botânica hospedeira (BEDENDO, 1995). Atualmente são conhecidas as raças 1 e 2, possivelmente originárias dos EUA; a raça 3 originária da Tanzânia; a raça 4 do Egito, Sudão e Israel; a raça 5 na Índia e no Sudão e a raça 6 no Brasil e Paraguai (ASSIGBETS et al., 1994). Segundo Machado (2008) em 1985, as raças 7 e 8 foram identificadas na China, sendo que as raças 3, 4 e 8 também já foram detectadas nos EUA.

A incidência de murcha-de-fusário no quiabeiro pode ser observada em qualquer estágio de desenvolvimento da planta. Em plântulas, ocorre amarelecimento, murcha e necrose das folhas cotiledonares. Em plantas adultas a doença normalmente aparece em reboleiras, com murcha, amarelecimento de folhas, intenso desfolhamento e, num estágio mais avançado, a morte da planta (MONTEIRO et al., 2000). O sintoma de murcha pode manifestar-se apenas no lado correspondente aos vasos do xilema obstruídos ou em toda a planta. Cortando-se longitudinalmente a haste ou as raízes da planta doente, observa-se descoloração do marrom escuro ao preto, de forma que a secção transversal do caule ou da raiz pode apresentar escurecimento dos vasos do xilema, provocada pela colonização ou por oxidação e polimerização de compostos fenólicos pelo patógeno (MASSOLA JUNIOR e BEDENDO, 1997). Murcha na parte aérea da planta também pode ser observada em função da obstrução dos vasos do xilema por tiloses, micélio, polissacarídeos e géis. O fluxo de água e nutrientes é interrompido. Este impedimento físico restringe o movimento da água e funciona como barreira natural à invasão sistêmica do patógeno (MACHADO et al., 2005).

A murcha-de-fusário é favorecida por condições de temperatura entre 25 e 32°C, alta umidade do solo, solos com alto teor de areia, com acidez elevada e baixo teor de potássio e fertilidade desequilibrada (CIA e SALGADO, 1997). Segundo Bell et al. (2003), a produção de misturas complexas de toxinas realizada por esse patógeno é de grande importância na ocorrência da murcha-de-fusário. As toxinas exercem papel importante em sua virulência e na agressividade ao hospedeiro. As toxinas produzidas incluem bikaverin, enniatins, ácido fusárico, lycomarasmin, moniliformina, oxysporone, tricotecenos, zearelones, várias naftoquinonas e antraquinonas.

A infecção do patógeno ocorre pelas raízes e a associação com nematóides e ferimentos provocados por tratos culturais levam ao agravamento do problema. A associação com nematóides ocorre principalmente com espécies dos gêneros *Meloidogyne*, *Rotylenchulus* e *Pratylenchus*. Estes patógenos debilitam a planta provocando ferimentos no seu sistema radicular, facilitando a penetração de *F. oxysporum* f. sp. *vasinfectum* (MACHADO, 2009).

Os microconídios são citados como principal responsável pela locomoção interna de *F. oxysporum* f. sp. *vasinfectum* nos vasos do xilema das hospedeiras, favorecendo o progresso da doença dentro da planta. Esses conídios surgem por

brotamento de hifas nas paredes entre as células dos vasos adjacentes. Posteriormente, seguem com o fluxo dos vasos do xilema da planta formando novas colônias do patógeno no interior da planta (SMITH, 2007).

A disseminação do patógeno a curtas distâncias é feita pelo movimento de partículas de solo contaminado, principalmente por meio de máquinas agrícolas, do vento e da água de chuva ou irrigação. A dispersão a longas distâncias ocorre principalmente por meio de sementes infectadas, tanto externa como internamente (MONTEIRO et al., 2000). O fungo *F. oxysporum* f. sp. *vasinfectum* mesmo com uma baixa taxa de transmissão pela semente pode ser de grande importância se essa semente for plantada em solo não contaminado pelo patógeno (MACHADO et al., 2005).

Para o manejo da murcha-de-fusário no quiabeiro, é recomendado utilizar, principalmente, o princípio da exclusão, evitando-se a introdução do patógeno em áreas isentas. Algumas medidas preventivas, que podem ser recomendadas, são o uso de sementes isentas desses fitopatógenos; tratamento das mesmas com fungicidas específicos; evitar plantio em áreas infestadas com o patógeno; rotação de culturas com pastagem ou cereais; e o uso de cultivares resistentes (FILGUEIRA, 2003). Testes preliminares com algumas variedades mostraram que a variedade Chifre de Veado IAC-2313 se comportou como resistente a *F. oxysporum* f. sp. *vasinfectum* (MASSOLA JUNIOR e BEDENDO, 1997).

A utilização de variedades resistentes a doenças vem sendo realizada há muito tempo. Este é considerado o método ideal de controle, devido o seu baixo custo, facilidade de uso, alta eficácia e por ser ecologicamente desejável. Mesmo contendo fatores que impedem ou restringem a sua utilização, as vantagens do uso de variedades resistentes superam, em muito, suas desvantagens (MIZUBUTI e MAFFIA, 2006).

Resistência é conceituada como “a habilidade da planta em suprimir, retardar ou prevenir a entrada ou a subsequente atividade do patógeno (crescimento e desenvolvimento) em seus tecidos”. A interação entre um patógeno e seu hospedeiro é uma luta entre dois organismos pela própria sobrevivência, em que as células vegetais reagem à penetração do fungo através de vários mecanismos estruturais e/ou bioquímicos, procurando se defender do ataque (PASCHOLATTI e LEITE, 1995). A resistência é característica herdável. O nível de resistência de plantas a patógenos varia

de altamente suscetíveis a altamente resistentes ou até mesmo imunes, ou seja, a planta é absolutamente livre de qualquer infecção ou doença (MIZUBUTI e MAFFIA, 2006).

Nas interações planta-patógeno compatíveis, o patógeno é virulento e o hospedeiro suscetível. Já nas interações incompatíveis, o patógeno é avirulento e o hospedeiro resistente. Neste caso o sistema de defesa da planta é eficientemente ativado, o qual conduz à resistência. Porém, nas interações compatíveis, o sistema de defesa é tardiamente ativado ou não ativado, condicionando a doença (RESENDE et al., 2003). Uma interação incompatível pode levar a uma reação de hipersensibilidade (HR). Esta é o resultado da ocorrência de uma série de respostas de defesa da planta, frequentemente resulta em colapso (morte) localizado nas células vegetais, induzida no ponto de infecção causada por patógenos avirulentos (STAKAWICZ et al., 1995).

Os mecanismos de resistência de uma planta podem ser pré-existentes, quando ocorrem na planta antes da chegada do patógeno e de sua penetração ou pós-existentes, quando são ativados após a penetração do patógeno no hospedeiro. Os mecanismos pré-existentes e pós-existentes podem ser estruturais e bioquímicos. Os mecanismos estruturais pré-formados são cutícula, estômatos, pilosidade e vasos condutores; os pós-formados são halos, papilas, lignificação, camadas de cortiça, camada de abscisão e tiloses. Os mecanismos bioquímicos pré-formados são fenóis (catecol e ácido protocatecóico), ácido clorogênico, alcalóides, glicosídeos fenólicos (floridizina e arbutina), glicosídeos cianogênicos e inibidores protéicos; os pós-formados são substâncias produzidas ou ativadas em resposta à presença do patógeno, como as fitoalexinas (MIZUBUTI e MAFFIA, 2006).

A resistência de planta a patógenos pode ser do tipo vertical e horizontal. A vertical é aquela resistência conferida por um ou mais genes, sendo considerada monogênica ou oligogênica, com expressão de um maior número de genes, apresenta resistência a raças específicas e normalmente revela pouca estabilidade (MATIELLO et al., 1997). Segundo Flor (1971), para cada gene que condiciona uma reação de resistência no hospedeiro existe um gene complementar no patógeno que condiciona a avirulência, conhecida como teoria da interação gene a gene, que esclarece o princípio da resistência vertical.

A resistência horizontal apresenta amplo espectro, sendo considerada poligênica, isto é, controlada por muitos genes que não são específicos para resistência a doenças, mas simplesmente genes que ocorrem em plantas saudáveis, regulando os processos normais, os quais combinados expressam a resistência, geralmente durável, não existindo interação diferencial entre as raças do patógeno e as variedades do hospedeiro (SOBROSA, 2001).

Os principais efeitos epidemiológicos resultantes da utilização, tanto da resistência vertical quanto da horizontal, é a redução da quantidade de doença ou inóculo inicial (y_0), ocorrida pela resistência vertical, por não permitir o estabelecimento de determinadas raças do patógeno na planta. Já na resistência horizontal o efeito principal é na redução da taxa de progresso da doença (r). As reações proporcionadas pela resistência vertical e horizontal resultam na alteração de vários eventos da patogênese como a penetração, infecção, colonização e principalmente multiplicação, de modo a desfavorecer o desenvolvimento do patógeno, conseqüentemente, o progresso da doença no campo (MIZUBUTI e MAFFIA, 2006).

De acordo Silva et al. (2010), a resistência à murcha-de-fusário em algodoeiro apresenta-se em algumas cultivares como horizontal e vertical ao passo que outras apresentam apenas resistência vertical ou horizontal. Da mesma forma, para qualquer isolado que se escolha, as cultivares não se alteram quanto a ordem de resistência. Na espécie *Gossypium barbadense*, geralmente a resistência é governada por poucos genes (monogênica) de efeito principal, enquanto em *G. hirsutum* a herança da resistência é mais complexa, sendo governada por vários genes (poligênica) de efeito principal e modificadores (MACHADO, 2008). No caso do quiabeiro são poucas as cultivares e até mesmo acessos resistentes a murcha-de-fusário. Grover e Singh (1970) em seus trabalhos encontraram em 19 acessos de quiabeiro testados, plantas que se apresentaram resistentes e moderadamente resistentes a *F. oxysporum* f. sp. *vasinfectum* o que indica que a herança dessa resistência pode ser do tipo mais complexa, sendo governada por vários genes. No Brasil, a relatos apenas da variedade Chifre de Veado IAC-2313 comportando-se como resistente a essa doença (MASSOLA JUNIOR e BEDENDO, 1997).

No intuito de obter material de quiabeiro resistente a murcha-de-fusário, o presente trabalho teve como objetivo avaliar, em condições de casa de vegetação, uma coleção

de germoplasma de quiabeiro, visando identificar fontes de resistência a isolados brasileiros de *F. oxysporum* f. sp. *vasinfectum* e analisar a estabilidade da resistência de acessos promissores a diferentes isolados do patógeno.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL . FNP. Consultoria e comércio. Anuário da agricultura brasileira. São Paulo, 2008.

ARANHA, S. A. Mosaico do quiabeiro: etiologia, caracterização molecular e biológica e diversidade genética do patógeno. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia), Universidade de Brasília, UnB, 2008. Disponível em: <<http://bdtd.bce.unb.br/>>. Acesso em: 04 de Dezembro de 2010.

ASSIGBETSE, K. B.; FERNANDEZ, D.; DUBOIS, M. P.; GEIGER, J. P. Differentiation of *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* races on cotton by random amplified polymorphic DNA (RAPD) analysis. Phytopathology, v.84, p.622-626, 1994.

BAZÁN, U. B. A. Avaliação de germoplasmas de quiabeiro (*Abelmoschus esculentus*) quanto à resistência ao oídio (*Erysiphe cichoracearum*). Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura), Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Botucatu, 2005. Disponível em: <http://www.fca.unesp.br/pos_graduacao/Teses/>. Acesso em: 04 de Dezembro de 2010.

BEDENDO, I. P. Doenças Vasculares. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Org.). MANUAL DE FITOPATOLOGIA. 3 ed. São Paulo / SP: Agronômica Ceres, 1995, v. 1, p. 838-847.

BELL, A. A.; WHEELER, M. H.; LIU, J.; STIPANOVIC, R. D.; PUCKHABER, L. S.; ORTA, H. United States Department of Agriculture-Agricultural Research Service studies on polyketide toxins of *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum*: potential targets for disease control. Pest Management Science, v.59, p.736-747, 2003.

BROECK, R. V. D.; IACOVINO, G. D.; PARADELA, A. L.; GALLI, M. A. Controle alternativo de oídio (*Erysiphe cichoracearum*) em quiabeiro (*Hibiscus esculentus*). Revista Ecosistema. v.27, n.1;2, p. 23-26, 2002.

CAMARGO, L. de S. As hortaliças e seu cultivo. Campinas: Fundação Cargill, 1981. 321p.

CASTRO, M. M. Qualidade fisiológica de sementes de quiabeiro em função da idade e do repouso pós-colheita dos frutos. 2005. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura), Faculdade de Ciências Agrônomicas, UNESP, Botucatu, 2005. Disponível em: <<http://www.vsdani.com/ppgef/>>. Acesso em: 04 de Dezembro de 2010.

CIA, E.; SALGADO, C. L. Doenças do algodoeiro (*Gossypium spp.*). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Ed.). Manual de Fitopatologia: Doenças das plantas cultivadas. 4. ed, v. 2, São Paulo, Agronômica Ceres, p. 41-52, 1997.

DHANKHAR, B. S.; MISHRA, J. P. Origin, history, and distribution. In: DHANKHAR, B. S.; SINGH, R. (Ed.). Okra Handbook: Global Production, Processing, and Crop Improvement. India: CCS Haryana Agricultural University. p.3-12, 2009.

FERNANDES, M. C. A.; ALMEIDA, O. A.; CUNHA, R.; ROBBS, C. F. Estudos preliminares sobre a sanidade de sementes de quiabeiro procedentes de alguns municípios do estado do Rio de Janeiro. Revista Brasileira de Sementes. v.12, n.2, p.37-43, 1990.

FILGUEIRA, F. A. R. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 2.ed. Viçosa: UFV, 2003. 386p.

FLOR, H. H. Current status of the gene-for-gene concept. Annual Review of Phytopathology, Palo Alto, v. 9, p. 275-296, 1971.

GONÇALVES, G. C. Estudo da viabilidade técnica da produção de quiabo (*Abelmoschus esculentus* L.) e jiló (*Solanum gilo*) em Planaltina-GO. (Conclusão do CURSO DE AGRONOMIA), UPIS, Faculdades Integradas, 2009. Disponível em: <http://www.upis.br/pesquisas/pdf/agronomia/2010_2/>. Acesso em: 4 de Dezembro de 2010.

GROVER, R. K.; SINGH, G. Pathology of wilt of okra (*Abelmoschus esculentus*) caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* (Atk.) Snyder and Hansen, its host range and histopathology. Indian Journal of Agricultural Science. v.40, p.989-996, 1970.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. SIDRA, 2006. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 05 de Dezembro de 2010.

INDEX FUNGORUM, 2011. Disponível em: <<http://www.indexfungorum.org/>>. Acesso em: 14 de Janeiro de 2011.

KOKOPELLI SEED FOUNDATION, 2010 Manual de sementes: quiabo. Disponível em: <http://www.kokopelli-seed-foundation.com/actu/new_news.cgi?id_news=129>. Acesso em: 05 de Dezembro de 2010.

KURAMAE, E.; DE SOUZA, N. Variabilidade genética entre formaes speciales de *Fusarium oxysporum* e raças 1 e 2 de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* através de RAPD e sequências de regiões ITS e rDNA. Acta Scientiarum Agronomy, Brasil, 2008. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/>>. Acesso em: 09 de janeiro de 2011.

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

LOPES, J. C.; PEREIRA, M. D. Avaliação de Tratamentos Utilizados na Superação de Dormência, em Sementes de Quiabo. Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias (CCA-UFES), Departamento de Fitotecnia, 2004. Disponível em: <<http://www.abhorticultura.com.br/Biblioteca/Default.asp?id=3916>>. Acesso em: 04 de Dezembro de 2010.

MACHADO, A. Q.; CASSETARI NETO, D.; GUERRA, W. D. Distribuição, transmissibilidade e controle de *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* em algodoeiro no estado do mato grosso. Relatório técnico do projeto de pesquisa, Centro Universitário UNIVAG, Várzea Grande, 2005. Disponível em: <

http://antigo.facual.org.br/pesquisa/arquivos/Relatorio__Fusar_1121883697.pdf/.

Acesso em: 09 de janeiro de 2011.

MACHADO, L. P. Seleção para resistência à murcha-de-fusário em genótipos de algodoeiro. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia), Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2008.

MACHADO, L. P.; SAMI, J. M.; FALLEIRO, B. A. S.; OLIVEIRA, M. G.; COUTINHO, W. M.; MORELLO, C. L.; SUASSUNA, N. D. Um método simples e rápido de seleção para resistência à murcha-de-fusário em genótipos de algodoeiro. Tropical Plant Pathology., Brasília, v.34, n.1, 2009. Disponível em <<http://www.scielo.br/>>. Acesso em: 17 de janeiro de 2011.

MARTINELLO, G. E.; LEAL, N. R.; PIMENTEL, J. P. Avaliação da resistência de genótipos de quiabeiro à infestação por *Meloidogyne incognita* raça 2 e *M. javanica*. Horticultura Brasileira. v.19, n.2, p.115-117, 2001.

MASSOLA JUNIOR, N. S.; BEDENDO, I. P. Doenças do quiabeiro. In: KIMATI H; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A; REZENDE, J. A. M (Ed.). Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas. São Paulo: Agronômica Ceres. p.571-576, 1997.

MATIELLO, R. R.; SERENO, M. J. C. M.; NETO, J. F. B.; CARVELHO, F. I. F.; TADERKA, I.; PEGORARO, D. G. Variabilidade genética para teor de proteína bruta em grãos de aveia. Ciências Rural, Santa Maria, v. 27, n. 2, 1997 . Disponível em <<http://www.scielo.br/>>. Acesso em: 17 de janeiro de 2011.

MICHEREFF, S. J.; ANDRADE, D. E. G. T.; PERUCH, L. A. M; MENEZES, M. Importância dos patógenos e das doenças radiculares em solos tropicais. In: MICHEREFF, S. J.; ANDRADE, D. E. G. T.; MENEZES, M. (Eds.). Ecologia manejo de patógenos radiculares em solos tropicais. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária, p. 1-18, 2005.

MINAMI, K.; MODOLO, V. A.; ZANIN, A. C. W.; TESSARIOLI NETO, J. Cultura do quiabeiro: técnicas simples para hortaliça resistente ao calor. Piracicaba: ESALQ/DIB, 1997. 36 p. (Série produtor rural, 3).

MIZUBUTI, E. S. G.; MAFFIA, L. A.(Ed.). Introdução a Fitopatologia. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 190p.

MOTA, W. F. da; FINGER, F. L.; CECON, P. R.; SILVA, D. J. H. da; CORRÊA, P. C.; FIRME, L. P.; MIZOBUTSI, G. P. Conservação pós-colheita dos frutos de quatro cultivares de quiabo influenciada por filme PVC e temperatura. Horticultura Brasileira, Brasília, v.21, n.2, 2003.

PASCHOLATTI, S. F., LEITE, B. Hospedeiro: mecanismos de resistência. In: BERGAMIN FILHO, A., KIMATI, H., AMORIN, L. Manual de Fitopatologia. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. Cap. 22, p.417-453.

RESENDE, M. L. V., SALGADO, S. M. L.; CHAVES, Z. M. Espécies ativas de oxigênio na resposta de defesa de plantas a patógenos. Fitopatologia Brasileira. v.28. p.123-130, 2003.

SEDIYAMA, M. A. N.; SANTOS, M. R.; VIDIGAL, S. M.; SALGADO, L. T.; PEDROSA, M. W.; JACOB, L. L. Produtividade e estado nutricional do quiabeiro em função da densidade populacional e do biofertilizante suíno. Bragantia, Campinas, v.68, n.4, p.913-920, 2009.

SETUBAL, J. W.; ZANIN, A. C. W.; SITTOLIN, I. M. Hábito de florescimento do quiabeiro cv. Amarelinho em função da população de plantas. Horticultura Brasileira, v.22, 2004. (Suplemento CD- ROM).

SILVA, V. A.; JULIATTI, F. C.; JULIATTI, F. C.; PENNA, J. C. V. Proposta de estabelecimento de cultivares diferenciadoras em *G. Hirsutum* para raças de fusário do algodoeiro. IV Congresso Brasileiro do Algodão, 2010. Disponível em: <http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/publicacoes/trabalhos_cba4/254.pdf>. Acesso em: 13 de Fevereiro de 2011.

SKOVGAARD, K.; NIRENBERG, H.I.; O'DONNELL, K.; ROSENDAHL, S. Evolution of *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* Races inferred from multigene genealogies. Phytopathology, v. 91, n.12, p. 1231-1237, 2001.

SMITH, S. N. An Overview of Ecological and Habitat Aspects in the Genus *Fusarium* with Special Emphasis on the Soil-Borne Pathogenic Forms. Plant Pathology Bulletin. V.16, p.97-120, 2007.

SOBRAL, M. F. Fontes de matéria orgânica e seus efeitos na severidade da murcha-de-fusário do caupi. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia), Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2008. Disponível em:< <http://www.pgfitopat.ufrpe.br/>>. Acesso em: 09 de janeiro de 2011.

SOBROSA, R. C. Variabilidade genética de *acacia mearnsii* de wild. Quanto à resistência ao complexo de fungos causadores de gomose. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), 2001. Disponível em: <<http://www.vsdani.com/ppgef/tesesdissertacoes/>>. Acesso em: 16 de Janeiro de 2011.

SOUZA, L. T. Reação de genótipos de tomateiro às raças 2 e 3 de *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici*. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia), Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2009.

STASKAWICZ, B. J., AUSUBEL, F. M., BAKER, B. J., ELLIS, J.G.; JONES, J.D.G. Molecular genetics of plant disease resistance. Science. v.268, p.661-67, 1995.

VERAS, M. S.; SILVA, A. C. Controle biológico como alternativa para a agricultura familiar no Maranhão: efeito supressor de fitopatógeno. Revista Brasileira Agroecologica. v.2, n.1, 2007.

MONTEIRO, A. J. A.; COSTA, H.; ZAMBOLIM, L. Doenças do quiabeiro. In: ZAMBOLIM, L.; VALE. F. X.; COSTA, H. (Eds.). Controle de doenças de plantas: Hortaliças. Viçosa: UFV, v.2, p. 677-693, 2000.

Capítulo II

Identificação de acessos de quiabeiro resistentes à murcha-de-fusário (*Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum*)

1 **Identificação de acessos de quiabeiro resistentes à murcha-de-fusário**

2 *(Fusarium oxysporum f. sp. vasinfectum)*

3
4 **Frederick M Aguiar¹; Sami J Michereff¹, Leonardo S Boiteux²; Ailton Reis²;**

5
6 ¹UFRPE, Depto. Agronomia - Fitossanidade, Av. Dom Manoel de Medeiros, s/n,
7 52171-900 Recife-PE, Brasil; ²Embrapa Hortaliças, 70359-970, Brasília-DF, Brasil; E-
8 mail: <ailton@cnph.embrapa.br>

9 10 **RESUMO**

11 Dentre os problemas fitossanitários que ocorrem nas áreas cultivadas com o quiabeiro, a
12 murcha-de-fusário, causada pelo fungo *Fusarium oxysporum f. sp. vasinfectum* (FOV) é
13 uma das mais importantes por proporcionar grandes perdas na produção. Este trabalho
14 objetivou avaliar, em condições de casa de vegetação, a cultivar comercial Santa Cruz
15 47 e uma coleção de 53 acessos de quiabeiro, visando identificar fontes de resistência a
16 FOV e analisar a estabilidade da resistência de acessos promissores a diferentes isolados
17 do patógeno. Na primeira etapa do trabalho uma triagem preliminar foi conduzida
18 utilizando um único isolado de FOV identificado como Fus-194. Em uma segunda
19 etapa, trinta e dois acessos obtidos na primeira etapa, foram reavaliados para resistência
20 ao FOV utilizando dois isolados (Fus-194 e Fus-201), em duas épocas do ano. A
21 inoculação foi realizada em mudas com 21 dias após semeadura (DAS), pela imersão
22 das raízes em suspensão de conídios (1×10^6 conídios/mL) do patógeno. A avaliação da
23 severidade da doença foi realizada após aparecimento dos sintomas, por meio da escala
24 de notas. As notas foram transformadas em índice de doença (ID) e agrupadas em
25 classes de acordo com a reação da doença. Na segunda etapa do trabalho realizado no
26 mês de agosto de 2010 (temperatura média de 19,8°C), dos 32 acessos avaliados, 12
27 (37%) foram considerados altamente resistentes a medianamente resistentes ao Fus-194.

28 Para o isolado Fus-201 apenas 28% foram classificados dentro dessas duas classes. No
29 ensaio realizado no mês de outubro (temperatura média de 25°C) referente à segunda
30 etapa desse trabalho, 72% dos acessos foram considerados medianamente a altamente
31 resistentes ao Fus-194. Neste ensaio, 32% dos acessos foram resistentes ao isolado Fus-
32 201. Os resultados demonstraram uma maior agressividade do isolado Fus-201 em
33 relação ao isolado Fus-194. Os níveis de agressividade dos isolados testados foram
34 maiores no ensaio realizado no mês de agosto do que em outubro. Os acessos BR-2399,
35 BR-1449 e a cultivar Santa Cruz 47 apresentaram resistência estável aos dois isolados
36 do patógeno tanto na etapa preliminar, quanto nas duas épocas de avaliação da segunda
37 etapa do trabalho.

38

39 **Palavras-chave:** Quiabeiro, *Abelmoschus esculentus*, murcha-de-fusário, *Fusarium*
40 *oxysporum* f. sp. *vasinfectum* e resistência genética.

41

42

ABSTRACT

43 **Identification of okra accessions with resistance to *Fusarium* wilt**

44 *Fusarium* wilt (caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* – FOV) is one of the
45 major field diseases of okra in tropical areas. In the present work, 53 okra accessions
46 and the commercial cultivar Santa Cruz 47 were evaluated aiming to identify sources of
47 resistance to Brazilian FOV isolates and to study the resistance stability of the selected
48 accessions to different pathogen isolates. An initial screening was carried out with only
49 one FOV isolate (Fus-194). In the second assay, thirty-three accessions identified in the
50 first screening were re-evaluated in two assays (in two different seasons) using two
51 FOV isolates (Fus-194 and Fus-201). The resistance evaluation was carried out with 21
52 day-old plantlets, using the root-dipping inoculation procedure, utilizing a spore

53 suspension of 1×10^6 conidia/mL. The evaluation was done using a disease severity
54 grade system with grades ranging from 0 to 4. These grades were used to generate a
55 disease index that was employed for clustering the accessions according to their reaction
56 to FOV. In the evaluation carried out in August (average temperature of 19,8°C) only 12
57 out of the 32 accessions (i.e. 37%) were rated as having high to intermediate resistant
58 response to Fus-194 isolate. Only 28% of the accessions were classified within the high
59 to intermediate resistance cluster when using the Fus-201 isolate. In the assay carried
60 out in October (higher temperatures) 72% of the accessions were classified as resistant
61 and intermediate resistant to Fus-194 isolate, whereas 32% were resistant to isolate Fus-
62 201. Our results indicated that the Fus-201 isolate was more aggressive than Fus-194.
63 Comparative analysis of the assays indicated that the overall aggressiveness of the
64 isolates was higher in August than in October assay. The accessions BR-2399 and BR-
65 1449 as well as the commercial cultivar Santa Cruz 47 were the most promising
66 accessions displaying higher levels of stable resistance against the two Brazilian FOV
67 isolates.

68

69 **Key-words:** okra, *Abelmoschus esculentus*, Fusarium wilt, *Fusarium oxysporum* f. sp.
70 *vasinfectum*; genetic resistance, breeding.

71

72 INTRODUÇÃO

73 O quiabo (*Abelmoschus esculentus*) é uma hortaliça-fruto produzida pelo
74 quiabeiro, espécie que pertence à família *Malvaceae*. Essa hortaliça é provavelmente
75 originária do continente africano (Torres et al., 1998). É um arbusto anual, de haste
76 vigorosa, semi-fibrosa, ciclo vegetativo rápido, fácil cultivo e alta rentabilidade
77 (Filgueira, 2003). Esta é muito popular em regiões de clima tropical e subtropical,

78 devido à sua rusticidade e, principalmente, à tolerância ao calor, além de não exigir
79 grande tecnologia para seu cultivo. O fruto é uma importante fonte de vitaminas e sais
80 minerais, tão carentes na dieta dos países em desenvolvimento (Oliveira et al., 2003).

81 No Brasil, o quiabeiro encontra condições climáticas favoráveis ao seu cultivo,
82 especialmente no Nordeste, Centro Oeste e Sudeste. É produzida principalmente por
83 pequenos produtores, constituindo-se, em alguns casos, na principal fonte de renda
84 familiar (Lopes, 2007). No Sudeste, o estado de Minas Gerais se destaca, com um
85 volume de comercialização de 13.130 toneladas do produto em 2009 na CEASA de
86 Contagem-MG (CEASA/MG, 2010). No Nordeste, a Bahia destaca-se com volume de
87 comercialização de 101,4 t do produto em dezembro de 2010 no mercado atacadista
88 (EBAL, 2010).

89 Apesar da importância econômica do quiabo nas regiões produtoras, onde o
90 cultivo intensivo ocorre durante décadas, tem se observado uma redução na área
91 cultivada e na produtividade. Isto se deve ao manejo inadequado realizado pelos
92 produtores e, também, a problemas causados por bactérias, nematóides, vírus e fungos
93 (Veras; Silva, 2007).

94 Entre os problemas fitossanitários mais frequentes na cultura do quiabeiro,
95 encontra-se a murcha-de-fusário, causada pelo fungo *Fusarium oxysporum* f. sp.
96 *vasinfectum* (Atk) Snyder & Hansen. A doença é responsável por grandes perdas de
97 produção nas áreas de cultivo desta hortaliça (Silva et al., 2007a). O patógeno também
98 causa a murcha-de-fusário do algodoeiro, sendo também uma das principais doenças
99 desta cultura (Cia; Salgado, 1997).

100 O gênero *Fusarium* compreende espécies habitantes do solo e de substratos
101 orgânicos, estando amplamente distribuído em áreas tropicais e subtropicais do mundo
102 (Burgess, 1981). No Brasil, a primeira constatação de *F. oxysporum* f. sp. *vasinfectum*,

103 foi feita em 1935, em material de algodão da variedade ‘Texas’ proveniente da Estação
104 Experimental da Alagoinha, Paraíba (Silva et al., 2007b). Não existem referências
105 precisas sobre o primeiro relato dessa doença em quiabeiro no Brasil.

106 Em áreas cultivadas com o quiabeiro a presença desse patógeno pode acarretar
107 doença com distribuição espacial geralmente em reboleiras. As plantas atacadas
108 apresentam podridões de raízes, murchas, com folhas amareladas e escurecimento dos
109 vasos; podendo ocorrer um intenso desfolhamento, e, num estágio mais avançado, a
110 morte da planta (Massola Junior e Bedendo, 1997). O agente da murcha-de-fusário
111 sobrevive em outras hospedeiras e em restos culturais. No solo pode permanecer por
112 períodos superiores a 12 anos, devido a formação de estrutura de resistência
113 denominada clamidósporo, o que dificulta bastante o estabelecimento de um efetivo
114 método de controle químico e/ou cultural do patógeno (Edel et al., 1997).

115 Devido ao difícil controle, o manejo da murcha-de-fusário tem sido realizado
116 principalmente por meio do princípio da exclusão, evitando-se a introdução do patógeno
117 em áreas isentas. Outras medidas de controle a serem utilizadas são a rotação de
118 culturas, a utilização de sementes tratadas com fungicidas e o uso de cultivares
119 resistentes (Machado, 2008).

120 No Brasil, atualmente, cerca de 80% das lavouras de quiabo são da cultivar ‘Santa
121 Cruz 47’. No entanto, nada se sabe sobre o nível de resistência dessa variedade à
122 murcha-de-fusário. Além disso, em razão da constante liberação de novas cultivares por
123 programas de melhoramento genético, se faz necessária a avaliação e a constante
124 caracterização de novos acessos resistentes a patógenos de relevância econômica para a
125 cultura do quiabeiro, incluindo a murcha-de-fusário.

126 Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar, em condições de
127 casa de vegetação, uma coleção de germoplasma de quiabeiro, visando identificar fontes

128 de resistência a isolados brasileiros de *F. oxysporum* f. sp. *vasinfectum* e analisar a
129 estabilidade da resistência de acessos promissores a diferentes isolados do patógeno.

130

131 MATERIAL E MÉTODOS

132

133 Todas as atividades relacionadas à seleção dos acessos de quiabeiro resistentes à
134 murcha-de-fusário foram conduzidas no Laboratório de Fitopatologia e casas de
135 vegetação da Embrapa Hortaliças (CNPH), em Brasília-DF.

136

137 **Seleção preliminar de acessos de quiabeiro resistentes a *Fusarium oxysporum* f. sp.**

138 *vasinfectum* – Em uma etapa preliminar, realizada no mês de março de 2010, 53
139 acessos de quiabeiro foram avaliados para identificar fontes de resistência a *F.*
140 *oxysporum* f. sp. *vasinfectum*. Deste total, 50 acessos foram oriundos do banco de
141 germoplasma da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (Cenargen) e três do
142 banco de germoplasma da Embrapa Hortaliças (CNPH-001; CNPH-055 e CNPH-056).
143 Adicionalmente, avaliou-se a resistência da cultivar comercial Santa Cruz 47, que é a
144 mais cultivada no país. Nesse ensaio foi utilizado apenas o isolado Fus-194 de *F.*
145 *oxysporum* f. sp. *vasinfectum*, pertencente à micoteca do Laboratório de Fitopatologia
146 da Embrapa Hortaliças, o qual foi obtido de plantas de quiabo cultivadas no estado do
147 Maranhão.

148 Antes do semeio, as sementes foram imersas em álcool etílico (92,8° GL) por 60
149 minutos, visando quebrar a dormência. Após esse período elas foram lavadas em água
150 corrente e o excesso de umidade foi removido com o auxílio de papel toalha. No
151 preparo das mudas, o semeio foi realizado em bandejas de isopor com 128 células
152 preenchidas com substrato Plantmax[®], colocando uma semente por célula, num total de

153 60 sementes por acesso. Essas bandejas foram mantidas em casa de vegetação por
154 aproximadamente 21 dias após semeadura (DAS), ou seja, com mudas apresentando
155 dois pares de folhas plenamente expandidas.

156

157 **Preparo do inóculo e inoculação** – Essa etapa teve início com a recuperação do fungo
158 preservado em água (Castellani, 1939), para placas de Petri com meio de cultura batata-
159 dextrose-ágar (BDA) (Menezes; Silva-Hanlin, 1997). Após sete dias de incubação em
160 incubadora tipo B.O.D, três discos (5 mm de diâmetro cada) de meio de cultura
161 contendo estrutura reprodutiva do patógeno foram retirados das placas e transferidos
162 para frascos de Erlenmeyers contendo 150 mL de meio de cultura batata-dextrose (BD)
163 (Menezes; Silva-Hanlin, 1997). O fungo foi incubado por um período de sete dias, sob
164 condições ambiente de laboratório (20 a 28°C) com agitação mecânica constante.
165 Decorridos os sete dias de incubação foi realizado em laboratório o preparo da
166 suspensão de conídios do patógeno. A suspensão em BD, contendo uma alta
167 concentração de conídios do patógeno foi homogeneizada por agitação manual e
168 posteriormente filtrada com o auxílio de gaze esterilizada. A concentração de conídios
169 existentes na suspensão foi aferida em câmara de Neubauer e posteriormente ajustada
170 para 1×10^6 conídios/mL.

171 Na inoculação, as mudas já formadas com dois pares de folhas totalmente
172 expandidas foram removidas das bandejas e submetidas à lavagem para remoção do
173 substrato aderido às raízes. Posteriormente, as raízes foram cortadas com o auxílio de
174 uma tesoura esterilizada, aproximadamente 5 cm do caule e, em seguida, imersas por
175 dois minutos na suspensão de conídios. Após esse tempo, as mudas inoculadas foram
176 transplantadas para vasos plásticos contendo 2 kg de substrato esterilizado (100 L de
177 solo; 200 g de adubo super simples; 100 g de calcário; 40 g de sulfato amônio e 20 L de

178 casca de arroz). Após o transplante, adicionou-se 5 mL da suspensão de conídios ao solo
179 em torno do caule de cada planta, sendo quatro plantas por vaso. Plantas testemunha
180 receberam o mesmo tratamento de lavagem e corte de raízes, porém foram imersas
181 somente em água.

182 Posteriormente à realização da inoculação e transplante das mudas, os vasos
183 foram mantidos em casa de vegetação até a expressão dos sintomas aparentes. O
184 delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 54 tratamentos e três
185 repetições. Cada parcela foi representada por um vaso com quatro plantas. A avaliação
186 foi realizada após nove dias da inoculação, quando apareceram os sintomas externos
187 (amarelecimento, murcha e queda de folhas) e internos (escurecimento vascular). Os
188 sintomas internos foram observados após corte longitudinal do caule das plantas, com
189 auxílio de um estilete.

190

191 **Sistema de avaliação** – Para avaliação da severidade da doença utilizou-se uma escala
192 ordinal, adaptada de Reis et al. (2004), com notas variando de 0 a 4 onde: 0 = plantas
193 sem sintomas; 1 = plantas sem sintomas de murcha ou amarelecimento, mas com
194 escurecimento vascular; 2 = plantas com escurecimento vascular intenso e com início de
195 murcha ou amarelecimento foliar; 3 = plantas com murchas intensas, associadas com
196 amarelecimento e queda foliar; 4 = plantas mortas. A partir das notas obtidas na
197 avaliação por escala ordinal, foram calculados os índices de doença (ID) através da
198 fórmula de McKinney's (McKinney, 1923), onde $ID (\%) = 100 \cdot \Sigma[(f \cdot v) / (n \cdot x)]$, tal que ID
199 - índice de doença; f - número de plantas com a mesma nota; v = nota observada; n =
200 número total de plantas avaliadas e x = nota máxima da escala. Esses índices foram
201 agrupados em classes de reação da doença, utilizando-se a média resultante para cada
202 acesso: 0,00% = semelhante a uma resposta do tipo imunidade (SI); 0,01-25,00% =

203 altamente resistente (AR); 25,01-50,00% = medianamente resistente (MR); 50,01-
204 75,00% = medianamente suscetível (MS); 75,01-100,00% = altamente suscetível (AS),
205 adaptada de (Reis et al., 2004). Com os dados de ID foi realizada a análise de variância
206 e comparação de médias pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade,
207 através do programa SISVAR.

208

209 **Avaliação da estabilidade da resistência de acessos promissores de quiabeiro a dois**
210 **isolados de *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum*** – Trinta acessos considerados
211 altamente resistente (AR) e medianamente resistente (MR), mais dois acessos altamente
212 suscetível (AS) selecionados na etapa de seleção preliminar, foram reavaliados quanto à
213 resistência aos isolados Fus-194 e Fus-201, pertencentes à micoteca do Laboratório de
214 Fitopatologia da Embrapa Hortaliças. O isolado Fus-201 foi obtido de plantas de
215 quiabeiro cultivadas no estado de Pernambuco. Esse ensaio foi realizado no mês de
216 agosto de 2010, referente à primeira época da etapa de avaliação da estabilidade da
217 resistência dos acessos de quiabeiro. A produção das mudas, o preparo do inóculo, a
218 inoculação e a avaliação, foram realizadas seguindo a mesma metodologia descrita no
219 ensaio anterior. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em arranjo
220 fatorial 32 (acessos de quiabeiro) x dois (isolados do patógeno), com três repetições.
221 Cada repetição foi constituída de um vaso com quatro plantas. A avaliação foi realizada
222 12 dias após a inoculação das plantas e com os dados de severidade também foram
223 calculados os IDs. Os dados de ID foram submetidos à análise de variância e as médias
224 comparadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade, através do
225 programa SISVAR. Um terceiro ensaio foi realizado no mês de outubro de 2010,
226 referente à segunda época da etapa de avaliação da estabilidade da resistência, sendo
227 utilizando os mesmos acessos e mesma metodologia descrita no ensaio anterior, com o

228 objetivo de averiguar a reprodutibilidade dos resultados.

229

230

RESULTADOS E DISCUSSÃO

231

232 Na avaliação preliminar realizada no mês de março de 2010 com temperatura
233 média de 22,70°C, dos 54 acessos de quiabeiro avaliados 21 (38,89%), apresentaram
234 uma reação de suscetibilidade (MS+AS) ao patógeno (Tabela 1). Desses, cinco acessos
235 foram considerados altamente suscetíveis, com ID variando de 77,08 a 85,42%. Esse
236 resultado confirmou a elevada agressividade às plantas de quiabeiro do isolado Fus-194.
237 Os resultados obtidos foram similares aos níveis de agressividade (76,5 a 100%)
238 reportados por Drame (2004) em cultivares de quiabeiro após inoculação com cinco
239 isolados de *F. oxysporum* f. sp. *vasinfectum*.

240 Apesar da alta agressividade apresentada pelo isolado Fus-194, 33 (61,11%) dos
241 acessos avaliados apresentaram níveis de intermediária a elevada resistência (MR+AR),
242 representando, portanto, promissoras fontes de resistência à murcha-de-fusário (Tabela
243 1). Trinta acessos desse subgrupo formado foram selecionados para posterior análise da
244 estabilidade da resistência. Nesse ensaio, nenhum acesso apresentou reação do tipo
245 imunidade à murcha-de-fusário. No entanto, o acesso BR-1970 e a cultivar Santa Cruz
246 47 foram considerados altamente resistentes à doença, com ID de 22,92 e 25%
247 respectivamente (Tabela 1). Até o momento existem apenas registros de resistência de
248 Santa Cruz 47 ao fungo *Verticillium dahliae* (murcha-de-verticílio) (Filgueira, 2003).
249 Desta forma, esse é, o primeiro relato de resistência da cultivar Santa Cruz 47 a murcha-
250 de-fusário. Essa informação é de grande importância, uma vez que a cultivar Santa Cruz
251 47, que apresenta excelentes características agrônômicas, comerciais e ampla
252 adaptabilidade, apresenta genes de resistência contra duas das mais limitantes doenças

253 de solo. Neste sentido, Santa Cruz 47 representa um dos germoplasmas de maior
254 interesse para o melhoramento genético nas condições brasileiras.

255 A ausência de uma metodologia específica para avaliação e análise da reação de
256 acessos de quiabeiro à murcha-de-fusário levou à utilização, no presente trabalho, da
257 estratégia de agrupamento em classes de reação à doença como utilizada por Reis et al.
258 (2004) em avaliações da resistência de acessos de tomateiro à murcha-de-fusário. Com
259 os resultados obtidos, foi possível observar que esta metodologia de classificação
260 também pode ser utilizada para a cultura do quiabeiro. Plantas classificadas como
261 medianamente resistentes e altamente resistentes, diferiram significativamente (Tabela
262 1) das plantas consideradas medianamente suscetíveis e altamente suscetíveis, conforme
263 teste de Scott-Knott (5% de probabilidade). As classes fenotípicas de resistência
264 apresentaram bom ajuste aos agrupamentos de acessos obtidos utilizando-se o teste de
265 Scott & Knott a 5%.

266 No ensaio do mês de agosto de 2010, referente à primeira época de avaliação da
267 estabilidade da resistência, dos 32 acessos avaliados, três (9%) foram classificados
268 como altamente resistentes e nove (28%) como medianamente resistente ao isolado Fus-
269 194. Quatorze (44%) acessos foram considerados medianamente suscetíveis e seis
270 (19%) altamente suscetíveis (Figura 1). Com relação ao isolado Fus-201, apenas um
271 (3%) acesso foi classificado como altamente resistente, oito (25%) acessos foram
272 classificados como medianamente resistentes, 12 (38%) acessos foram classificados
273 como medianamente suscetíveis e 11 (34%) como altamente suscetíveis (Figura 1).
274 Embora tenha sido observada uma percentagem alta de acessos medianamente
275 suscetíveis (44%) ao Fus-194, quando somados os acessos medianamente e altamente
276 suscetíveis (MS + AS), o total de acessos suscetíveis a esse isolado foi de 63% (Figura
277 1). A observação comparativa dos dois isolados indicou Fus-201 como sendo mais

278 agressivo. Esse isolado induziu uma resposta medianamente e altamente suscetível (MS
279 + AS) em 23 (72%) dos acessos (Figura 1). Nesse ensaio, para o isolado Fus 194
280 novamente foi possível separar os acessos nas mesmas classes de resistência propostas
281 anteriormente. Entretanto, as classes de resistência não se ajustaram perfeitamente à
282 separação dos genótipos feita pelo teste de Scott & Knott a 5% (Tabela 2). Neste caso, o
283 teste agrupou os genótipos em duas classes A e B, onde a primeira englobaria as classes
284 altamente resistentes e medianamente resistentes e a segunda as outras duas classes. No
285 entanto, no caso do isolado Fus-201, foi observado que, para alguns acessos, não houve
286 um perfeito ajuste. Esse resultado pode ser muito provavelmente explicado pela alta
287 agressividade apresentada por este isolado. Outra possibilidade é o efeito de fatores
288 ambientais na expressão da doença, já que a resistência parece ser poligênica
289 (horizontal).

290 Na segunda época de avaliação da estabilidade da resistência realizada no mês de
291 outubro de 2010, onde foram reavaliados os mesmos 32 acessos de quiabeiro do ensaio
292 anterior, dezesseis, ou seja, 50% dos acessos avaliados foram classificados como
293 medianamente resistentes ao isolado Fus-194, e sete (22%) como altamente resistentes.
294 Oito acessos (25%) foram considerados medianamente suscetíveis e somente um (3%)
295 comportou-se como altamente suscetível (Figura 2). Para o isolado Fus-201, nove
296 (29%) acessos foram classificados como medianamente resistente e um (3%) como
297 altamente resistente. Dezenove (59%) dos acessos testados se apresentaram como
298 medianamente suscetíveis e três (9%) como altamente suscetíveis (Figura 2). Neste
299 experimento, o teste de Scott-Knott também separou os acessos em duas classes de
300 resistência para ambos os isolados, com variação entre os mesmos (Tabela 2).
301 Entretanto, não houve nenhuma correlação entre as classes de resistência evidenciadas
302 pelo teste estatístico e as classes de resistência propostas anteriormente. Estes resultados

303 confirmam a maior agressividade do isolado Fus-201, oriundo do estado de
304 Pernambuco, em relação ao isolado Fus-194, oriundo do Maranhão, evidenciado pela
305 classificação dos acessos nas classes de resistência (Figuras 1 e 2). Foi também
306 constatado nesses dois ensaios que nenhum acesso testado apresentou reação
307 semelhante à imune aos isolados do patógeno. Assim, conclui-se que esses acessos não
308 possuem resistência do tipo vertical a estes isolados, pois geralmente essa resistência
309 manifesta-se conferindo à planta que a possui imunidade contra determinado patógeno,
310 sendo um efeito tipicamente qualitativo (Lucena, 2007).

311 Em observação comparativa dos dois ensaios conduzidos em diferentes meses do
312 ano, foi possível observar que no ensaio do mês de agosto a agressividade dos isolados
313 Fus -194 e Fus-201 aos acessos testados foi maior que no ensaio realizado no mês de
314 outubro (Figuras 1 e 2). Quando inoculados com o Fus-194, 37% dos acessos foram
315 resistentes (AR + MR) no primeiro ensaio, já no segundo ensaio 72% foram
316 considerados resistentes, sendo 95% a mais de acessos resistentes no ensaio de outubro
317 (Figuras 1 e 2). Quando inoculado com o isolado Fus-201, a diferença não foi tão
318 marcante. No entanto, a diferença nos níveis de resistência devido à época de realização
319 do ensaio ocorreu com 28% dos acessos resistentes no mês de agosto para 32% no mês
320 de outubro (Figuras 1 e 2). Isso pode ser explicado pela diferença de temperatura
321 ocorrida na época dos ensaios, ou seja devido a um efeito do ambiente, o que é comum
322 no caso de resistência quantitativa (horizontal). Durante o segundo ensaio (agosto de
323 2010), a média da temperatura máxima foi de 28,02 e da mínima de 11,7 °C, com média
324 de 19,8 °C. No mês de outubro a média máxima foi de 32,4 e a mínima de 17,7 °C, com
325 média de 25°C. Segundo Filgueira (2003), o quiabeiro é uma planta intolerante ao frio,
326 com faixa ótima de temperatura entre 20 a 30 °C. Dessa forma, a mais alta
327 agressividade apresentada pelos isolados no mês de agosto pode ser justificada, entre

328 outros fatores, pela condição de temperatura desfavorável aos acessos de quiabeiro,
329 aumentando a pré-disposição dos mesmos à doença.

330 Na estabilidade da resistência dos acessos testados no ensaio do mês de agosto,
331 pôde-se verificar que não ocorreu correlação dos resultados de quatro (12,5%) acessos
332 em relação aos dois isolados de *F. oxysporum* f. sp. *vasinfectum*. Os acessos BR-2429,
333 BR-2534 e BR-3034 foram considerados resistentes ao isolado Fus-194 e suscetíveis ao
334 Fus-201, enquanto que o acesso BR-1325 foi suscetível ao Fus-194 e resistente ao Fus-
335 201. Os acessos BR-1635, BR-2372, BR-1449, BR-2186, BR-2399, BR-2402, BR-
336 1996, BR-2917 e a cultivar Santa Cruz 47 foram resistentes aos dois isolados (Tabela
337 2). Essa observação está de acordo com base conceitual da resistência quantitativa, onde
338 variáveis níveis de efetividade da resistência são observados contra distintas variantes
339 do patógeno (Miranda et al., 2010).

340 No ensaio realizado no mês de outubro as respostas de nove acessos (28,12%) não
341 apresentaram correlação dos resultados em relação aos dois isolados do patógeno. Os
342 acessos BR-2402, BR-1121, BR-1716, BR-1325, BR-1635, BR-1872, BR-2372 e
343 CNPH-56 foram considerados resistentes ao isolado Fus-194 e suscetíveis ao Fus-201,
344 enquanto o acesso BR-2488 foi suscetíveis ao Fus-194 e resistentes ao Fus-201 (Tabela
345 2). Todavia, os acessos BR-2194, BR-825, BR-2399, BR-1198, BR-1449, BR-2534,
346 BR-1490 e a cultivar Santa Cruz 47 foram significativamente resistentes aos dois
347 isolados (Tabela 2).

348 Dos 54 acessos inoculados apenas os acessos BR-2399, BR-1449 e a cultivar
349 Santa Cruz 47 apresentaram resistência aos isolados do patógeno nas três épocas de
350 inoculação. Esses resultados indicam que esses três materiais genéticos representam
351 promissoras fontes de resistência estável e durável à murcha-de-fusário. Os acessos BR-
352 2399 e BR-1449 podem ser futuramente utilizados em programas de melhoramento

353 genético e também avaliados em campo visando observar suas características
354 agronômicas e seu potencial de mercado. Em relação a cultivar Santa Cruz 47 esses
355 últimos resultados vêm a confirmar sua resistência aos isolados de *F. oxysporum* f. sp.
356 *vasinfectum* oriundos de áreas cultivadas com quiabeiro dos estados do Maranhão e
357 Pernambuco.

358 A cultivar Santa Cruz 47 tem sido utilizada por cerca de quatro décadas no país
359 (Sudo et al., 1974), sem que houvesse uma significativa substituição por cultivares mais
360 modernas. A variedade Santa Cruz 47 também é resistente à murcha-de-verticílio
361 (Filgueira, 2003) e apresenta resistência de campo ao mosaico do quiabeiro causado por
362 espécies de begomovírus (Nagai, 1993). Dessa forma, a resistência à murcha-de-fusário,
363 aliada a esse conjunto de características agronômicas, podem ser os principais fatores
364 que explicam a ampla adaptabilidade, rusticidade e o sucesso comercial dessa variedade
365 no Brasil.

366

367

AGRADECIMENTOS

368 Ao CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo
369 apoio financeiro.

370

371

REFERÊNCIAS

372

373 BURGUESS LW. 1981. General ecology of the fusaria. In: NELSON PE; TOUSSON
374 TA; COOK RJ. (Eds). Fusarium disease, biology and taxonomy. University
375 Park/London: Pennsylvania University Press, p. 225-235.

376 CASTELLANI, A. 1939. Viability of some pathogenic fungi in distilled water. Journal
377 of Tropical Medicine and Hygiene, 42:225.

- 378 CEASA/MG - CENTRAL DE ABASTECIMENTO DE MINAS GERAIS S/A. 2010,
379 28 de abril de 2010. Informações de Mercado. Disponível em
380 http://www.ceasaminas.com.br/informacoes_mercado.asp/
- 381 CIA E; SALGADO CL. 1997. Doenças do algodoeiro (*Gossypium* spp.). In: Kimati, H.;
382 Amorim, L.; Rezende, J. A. M.; Bergamin Filho, A.; Camargo, L. E. A. (eds.).
383 Manual de Fitopatologia: Doenças das plantas cultivadas. 4. ed, v. 2, São Paulo,
384 Agronômica Ceres, p. 41-52.
- 385 DRAME A. 2004. Pathogenie comparee de quelques souches de *Fusarium oxysporum* f.
386 sp. *vasinfectum* atk. , agent de la fusariose du gombo (*Abelmoschus esculentus* L.)
387 Au Senegal. Agronomie Africaine Vol. 16 (2). p. 33-38. Disponível em
388 <http://www.ajol.info/index.php/aga/article/view/1645/>. Acessado em 28 de abril de
389 2010.
- 390 EBAL - EMPRESA BAIANA DE ALIMENTOS. 2010, 19 de Maio. Boletim Mensal.
391 Disponível em <http://www.ebal.ba.gov.br/novagestao/>
- 392 EDEL V; STEINBERG C; GAUTHERON N; ALABOUVETTE C. 1997. Populations
393 of non pathogenic *Fusarium oxysporum* associated with roots of four plant species
394 compared to soilborne populations. Phytopathology, St. Paul, v. 87, p. 693-697.
- 395 FILGUEIRA FAR. 2003. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na
396 produção e comercialização de hortaliças. 2.ed. Viçosa: UFV. 386p.
- 397 LOPES AWP. 2007. Doses e épocas de adubação nitrogenada e poda apical na
398 produção e qualidade das sementes de quiabeiro. Dissertação (mestrado) -
399 Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira.
400 Especialidade: Sistemas de Produção. Disponível em
401 <http://www.ppga.feis.unesp.br/dissertacoes2007/antonio2007.pdf>. Acessado em 28
402 de abril de 2010.

- 403 LUCENA, V. S. 2007. Caracterização da resistência do algodoeiro a *Ramularia areola* e
404 variabilidade molecular do patógeno. Dissertação (Mestrado em Genética e
405 Biologia Molecular) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Disponível
406 em [http://bdtd.bczm.ufrn.br/tesesimplificado/tde_arquivos/31/TDE-2007-07-](http://bdtd.bczm.ufrn.br/tesesimplificado/tde_arquivos/31/TDE-2007-07-16T033048Z-764/Publico/ValeskaSL.pdf)
407 [16T033048Z-764/Publico/ValeskaSL.pdf](http://bdtd.bczm.ufrn.br/tesesimplificado/tde_arquivos/31/TDE-2007-07-16T033048Z-764/Publico/ValeskaSL.pdf). Acessado em 05 de Fevereiro de 2010.
- 408 MACHADO LP. 2008. Seleção para resistência à murcha-de-fusário em genótipos de
409 algodoeiro. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal Rural
410 de Pernambuco. Disponível em <http://www.pgfitopat.ufrpe.br/>. Acessado em 28 de
411 abril de 2010.
- 412 MASSOLA JUNIOR NS; BEDENDO IP. 1997. Doenças do quiabeiro. In: KIMATI H;
413 AMORIM L; BERGAMIN FILHO A; CAMARGO LEA; REZENDE JAM (Ed.).
414 Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas. São Paulo: Agronômica
415 Ceres. p. 571-576.
- 416 McKINNEY HH. 1923. Influence of soil temperature and moisture on infection of
417 wheat seedlings by *Helminthosporium sativum*. *Journal of Agricultural Research*
418 26: 195-218.
- 419 MENEZES M; SILVA-HANLIN DMW. 1997. Guia prático para fungos
420 fitopatogênicos. Recife: UFRPE Imprensa Universitária. 106p.
- 421 MIRANDA BEC; BOITEUX LS; CRUZ EM; REIS A. 2010. Fontes de resistência em
422 acessos de *Solanum* (secção *Lycopersicon*) a *Verticillium dahliae* raças 1 e 2.
423 *Horticultura Brasileira* 28: 458-465.
- 424 NAGAI H. 1993. O melhoramento de plantas no Instituto Agronômico. Instituto
425 Agronômico, Campinas, SP.
- 426 OLIVEIRA AP; ALVES AU; DORNELAS CSM; SILVA JA; PORTO ML; ALVES
427 AU. 2003. Rendimento de quiabo em função de doses de nitrogênio. *Acta*

- 428 Scientiarum agronomy 25: p. 265-268.
- 429 REIS A; GIORDANO LB; LOPES CA; BOITEUX LS. 2004. Novel sources of multiple
430 resistance to three races of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* in *Lycopersicon*
431 germplasm. Crop Breeding and Applied Biotechnology 4: 495-502.
- 432 SILVA EKC; RODRIGUES AACR; VERAS MS. 2007a. Efeito de resíduos orgânicos
433 na supressão de *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum*. Revista Brasileira
434 Agroecologica, v. 2, n. 1.
- 435 SILVA VAS; JULIATTI FC; JULIATTI F C. 2007b. Estudo preliminar da
436 variabilidade de *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* em *Gossypium hirsutum*.
437 Bioscience Journal, Uberlândia, v. 23, n. 1, p. 1-6.
- 438 SUDO S, RIBEIRO RLD, KIMURA O, AKIBA F, ROBBS CF. 1974. Santa Cruz-47,
439 nova variedade de quiabeiro (*Hibiscus esculenta* L.) com resistência a doenças
440 prevalentes na Baixada Fluminense. Fitopatologia 9 (2): 72-73.
- 441 TORRES SB; CARVALHO IMS. 1998. Teste de envelhecimento acelerado em
442 sementes de quiabo (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). Revista Brasileira de
443 Sementes. Brasília, v. 20, n. 1, p.209-211.
- 444 VERAS MS; SILVA AC. 2007. Controle biológico como alternativa para a agricultura
445 familiar no Maranhão: efeito supressor de fitopatógeno. Revista Brasileira
446 Agroecologica, v. 2, n. 1.
- 447
- 448
- 449
- 450
- 451
- 452
- 453
- 454

455 **Tabela 1.** Avaliação preliminar de acessos de quiabeiro ao isolado Fus-194 de
 456 *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum*.

Acessos	ID (%)¹	Classe²	Acessos	ID (%)	Classe
BR-1970	22,92 A	AR	BR-1490	45,83 A	MR
Santa Cruz 47	25,00 A	AR	BR-3034	47,92 A	MR
BR-2534	27,08 A	MR	BR-2186	47,92 A	MR
BR-1198	27,08 A	MR	BR-1201	47,92 A	MR
BR-2917	29,17 A	MR	BR-2194	47,92 A	MR
BR-1716	29,17 A	MR	BR-2488	49,31 A	MR
BR-2178	31,25 A	MR	BR-540	54,17 B	MS
BR-1635	31,25 A	MR	BR-2232	56,25 B	MS
BR-1422	31,25 A	MR	BR-1597	56,25 B	MS
BR-1325	31,25 A	MR	BR-2241	56,25 B	MS
BR-2321	33,33 A	MR	BR-2259	58,33 B	MS
BR-2542	33,33 A	MR	BR-2763	60,42 B	MS
CNPH- 001	33,33 A	MR	BR-2267	60,42 B	MS
BR-2399	34,72 A	MR	BR-1678	60,42 B	MS
BR-825	37,50 A	MR	BR-2330	62,50 B	MS
BR-1121	37,50 A	MR	BR-1538	64,58 B	MS
BR-1872	39,58 A	MR	BR-1783	64,58 B	MS
BR-167	39,58 A	MR	BR-1601	66,67 B	MS
BR-1392	39,58 A	MR	CNPH-55	68,75 B	MS
BR-2429	39,58 A	MR	BR-2801	70,83 B	MS
CNPH-56	41,67 A	MR	BR-2101	70,83 B	MS
BR-1686	41,67 A	MR	BR-1171	70,83 B	MS
BR-2291	43,75 A	MR	BR-795	77,08 B	AS
BR-2372	43,75 A	MR	BR-2453	77,08 B	AS
BR-2224	45,83 A	MR	BR-1791	79,17 B	AS
BR-2402	45,83 A	MR	BR-1708	83,33 B	AS
BR-1449	45,83 A	MR	BR-1996	85,42 B	AS

457
 458 ¹Índices de doença (ID) seguidos pela mesma letra maiúscula (na coluna) não diferem estatisticamente
 459 entre si pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade. ²Classes de reação da doença: 0,00% =
 460 semelhante à imune (SI); 0,01-25,00% = altamente resistente (AR); 25,01-50,00% = medianamente
 461 resistente (MR); 50,01-75,00% = medianamente suscetível (MS); 75,01-100,00% = altamente suscetível
 462 (AS), adaptada de (Reis et al., 2004).

463

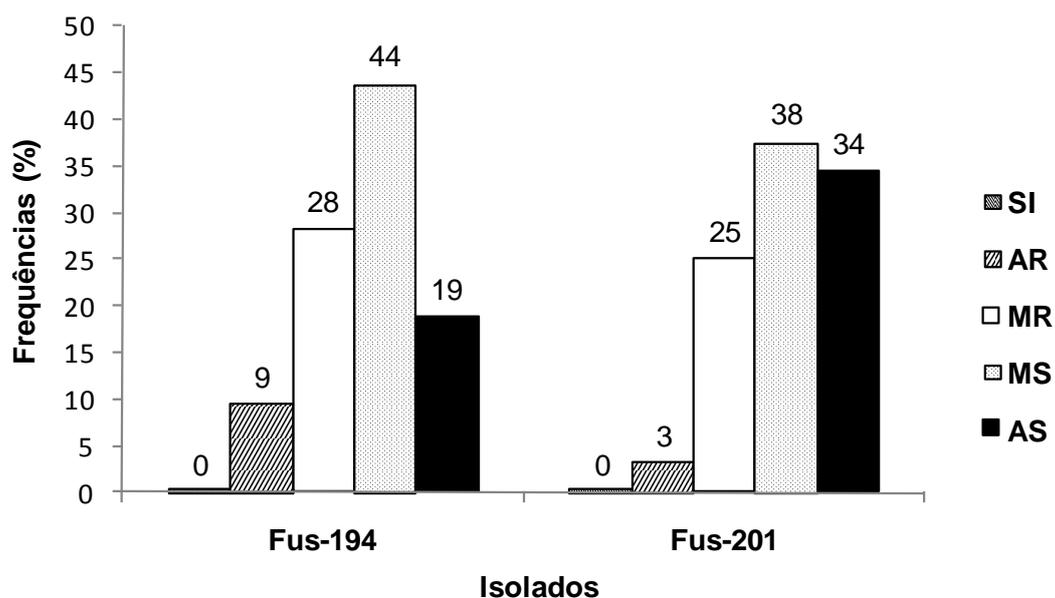
464

465

466

467

468



469

470 **Figura 1.** Frequências de classes de reação de 32 acessos de quiabeiro a dois isolados
471 de *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* realizado no mês de agosto de 2010. Onde:
472 (SI) resposta do tipo imune; (AR) altamente resistente; (MR) medianamente resistente;
473 (MS) medianamente suscetível; (AS) altamente suscetível.

474

475

476

477

478

479

480

481

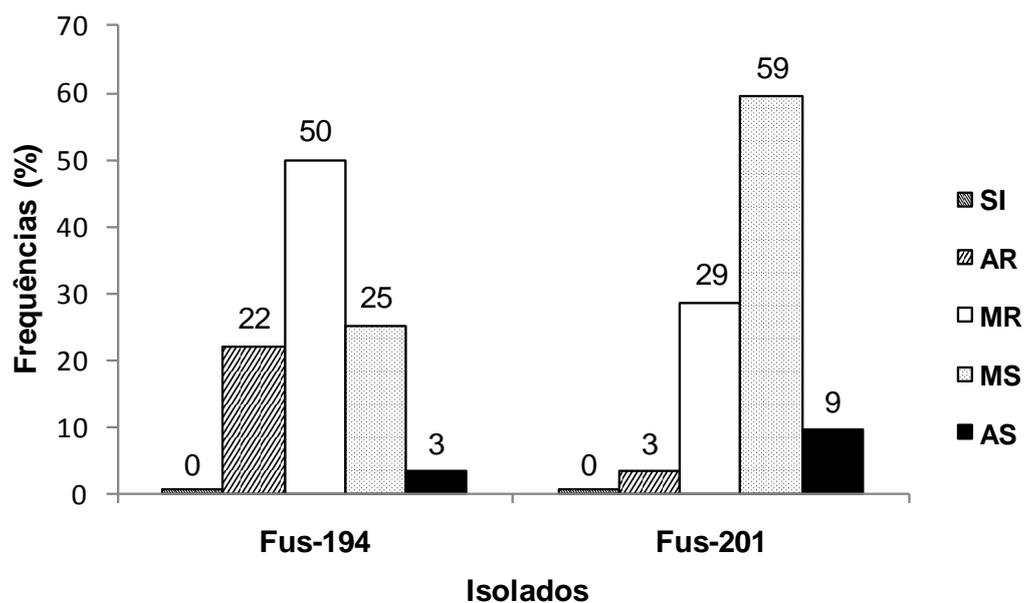
482

483

484

485

486



487

488 **Figura 2.** Frequências de classes reação à doença de 32 acessos de quiabeiro a dois
 489 isolados de *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* realizado no mês de outubro de
 490 2010. Onde: (SI) resposta do tipo imune; (AR) altamente resistente; (MR)
 491 medianamente resistente; (MS) medianamente suscetível; (AS) altamente suscetível.

492

493

494

495

496

497

498

499

500 **Tabela 2.** Estabilidade de acessos promissores de quiabeiro resistentes a dois isolados
 501 de *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* realizado no mês de agosto e outubro de
 502 2010.

Acessos	Agosto de 2010				Outubro de 2010			
	Isolado FUS-194		Isolado FUS-201		Isolado FUS-194		Isolado FUS-201	
BR-2429	16,67 ¹	aA	75,00 ¹	bB	47,92 ¹	aB	58,33 ¹	aB
BR-2534	18,75	aA	60,42	bA	33,33	aA	45,83	aA
BR-1635	20,83	aA	25,00	aA	31,25	aA	63,89	bB
BR-2372	27,08	aA	50,00	aA	56,25	aB	87,5	bB
BR-3034	29,17	aA	87,50	bB	54,17	aB	56,25	aB
S. Cruz 47	29,17	aA	47,92	aA	25,00	aA	25,00	aA
BR-1449	31,25	aA	37,50	aA	33,33	aA	43,75	aA
BR-2186	39,58	aA	56,25	aA	75,50	aB	68,06	aB
BR-2399	39,58	aA	35,42	aA	27,08	aA	43,75	aA
BR-2402	41,67	aA	62,50	aA	6,94	aA	52,08	bA
BR-1996	47,92	aA	62,50	aA	64,58	aB	70,83	aB
BR-2917	47,92	aA	62,50	aA	50,00	aB	50,00	aA
BR-1686	54,17	aB	50,00	aA	43,75	aB	54,17	aA
BR-1970	54,17	aB	70,83	aB	60,42	aB	35,42	aA
BR-1422	56,25	aB	79,17	aB	45,83	aB	62,50	aB
BR-825	58,33	aB	75,00	aB	25,00	aA	47,22	aA
BR-2194	58,33	aB	50,00	aA	25,00	aA	33,33	aA
BR-1872	62,50	aB	41,67	aA	43,75	aB	77,78	bB
BR-1325	62,50	bB	29,17	aA	25,00	aA	66,67	bB
BR-1708	62,50	aB	87,50	aB	43,06	aB	62,50	aB
BR-2291	63,89	aB	79,17	aB	43,75	aB	66,67	aB
BR-1121	66,67	aB	62,50	aA	12,50	aA	56,25	bB
BR-2542	66,67	aB	83,33	aB	41,67	aB	37,50	aA
BR-1392	66,67	aB	81,25	aB	52,08	aB	58,33	aB
BR-1716	70,83	aB	83,33	aB	22,92	aA	70,83	bB
BR-2321	75,00	aB	91,67	aB	33,33	aA	58,33	aB
BR-2224	77,08	aB	64,58	aA	50,00	aB	64,58	aB
BR-2488	81,25	aB	85,42	aB	66,67	bB	31,25	aA
BR-1198	83,33	aB	72,92	aB	31,25	aA	52,78	aA
BR-1490	85,42	aB	81,25	aB	39,58	aA	54,17	aA
CNPH-56	89,58	aB	62,50	aA	62,50	aB	91,67	bB
BR-167	97,22	aB	88,89	aB	56,94	aB	56,25	aB

503

504

505

¹Índices de doença (ID) seguidos pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade.

Conclusões Gerais

CONCLUSÕES GERAIS

1. Os acessos BR-2399 e BR-1449 de quiabeiro foram considerados resistentes aos dois isolados de *F. oxysporum* f. sp. *vasinfectum*;
2. A cultivar Santa Cruz 47, comportou-se como resistente aos dois isolados de *F. oxysporum* f. sp. *vasinfectum* avaliados nas três etapas de seleção;
3. O isolado Fus-201 de *F. oxysporum* f. sp. *vasinfectum*, oriundo de Pernambuco, foi mais agressivo às plantas de quiabeiro do que o isolado Fus-194, oriundo do Maranhão;
4. A temperatura foi um fator limitante na expressão da resistência dos acessos de quiabeiro aos isolados de *F. oxysporum* f. sp. *vasinfectum*, evidenciado pela resistência do tipo quantitativa.