



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL
DE PERNAMBUCO**
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM FITOPATOLOGIA**

Dissertação de Mestrado

**RESISTÊNCIA GENÉTICA DO FEIJÃO-CAUPI À
MURCHA DE FUSARIUM**

RISONEIDE DE CÁSSIA ZEFERINO SILVA

RECIFE – PE

2018

RISONEIDE DE CÁSSIA ZEFERINO SILVA

**RESISTÊNCIA GENÉTICA DO FEIJÃO-CAUPI À
MURCHA DE FUSARIUM**

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

2018

RESISTÊNCIA GENÉTICA DO FEIJÃO-CAUPI À MURCHA DE FUSARIUM

RISONEIDE DE CÁSSIA ZEFERINO SILVA

COMITÊ DE ORIENTAÇÃO:

Orientador: Prof.Dr. Alessandro Nicoli

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Renata Oliveira Batista

Coorientador: Prof. Dr. José Luiz Sandes de Carvalho Filho

**RECIFE – PE
FEVEREIRO- 2018**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Nome da Biblioteca, Cidade-PE, Brasil

S586r

Silva, Risoneide de Cassia Zeferino.

Resistência genética do feijão-caupi à murcha de fusarium / Risoneide de Cassia Zeferino Silva. – 2018.
60 f. : il.

Orientador: Alessandro Nicoli.

Co orientadores: Renata Oliveira Batista, José Luiz Sandes de Carvalho Filho
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia, Recife, BR-PE, 2018.
Inclui referências.

1. *Vigna unguiculata* 2. *Fusarium oxysporum f. SP tracheiphilum* 3. Controle
4. Controle genético 5. Melhoramento genético I. Nicoli, Alessandro, orient.
II. Batista, Renata Oliveira, coorient. III. Carvalho Filho, José Luiz Sandes de,
coorient. IV. Título

CDD 632

**RESISTÊNCIA GENÉTICA DO FEIJÃO-CAUPI À
MURCHA DE FUSARIUM**

RISONEIDE DE CÁSSIA ZEFERINO SILVA

Dissertação defendida e aprovada pela Banca Examinadora em: 23/02/2018

ORIENTADOR:



Prof. Dr. Alessandro Nicoli

EXAMINADORES:



Dr. Antonio Félix da Costa



Profª Drª. Rejane Rodrigues da Costa e Carvalho

**RECIFE – PE
FEVEREIRO- 2018**

“Pesquisar é ver o que outros viram, e pensar o que nenhum outro pensou”.

(Albert Szent-Gyorgyi)

À minha mãe Luzia Adelaide, por todo amor, cuidado e dedicação (in memoria)

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, que permitiu a realização dessa conquista, por sua infinita graça, amor e misericórdia, estando sempre ao meu lado nessa caminhada.

Aos meus pais Antônio e Luzia Adelaide (in memória), por todo amor, cuidado e educação.

Ao meu tio querido Nivaldo Antônio da Hora, pelo amor incondicional por ser meu melhor amigo, meu conselheiro, a pessoa a qual eu admiro e amo demais.

Aos meus primos Juliano, Janai, Roseane e Mirelly, por todo apoio e amizade.

À Rezanio Carvalho, por todo carinho, cuidado, paciência e por está sempre ao meu lado.

Às amigas Karina, Anny, Aline Feitosa, Davila e Euly, por todo amor e amizade.

Aos amigos da Pós, Ana Carolina, Emanuel, Jeferson, Carmem, Gessika, por toda ajuda e momentos de descontração, em especial ao Fábio pela força e generosidade e a Raianny Morais por todos os momentos que passamos juntas pela força que demos uma à outra.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Alessandro Nicoli, pela dedicação, ajuda, compreensão e valiosa contribuição na minha formação.

À minha coorientadora Profa. Dra. Renata de Oliveira, pelos conhecimentos transmitidos.

Ao Prof. Dr. Sami Jorge Michereff pelo fornecimento do isolado fúngico usado neste trabalho.

Ao pesquisador do Instituto Agronômico de Pernambuco (IPA), Antônio Félix da Costa, pelo fornecimento dos genótipos de feijão-caupi para realização dos experimentos.

Aos pesquisadores da Embrapa Meio Norte, Dr. Kaesel Jackson Damasceno e Silva e Dr. Maurisrael de Moura Rocha, pelo fornecimento de sementes do genótipo MNC01-649F-2-1.

Aos estagiários do laboratório de resistência de plantas Antoni e Rodrigo Lobo.

À Roberto de Albuquerque Melo, pelo incentivo para fazer o mestrado, amizade e carinho.

À universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) pela oportunidade concedida para realização do curso de Mestrado e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa.

À reitora Maria José de Sena, pelo apoio e presteza no momento mais difícil da minha vida.

SUMÁRIO

| | |
|---|-----|
| LISTA DE TABELAS | ix |
| LISTA DE FIGURAS | x |
| RESUMO GERAL | xi |
| GENERAL ABSTRACT | xii |
| CAPÍTULO I..... | 13 |
| Introdução Geral..... | 13 |
| 1. Cultura do feijão-caupi..... | 14 |
| 2. Murcha de Fusarium..... | 16 |
| 3. Referências Bibliográficas | 20 |
| CAPÍTULO II | 25 |
| Resistência do feijão-caupi à murcha de fusarium..... | 25 |
| Resumo | 26 |
| Abstract..... | 27 |
| Introdução | 28 |
| Material e Métodos | 30 |
| Resultados..... | 31 |
| Discussão | 32 |
| Referências Bibliográficas..... | 35 |
| CAPÍTULO III | 45 |
| Herança da resistência do feijão-caupi à murcha de fusarium | 45 |
| Resumo | 46 |
| Abstract..... | 47 |
| Introdução | 48 |
| Material e Métodos | 49 |
| Resultados..... | 50 |
| Discussão | 51 |
| Referências Bibliográficas..... | 53 |
| CAPITULO IV- Conclusões Gerais..... | 59 |

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II

| | |
|--|----|
| Tabela 1. Genótipos de feijão-caupi e suas origens..... | 41 |
| Tabela 2. Reação de genótipos de feijão-caupi à murcha de fusarium (R – resistente; MR – moderadamente resistente; S – suscetível) | 42 |
| Tabela 3. Reação de genótipos pré-selecionados de feijão-caupi à murcha de fusarium (R – resistente; MR – moderadamente resistente; S – suscetível) | 43 |

CAPÍTULO III

| | |
|---|----|
| Tabela 1. Análise de segregação para resistência à murcha de fusarium em populações derivadas do cruzamento entre o genótipo resistente MNC01-649F-2-1 e o suscetível BR-17 Gurguéia | 58 |
|---|----|

LISTA DE FIGURAS**CAPÍTULO II**

| | |
|--|----|
| Figura 1. Genótipo de feijão-caupi apresentando resistência (A) e suscetibilidade (B) à Murcha de fusarium em experimento em casa-de vegetação..... | 44 |
|--|----|

RESUMO GERAL

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) é uma leguminosa de grande importância mundial. No Brasil, é cultivada predominantemente nas regiões Norte e Nordeste. Um dos grandes problemas no cultivo do feijão-caupi é o surgimento de doenças, dentre elas, destaca-se à murcha de fusário, causada pelo fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum*. Entretanto, tendo em vista a capacidade do patógeno sobreviver no solo por muitos anos, o controle mais eficaz para murcha de fusarium é o uso do controle genético por meio de cultivares resistentes. Pesquisas foram realizadas para avaliar o comportamento de genótipos em relação à murcha de fusarium, e determinados materiais resistentes tem sido identificado. Apesar da importância desta doença nas regiões produtoras do feijão-caupi, mais pesquisas precisam ser realizadas para identificar materiais com bom nível de resistência e procurar incorporar os genes de resistência em cultivares comerciais. Os objetivos deste trabalho foram: Identificar genótipos de feijão-caupi resistentes à murcha de fusarium e estudar a herança genética da resistência a essa doença. Foram realizados dois experimentos em casa de vegetação, o primeiro constituiu na avaliação de 38 genótipos (tratamentos) de feijão-caupi para identificar fontes de resistência genética à murcha de fusarium. O segundo foi realizado para avaliar 19 genótipos com melhores resultados no nível de resistência do primeiro experimento. As plantas foram inoculadas utilizando a metodologia de imersão de raízes em suspensão de conídios, para isso elas foram retiradas dos copinhos, suas raízes foram lavadas e 1/3 do seu comprimento foi cortado e imersas por cinco minutos em suspensão de conídios. As testemunhas foram constituídas de plantas com raízes cortadas e imersas em água destilada esterilizada. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três repetições. A severidade da murcha de fusário foi avaliada aos 21 dias após a inoculação com o auxílio de uma escala de notas. Cerca de 36,84% dos genótipos apresentaram resistência a *F. oxysporum* f. sp. *tracheiphilum*, destacando-se os genótipos (Canapu PE, Miranda IPA 207, Esperança e BRS Pujante). Na análise da herança da resistência da geração F₂, foi encontrado uma frequência de três plantas resistentes para uma suscetível em uma população de 230 plantas. Com base na análise do teste qui-quadrado nas populações confirmou-se a hipótese de que a resistência do genótipo MNC01-649F-2-1 à murcha de fusarium é controlada por uma herança monogênica dominante, como é esperado na segregação mendeliana 3:1 (resistente:suscetível) em gerações F₂.

Palavras-chaves: *Vigna unguiculata*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum*, Controle.

GENERAL ABSTRACT

Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) is a legume of great importance in the world. In Brazil, it is cultivated predominantly in the North and Northeast regions. One of the great problems in the cultivation of cowpea is the emergence of diseases, among them, it stands out to *fusarium* wilt, caused by the fungus *Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum*. However, in view of the pathogen ability to survive in the soil for many years, the most effective control for *Fusarium* wilt is the use of genetic control through resistant cultivars. Researches were conducted to evaluate the behavior of genotypes in relation to *fusarium* wilt, and certain resistant materials have been identified. Despite the importance of this disease in cowpea producing regions, more research needs to be done to identify materials with a good level of resistance and to seek to incorporate resistance genes into commercial cultivars. The objectives of this work were: To identify bean genotypes resistant to *fusarium* wilt and to study the genetic inheritance of resistance to this disease. Two experiments were carried out in a greenhouse, the first one consisted in the evaluation of 38 genotypes (treatments) of cowpea to identify sources of genetic resistance to *fusarium* wilt. The second one was carried out to evaluate 19 genotypes with better results in the level of resistance of the first experiment. The plants were inoculated using the root immersion method in suspension of conidia, for which they were removed from the cups, their roots were washed and 1/3 of their length was cut and immersed for five minutes in conidial suspension. The controls were composed of plants with roots cut and immersed in sterilized distilled water. The experimental design was completely randomized, with three replications. The severity of *fusarium* wilt was assessed at 21 days after inoculation with the aid of a scale of notes. About 36.84% of the genotypes presented resistance to *F. oxysporum* f. sp. *tracheiphilum* genotypes (Canapu PE, Miranda IPA 207, Esperança and BRS Pujante). In the F₂ generation inheritance analysis, a frequency of three resistant plants was found for one susceptible in a population of 230 plants. Based on the analysis of the chi-square test in the populations the hypothesis was confirmed that MNC01-649F-2-1 genotype resistance to *fusarium* wilt is controlled by a dominant monogenic inheritance, as is expected in 3:1 Mendelian segregation (resistant: susceptible) in F₂ generations.

Keywords: *Vigna unguiculata*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum*, Control.

CAPÍTULO I

Introdução Geral

RESISTÊNCIA GENÉTICA DO FEIJÃO-CAUPI À MURCHA DE FUSARIUM

INTRODUÇÃO GERAL

1. Cultura do feijão-caupi

O feijão-caupi é uma planta Dicotiledônea, que pertence à ordem Fabales, família Fabaceae, subfamília Faboidae, tribo Phaseoleae, subtribo Phaseolinae, gênero *Vigna* e espécie (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), a qual é de origem africana (FILGUEIRA, 2008). O feijão-caupi é uma das espécies de leguminosa de grande importância para o desenvolvimento agrícola, sendo uma fonte rica em proteínas e minerais que compõe a base alimentar de determinadas regiões, gerando emprego e renda em muitos locais tropicais e subtropicais no mundo (SINGH, 2007; FROTA et al., 2008; FREIRE FILHO et al., 2011; MELO et al., 2014, NUNES et al., 2014).

A cultura foi introduzida no Brasil no século XVI, entrando provavelmente pelo Estado da Bahia e passando a ser cultivada em todo o país, e por ser uma espécie adaptada às condições tropicais e subtropicais (SINGH, 2006), produz bem em várias regiões (FREIRE FILHO et al., 2011). Embora apresente um índice baixo de produção, possui grande variabilidade genética, ampla capacidade de adaptação, alto potencial produtivo e capacidade de fixar nitrogênio atmosférico (EHLERS; HALL, 1997).

A produção mundial de feijão-caupi no ano de 2014 foi de aproximadamente 5,6 milhões de toneladas, produzidas em 12,5 milhões de hectares, segundo a FAO (2017). Certamente os dados podem ter erros em função de países como Brasil e Índia não apresentarem estatísticas separadas quando se trata do cultivo de feijão-caupi e feijão-comum, apesar de apresentarem volume expressivo de produção. A expansão da cultura tem ocorrido principalmente para as regiões de cerrado, no período de safrinha, devido principalmente a precocidade e a tolerância ao déficit hídrico em relação a outras culturas como milho e soja, além do porte ereto e adaptação ao cultivo mecanizado (SILVA; ROCHA; MENEZES JUNIOR, 2016).

Atualmente, a produção brasileira de feijão-caupi está acima de 713,3 mil toneladas, sendo cultivado em 1.409,3 mil hectares, com uma produtividade de 506 kg/hectare (CONAB, 2017). Além de grande produtor, o Brasil é considerado como o maior consumidor, destacando-se a região Nordeste que tem grande apreço ao produto na culinária local (SANTOS et al., 2009). Várias regiões brasileiras cultivam o feijão-caupi (FREIRE FILHO et al., 2005), no

entanto, três estados se destacam como maiores produtores: Ceará, Bahia e Piauí. Nesses locais a disponibilidade hídrica é fator limitante, sendo uma condição que a planta se adapta bem devido a sua rusticidade (BEZERRA et al., 2008). No Brasil, trata-se do único feijão capaz de sobreviver com sucesso na região Norte (alta umidade, muita chuva e solo argiloso) e no Nordeste (seca, solo arenoso, por vezes salino e muito sol) (ROCHA et al., 2007). O cultivo do feijão-caupi também vem se expandindo por outros estados como o Mato Grosso, Minas Gerais, em pequenas áreas da Amazônia, Goiás e Oeste da Bahia. No entanto, a predominância de cultivo ocorre na região semiárida do Nordeste (GONÇALVES, 2010).

Quanto à morfologia, o feijão-caupi caracteriza-se por ser uma planta herbácea anual, possui propagação sexuada, crescimento morfológico diversificado, podendo ter porte desde ereto até prostrado e hábito de crescimento normalmente indeterminado (FREIRE FILHO et al., 1999; OLIVEIRA; CARVALHO, 1998). As flores, completas, têm os órgãos masculino e feminino bem protegidos pelas pétalas. As mesmas apresentam coloração que pode variar de branca-lilás, branca com tons amarelo e branca, dependendo da variedade, apresenta cinco pétalas, um estandarte, duas asas e uma quilha, formada por duas pétalas que protegem as partes sexuais (BARBOSA; SOUSA, 2016). É importante ressaltar que o feijão-caupi tem uma série de nomes populares que mudam de um estado para outro. Desse modo, alguns desses nomes mais usados no País são feijão de corda e feijão macassar na região Nordeste; feijão-da-colônia, feijão-de-praia, feijão-de-estrada e manteiguinha na região Norte; e feijão-miúdo na região Sul (FREIRE FILHO; CARDOSO; ARAÚJO, 1983).

Atualmente, algumas variedades melhoradas de feijão-caupi adaptadas ao cultivo mecanizado têm ganhado a atenção dos melhoristas, uma vez que apresentam plantas mais eretas, com ramos mais curtos e mais resistentes ao acamamento, a exemplo das cultivares lançadas pela Embrapa Meio Norte, Guariba e BRS Novaera, lançadas em 2004 e 2007, respectivamente, e as cultivares BRS Tumucumaque e BRS Itaim lançadas em 2009 (ANDRADE, 2010).

No entanto, apesar da grande importância do feijão-caupi, a baixa produtividade dessa cultura pode ocorrer devido ao uso de sementes não melhoradas, o plantio em solos de baixa fertilidade, ocorrência de precipitações pluviométricas irregulares, bem como o surgimento de pragas e doenças (MENDES et al., 2007). Entre as doenças que ocorrem, merecem destaque as viroses *Cucumber mosaic virus* (CMV), *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV), *Cowpea severe mosaic virus* (CPSMV) e *Cowpea golden mosaic virus* (CPGMV); os nematoides-das-galhas (*Meloidogyne* spp.), nematoide-das-lesões-radiculares (*Pratylenchus* sp.), nematoide-reniforme (*Rotylenchulus reniformis*); o crestamento bacteriano (*Xanthomonas*

campestris pv. *vignicola*), cercosporioses (*Pseudocercospora cruenta* e *Cercospora canescens*), ferrugem (*Uromyces vignae*), oídio (*Erysiphe polygoni*), rizoctoniose (*Rhizoctonia solani*), e à murcha de fusarium (*Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum*) (PIO-RIBEIRO; ASSIS FILHO, 1997; LIMA et al., 2005; SILVA, 2005;).

Rizoctoniose e murcha de fusarium ocorrem com maior intensidade no feijão-caupi no Nordeste brasileiro, ocasionando maiores impactos econômicos (COELHO, 2001; RODRIGUES; MENEZES, 2006) e perdas significativas na produtividade, seja pelo subdesenvolvimento da planta ou pela redução do estande da cultura (ATHAYDE SOBRINHO; VIANA; SANTOS, 2005).

2. Murcha de Fusarium

O primeiro relato da murcha de fusarium ocorreu nos Estados Unidos da América (KENDRICK, 1931) e, em seguida, constatado no Canadá, Colômbia, Índia, África Central (HOLLIDAY, 1970), Nigéria (OYEKAN, 1977) e Brasil (RIOS, 1988). O agente causal da murcha de fusarium é o fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum* (E.F. Smith). Este patógeno gera grandes preocupações uma vez que é bastante agressivo e tem capacidade de sobreviver em solos mesmo na ausência da planta hospedeira e permanecer por vários anos na forma de clamidósporos, o que torna difícil seu controle (NELSON, 1981; ASSUNÇÃO et al., 2003). A murcha de fusarium é uma doença que pode causar grandes perdas na produção, como 75% em caso registrado na Índia (ALLEN, 1983). No Brasil, os dados registrados em parcelas experimentais artificialmente infestadas por *F. oxysporum* f. sp. *tracheiphilum* apontam perdas no rendimento de grãos, podendo chegar a 89 e 98% (ASSUNÇÃO et al., 2003b; ELOY; MICHEREFF, 2003).

O fungo penetra na planta através do sistema radicular e os sintomas da murcha de fusarium ocorrem em folhas jovens e em folhas já desenvolvidas, no entanto, são mais visíveis na fase reprodutiva, ocasionando clorose, perdas de folhas, reduzindo seu poder fotossintético, levando à murcha e morte prematura da planta (PORTTORFF et al., 2012). Internamente os tecidos vasculares apresentam coloração castanho-escura, podendo ser observada ao realizar cortes longitudinais no caule (ATHAYDE SOBRINHO et al., 2000; ASSUNÇÃO et al., 2003b; PORTTORFF et al., 2012). O micélio do fungo apresenta cor branca a rosada e pode ser observado em condições de alta umidade e temperatura (JUNIOR et al., 2010). A disseminação de *F. oxysporum* f. sp. *tracheiphilum* se dá por sementes, vento e água de irrigação contaminada (COELHO, 2001). Em novas áreas de cultivo a introdução do fungo ocorre por meio de

sementes infestadas, resíduos de culturas infectadas ou ainda por implementos agrícolas contaminados.

Existem quatro diferentes raças fisiológicas de *F. oxysporum* f. sp. *tracheipilum*, todas com descrição nos EUA (EHLERS, 2001). As raças 1 e 2 descritas na Carolina do Sul (ARMSTRONG; ARMSTRONG, 1950; RIGERT; FOSTER, 1987), raça 3 no Mississippi (HARE, 1957) e a raça 4 detectada na Califórnia (SMITH et al., 1999). Além do feijão-caupi, já se tem relatos de *F. oxysporum* f. sp. *tracheipilum* raça 1 causando doença em soja e crisântemo (ARMSTRONG; ARMSTRONG, 1950, 1965; HOLLIDAY, 1970), e recentemente em gérbera (TROIISI; GULLINO; GARIBALDI, 2010).

Em regiões secas e com elevadas temperaturas é mais propenso o surgimento da murcha de fusarium em feijão-caupi (ALLEN, 1983) e os sintomas são mais severos em temperatura em torno de 27° C (SWANSON; VAN GUNDY, 1985). Estudos realizados por Pinheiro et al. (2012) comprovam que a temperatura influenciou o crescimento micelial do fungo, determinado pelo diâmetro da colônia. O fungo teve crescimento ideal nas condições de temperaturas elevadas de 30° C, sendo que para a maioria das espécies de *Fusarium*, a temperatura ótima para a produção de esporos fica em torno de 25 °C a 35 °C (DESAI et al., 2003; GUPTA et al., 2010).

A murcha de fusarium, por ser uma doença de difícil controle, é de extrema importância utilizar não apenas uma medida, mas sim um conjunto como a escolha da área isenta do patógeno, definição adequada da época do plantio para se evitar o plantio sob condição de encharcamento, e rotação de cultura com espécies de plantas não hospedeiras (OLIVEIRA, 1981). Silva (2011), estudando a sucessão com algumas culturas, com destaque para a mucuna-preta e o sorgo, verificou redução significativa na severidade da murcha de fusarium em feijão-caupi. Outra medida é a incorporação de matéria orgânica no solo que, além de fornecer nutrientes adequados, pode também conduzir à supressividade (REIS et al., 2005), a qual pode ocorrer devido ao estímulo da atividade biota, aumentando a comunidade de agentes biocontroladores e reduzindo a densidade de inóculo dos fitopatógenos pela ação de compostos liberados durante a decomposição da matéria orgânica (BETTIOL; GHINI, 2005; BETTIOL et al., 2009).

Entretanto, tendo em vista a capacidade do patógeno sobreviver no solo por muitos anos, o controle mais eficaz para à murcha de fusarium é o uso do controle genético por meio de cultivares resistentes (RODRIGUES; COELHO, 2004), com as vantagens de baixo custo ao produtor, fácil utilização, estabilidade ecológica sem impactos negativos ao meio ambiente e ao ser humano (CAMARGO LEA, 2011; FARIAS; ARAGÃO, 2013; ZAMBOLIM et al.,

2014). Assim, trabalhos para identificação de genótipos resistentes já foram realizados, como o de Armstrong e Armstrong (1980), que observaram que as cultivares Magnólia, Iron PI 293520, Iron Tvu 1990, Iron Tvu 1072 e Iron Tvu 1611 apresentaram resistência às raças 1, 2 e 3 estudadas. Rodrigues e Coelho (2004), utilizando 30 linhagens e cultivares verificaram que cerca de 50% destas apresentaram resistência ao fungo, destacam-se as linhagens L-288004 e L-190004 como altamente resistentes. Noronha et al. (2013), avaliaram 36 genótipos e dois mostraram-se altamente resistentes: MNC01-649F-2-1, MNC01-649F-2-11, enquanto seis foram moderadamente resistentes.

Vários outros materiais também têm sido relatados como resistentes as raças 3 e 4 do patógeno, e três locus independentes conferindo resistência foram identificados, sendo o *Fot3-1* na cultivar California Blackeye 27 apresentando resistência à raça 3 (POTTORFF et al. 2012), enquanto os locus *Fot4-1* e *Fot4-2* nos genótipos IT93K-503-1 e California Blackeye 27, respectivamente, com resistência à raça 4 (POTTORFF et al. 2014). A identificação desses locus auxiliará no desenvolvimento de marcadores moleculares para uso em seleção assistida, visando à incorporação de resistência em cultivares de feijão-caupi (POTTORFF et al. 2012; POTTORFF et al. 2014).

Além da busca de fontes de resistência, um dos objetivos é o desenvolvimento de novas cultivares resistentes por meio de métodos de melhoramento de plantas. Após a identificação de genótipos resistentes, o método de melhoramento a ser usado depende da forma reprodutiva da espécie vegetal, taxa de fecundação cruzada, além da herança genética da resistência em questão (CAIXETA; ZAMBOLIM, 2014). A herança da resistência de feijão-caupi a murcha de fusarium estudada mostrou que pode ser condicionada por um único gene de dominância (RIGERT; FOSTER, 1987), dois genes dominantes (HARE, 1957) ou por dois genes independentes, um recessivo e outro dominante (RODRIGUES; COELHO, 2004).

Entretanto, embora determinadas fontes de resistência à murcha de fusarium tenham sido identificadas anteriormente, estudos para verificar a herança genética dessa resistência não tem sido realizado atualmente. O estudo de herança é a segunda etapa em um programa de melhoramento após a identificação de genótipos resistentes a doença e a grande importância desse estudo é para recomendar o melhor método de melhoramento para incorporação da resistência em materiais comerciais como os que apresentam suscetibilidade a determinada doença (BORÉM; MIRANDA, 2009; CAIXETA; ZAMBOLIM, 2014; BATISTA et al., 2017). Nesse tipo de estudo é importante selecionar parentais contrastantes em resistência e suscetibilidade a doença, realizar o cruzamento e analisar a segregação em gerações F₂ e retrocruzamentos com os parentais (CAPUCHO et al., 2009; MUSONI et al., 2010; BRITO et

al., 2010). Se a resistência for controlada por um ou poucos genes pode ser recomendado o método do retrocruzamento, no entanto, caso seja poligênica outros métodos podem ser recomendados, como os métodos de seleção massal, famílias e recorrente (plantas alógamas), ou os métodos pedigree, bulk e seleção recorrente (plantas autógamas) (CAMARGO; BERGAMIN-FILHO, 1995; BORÉM; MIRANDA, 2009; CAIXETA; ZAMBOLIM, 2014).

Uma consideração muito relevante no estudo de herança é a emasculação para os cruzamentos entre os parentais em feijão-caupi. Desse modo, para a obtenção de cruzamentos é imprescindível que a emasculação seja feita antes da abertura da flor e a realização dos cruzamentos nas primeiras flores do ciclo de floração, por serem as mais viáveis (TEÓFILO et al., 1999; TEÓFILO et al., 2001). Existem quatro métodos usados na hibridação do feijão-caupi, diferindo entre si quanto à técnica e hora da emasculação do botão floral, coleta e utilização do pólen, e hora da polinização (KHERADNAM; NIKNEJAD, 1971; RACHIE et al., 1975; BLACKHURST; MILLER JUNIOR, 1980; RÊGO et al., 2006). Um desses métodos é o de Rachie et al. (1975), que recomenda a coleta do pólen pela manhã e conserva em geladeira até sua utilização no final do dia. A emasculação e polinização do botão floral é realizada no final da tarde antes da abertura natural. De acordo com os autores este método proporciona maior percentual de pega, e o sucesso pode estar relacionado com o fato da superfície das flores emasculadas serem mais receptivas para receber grãos de pólen no final da tarde, além das condições de temperatura e umidade mais adequadas neste período (TEOFILO; PAIVA; MEDEIROS-FILHO, 2001).

Devido à importância desta doença nas regiões produtoras do feijão-caupi, pesquisas precisam ser realizadas para identificar materiais com bom nível de resistência e procurar incorporar os genes de resistência em cultivares comerciais. Portanto, diante do que foi exposto sobre a importância da cultura do feijão-caupi e à murcha de fusarium, os objetivos deste trabalho foram: **(a)** identificar genótipos de feijão-caupi resistentes à murcha de fusarium; **(b)** estudar a herança genética da resistência a essa doença.

3.Referências Bibliográficas

- ALLEN, D. J. **The pathology of tropical food legumes: disease resistance in crop improvement**. New York: John Wiley Sons, 1983. 413 p.
- ANDRADE, F. N. **Avaliação e seleção de linhagens de tegumento e cotilédone verdes para o mercado de feijão-caupi verde**. 2010. 109 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2010.
- ARMSTRONG, G. M.; ARMSTRONG, J. K. Cowpea wilt *Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum* race I from Nigeria. **Plant Disease**, Saint Paul, v.64. p.954–955, 1980.
- ARMSTRONG, G. M.; ARMSTRONG, J. K. Biological races of *Fusarium* causing wilt of cowpea and soybeans. **Phytopathology**, Lancaster, v. 40, n. 2, p. 181-193, 1950.
- ARMSTRONG, G. M.; ARMSTRONG, J. K. Wilt of chrysanthemum caused by Race 1 of the cowpea *Fusarium*. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 49, n. 7, p. 673–676, 1965.
- ASSUNÇÃO, I. P. A.; MICHEREFF, S. J.; BROMMONSCHENKEL, S. H.; ELOY, A. P.; ROCHA JÚNIOR, O. M.; DUDA, G. P.; NASCIMENTO, C. W. A.; NASCIMENTO, R. S. M. P; RODRIGUES, J. J. V. Caracterização de solos de Pernambuco quanto a supressividade à murcha de fusário do caupi. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 29, n.2, p. 161-167, 2003a.
- ASSUNÇÃO, I. P.; MICHEREFF, S. J.; MIZUBUTI, E. S. G.; BROMMONSCHENKEL, S. H. Influência da intensidade da murcha de fusário no rendimento do caupi. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 2, p. 615–619, 2003b.
- ATHAYDE SOBRINHO, C.; VIANA, F. M. P.; SANTOS, A. A. Doenças do feijão caupi. In: CARDOSO, M. J (2000) (Org.) **A Cultura do Feijão Caupi no Meio-Norte do Brasil**, Embrapa Meio-Norte 28 Circular Técnica (Embrapa Meio-Norte) Teresina pp. 157-183.
- ATHAYDE SOBRINHO, C.; VIANA, F. M. P.; SANTOS, A. A. Doenças fúngicas e bacterianas. In: FREIRE FILHO, F. R; ARAUJO LIMA, J. A; RIBEIRO, V. Q (Ed.). **Feijão caupi: Avanços tecnológicos**. Brasília: Embrapa Informação tecnológica, 2005. p. 461-484.
- BARBOSA, M. V; SOUSA, E. M.L. Biologia floral, ecologia da polinização e eficiência na produção de sementes de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. em sistemas agrícolas. **Gaia Scientia**, v. 10, n. 4, p. 272-283, 2016.
- BATISTA, R. O.; SILVA, L. C.; MOURA, L. M.; SOUZA, M. H, CARNEIRO, P.C.S.; CARVALHO-FILHO, J.L.S.; CARNEIRO, J.E.S Inheritance of resistance to fusarium wilt in common bean. **Euphytica**, Wageningen, p. 213:133, 2017.
- BETTIOL, W.; GHINI, R. Solos Supressivos. In: MICHEREFF, S. J.; ANDRADE, D. E. G. T.; MENEZES, M. (Eds.). **Ecologia manejo de patógenos radiculares em solos tropicais**. Recife: UFRPE - Imprensa Universitária, 2005. p. 125-152.
- BETTIOL, W.; GHINI, R.; MARIANO, R. M. L.; MICHEREFF, S. J.; MATTOS, L. P. V.; ALVARADO, I. C. M.; PINTO, Z. P. Supressividade a fitopatógenos habitantes do solo. In: BETTIOL, W.; MORANDI, M. A. B. (Eds.). **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas**. Jaguariúna: Embrapa Meio-Ambiente, 2009. p. 183- 205.
- BEZERRA, A. A. C.; TÁVORA, F. J. A. F.; FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q. Morfologia e produção de grãos em linhagens modernas de feijão-caupi submetidas a diferentes densidades populacionais. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 08, n. 01, p. 85-92, 2008.
- BLACKHURST, H. T.; MILLER JUNIOR., J. C. Cowpea. In: WALTER, R.; HENRY, H. H. **Hybridization of Crop Plants**. Madison. 1980. p. 327-337.
- BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de plantas**. 5.ed. Viçosa: UFV, 2009. 529 p.

BRITO, GG.; CAIXETA, E.T.; GALLINA, A.P.; ZAMBOLIM, E.M.; ZAMBOLIM, L.; DIOLA, V.; LOUREIRO M.E. Inheritance of coffee leaf rust resistance and identification of AFLP markers linked to the resistance gene. **Euphytica**, Wageningen v.173, p 255-264. 2010.

CAIXETA, E. T.; ZAMBOLIM, E. M. Melhoramento genético de plantas visando resistência a doenças. In: ZAMBOLIM, L.; JESUS-JÚNIOR, W.C.; RODRIGUES, F.A (Eds.). **O essencial da fitopatologia: controle de doenças de plantas**. Viçosa: Suprema Gráfica e Editora, p. 553-576, 2014.

CAMARGO LEA, BERGAMIN FILHO A. Controle genético. In: BERGAMIN FILHO A, KIMATI H, AMORIM L (Eds.). **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995, v.1, p.729-760.

CAMARGO LEA. Controle genético. In: AMORIM L, REZENDE JAM, BERGAMIN-FILHO A (Eds.). **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2011, v.1, p.325-341.

CAPUCHO, A. S.; CAIXETA, E. T.; ZAMBOLIM, E. M.; ZAMBOLIM, L. Herança da resistência do Híbrido de Timor UFV 443-03 à ferrugem-do-cafeeiro. **Pesquisa agropecuária. Brasileira**, Brasília, v.44, n.3, p.276-282, 2009.

COELHO, R. S. B. Doenças fúngicas do caupi. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DO CAUPI, 5., 2001, Teresina. **Anais...** Teresina: Embrapa Meio Norte, 2001. p. 321-322.

CONAB - Companhia nacional de Abastecimento. **Acompanhamento safra brasileira grãos**, v. 4. Safra 2016/17 - Quarto levantamento, Brasília, p. 1-160, Janeiro 2017. Disponível em:<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_01_11_11_30_39_boletim_graos_janeiro_2017.pdf>. Acessado em: 21 de outubro 2017.

DESAI, A.G.; DANGE S. R. S.; PATEL, D. S.; PATEL, D. B. Variability of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ricini* causing wilt of castor. **Journal Mycology Plant Pathology**, Udaipur, v. 33, p. 37-41, 2003.

EHLERS, J. D.; HALL, A. E. Cowpea (*Vigna unguiculata*L.Walp). **Field Crops Research**, Amsterdam, n.53, p.187-204, 1997.

EHLERS, J. Production and genetic improvement of dry grain cowpea in the USA. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DO CAUPI, n. 5, 2001, Teresina. **Anais ...**Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2001. p. 334-338. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 56).

ELOY, A. P.; MICHEREFF, S. J. Redução no rendimento do caupi em duas épocas de plantio devido à murchar-de-fusário. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 29, n. 4, p. 330-333, 2003.

FAO. Crops. Cowpeas, dry. Estados Unidos: **Food and Agriculture Organization of the United Nations** Disponível em: <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>. Acesso em 12 de outubro de 2017.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura**. Viçosa: UFV. 2008. 421 p.

FREIRE FILHO F. R.; RIBEIRO, V. Q.; BARRETO, P. D.; SANTOS, C. A. F. Melhoramento genético de caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) na região do Nordeste. In: QUEIROZ, M. A. de; GOEDERT, C. O.; RAMOS, S. R. R. (Ed.). **Recursos genéticos e melhoramento de plantas no Nordeste brasileiro**. (on-line). Versão 1.0. Petrolina: Embrapa Semiárido; Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, nov. 1999. Disponível em: [http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/catalogo/livro rg/caupinordeste.pdf](http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/catalogo/livro_rg/caupinordeste.pdf).

FREIRE FILHO, F. R., RIBEIRO, V. Q., ROCHA, M. M., SILVA, K. J. D.; NOGUEIRA, M. S. R.; RODRIGUES, E. V. **Produção, melhoramento genético e potencialidades do feijão-caupi no Brasil**. IV Reunião de Biofortificação, Terezina, Brasil, 2011.

FREIRE FILHO, F. R.; CARDOSO, M. J.; ARAÚJO, A. G. de. Caupi: nomenclatura científica e nomes vulgares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.18, n. 12, p. 1369-1372, 1983.

FREIRE FILHO, F.R.; RIBEIRO, V.Q.; BARRETO, P.D.; SANTOS, A.A. Melhoramento genético. In: FREIRE FILHO, F.R.; LIMA, J.A.A.; RIBEIRO, V.Q. **Feijão-caupi: Avanços tecnológicos**. Brasília, Embrapa Informações tecnológicas. 2005, p.27-92.

- FROTA, K.M.G.; MENDONÇA, S.; SALDIVA, P.H.N.; CRUZ, R.J.; ARÊAS, J.A.G. Cholesterol-lowering properties of whole cowpea seed and its protein isolate in hamsters. **Journal of Food Science**, Chicago, v.73, n. 9, p.235-240, 2008.
- GONÇALVES, J. R.P. **ABC da Agricultura Familiar** :Cultivo do feijão-caupi na Amazonia Brasília, 2010.15 p.
- GUPTA, V. K.; MISRA, A. K.; GAUR, R. K. Growth characteristics of *Fusarium* spp. causing wilt disease in *Psidium guajava* l. in Índia. **Journal of Plant Protection Research**, Poznań, v. 50, n. 4, p. 452-462, 2010.
- HARE, W.W. Uma nova raça de *Fusarium* causando murcha de caupi. **Fitopatologia**, Santiago de Chile. v. 43, p.291, 1953.
- HARE, W. W. A new race of *Fusarium* causing wilt of cowpea. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 47, n. 3, p. 457-465, 1957.
- HOLLIDAY, P. *Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum*. **Kew. Commonwealth Mycological Institute**. 1970.(C.M.I. Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria, 220).
- JÚNIOR, J. R. V.; FERNANDES, C. F.; NETO, C. R.; MARCOLAN, A. L.; JÚNIOR, H. A.; REIS, N. D. **Ocorrência da fusariose (*Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum*) em feijão-caupi (*Vigna unguiculata*(L.) Walp. em Rondônia**. Porto Velho, 2010. 4p. (Embrapa Comunicado Técnico, 355).
- KENDRICK, J. B. Seed transmission of cowpea *Fusarium* wilt. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 21, n. 10, p. 979-983, 1931.
- KHERADNAM, M.; NIKNEJAD, M. Crossing Technique in Cowpeas. **Iranian Journal Agriculture Research**, Teheran.v.1, n.1, p.57-58, 1971.
- LIMA, J. A. A.; SITTOLIN, I. M.; LIMA, R. C. A. **Diagnoses e Estratégias de Controle de Doenças Ocasionadas por Vírus. Melhoramento Genético. Feijão-caupi: Avanços Tecnológicos**. In: FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; LIMA, J. A. A.; SILVA, P. H. S. 2005, p. 405-459.
- MELO, B. A.; MOLINA-RUGAMA, A. J.; LEITE, D. T.; GODOY, M. S.; ARAÚJO, E. L Bioatividade de pós de espécies vegetais sobre a reprodução de *Callosobruchus maculatus* (Fabr. 1775) (Coleoptera: Bruchidae). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.30, p. 346-353, 2014.
- MENDES, R. M. S.; TÁVORA, F. J. A. F.; PINHO, J. L. N.; PITOMBEIRA, J. B. Relações fonte-dreno em feijão-de-corda submetido à deficiência hídrica. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.38, n.1, p.95-103, 2007.
- MUSONI, A.; KIMANI, P.; NARLA, R. D.; BURUCHARA, R.; KELLY, J. Inheritance of *Fusarium* wilt (*Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*) resistance in climbing beans. **African Journal of Agricultural Research**, v. 5, p. 399-404, 2010.
- NELSON, P. E. Life cycle and epidemiology of *Fusarium oxysporum*. In: MACE, M. E.; BELL, A. A.; BECKMAN, C. H. (Eds.). **Fungal wilt diseases of plants**. New York: Academic Press, 1981. p. 51–80.
- NORONHA, M. A.; LOPES, C. L. R.B. P.; OLIVEIRA, B. M. M.; VENTURA, H. P.; TÔRRES, R. J. A.; MICHEREFF, S. J.; SILVA, K. J. D. Resistência de genótipos de feijão-caupi a *Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum*, *Rhizoctonia solani* e *Sclerotium rolfsii* In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, III., 2013, Recife. **Anais...** Pernambuco: 2013. p. 3.
- NUNES, H. F.; FILHO, F.R.F.; RIBEIRO, V.Q.; GOMES, R.L. F. Grain yield adaptability and stability of blackeyed cowpea genotypes under rainfed agriculture in Brazil. **African Journal of Agricultural Research**, v.9, p.255-261, 2014
- OLIVEIRA, I. P.; CARVALHO, A. M. A cultura do caupi nas condições de clima e solo dos trópicos úmidos de semiárido do Brasil. In: ARAUJO, J. P. P.; WATT.E.E. (Org.) **O caupi no Brasil**, Brasília, DF: Embrapa-CNPAP; Ibadá: IITA, 1998, p. 63-96.

OLIVEIRA, M. Z. A. **Fungos associados a sementes de caupi: Identificação, patogenicidade e controle.** 1981, 41f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 1981.

OYEKAN, P. O Occurrence of cowpea wilt cause dby *Fusarium oxysporum* f. sp. *Tracheiphilum* in Nigéria. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 59, n. 6, p. 488- 490, 1977.

PINHEIRO, G. S.; BARBOSA, L. G.; ANGELOTTI, F.; MAGALHÃES, E. E. de; FERNANDES, H. A.; ZUCAL, M. P. M. Impacto de alterações de temperatura no crescimento e esporulação de *Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum*. WORKSHOP SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICA E PROBLEMAS FITOSSANITÁRIOS, Jaguariúna, **Anais...** São Paulo, 2012. 5p. (Embrapa meio ambiente.).

PÍO-RIBEIRO, G.; ASSIS FILHO, F. M. Doenças do feijão caupi. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE J. A. M. (Eds.) **Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas.** 3. ed. São Paulo: Ceres, 1997, v. 2, p. 222–232.

POTTORFF, M.; WANAMAKER, S.; MA, Y. Q.; EHLERS, J. D.; ROBERTS, P. A.; CLOSE, T. J. Genetic and Physical Mapping of Candidate Genes for Resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *Tracheiphilum* race 3 in Cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp]. **PLoS ONE**.v.7, n.7. 2012.

POTTORFF, M. O.; LI, G.; EHLERS, J. D.; CLOSE, T. J.; ROBERTS, P. A. Genetic mapping, synteny, and physical location of two loci for *Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum* race 4 resistance in cowpea *Vigna unguiculata* (L.) Walp]. **Mol Breed**, v.33, p. 749-791, 2014

RACHIE, K.; RAWAL, K. M.; FRANCKOWIAK, J. D.A. **rapid method of hand crossing cowpeas.** Ibadan, Nigeria: Institute of Tropical Agriculture, 1975. 5p.

RÊGO, M. de S. C.; LOPES, A. C. A.; ROCHA, M. M.; FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; SOUSA, I. S. Avaliação de métodos de cruzamentos artificiais em feijão-caupi [*Vigna unguiculata*(L.) WALP.]. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 1.; REUNIÃO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 6., 2006, Teresina. Tecnologias para o agronegócio: **anais ...** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2006. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 121). CD-ROM 1.

REIS, E. M.; CASA, R. T.; HOLFFMANN, L. L. Controle Cultural de Doenças Radiculares. In: MICHEREFF, S. J.; ANDRADE, D. E. G. T.; MENEZES, M. (Eds.). **Ecologia manejo de patógenos radiculares em solos tropicais.** Recife: UFRPE - Imprensa Universitária, 2005. p. 279 - 302.

RIGERT, R. S.; FOSTER, K. W. Inheritance of resistance to two races of *Fusarium* wilt in three cowpea cultivars. **Crop Science**, Madison, v. 27, n. 2, p. 220-224, 1987.

RIOS, G. P. Doenças fúngicas e bacterianas do caupi. In: ARAUJO, J. P.; WATT, E.E. (Eds.). **O caupi no Brasil.** Brasília: EMBRAPA-IITA, 1988. p. 549- 589.

ROCHA, M.; SOARES, M. C.; FREIRE FILHO, F.R. Avaliação preliminar de genótipos de feijão-caupi para feijão-verde. **Revista Científica Rural**, Bagé, v. 12, n. 01, p. 153-156, 2007.

RODRIGUES, A. A.; COELHO, R. S. B. Murcha de fusário do caupi: métodos de inoculação, reação de germoplasma e controle genético da resistência. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.30, p.23-30, 2004.

RODRIGUES, A. C.; MENEZES, M. Identificação e caracterização patogênica de espécies endofíticas de *Fusarium* de sementes de caupi. **Anais...** Recife: Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica, 2006. v. 3, p. 203–215.

SANTOS, J. F.; GRANGEIRO, J. I. T.; BRITO, C. H.; SANTOS, M. C. C. A. Produção e componentes produtivos de variedades de feijão-caupi na microrregião Cariri Paraibano. **Engenharia Ambiental**, São Paulo, v. 6, n.1, p.214-222, 2009.

SILVA, G. S. Nematóides. In: FREIRE FILHO, F., J.A.A. LIMA & V.Q. RIBEIRO (ed) **Feijão-Caupi: Avanços Tecnológicos.** Embrapa Informação Tecnológica, Brasília. 2005, p. 487-497.

SILVA, K. J. D.; ROCHA, M. M.; MENEZES JUNIOR, J. A. Socioeconomia. In: BASTOS, E. A. (Coord.). **A Cultura do feijão-caupi no Brasil**. Teresina: Embrapa Meio-Norte; Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Divisão de Análise de Risco de Pragas, 2016. p. 6-12.

SILVA, W. C. **Influência de sucessão de cultivos na severidade da murcha-de fusário do caupi**. 2011, 49f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em produção vegetal e proteção de plantas) Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, Alagoas, 2011.

SINGH, B.B. Cowpea breeding at IITA: highlights of advances impacts. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 1.; REUNIÃO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 6., 2006, Teresina. Tecnologias para o agronegócio: **Anais...** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2006. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 121). 1 CD-ROM.

SINGH, B.B. Recent progress in cowpea genetics and breeding. **Acta Horticulturae**, Holanda, n.752, p.69-76, 2007.

SMITH, S. N.; HELMS, D. M.; TEMPLE, S. R. The distribution of Fusarium wilt of blackeyed cowpeas within California caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum* race 4. **Plant Disease**, Sait Paul, v. 83, n. 7, p. 694, 1999.

SWANSON, T. A.; VAN GUNDY, S. D. Influences of temperature and plant age on differentiation of races of *Fusarium oxysporum* f. sp. *Tracheiphilum* on cowpea. **Plant Disease**, Sait Paul, v. 69, n. 7, p. 779-781, 1985.

TÉOFILO, E. M.; MAMEDE, F. B.; SOMBRA, N. S. Hibridação natural em feijão-caupi. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.23, n.4, p.1011-1012, 1999.

TEÓFILO, E. M.; PAIVA, J. B.; MEDEIROS FILHO, S. Polinização artificial em feijão caupi, (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n 1, p. 220-223, 2001.

TROISI, M.; GULLINO, M. L.; GARIBALDI, A. *Gerbera jamesonii*, a new host of *Fusarium oxysporum* f. sp. *Tracheiphilum*. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v. 158, n. 1, p. 8-14, 2010.

ZAMBOLIM, L.; DUARTE, H. S. S.; RODRIGUES, F.A. Resistência de plantas a doenças. In: ZAMBOLIM, L.; JESUS-JÚNIOR, W.C.; RODRIGUES, F.A. (Eds.). **O essencial da fitopatologia: controle de doenças de plantas**. Viçosa: Suprema Gráfica e Editora, 2014, p. 337-352.

CAPÍTULO II

Resistência do feijão-caupi à murcha de fusarium

Submissão: Tropical Plant Pathology

Resistência do feijão-caupi à murcha de fusarium

Risoneide de Cássia Zeferino Silva ¹, Antônio Félix da Costa ², Alessandro Nicoli ^{1*}

¹ Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Departamento de Agronomia, Fitopatologia.

² Instituto Agronômico de Pernambuco (IPA).

* Autor para correspondência: agronicoli@yahoo.com.br

Resumo

O patógeno habitante do solo *Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum* infecta o feijão caupi e ocasiona perdas significativas na produtividade. Considerando que o controle genético por meio de cultivares resistentes é o método mais eficiente para à murcha de fusarium, este trabalho teve como objetivo identificar genótipos de feijão-caupi com resistência à murcha de fusarium. Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação, o primeiro constituiu na avaliação de 38 genótipos (tratamentos) de feijão-caupi, o segundo foi realizado para avaliar 19 genótipos com melhores resultados no nível de resistência do primeiro experimento. Os 38 genótipos foram avaliados quanto à resistência ao patógeno pelo método de imersão de raízes em suspensão de conídios. As testemunhas foram constituídas de plantas não inoculadas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três repetições. A avaliação dos experimentos foi realizada aos 21 dias após a inoculação com o auxílio de uma escala de notas. No primeiro experimento a severidade da doença foi menor que 10% em dez genótipos resistentes. Além desses, quatro genótipos se destacaram (Canapu PE, Miranda IPA 207, Esperança e BRS Pujante), no segundo, 15 apresentaram reação de alta resistência ao patógeno, com destaque para Canapu PE, Miranda IPA 207 que não apresentaram sintoma da doença nos dois experimentos.

Palavras-chaves: *Vigna unguiculata*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum*, Controle Genético.

Abstract

The soil pathogen *Fusarium oxysporum* f. sp. *Tracheiphilum* infects cowpea beans and causes significant losses in productivity. Considering that genetic control through resistant cultivars is the most efficient method for fusarium wilt, this work aimed to identify genotypes of cowpea with resistance to fusarium wilt. The experiments were conducted in a greenhouse, the first one consisted of the evaluation of 38 genotypes (treatments) of cowpea, the second was carried out to evaluate 19 genotypes with better results in the level of resistance of the first experiment. The 38 genotypes were evaluated for resistance to the pathogen by the root immersion method in conidial suspension. The controls were composed of non-inoculated plants. The experimental design was completely randomized, with three replications. The evaluation of the experiments was performed at 21 days after inoculation with the aid of a scale of grades. In the first experiment the disease severity was less than 10% in ten resistant genotypes. In addition, four genotypes were identified (Canapu PE, Miranda IPA 207, Esperança and BRS Pujante); in the second, 15 genotypes showed high resistance to the pathogen, especially Canapu PE, Miranda IPA 207, which showed no symptoms of the disease in the two experiments.

Keywords: *Vigna unguiculata*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum*, Genetic Control.

Introdução

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) é uma leguminosa de grande importância mundial, principalmente em regiões tropicais, como no Brasil, onde vários tipos de grãos deste feijão são produzidos para atender o mercado consumidor, apresentando-se como excelente fonte de proteínas, carboidratos, ferro, potássio e fósforo, além de seu destaque socioeconômico (Philips et al. 2003; Cruz e Aragão, 2014; Nunes et al. 2014; Berger et al. 2016). Atualmente, a produção brasileira de feijão-caupi está acima de 713,3 mil toneladas, sendo cultivado em 1.409,3 mil hectares, com uma produtividade de 506 kg/hectares (Conab 2017). Trata-se de uma cultura com capacidade de sobreviver com sucesso na região Norte (alta umidade, altas precipitações pluviométricas e solo argiloso) e Nordeste (seca, solo arenoso e salino em certos locais) (Rocha et al. 2007), no entanto, também tem se expandindo para outros estados como o Mato Grosso, Minas Gerais, Oeste da Bahia, Goiás e Amazônia.

O Brasil é um grande produtor e consumidor deste feijão, destacando-se a região Nordeste que tem grande apreço ao produto na culinária local (Santos et al. 2009), onde é consumido nas formas de grão seco ou de grão fresco, podendo ser comercializado na própria vagem imatura, em molhos ou debulhados, sendo designado de feijão verde (Freire-Filho 2005). Além do seu valor nutricional na dieta humana, o feijão-caupi também pode ser utilizado para a alimentação animal e para a recuperação da fertilidade do solo, como adubação verde (Rodrigues et al. 2006; Gogile et al. 2013).

No entanto, a baixa produtividade do feijão-caupi, comparada com outras culturas, dá-se por um conjunto de fatores, como o uso de sementes não melhoradas, o plantio em solos de baixa fertilidade, ocorrência de precipitações pluviométricas irregulares, bem como o surgimento de pragas e doenças (Mendes et al. 2007). Um dos grandes problemas no cultivo do feijão-caupi é o surgimento de doenças, dentre elas, destaca-se a murcha de fusarium causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum*, o qual é um fungo habitante de solo, levando à murcha vascular das plantas em campos infestados (Armstrong e Armstrong 1980).

Os principais sintomas dessa doença são clorose, nanismo, queda de folhas, murcha e morte prematura das plantas, resultando em danos significativos no rendimento da cultura (Armstrong e Armstrong 1980; Summerell et al. 2001; Assunção et al. 2003; Porttorff et al. 2012; Porttorff et al. 2014). Esses sintomas da doença são mais visíveis após o início da formação das vagens, em virtude da maior demanda fisiológica da planta para mobilização de reservas visando à formação e enchimento dos grãos (Assunção et al. 2003). A murcha de fusarium pode causar danos significativos na produção, como relatado na Nigéria (Oyekan

1977), onde 50% das plantas em campo infestado morreram. Na Índia foram registrados danos de até 75% (Allen 1983) e nos Estados Unidos mais de 50% (Pio-Ribeiro e Assis Filho 1997). No Brasil, dados registraram perdas no rendimento de grãos, podendo chegar a 89% e 98% em parcelas experimentais artificialmente infestadas por *F. oxysporum* f. sp. *tracheiphilum* (Assunção et al. 2003; Eloye e Michereff 2003).

Entre as medidas de controle da murcha de fusarium, destaca-se o uso de cultivares resistentes (Pottorff et al. 2012; Pottorff et al. 2014). O primeiro passo em um programa de melhoramento é a identificação de genótipos resistentes por meio de inoculações e observações em campo, sendo depois recomendado para uso comercial ou também para incorporar a resistência em materiais suscetíveis, mas com boas características agronômicas (Borém e Miranda 2009; Caixeta e Zambolim 2014). Com isso, algumas pesquisas já foram realizadas para avaliar o comportamento de genótipos em relação à murcha de fusarium, e determinados materiais resistentes têm sido identificados, como as cultivares Magnólia, Iron PI 293520, Iron Tvul 990, Iron Tvul 1072 e Iron Tvul1611 (Armstrong e Armstrong 1980), as linhagens L-288004 e L-190004 (Rodrigues e Coelho 2004), MNCO1-649F-2-1 e MNCO1-649F-2-11 (Noronha et al. 2013), os genótipos TVu 347 (Fawole, 1989; Araújo 2017), TVu 984 e TVu 109 (Araújo 2017), além de California Blackeye 27, California Blackeye 46, California Blackeye 50, e IT93K-503-1 (Ehlers et al. 2000; Ehlers et al. 2009; Pottorff et al. 2012; Pottorff et al. 2014).

Como o controle genético é o método mais eficiente para o manejo da murcha de fusarium, é muito importante que as cultivares tenham resistência a essa doença, principalmente devido às diferentes raças do patógeno que podem estar distribuídas em áreas de cultivo (Pottorff et al. 2012; Pottorff et al. 2014). Portanto, diante da importância dessa doença no Brasil, e principalmente no Norte e Nordeste, mais trabalhos precisam ser realizados para a identificação de novos genótipos resistentes em bancos ativos de germoplasma de feijão-caupi, visando a recomendação para plantios comerciais e utilização em diversos estudos como na incorporação da resistência em cultivares suscetíveis. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi identificar genótipos de feijão-caupi que apresentaram resistência à murcha de fusarium.

Material e Métodos

Os genótipos de feijão-caupi foram oriundos da coleção existente no Banco de Germoplasma do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA-Recife-PE) (Tabela 1). Para os experimentos foram utilizadas como padrão de suscetibilidade a cultivar BR-17 Gurguéia e como padrão de resistência o genótipo MNCO1-649F-2-1, os quais pertencem à Embrapa Meio-Norte, já identificados anteriormente (Noronha et al. 2013). Foram realizados dois experimentos, cujo delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizado (DIC), com três repetições, sendo cada repetição constituída por três plantas por vaso com capacidade para três litros de solo.

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação situada na latitude 8° 1' 1.16" S e longitude 34° 56' 38.70" O, localizada no Departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (DEPA/UFRPE). No primeiro experimento foram avaliados 38 genótipos (tratamentos) de feijão-caupi para identificar fontes de resistência genética à murcha de fusarium. Esse experimento foi instalado e avaliado entre março a abril de 2017, com temperaturas médias de 36,6 e 31°C respectivamente, e umidade relativa média de 57% e 74%, respectivamente. O segundo experimento foi realizado para avaliar 19 genótipos com melhores resultados no nível de resistência do primeiro experimento, além da testemunha suscetível. Esse foi realizado de maio a junho de 2017, com temperaturas médias de 31°C e 29°C, e umidade relativa média de 51% e 78,6%, respectivamente.

A produção do inóculo de *F. oxysporum* f. sp. *tracheiphilum* foi conduzido por meio do cultivo do isolado CMM-732, o qual foi obtido junto à Coleção de Culturas de Fungos Fitopatogênicos “Prof.^a Maria Menezes” – CMM, da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Esse isolado usado apresenta alto nível de agressividade, sendo comprovado em estudos realizados anteriormente (Veloso 2013; Noronha et al. 2013). Após a repicagem, o fungo foi cultivado por sete dias em placas de Petri contendo meio de cultura BDA (Batata Dextrose Ágar). No dia da inoculação, as placas foram raspadas e a suspensão de conídios foi filtrada em gaze dupla e ajustada para 1×10^6 conídios/mL⁻¹ com o auxílio da câmara de Neubauer.

Na casa de vegetação, primeiramente as sementes dos genótipos foram semeadas em copos plásticos contendo substrato comercial Basaplant[®] e cultivadas até a formação do primeiro par de folhas primárias. Atingidas essa as plantas foram inoculadas utilizando a metodologia de imersão de raízes em suspensão de conídios (Pastor-Corrales e Abawi 1987). Para isso, as plantas foram cuidadosamente retiradas dos copinhos, suas raízes foram lavadas e

1/3 do seu comprimento foi cortado imediatamente após o corte, o sistema radicular das plantas foi imerso na suspensão contendo conídios (1×10^6 conídios/mL) durante cinco minutos. Em seguida, três plantas de cada genótipo foram transplantadas por vaso. (repetição) com capacidade de três litros de solo. As testemunhas foram constituídas de plantas com raízes cortadas e imersas em água destilada esterilizada.

A avaliação da severidade da murcha de fusarium nas plantas foi realizada aos 21 dias após a inoculação, com o auxílio de uma escala de notas adaptada de Schoonhoven e Pastor-Corrales 1987, onde: 0 = planta sem sintomas externos; 1 = menos de 10% da folhagem com clorose e/ou murcha; 2 = aproximadamente 25% de folhas com clorose e/ou murcha; 3 = aproximadamente 50% das folhas e ramos com clorose e/ou murcha, com as plantas manifestando nanismo; 4 = aproximadamente 75% ou mais das folhas e ramos com murcha, nanismo severo e desfolha prematura, frequentemente resultando na morte da planta. O valor médio das notas considerando as três repetições em cada genótipo foi utilizado para discriminar os genótipos em classes de reação, sendo: 0 a 1,0 = resistente (R); 1,1 a 2,0 = moderadamente resistente (MR); 2,1 a 4,0 = suscetível (S).

Resultados

Dos 38 genótipos de feijão-caupi, avaliados no primeiro experimento, 19 comportaram-se como suscetíveis, 05 como moderadamente resistentes e 14 como resistentes (Tabela 2). Os genótipos suscetíveis apresentaram nota média entre 2,22 e 4,00, com sintomas evidentes da doença, como folhas e ramos cloróticos, com murcha, nanismo, desfolha e morte de plantas. A cultivar BR-17 Gurguéia manteve seu alto padrão de suscetibilidade à murcha de fusarium. Os genótipos com resistência moderada tiveram nota média entre 1,22 e 1,66, apresentando aproximadamente menos de 20% da folhagem com clorose e/ou murcha. No entanto, a severidade da doença foi menor que 10% em dez genótipos resistentes. Além desses, quatro genótipos se destacaram (Canapu PE, Miranda IPA 207, Esperança e BRS Pujante), onde nenhuma das plantas apresenta os sintomas da murcha de fusarium. Essa resposta fenotípica dos genótipos foi observada com facilidade durante o experimento, podendo separar os genótipos resistentes dos suscetíveis (Figura1).

Com base nos resultados do primeiro experimento, os 19 genótipos com bom nível de resistência foram submetidos a uma nova avaliação, em que quatro foram moderadamente resistentes (Notas média 1,33 a 1,66) e 15 apresentam reação de alta resistência ao patógeno, com notas médias de 0,0 a 0,88 (Tabela 3). Nesse segundo experimento os sintomas da doença

não se manifestaram em nove genótipos. No entanto, a BR-17 Gurguéia foi usada como testemunha e todas as plantas resultaram em morte devido a infecção com o *F. oxysporum* f. sp. *tracheiphilum*. O genótipo MNCO1-649F-2-1 manteve-se como padrão de resistência nos dois experimentos.

Discussão

Nos dois experimentos foram observados genótipos suscetíveis, moderadamente resistentes e resistentes com severidade menor que 10% ou sem sintomas da doença. A cultivar BR-17 Gurguéia manteve sua elevada suscetibilidade, como relatado em outros trabalhos (Assunção et al. 2003; Rodrigues e Coelho 2004; Rodrigues et al. 2006; Noronha et al. 2013), o que provocou a morte de todas as plantas até os 15 dias após a inoculação nos dois experimentos realizados. No primeiro experimento, além de BR-17 Gurguéia, outros 18 genótipos também foram suscetíveis, sendo que a cultivar BRS Xiquexique e BRS Cauamé corroboram com os resultados encontrado por Noronha et al. (2013), e a cultivar IPA 206, com outros trabalhos (Assunção et al. 2003; Rodrigues et al. 2006; Noronha et al. 2013). A cultivar Paulistinha, embora apresente maior tamanho do grão e potencial para o mercado de feijão-verde (Silva et al. 2013; Sousa et al. 2015), e a CNC 0434 com rendimentos superiores em até 40% aos das tradicionalmente plantadas no Amapá (Nogueira 1985), mostraram-se altamente suscetíveis à murcha de fusarium. A cultivar Macaibo que é imune ao mosaico severo (Sebastião et al. 1994), e a BR10 Piauí, resistente aos mosaicos rugoso e dourado (Cardoso et al. 1987), também mostraram suscetibilidade à murcha de fusarium.

Ao se comparar os resultados do primeiro e do segundo experimento, aproximadamente 74% dos genótipos mantiveram a reação de resistência, como o MNCO1-649F-2-1 que foi usado como padrão de resistência à murcha de fusarium. Alguns outros genótipos apresentaram pequena variação na severidade entre as avaliações, a exemplo da cultivar Epace 10 que teve severidade média de 1,33 na primeira inoculação e 0,88 na segunda e as cultivares Chico Modesto 2 e Canapuzinho que foram moderadamente resistentes no primeiro experimento e não apresentaram sintomas da murcha de fusarium no outro experimento. No entanto, Vitória 2 e BRS Pujante tiveram severidade média maior (1,33) quando comparados com a primeira inoculação. Portanto, embora com pequenas variações em determinados materiais entre as inoculações, esses genótipos selecionados para o segundo experimento mantiveram bom nível de resistência à murcha de fusarium.

A cultivar EPACE 10 tem grande potencial de produtividade, resistência a viroses e tolerância à estiagem (Barreto et al. 1988; Santos et al. 2009), enquanto Canapuzinho é resistente à mela (*Thanatephorus cucumeris*) (Nechet e Halfeld-Vieira 2007), BRS Novaera tem boa produtividade e potencial de mercado (Freire Filho et al. 2008), e Costela de Vaca, alto rendimento em cultivo de sequeiro (Daniel e Lucas 2015). Os genótipos que não apresentaram sintomas da murcha de fusarium nos dois experimentos foram Canapu PE e Miranda IPA 207. A cultivar Miranda IPA 207, além de Patativa, foram resistentes à murcha de fusarium no presente trabalho, apresentam excelente produtividade em Pernambuco (Costa et al. 2013), sendo uma informação de grande importância. A Miranda IPA 207, em especial, tem sido utilizada em outros estudos e possui diversas características agrônomicas consideradas fundamentais para o cultivo do feijão-caupi (Costa et al. 2013). Santos (2013), estudando o comportamento de 14 cultivares de feijão-caupi nas condições do Agreste Paraibano, comprovou que Miranda IPA 207 e outras cultivares se destacaram com produtividade de grãos superiores a 1.000 kg/ha. Além desses aspectos, Miranda IPA-207 também mostrou uma resposta significativa quando analisado o efeito da aplicação de diferentes lâminas de irrigação (Lacerda et al. 2015).

O genótipo MNCO1-649F-2-1 manteve-se como padrão de resistência nos dois experimentos. Esse foi recentemente identificado como um material promissor, com plantas sem sintomas da doença ou com menos de 10% da folhagem apresentando clorose e/ou murcha (Noronha et al. 2013). Testes de inoculação em condições controladas têm confirmado sua resistência (dados não publicados). Esse genótipo é uma linhagem de feijão-caupi de porte semi-prostrado, subclasse comercial rajado, tolerante à salinidade da água de irrigação (Andrade 2013) e apresenta bons valores de massa de vagens (Souza et al. 2013).

Recentemente, Araújo (2017) inoculou diferentes variedades de feijão-caupi com *F oxysporum* f. sp. *tracheiphilum* e concluiu que os genótipos TVu 347, TVu 984 e TVu 109 são resistentes, pois nenhuma planta desses morreu ou apresentou sintomas severos da doença. O autor concluiu ainda que as variedades tradicionais conhecidas como 40 dias, Concebida, Azulão, Engana Mulher, Santo Inácio, Feijão-da-Bahia, Feijão-de-Arranca, Setentão e Pitiúba são consideradas promissoras para utilização como fontes de resistência a murcha de fusarium. Pitiúba também foi utilizada no presente estudo e se mostrou promissora, corroborando com os resultados de Araújo (2017).

Outros trabalhos com feijão-caupi têm relatado genótipos resistentes, como as cultivares Magnólia, Iron PI 293520, Iron Tvu 1990, Iron Tvu 1072 e Iron Tvu 1611 (Armstrong e Armstrong 1980), as linhagens L-288004 e L-190004 (Rodrigues e Coelho 2004), TVu 347

(Fawole, 1989), California Blackeye 27, California Blackeye 46, California Blackeye 50, e IT93K-503-1 (Ehlers et al. 2000; Ehlers et al. 2009; Pottorff et al. 2012; Pottorff et al. 2014). Da California Blackeye 27 foi identificado um locus para resistência à raça 3 (*Fot3-1*) e outro para raça 4 (*Fot4-2*) do patógeno, enquanto do genótipo IT93K-503-1 foi identificado o locus *Fot4-1* para resistência à raça 4. A identificação desses locus auxiliará no desenvolvimento de marcadores moleculares para uso em seleção assistida, visando à incorporação de resistência em cultivares de feijão-caupi (Pottorff et al. 2012; Pottorff et al. 2014). Portanto, os genótipos resistentes identificados aqui podem ser utilizados para mapeamento genético e identificação de marcadores moleculares associados com resistência para uso em seleção assistida.

Outro trabalho necessário de grande importância é testar esses genótipos resistentes em campo com histórico da murcha de fusarium, onde se espera ter uma maior variabilidade na população do patógeno e efeitos ambientais envolvidos. Além disso, realizar o estudo de herança da resistência, visando determinar o caráter genético da resistência nesses materiais. A herança monogênica dominante (Rigert e Foster 1987), dois genes dominantes (Hare 1953), ou ainda dois genes (dominante e recessivo) independentes (Rodrigues e Coelho 2004) foram relatadas. Ao identificar diferentes genes de resistência entre os genótipos, é possível pensar na piramidação gênica ou uso do sistema de rotação entre os mais resistentes, visando o manejo e durabilidade da resistência no campo (McDonald e Linde 2002; McDonald 2014).

Essa resistência vegetal envolve a ativação de vários mecanismos de defesa, e quando se refere às murchas, observar-se a formação de tiloses no xilema, impedindo a movimentação e colonização de outros tecidos pelo patógeno (Pascholati 2011; Horst 2013). Genótipos resistentes que apresentam o sintoma de escurecimento restrito apenas à raiz principal têm a possibilidade de apresentar tilose como mecanismo de defesa (Araújo 2017). Portanto estudos futuros podem ser realizados com esses genótipos de feijão-caupi resistentes à murcha de fusarium, visando relatar os diferentes mecanismos de defesa, como os físicos e bioquímicos (Pascholati 2011). Além disso, identificar e quantificar as enzimas de defesa das plantas, como a fenilalanina amônia-liase, peroxidase, polifenol oxidase, quitinase, glucanase e lipoxigenase, a exemplo de outras publicações (Ascensão e Dubery 2000; Mandal e Mitra 2007; Mandal et al. 2008; Xue et al. 2014; Xue et al. 2015; Fortunato et al. 2015). A enzima peroxidase desempenha um papel importante nas respostas de defesa ao ataque de patógenos, como *F. oxysporum* f. sp. *phaseoli*, podendo ser incrementada em raízes (Mandal et al. 2008; Xue et al. 2014; Xue et al. 2015). Possui uma atividade antifúngica acumulada no xilema durante a colonização de tecidos vegetais por patógenos vasculares (Yadeta e Thomma 2013), e tem sido identificada em plantas de feijão contra patógenos, incluindo *F. oxysporum* (Ye e Ng 2002).

Estudos envolvendo a indução de resistência no feijão-caupi à murcha de fusarium também mostraram maior expressão das atividades enzimáticas (Rodrigues et al. 2006; Berger et al. 2016).

Considerando que o controle genético por meio de cultivares resistentes é o método mais eficiente para a murcha de fusarium, esse trabalho mostra a importância de explorar a variabilidade genética em bancos de germoplasmas de feijão-caupi, e esses genótipos resistentes podem ser utilizados em diversos estudos e recomendados no manejo dessa doença.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de mestrado. Ao pesquisador do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), Antônio Félix da Costa, pelo fornecimento dos genótipos de feijão-caupi. Aos pesquisadores da Embrapa Meio Norte (Kaesel Jackson Damasceno e Silva e Maurisrael de Moura Rocha) pelo fornecimento do genótipo MNCO1-649F-2-1, e ao Prof. Sami Jorge Michereff pelo isolado de *Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum* (CMM-732).

Referências Bibliográficas

Allen, D. J. (1983) The pathology of tropical food legumes: disease resistance in crop improvement. New York: John Wiley & Sons, p. 413.

Andrade JR (2013) Crescimento e pigmentos fotossintéticos de genótipos de feijão caupi submetidos a irrigação com água salina. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Campina Grande, Brasil.

Araújo LBR (2017) Potencial genético de variedades tradicionais de feijão-caupi e avaliação para resistência à murcha de fusarium. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, Brasil.

Armstrong GM, Armstrong JK (1980) Cowpea wilt *Fusarium oxysporum* f. sp. *Tracheiphilum* race I from Nigeria. Plant Disease 64:954–955.

Ascensão AR, Dubery IA (2000) Panama disease: cell wall reinforcement in banana roots in response to elicitors from *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* race four. *Phytopathology* 90: 1173–1180.

Assunção IPA, Michereff SJ, Brommonschenkel SH, Eloy AP, Rocha júnior OM, DUDA GP, Nascimento CWA, Nascimento RSMP, Rodrigues JJV (2003) Caracterização de solos de Pernambuco quanto a supressividade à murcha-de-fusário do caupi. *Summa Phytopathologica* 29: 161-167.

Barreto PD, Santos AA, Quinderé MAW, Vidal JC, Araújo JPP, Walt EE, Rios GP, Neves BP (1988) EPACE-10: nova cultivar de caupi para o Ceará. Fortaleza: EPACE; Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA-CNPAF.

Borém, A.; Miranda, G. V. Melhoria de plantas. 5.ed. Viçosa: UFV, 2009. 529 p.

Berger LRR, Stamford NP, Willadino LG, Laranjeira D, Lima MAB, Malheiros CMM, Oliveira WJ, Stamford TCM (2016) Cowpea resistance induced against *Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum* by crustaceous chitosan and by biomass and chitosan obtained from *Cunninghamella elegans*. *Biological Control* 92:45–54.

Caixeta ET, Zambolim EM. Melhoria genética de plantas visando resistência a doenças. In: Zambolim L, Jesus-Júnior WC, Rodrigues FA (2014). O essencial da fitopatologia: controle de doenças de plantas. (Eds. Viçosa: Suprema Gráfica e Editora, p. 553-576.

Cardoso MJ, Santos AA dos, Freire filho FR (1987) BR 10 Piauí: nova cultivar de feijão macassar para o Piauí. Teresina: EMBRAPA-UEPAE de Teresina.

Conab. Acompanhamento safra brasileira grãos, Safra 2016-2017. Disponível em http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_01_11_11_30_39_boletim_graos_janeiro_2017.pdf. Acessado em: Outubro 21, 2017.

Costa AF, Souza MCM, Canuto VTB, Coitinho RLBC, Tavares JA, Fonseca MAC (2013) Miranda IPA 207, Nova Cultivar de Feijão-Caupi para o Nordeste Brasileiro. *Pesquisa agropecuária Recife* 18: 39-43.

Cruz ARR, Aragão FJL (2014) RNAi-based enhanced resistance to *Cowpea severe mosaic virus* and *Cowpea aphid-borne mosaic virus* in transgenic cowpea. *Plant Pathology* 63: 831-837.

Daniel PS, Lucas KSL. (2015) Avaliação agronômica de variedades de feijão-caupi em cultivo de sequeiro no município de Coremas-PB. *Revista Verde* 10: 222.

Ehlers JD, Hall AE, Patel PN, Roberts PA, Matthews WC (2000) Registration of ‘California Blackeye 27’ cowpea. *Crop Science* 40: 854-855.

- Ehlers JD, Sanden BL, Frate CA, Hall AE, Roberts PA (2009) Registration of 'California Blackeye 27' cowpea. *Journal Plant Registrations* 3: 236-240.
- Eloy AP, Michereff SJ (2003) Redução no rendimento do caupi em duas épocas de plantio devido à murcha-de-fusário. *Summa Phytopathologica* 29: 330–333.
- Fawole EA (1989) Evaluation of cowpea lines for resistance to wilt of cowpea caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum*. *Fitopatologia Brasileira* 14: 232-234.
- Fortunato AA, Debona D, Bernardeli AMA, Rodrigues FA (2015) Defence-related enzymes in soybean resistance to target spot. *Journal of Phytopathology* 163: 731-742.
- Freire filho FR, Cravo MS, Vilarinho AA, Cavalcante ES, Fernandes JB, Sagrilo E, Ribeiro VQ, Rocha MM, Souza FF, Lopes AM, Gonçalves JRP, Carvalho HWL, Raposo JAA, Sampaio LS (2008) BRS Novaera: Cultivar de Feijão- Caupi de Porte Semiereto. Belém: Embrapa Amazônia Oriental 4p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado Técnico, 215).
- Freire filho FR, Ribeiro VQ, Barreto PD, Santos AA (2005) Melhoramento genético. In: Freire Filho, F.R.; Lima, J.A.A.; Ribeiro, V.Q. Feijão-caupi: Avanços tecnológicos. Brasília, Embrapa Informações tecnológicas. p.27-92.
- Gogile A, Andargie M, Muthuswamy M (2013) Screening selected genotypes of cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] for salt tolerance during seedling growth stage. *Pakistan Journal Biological Sciences* 16:671–679.
- Hare, WW. (1953) Uma nova raça de *Fusarium* causando murcha de caupi. *Fitopatologia* 43: 291.
- Horst R K (2013) Wilt Diseases. In: Westcott's Plant Disease Handbook. Netherlands, Springer. pp. 433–442.
- Lacerda MD, Silva SMS, Alves JC, Costa AF, Hernandez FBT (2015) produtividade da cultivar de feijão-caupi miranda ipa-207 em função de lâminas crescentes de irrigação. Em: III INOVAGRI International Meeting, resumos...Fortaleza, Brasil. IPIAI. P.10.
- Mandal S, Mitra A (2007) Reinforcement of cell wall in roots of *Lycopersicon esculentum* through induction of phenolic compounds and lignin by elicitors. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 7: 1201–209.
- Mandal S, Mitra A, Mallick N (2008) Biochemical characterization of oxidative burst during interaction between *Solanum lycopersicum* and *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 72: 56–61.

Mcdonald BA, Linde C (2002) Pathogen population genetics, evolutionary potential, and durable resistance. *Annual Review Phytopathology*. 40: 349-379.

Mcdonald BA (2014) Using dynamic diversity to achieve durable disease resistance in agricultural ecosystems. *Tropical Plant Pathology* 39: 191-196.

Mendes RMS, Távora FJA.F, Pinho JLN, Pitombeira JB (2007) Relações fonte-dreno em feijão-de-corda submetido à deficiência hídrica. *Ciência Agrônômica*38:95-103.

Nechet, KL, Halfeld-vieira, BA (2007) Reação de cultivares de feijão-caupi à mela (*Rhizoctonia solani*) em Roraima. *Fitopatologia Brasileira* 32:424-428.

Nogueira OL (1985) CNC 0434: nova cultivar de feijão caupi para o Amapá. Comunicado técnico, 2. Embrapa-Uepat de Macapá.

Noronha MA, Lopes CLRBP, Oliveira BMM, Ventura HP, Tôrres RJA, Michereffs J, Silva KJD (2013) Resistência de genótipos de feijão-caupi a *Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum*, *Rhizoctonia solani* e *Sclerotium rolfsii* In: Congresso Nacional de Feijão-caupi, Recife-PE, 3p.

Nunes HF, Filho FRF, Ribeiro VQ, Gomes RLF (2014) Grain yield adaptability and stability of blackeyed cowpea genotypes under rainfed agriculture in Brazil. *African Journal of Agricultural Research* 9:255-261.

Oyekan PO (1977) Occurrence of cowpea wilt caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum* in Nigeria *Plant Disease Reporter* Washington 59:488- 490.

Pascholat SF (2011) Fisiologia do parasitismo: como as plantas se defendem dos patógenos. In: Amorin L, Rezende JAM, Bargamin-Filho A (Eds). *Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos*. 4 ed. São Paulo: Agrônômica Ceres, v.1, 593-636.

Pastor-corrales MA, Abawi GS (1987) Reactions of selected bean germplasms to infection by *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*. *Plant Disease* 71:990-993.

Philips RD, McWatters KH, Chinnan MS, Hung Y, Beucha LR, Sefa-Dedeh S, Sakyi-Dawson E, Ngoddy P, Nnanyelugo D, Enwere J, Komey NS, Liu K, Mensa-Wilmot Y, Nnanna IA, Okeke C, Prinyawiwatkul W, FK Saalia FK (2003) Utilization of cowpeas for human food. *Field Crops Research* 82:193-213.

Pio-ribeiro G, Assis filho FM (1997) Doenças do feijão caupi. In: Kimati H, Amorim L, Bergamin filho A, Camargo LEA, Rezende JA. M. (Eds.), *Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas*. 3. ed. São Paulo: Ceres 2: 222–232.

Pottorff MO, Li G, Ehlers JD, Close TJ, Roberts PA (2014) Genetic mapping, synteny, and physical location of two loci for *Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum* race 4 resistance in cowpea *Vigna unguiculata* (L.) Walp] Mol Breeding33:749-791.

Pottorff M, Wanamaker S, Ma YQ, Ehlers JD, Roberts PA, Close TJ (2012) Genetic and Physical Mapping of Candidate Genes for Resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *Tracheiphilum* race 3 in Cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp]. PLoS one 7:1-12.

Rigert RS, Foster KW (1987) Inheritance of resistance to two races of *Fusarium* wilt in three cowpea cultivars. Crop Science, Madison 27: 220-224.

Rocha MM, Freire filho FR, Ribeiro VQ, Carvalho HWL, Belarmino filho J, Raposo JAA, Alcantara JP, Ramos SRR, Machado CF (2007) Adaptabilidade e estabilidade produtiva de genótipos de feijão-caupi de porte semiereto na Região Nordeste do Brasil. Pesquisa Agropecuária Brasileira 42:1283-1289.

Rodrigues AA, Coelho RSB (2004) Murcha de fusário do caupi: métodos de inoculação, reação de germoplasma e controle genético da resistência. Summa Phytopathologica 30:23-30.

Rodrigues AAC, Bezerra neto E, Coelho, RSB. (2006) Indução de resistência a *Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum* em caupi: eficiência de indutores abióticos e atividade enzimática elicitada. Fitopatologia Brasileira 31: 492-499.

Santos JF (2013) Produtividade de cultivares de feijão-caupi no Agreste Paraibano. Tecnologia e Ciências Agropecuaria 7:31-36.

Santos JF, Grangeiro JIT, Brito C H, Santos MCCA (2009) Produção e componentes produtivos de variedades de feijão caupi na microrregião cariri paraibano Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 6: 214-222.

Santos PR, Ruiz HA, Neves JCL, Almeida EF, Freire MBGS, Freire FJ (2009) Germinação, vigor e crescimento de cultivares de feijoeiro em soluções salinas. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental13:882-889.

Schoonhoven AV, Pastor-Corrales MA (1987) Standard system for the evaluation of bean germplasm. Cali: CIAT, .53P.

Sebastião LP, Rodrigues DT, Assis JFFS (1994) Principais doenças do caupi (*vigna unguiculata* (l.) walp.) no pará e recomendações de controle. Embrapa-cpatu. –Belem Documentos, 75.

Silva EF, Barros-júnior AP, Silveira LM, Santana FMS, Santos MG (2013) Avaliação de cultivares de feijão-caupi irrigado para produção de grãos verdes em Serra Talhada-PE. Revista Caatinga 26:21-26.

Souza AA, Silva KJD, Rocha MM, Souza VB, Oliveira MB, Carvalho AJ (2013) Componentes de produção de linhagens selecionadas de feijão-caupi de porte prostrado e semiprostrado no norte de Minas Gerais. Congresso Nacional de Feijão-caupi, resumos Recife-PE, 5p.

Sousa JLM, Rocha MM, Silva KJD, Neves AC, Sousa RR (2015) Potencial de genótipos de feijão-caupi para o mercado de vagens e grãos verdes. Pesquisa Agropecuária Brasileira 50:392-398.

Summerell BA, Leslie JF, Liew ECY, Laurence MH, Bullock S, Petrovic T, Bentley AR, Howard CG, Peterson SA, Wals JL, Burgess LW (2011) *Fusarium* species associated with plants in Australia. Fungal Diversity 46:1–27.

Veloso JS (2013) Diversidade genética, morfológica e patogênica de isolados de *Fusarium oxysporum* associados à murcha em feijão-caupi. 43f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Brasil.

Xue R F, Wu J, Chen ML, Zhu ZD, Wang LF, Wang XM, Blair MW, Wan SM (2014) Cloning and characterization of a novel secretory root expressed peroxidase gene from common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) infected with *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*. Molecular Breeding 34: 855–870.

Xue RF, Wu J, Zhu ZD, Wang LF, Wang XM, Wang SM (2015) Differentially expressed genes in resistant and susceptible common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes in response to *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*. PLoS One 10: 0127- 698.

Yadeta KA, Thomma BPHJ (2013) The xylem as battleground for plant hosts and vascular wilt pathogens. Frontiers in Plant Science 23: 97.

Ye XY, Ng TB (2002) Isolation of a novel peroxidase from French bean legumes and first demonstration of antifungal activity of a non-milk peroxidase. Life Sciences 71: 1667-1680.

Tabela 1: Genótipos de feijão-caupi e suas origens.

| Cultivares | Origem |
|-------------------------|--|
| 383 Mosqueado | São José do Norte RS |
| Pele de Moça | Feira livre - Cabrobó PE |
| Rasga Letra | Feira livre Araripina PE |
| Pitiúba | Embrapa Meio Norte |
| Manteiga | Feira livre Ibimirim PE |
| MNCO1-649F-2-1 | Embrapa Meio Norte |
| Boca Negra | Embrapa Cenargen |
| BR-17 Gurguéia | Embrapa Meio Norte |
| Canapu PE | Feira livre Salgueiro PE |
| Paulistinha | Embrapa Meio Norte |
| Epace 10 | Estação Experimental do IPA Goiana PE |
| Maravilha | Feira livre Arara PB |
| Miranda IPA 207 | Instituto Agrônômico de Pernambuco – IPA |
| BRS Xiquexique | Embrapa Meio Norte |
| Sempre Verde Verdadeiro | Feira livre Lagedo PE |
| Bastião | Feira livre Serra Talhada PE |
| Sempre Verde Salgueiro. | Feira livre Salgueiro PE |
| Bastãozinho | Feira livre Ibimirim PE |
| Bajão | Feira livre Igarapu PE |
| Patativa | Embrapa Meio Norte |
| Chico Modesto 2 | Feira livre Araripina PE |
| Juazeiro 7 | Feira livre BA |
| Vitória 2 | Feira livre Vitoria de Santo Antão PE |
| BRS Novaera | Embrapa Meio Norte |
| Rouxinol | Cruzamento entre duas cultivares UFRPE |
| Esperança | Cruzamento entre duas cultivares UFRPE |
| Encruzilhada1 | Feira Livre Encruzilhada Recife PE |
| Macaibo | Embrapa Meio Norte Teresina PI |
| Portalegre RN 1 | Feira Livre Porta alegre RN |
| Portalegre2 | Crioula Porta alegre RN |
| Canapuzinho | Feira livre Salgueiro PE |
| Cavaleiro 8 | Feira livre Cavaleiro Jaboatão dos Guararapes PE |
| BRS Cauamé | Embrapa Meio Norte |
| Costela de Vaca | Feira livre Serra Talhada |
| IPA 206 | IPA PE |
| CNC 0434 | Embrapa Meio Norte |
| BR 10 Piauí | Embrapa Meio Norte |
| BRS Pujante | Embrapa Semiárido Petrolina PE |

Tabela 2: Reação de genótipos de feijão-caupi à murcha de fusarium (R – resistente; MR – moderadamente resistente; S – suscetível).

| GENÓTIPOS | NOTA MÉDIA | REAÇÃO | GENÓTIPOS | NOTA MÉDIA | REAÇÃO |
|----------------|------------|--------|------------------------|------------|--------|
| 383Mosqueado | 4.00 | S | Portalegre 1 | 1.66 | MR |
| Rasga Letra | 4.00 | S | Epace 10 | 1.33 | MR |
| Bastião | 4.00 | S | Sempre Verde Salgueiro | 1.33 | MR |
| Barjão | 4.00 | S | Canapuzinho | 1.33 | MR |
| Rouxinol | 4.00 | S | Chico Modesto 2 | 1.22 | MR |
| Boca Negra | 4.00 | S | Juazeiro 7 | 0.88 | R |
| BR-17 Gurguéia | 4.00 | S | Vitória 2 | 0.88 | R |
| BRS Xiquexique | 3.55 | S | Sempre verde | 0.88 | R |
| CNC 0434 | 3.55 | S | Pitiúba | 0.44 | R |
| IPA 206 | 3.55 | S | Manteiga | 0.44 | R |
| BR 10 Piauí | 3.44 | S | Maravilha | 0.44 | R |
| BRS Cauamé | 3.11 | S | Patativa | 0.44 | R |
| Paulistinha | 3.11 | S | BRS Novaera | 0.44 | R |
| Bastiãozinho | 3.11 | S | Costela de Vaca | 0.44 | R |
| Cavaleiro 8 | 3.00 | S | MNCO1-649F-2-1 | 0.44 | R |
| Encruzilhada 1 | 2.88 | S | Canapu PE | 0.00 | R |
| Macaibo | 2.66 | S | Miranda IPA 207 | 0.00 | R |
| Pele de Moça | 2.44 | S | Esperança | 0.00 | R |
| Portalegre 2 | 2.22 | S | BRS pujante | 0.00 | R |

Tabela 3: Reação de genótipos pré-selecionados de feijão-caupi à murcha de fusarium (R – resistente; MR – moderadamente resistente; S – suscetível).

| GENÓTIPOS | NOTA MÉDIA | REAÇÃO |
|------------------------|------------|--------|
| BR-17 Gurguéia | 4.00 | S |
| Portalegre 1 | 1.66 | MR |
| Sempre verde salgueiro | 1.44 | MR |
| Vitória 2 | 1.33 | MR |
| BRS pujante | 1.33 | MR |
| Epace 10 | 0.88 | R |
| MNCO1-649F-2-1 | 0.88 | R |
| Juazeiro 7 | 0.44 | R |
| Pitiúba | 0.44 | R |
| Patativa | 0.44 | R |
| Esperança | 0.33 | R |
| Sempre verde | 0.00 | R |
| Manteiga | 0.00 | R |
| Canapu PE | 0.00 | R |
| Maravilha | 0.00 | R |
| Chico Modesto 2 | 0.00 | R |
| BRS Novaera | 0.00 | R |
| Canapuzinho | 0.00 | R |
| Costela de Vaca | 0.00 | R |
| Miranda IPA 207 | 0.00 | R |

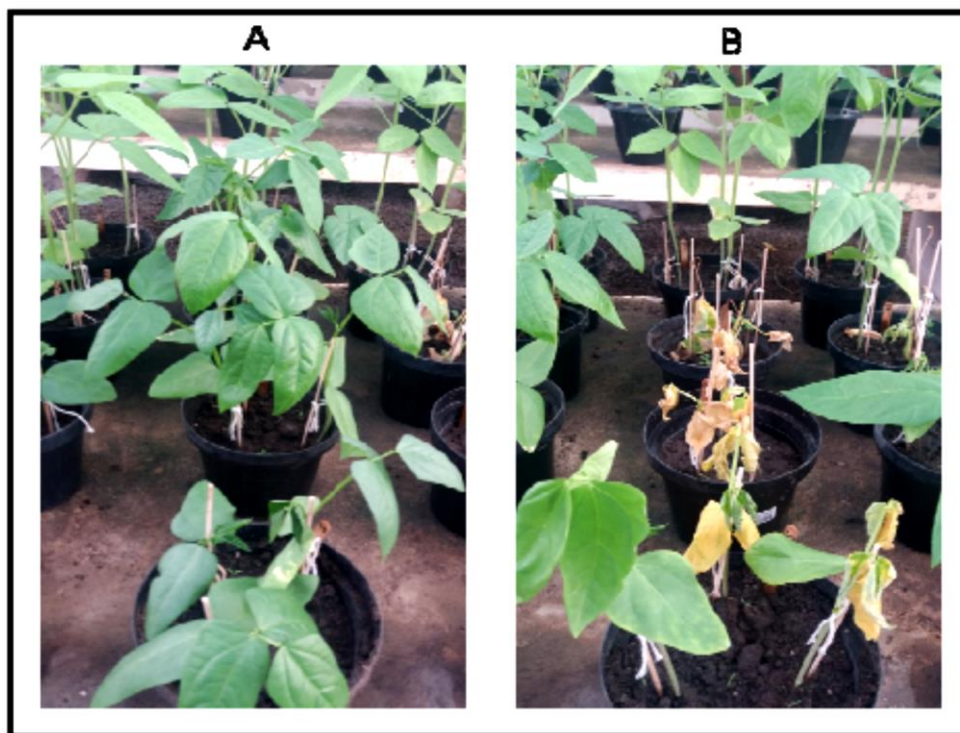


Figura 1: Genótipo de feijão-caupi apresentando resistência (A) e suscetibilidade (B) à Murcha de fusarium em experimento, em casa-de-vegetação.

CAPÍTULO III

Herança da resistência do feijão-caupi à murcha de fusarium

Submissão: Tropical Plant Pathology

Herança da resistência do feijão-caupi à murcha de fusarium

Risoneide de Cássia Zeferino Silva ¹, Renata Oliveira Batista ², José Luiz Sandes de Carvalho Filho¹, Alessandro Nicoli ^{1*}

¹ Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Departamento de Agronomia, Fitopatologia.

² Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM)

* Autor para correspondência: agronicoli@yahoo.com.br

Resumo

O objetivo do presente trabalho foi estudar a herança da resistência do feijão-caupi (MNC01-649F-2-1) à murcha de fusarium e recomendar o melhor método para incorporar essa resistência em genótipos suscetíveis. O trabalho foi realizado em casa de vegetação, utilizando-se os parentais MNC01-649F-2-1(resistente) e cultivar BR-17 Gurguéia (suscetível). A hibridação foi realizada entre os parentais por meio da técnica de hibridação foram obtidas as populações F₁ e F₂ e dos retrocruzamentos (RCR e RCS). Após a semeadura aproximadamente 14 dias, as plantas foram inoculadas utilizando a metodologia de imersão de raízes em suspensão de conídios. A avaliação da severidade da murcha de fusarium foi realizada aos 21 dias após a inoculação, com o auxílio de uma escala de notas. No parental resistente 86,67% não apresentaram sintomas da doença e 13,33% de plantas com notas entre 3,0 a 4,0. No entanto, todas as plantas do parental BR-17 Gurguéia foram suscetíveis com 90% de plantas com nota 4,0 e mortas. Na geração F₂, 73% das plantas foram resistentes e 27% suscetíveis. Estes resultados foram analisados pelo teste do qui -quadrado e sugerem que a herança da resistência a *Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum*, no genótipo MNC01-649F-2-1 é do tipo monogênica e dominante.

Palavras-chaves: *Vigna unguiculata*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum*, Melhoramento Genético.

Abstract

The objective of the present study was to study the resistance inheritance of cowpea (MNC01-649F-2-1) to fusarium wilt and to recommend the best method to incorporate this resistance in susceptible genotypes. The work was carried out in a greenhouse, using the MNC01-649F-2-1 (resistant) and BR-17 Gurguéia (susceptible) cultivars. Hybridization was performed between the parents by the hybridization technique, the F₁ and F₂ populations and backcrosses (RCR and RCS) were obtained. After sowing approximately 14 days, the plants were inoculated using the root immersion method in conidial suspension. The evaluation of the severity of fusarium wilt was performed at 21 days after inoculation with the help of a scale of notes. In the resistant parental 86.67% did not present symptoms of the disease and 13.33% of plants with grades between 3.0 and 4.0. However, all plants of the parental BR-17 Gurguéia were susceptible with 90% of plants with 4.0 and dead note. In the F₂ generation, 73% of the plants were resistant and 27% susceptible. These results were analyzed by the chi-square test and suggest that the inheritance of resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum* genotype, in the MNC01-649F-2-1 genotype is of the monogenic and dominant type.

Keywords: *Vigna unguiculata*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum*, Genetic Improvement.

Introdução

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) é uma das espécies de leguminosa de grande importância para o desenvolvimento agrícola mundial, compondo a base alimentar e gerando emprego e renda em vários locais, principalmente em regiões tropicais e subtropicais (Nielsen et al. 1993; Ehlers e Hall 1997; Philips et al. 2003; Nunes et al. 2014; Cruz e Aragão 2014; Berger et al. 2016). No Brasil, os maiores produtores encontram-se na região Nordeste, destacando-se os Estados do Ceará, Piauí e Bahia (Conab 2017). Apesar de sua ampla adaptação ambiental, o feijão-caupi ainda apresenta baixos índices de produtividade devido à necessidade de melhor técnica pelos produtores, solos com fertilidade baixa, ocorrência de precipitações pluviométricas irregulares, além dos diversos fatores bióticos como a ocorrência de pragas e doenças (Castro 2012, Dias et al. 2016, Freire-Filho et al. 2011).

Entre as doenças mais frequentes em feijão-caupi, destaca-se a murcha de fusarium causada pelo fungo habitante de solo *Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum*, ocorrendo em vários locais do mundo como Estados Unidos, Nigéria, Austrália e Brasil (Armstrong e Armstrong 1980; Assunção et al. 2003a; Assunção et al. 2003b; Summerell et al. 2011; Porttorff et al. 2012; Porttorff et al. 2014). Esse patógeno pode ocorrer em climas secos e quentes, daí sua grande incidência na região Nordeste do Brasil (Michereff et al. 2005). O fungo sobrevive no solo e penetra por meio do sistema radicular, causando vários sintomas nas plantas, como a redução da altura, clorose, descoloração vascular, murcha e queda prematura de folhas, podendo resultar na morte das plantas com alto nível de severidade (Armstrong e Armstrong 1980; Assunção et al. 2003b; Porttorff et al. 2012).

Devido à importância da murcha de fusarium, o controle genético por meio de cultivares de feijão-caupi resistentes é o mais recomendado e alguns genótipos foram identificados anteriormente (Armstrong e Armstrong 1980; Fawole 1989; Ehlers et al. 2000; Rodrigues e Coelho 2004; Ehlers et al. 2009; Noronha et al. 2013; Pottorff et al. 2012; Pottorff et al. 2014; Araújo 2017). Assim, uma estratégia adicional é estudar a herança da resistência para o futuro desenvolvimento de novas cultivares resistentes por meio de métodos de melhoramento. Trabalhos realizados mostraram uma herança monogênica dominante (Rigert e Foster 1987), dois genes dominantes (Hare 1953), ou ainda dois genes independentes, dominante e recessivo (Rodrigues e Coelho 2004). Entretanto, esse caráter genético não tem sido caracterizado atualmente em novos genótipos de feijão-caupi para esse patossistema. Como o método de melhoramento a ser usado para incorporação da resistência em materiais suscetíveis depende da forma reprodutiva da espécie, taxa de fecundação cruzada e herança genética, é muito

importante realizar esse estudo e determinar o número de genes envolvidos na resistência da doença (Borém e Miranda 2009; Caixeta e Zambolim 2014).

Embora existam poucos relatos de genótipos resistentes aqui no Brasil, recentemente tem-se identificado o MNCO1-649F-2-1 como um material promissor, com plantas sem sintomas da doença ou com menos de 10% da folhagem apresentando clorose e/ou murcha (Noronha et al. 2013). Outros testes de inoculação em condições controlada têm confirmado esse mesmo resultado de resistência (dados não publicados). Portanto, o objetivo do presente trabalho foi estudar a herança da resistência do feijão-caupi (MNCO1-649F-2-1) à murcha de fusarium e recomendar o melhor método para incorporar essa resistência em genótipos suscetíveis.

Material e Métodos

O estudo foi realizado a partir do cruzamento entre o genótipo MNCO1-649F-2-1 (parental resistente) e BR-17 Gurguéia (parental suscetível), ambos oriundos do Banco Ativo de Germoplasma de feijão-caupi da Embrapa Meio-Norte. Após a realização do cruzamento entre os parentais, sementes F_1 foram geradas e as plantas foram autofecundadas para obtenção da população F_2 . Além disso, foram realizados os retrocruzamentos da geração F_1 com o parental resistente e com o parental suscetível (RC_R e RC_S).

Para realização dos cruzamentos, as flores abertas bem desenvolvidas e turgidas com pólen foram coletadas pela manhã e posteriormente conservadas em refrigerador conforme Rachie et al. (1975), e a emasculação e polinização realizada no final da tarde. A emasculação foi realizada segundo Kheradnam e Niknejad (1971), fazendo-se a abertura do botão floral pela parte ventral, com um leve corte longitudinal, sem remoção das pétalas, usando uma pinça curva. Para a exposição do estigma da flor doadora do pólen, forçou-se o estandarte para trás, comprimindo a quilha sobre a base da flor, expondo o estigma através da abertura da parte superior da quilha, removendo as pétalas. A polinização foi realizada friccionando-se o estigma da flor doadora de pólen (masculina) sobre o estigma da flor receptora (feminina), a qual estava emasculada. Em seguida, o botão floral polinizado foi identificado com uma etiqueta.

Após os cruzamentos e obtenção da geração F_1 e F_2 e dos retrocruzamentos (RC_R e RC_S). De todas as gerações, a inoculação com *F. oxysporum* f. sp. *tracheiphilum* (isolado CMM-732) foi realizada em plantas do parental resistente e do suscetível, após a semeadura e obtenção das plantas com o primeiro par de folhas expandidas (aproximadamente 14 dias), as

plantas foram inoculadas utilizando a metodologia de imersão de raízes em suspensão de conídios (Pastor-Corrales e Abawi 1987). Para isso, as raízes foram lavadas, 1/3 do seu comprimento cortado e imediatamente imersas na suspensão contendo 1×10^6 conídios/mL, durante cinco minutos. Em seguida, as plantas foram transplantadas para vasos com 3L de solo. As testemunhas foram constituídas de plantas com raízes cortadas e imersas em água destilada esterilizada.

A avaliação da severidade da murcha de fusarium nas plantas foi realizada aos 21 dias após a inoculação, com o auxílio de uma escala de notas adaptada de Schoonhoven e Pastor-Corrales (1987), onde: 0 = planta sem sintomas externos; 1 = menos de 10% da folhagem com clorose e/ou murcha; 2 = aproximadamente 25% de folhas com clorose e/ou murcha; 3 = aproximadamente 50% das folhas e ramos com clorose e/ou murcha, com as plantas manifestando nanismo; 4 = aproximadamente 75% ou mais das folhas e ramos com murcha, nanismo severo e desfolha prematura, frequentemente resultando na morte da planta. O valor da nota foi dado em cada planta do parental resistente e suscetível, da geração F_1 , F_2 e dos retrocruzamentos (RCR e RCS). A partir da classificação fenotípica das plantas nas gerações segregantes, a análise foi realizada por meio do teste qui-dradado para estimar o número de genes envolvidos no controle da resistência, utilizando o programa GENES (Cruz, 2013).

Resultados

De acordo com os resultados das avaliações da murcha de fusarium (Tabela 1), o parental resistente doador apresentou nota média de 0,63, sendo 86,67% de plantas resistentes sem sintomas da doença e 13,33% de plantas com notas entre 3,0 a 4,0. No entanto, todas as plantas do parental BR-17 Gurguéia foram suscetíveis, com 90% de plantas com nota 4,0 e mortas. A severidade média da murcha de fusarium na geração F_1 foi 1,04, sendo mais próxima da média do parental resistente (0,63) em relação ao parental suscetível (3,93). Na geração F_2 , 73% das plantas foram resistentes e 27% suscetíveis, onde a média dessa geração foi 1,10, também mais próxima do parental resistente. Entre as plantas resistentes na F_2 , 95% foram com nota zero sem apresentar sintomas da doença. Conforme pode ser visualizado no teste do qui-quadrado (Tabela 1), na geração F_1 foi aceita a proporção 1:0 (resistente:suscetível), e na geração F_2 aceita a proporção 3:1 (resistente:suscetível), admitindo-se assim uma herança monogênica dominante. Esse resultado pode ser confirmado por meio dos retrocruzamentos com os dois parentais, sendo 1:0 (resistente:suscetível) com o resistente e 1:1

(resistente:suscetível) com o suscetível. A média da severidade do RC_R (MNCO1-649F-2-1 x F₁) e do RC_S (BR-17 Gurguéia x F₁) foram 0,55 e 2,16, respectivamente.

Discussão

Conforme esperado nos resultados, os genótipos parentais apresentaram o padrão de resistência e suscetibilidade à murcha de fusarium, como observado em trabalhos anteriores para o MNCO1-649F-2-1 (Noronha et al. 2013) e BR-17 Gurguéia (Assunção et al. 2003b; Rodrigues e Coelho 2004; Rodrigues et al. 2006; Noronha et al. 2013). Ao considerar-se os valores do qui-quadrado e das probabilidades nas gerações, não foi identificada nenhuma diferença significativa entre as taxas de segregação observadas em relação às taxas esperadas. Na geração F₂, um total de 230 plantas foram inoculadas, sendo observada resistência em 168 plantas e suscetibilidade em 62 plantas. No retrocruzamento resistente foram 31 plantas resistentes e 05 suscetíveis, enquanto no retrocruzamento suscetível foram 16 resistentes e 20 suscetíveis.

A análise do teste qui-quadrado nas populações confirmou a hipótese de que a resistência do genótipo MNCO1-649F-2-1 à murcha de fusarium é controlada por uma herança monogênica dominante, como é esperado na segregação mendeliana 3:1 (resistente:suscetível) em gerações F₂. Este resultado está de acordo com estudos realizados com outros parentais resistentes nesse patossistema, como a resistência monogênica dominante identificada em relação às raças 1, 2 e 3 de *F. oxysporum* f. sp. *tracheiphilum* (Rigert e Foster 1987), com a segregação de dois genes dominantes para resistência às raças 2 e 3 (Hare 1953), ou ainda com dois genes de resistência independentes, dominante e recessivo (13 R: 3 S), como relatado por Rodrigues e Coelho (2004).

Essa herança do tipo monogênica dominante tem sido relatada em outros patossistemas com murcha de fusarium, como na cultura do feijão, melão, tomate e algodão (Zink e Thomas 1990; McGrath et al. 1987; Scott e Jones 1989, Sarfatti et al. 1991; Salgado et al. 1995; Cross et al. 2000; Musoni et al. 2010; Ulloa et al. 2013; Batista et al. 2017). A grande consequência disso é a recomendação do método de melhoramento genético de plantas conhecido como retrocruzamento, visando à incorporação da resistência à doença em cultivares suscetíveis (Castro et al. 2003; Borém e Miranda 2009; Capucho et al. 2009; Nkalubo et al. 2009; Musoni et al. 2010; Caixeta e Zambolim 2014; Batista et al. 2017). Para isso, são usados o parental doador da resistência e o parental suscetível, conhecido como recorrente. Após o cruzamento

entre esses, o híbrido F_1 é retrocruzado com o recorrente e somente os indivíduos que apresentarem resistência à doença serão retrocruzados com o recorrente em vários ciclos até obter o genótipo com as características agronômicas do recorrente e o gene de resistência do parental doador (Borém e Miranda 2009; Caixeta e Zambolim 2014).

Considerando que a resistência do genótipo MNCO1-649F-2-1 é de natureza monogênica, isso será interessante ao programa de melhoramento devido à facilidade na manipulação com o retrocruzamento para a obtenção de uma cultivar resistente à murcha de fusarium. Um estudo muito interessante que pode ser realizado é o de mapeamento genético, visando identificar marcadores moleculares ligados ao gene de resistência, podendo assim aplicar em melhoramento com seleção assistida por marcadores moleculares, como relatado em outras pesquisas (Rajpurohit et al. 2011; Yamanaka et al. 2015; Hanson et al. 2016; Luo et al. 2017). Em pesquisa recente sobre mapeamento genético no feijão-caupi, três locus independentes, conferindo resistência à murcha de fusarium têm sido identificados. O locus *Fot3-1* está presente na cultivar California Blackeye 27 e possui resistência à raça 3 do *F. oxysporum* f. sp. *tracheiphilum* (Pottorff et al. 2012), enquanto os locus *Fot4-1* e *Fot4-2* foram identificados nos genótipos IT93K-503-1 e California Blackeye 27, respectivamente, com resistência à raça 4 do patógeno (Pottorff et al. 2014). A identificação desses locus auxiliará no desenvolvimento de marcadores moleculares para uso em seleção assistida, visando à incorporação da resistência em cultivares de feijão-caupi (Pottorff et al. 2012; Pottorff et al. 2014).

As principais vantagens da seleção assistida por marcadores estão relacionadas com a obtenção mais rápida da cultivar comercial resistente, além de facilitar na piramidação de outros genes de resistência que forem identificados, visando o manejo e maior durabilidade da resistência no campo (McDonald e Linde 2002; McDonald 2014). Conforme relatado por Pottorff et al. (2012) e Pottorff et al. (2014), é muito importante considerar-se as raças de *F. oxysporum* f. sp. *tracheiphilum*, pois cultivares antes resistentes podem apresentar à murcha de fusarium em determinados campos devido à presença de outras raças do patógeno. Assim, um estudo de grande importância pode ser realizado para identificar as raças de *F. oxysporum* f. sp. *tracheiphilum* predominantes e mais distribuídas no Brasil, refletindo em uma excelente informação para os estudos de resistência e recomendação de cultivares para plantio. Um exemplo é a piramidação de genes de resistência às diferentes raças do patógeno.

Com o resultado obtido nesta pesquisa, foi possível descobrir a base genética da resistência à murcha de fusarium no MNCO1-649F-2-1, o qual pode ser utilizado para incorporar resistência em materiais suscetíveis por meio do retrocruzamento ou ser

recomendado futuramente para plantio comercial. Esse genótipo é uma linhagem de feijão-caupi de porte semi-prostrado, subclasse comercial rajado, tolerante à salinidade da água de irrigação (Andrade 2013) e apresenta bons valores de massa de vagens (Souza et al. 2013). Portanto, será sempre interessante identificar e caracterizar novos genótipos de feijão-caupi com resistência à murcha de fusarium e realizar os estudos de herança para aplicação futura no controle genético desta doença.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de mestrado. Aos pesquisadores da Embrapa Meio Norte (Kaesel Jackson Damasceno e Silva e Maurisrael de Moura Rocha) pelo fornecimento do genótipo MNC01-649F-2-1 e ao Prof. Sami Jorge Michereff pelo isolado de *Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum* (CMM-732).

Referências Bibliográficas

Andrade JR (2013) Crescimento e pigmentos fotossintéticos de genótipos de feijão caupi submetidos a irrigação com água salina. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Campina Grande, Brasil.

Araújo LBR (2017) Potencial genético de variedades tradicionais de feijão-caupi e avaliação para resistência à murcha de fusarium. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, Brasil.

Armstrong GM, Armstrong JK (1980) Cowpea wilt *Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum* race I from Nigeria. Plant Disease 64:954–955.

Assunção IP, Michereff SJ, Brommonschenkel SH, Eloy AP, Rocha júnior OM, Duda GP, Nascimento CWA, Nascimento RSMP, Rodrigues JJV (2003a) Caracterização de solos de Pernambuco quanto a supressividade à murcha-de-fusário do caupi. Summa Phytopathologica 9: 161-167.

Assunção IP, Michereff SJ, Mizubuti ESG, Brommonschenkel SH (2003b) Influência da intensidade da murcha-de-fusário no rendimento do caupi. Fitopatologia Brasileira 28:615–619.

Batista RO, Silva LC, Moura LM, Souza MH, Carneiro PCS, Carvalho-Filho JLS, Carneiro JES (2017) Inheritance of resistance to fusarium wilt in common bean. *Euphytica* 213:133.

Berger LRR, Stamford NP, Willadino LG, Laranjeira D, Lima MAB, Malheiros CMM, Oliveira WJ, Stamford TCM (2016) Cowpea resistance induced against *Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum* by crustaceous chitosan and by biomass and chitosan obtained from *Cunninghamella elegans*. *Biological Control* 92:45–54.

Borém, A.; Miranda, G. V. Melhoria de plantas. 5.ed. Viçosa: UFV, 2009. 529 p.

Caixeta ET, Zambolim EM. Melhoria genética de plantas visando resistência a doenças. In: Zambolim L, Jesus-Júnior WC, Rodrigues FA (2014) (Eds.). O essencial da fitopatologia: controle de doenças de plantas. Viçosa: Suprema Gráfica e Editora, p. 553-576.

Capucho AS, Caixeta ET, Zambolim EM Zambolim L (2009) Herança da resistência do Híbrido de Timor UFV 443–03 à ferrugem-do-cafeeiro. *Pesquisa agropecuária Brasileira* 44: 276–282.

Castro NR, Menezes GC, Coelho RSB (2003) Herança da resistência genética do caupi à cercosporiose. *Fitopatologia Brasileira* 28:552-554.

Castro CN (2012) A agricultura no nordeste brasileiro: oportunidades e limitações ao desenvolvimento. 1. ed. Rio de Janeiro, RJ: IPEA.

Conab. Acompanhamento safra brasileira grãos, Safra 2016-2017. Disponível em http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_01_11_11_30_39_boletim_graos_janeiro_2017.pdf. Acessado em: Outubro 21, 2017.

Cross H, Brick MA, Schwartz HF, Panella LW, Byrne PF (2000) Inheritance of resistance to fusarium wilt in two common bean races. *Crop Sci* 40:954–958.

Cruz ARR, Aragão FJL (2014) RNAi-based enhanced resistance to *Cowpea severe mosaic virus* and *Cowpea aphid-borne mosaic virus* in transgenic cowpea. *Plant Pathology* 63: 831-837.

Cruz CD (2013) a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum* 35:271–276.

Dias FTC, Bertini CHC M, Freire filho FR (2016) Genetic effects and potential parents in cowpea. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 16: 315–320.

Ehlers JD, Hall, AE (1997) Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.). *Field Crops Res.* 53: 187–204.

Ehlers JD, Hall AE, Patel PN, Roberts PA, Matthews WC (2000) Registration of 'California Blackeye 27' cowpea. *Crop Science* 40: 854-855.

Ehlers JD, Sanden BL, Frate CA, Hall AE, Roberts PA (2009) Registration of 'California Blackeye 27' cowpea. *Journal Plant Registrations* 3: 236-240.

Fawole EA (1989) Evaluation of cowpea lines for resistance to wilt of cowpea caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum*. *Fitopatologia Brasileira* 14: 232-234.

Freire-Filho FR, Ribeiro VQ, Rocha MM, Silva KJD, Nogueira MSR, Rodrigues EV (2011) Feijão-caupi no Brasil: produção, melhoramento genético, avanços e desafios. 1. ed. Teresina, PI: Embrapa Meio-Norte.

Hanson P, Lu S, Wang JF, Chen W, Kenyon L, Tan CW, Tee KL, Wang YY, Hsu YC, Schafleitner R, Ledesma D, Yang RY (2016) Conventional and molecular marker-assisted selection and pyramiding of genes for multiple disease resistance in tomato. *Scientia Horticulturae* 201: 346–354.

Hare WW (1953) A new race of *Fusarium* causing wilt of cowpea. *Phytopathology* 43:291.

Kheradnam M, Niknejad M (1971) Crossing Technique in Cowpeas. *Iranian Journal Agriculture Research Teheran* 1:57-58.

Luo Y, Ma T, Zhang A, Ong KH, Luo Z, Li Z, Yang J, Yin Z (2017) Marker-assisted breeding of Chinese elite rice cultivar 9311 for disease resistance to rice blast and bacterial blight and tolerance to submergence. *Molecular Breeding* 37: 106.

Mcdonald BA, Linde C. Pathogen population genetics, evolutionary potential, and durable resistance. *Annul Review Phytopathology* 40: 349-379, 2002.

Mcdonald BA (2014) Using dynamic diversity to achieve durable disease resistance in agricultural ecosystems. *Tropical Plant Pathology* 39: 191-196.

Mc Grath DJ, Gillespie D, Vawdrey L (1987) Inheritance of resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* races 2 and 3 in *Lycopersicon pennellii* [Fusarium wilt of tomato]. *Australian Journal Agriculture Resersch* 38:729–733.

Michereff S J (2005) Importância dos patógenos e das doenças radiculares em solos tropicais. In: Michereff SJ, Andrade DEGT, Menezes M (Eds.). *Ecologia e Manejo de Patógenos Radiculares em Solos Tropicais*. 1. ed. Recife, PE: UFRPE - Imprensa Universitária, p. 1–18.

Musoni A, Kimani P, Narla RD, Buruchara R, Kelly J (2010) Inheritance of fusarium wilt (*Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*) resistance in climbing beans. *African Journal of Agricultural Research* 5:399-404.

Nielsen SS, Brandt WE, Singh BB, (1993) Genetic variability for nutritional composition and cooking time of improved cowpea lines. *Crop Science* 33: 469–72.

Nkalubo ST, Melis R, Derera J, Laing MD, Opio F (2009) Genetic analysis of anthracnose resistance in common bean breeding source germplasm. *Euphytica* 167:303–312.

Noronha MA, Lopes CLRBP, Oliveira BMM, Ventura HP, Tôrres RJA, Michereff S J, Silva KJD (2013) Resistência de genótipos de feijão-caupi a *Fusarium oxysporum* f. sp *tracheiphilum*, *Rhizoctonia solani* e *Sclerotium rolfsii* In: Congresso Nacional de Feijão-caupi, Recife-PE, 3p.

Nunes HF, Filho FRF, Ribeiro VQ, Gomes RLF (2014) Grain yield adaptability and stability of blackeyed cowpea genotypes under rainfed agriculture in Brazil. *African Journal of Agricultural Research* 9:255-261.

Pastor-Corrales MA, Abawi GS (1987) Reactions of selected bean germplasms to infection by *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*. Plant Disease 71:990-993.

Philips RD, McWatters KH, Chinnan MS, Hung Y, Beucha LR, Sefa-Dedeh S, Sakyi-Dawson E, Ngoddy P, Nnanyelugo D, Enwere J, Komey NS, Liu K, Mensa-Wilmot Y, Nnanna IA, Okeke C, Prinyawiwatkul W, FK Saalia FK (2003) Utilization of cowpeas for human food. Field Crops Research 82:193-213.

Pottorff M, Wanamaker S, Ma YQ, Ehlers JD, Roberts PA, Close TJ (2012) Genetic and physical mapping of candidate genes for resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum* race 3 in Cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp]. PLoS ONE 7:1-12.

Pottorff MO, Li G, Ehlers JD, Close TJ, Roberts PA (2014) Genetic mapping, synteny, and physical location of two loci for *Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum* race 4 resistance in cowpea *Vigna unguiculata* (L.) Walp] Mol Breeding 33:749-791.

Rachie K, Rawal KM, Franckowiak JDA (1975) rapid method of hand crossing cowpeas. Ibadan, Nigéria: Institute of Tropical Agriculture 5p.

Rajpurohit D, Kumar R, Kumar M, Paul P, Awasthi A, Basha PO, Puri A, Jhang T, Singh K, Dhaliwal HS (2011). Pyramiding of two bacterial blight resistance and a semidwarfing gene in Type 3 Basmati using marker-assisted selection. Euphytica 178:111–126.

Rigert RS, Foster KW (1987) Inheritance of resistance to two races of *Fusarium* wilt in three cowpea cultivars. Crop Science Madison 27:220-224.

Rodrigues AA, Coelho RSB (2004) Murcha de fusário do caupi: métodos de inoculação, reação de germoplasma e controle genético da resistência. Summa Phytopathologica 30:23-30.

Rodrigues AAC, Bezerra-Neto E, Coelho, R.S.B. (2006) Indução de resistência a *Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum* em caupi: eficiência de indutores abióticos e atividade enzimática elicitada. Fitopatologia Brasileira 31: 492-499.

Salgado MO, Schwartz HF, Brick MA (1995) Inheritance of resistance to a Colorado race of *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* in common beans. Plant Disease 79: 279–281.

Sarfatti M, Abu-Abied M, Katan J, Zamir D (1991) RFLP mapping of I1, a new locus in tomato conferring resistance against *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* race 1. Theoretical and Applied Genetics 82:22–26.

Schoonhoven AV, Pastor-corrales MA (1987) Standard system for the evaluation of bean germplasm. Cali: CIAT. 53P.

Scott JW, Jones JP (1989) Monogenic resistance in tomato to *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* race 3. Euphytica 40:49–53.

Souza AA, Silva KJD, Rocha MM, Souza VB, Oliveira MB, Carvalho AJ (2013) Componentes de produção de linhagens selecionadas de feijão-caupi de porte prostrado e semiprostrado no norte de Minas Gerais. Congresso Nacional de Feijão-caupi, resumos Recife-PE, 5p.

Summerell BA, Leslie JF, Liew ECY, Laurence MH, Bullock S, Petrovic T, Bentley AR, Howard CG, Peterson SA, Wals JL, Burgess LW (2011) *Fusarium* species associated with plants in Australia. *Fungal Diversity* 46:1–27.

Ulloa M, Hutmacher RB, Roberts PA, Wright SD, Nichols RL, Davis RM. 2013. Inheritance and QTL mapping of *Fusarium* wilt race 4 resistance in cotton. *Theoretical and Applied Genetics* 126:1405-1418.

Yamanaka N, Morishita M, Mori T, Lemos NG, Hossain MM, Akamatsu H, Kato M, Yamaoka Y (2015) Multiple Rpp-gene pyramiding confers resistance to Asian soybean rust isolates that are virulent on each of the pyramided genes. *Tropical Plant Pathology* 40:283-290.

Zink FW, Thomas CE (1990) Genetics of resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* races 0, 1, and 2 in muskmelon line MR-1. *Phytopathology* 80:1230–1232.

Tabela 1: Análise de segregação para resistência à murcha de fusarium em populações derivadas do cruzamento entre o genótipo resistente MNCO1-649F-2-1 e o suscetível BR-17 Gurguéia.

| Genótipo ou cruzamento | Número de plantas | | Taxa esperada | χ^2 | Probabilidade (%) |
|------------------------|-------------------|----|---------------|----------|-------------------|
| | R | S | R: S | | |
| Parental resistente | 26 | 4 | 1:0 | - | - |
| Parental suscetível | 0 | 27 | 0:1 | - | - |
| F ₁ | 20 | 7 | 1:0 | 1,81 * | - |
| F ₂ | 168 | 62 | 3:1 | 0,47 * | 49,32 |
| RCR | 31 | 5 | 1:0 | 0,69 * | - |
| RCS | 16 | 20 | 1:1 | 0,44 * | 50,50 |

* Aceita-se a hipótese ao nível de 5% de significância (χ^2 calculado menor que o tabelado = grau de liberdade igual a 1, χ^2 tabelado 3,84).

CAPITULO IV

CONCLUSÕES GERAIS

CONCLUSÕES GERAIS

1 - Dezenove genótipos de feijão-caupi apresentaram bom nível de resistência à murcha de fusarium.

2 - O genótipo de feijão-caupi MNCO1-649F-2-1 apresenta herança monogênica dominante para resistência à murcha de fusarium.