

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS

ISABELA VERA DOS ANJOS

***Capsicum* spp.: Identificação de espécies de *Fusarium*
associadas a murcha e investigação de fontes de resistência ao
fungo *Fusarium solani***

CÁCERES
MATO GROSSO – BRASIL
JANEIRO - 2018

ISABELA VERA DOS ANJOS

***Capsicum* spp.: Identificação de espécies de *Fusarium*
associadas a murcha e investigação de fontes de resistência ao
fungo *Fusarium solani***

Dissertação apresentada à
UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO
GROSSO, como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em Genética e
Melhoramento de Plantas, para obtenção do
título de Mestre.

Orientadora: Profa. Dra. Leonarda Grillo Neves

Coorientadora: Profa. Dra. Kelly Lana Araújo

CÁCERES
MATO GROSSO – BRASIL
JANEIRO - 2018

***Capsicum* spp.: Identificação de espécies de *Fusarium*
associadas a murcha e investigação de fontes de resistência ao
fungo *Fusarium solani***

ISABELA VERA DOS ANJOS

Dissertação apresentada à UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento, para obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Profa. Dra. Leonarda Grillo Neves

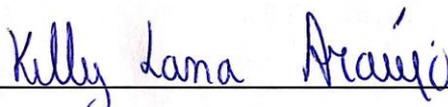
Coorientadora: Profa. Dra. Kelly Lana Araújo

Aprovada em 16 de janeiro de 2018

Comissão examinadora



Profa. Dra. Dejanira Vieira de Araújo - UNEMAT



Profa. Dra. Kelly Lana Araújo - UNEMAT



Prof. Dr. Milson Evaldo Serafim – IFMT



Profa. Dra. Leonarda Grillo Neves – UNEMAT (orientadora)

Walter Clayton de Oliveira CRB 1/2049

A532c ANJOS, Isabela Vera dos.
Capsicum Spp.: Identificação de Espécies de Fusarium
Associadas a Murcha e Investigação de Fontes de Resistência Ao
Fungo Fusarium Solani / Isabela Vera dos Anjos - Alta Floresta/
Cáceres/ Tangará da Serra, 2018.
66 f.; 30 cm.(ilustrações) Il. color. (sim)

Trabalho de Conclusão de Curso
(Dissertação/Mestrado) - Curso de Pós-graduação Stricto Sensu
(Mestrado Acadêmico) Genética e Melhoramento de Plantas,
Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias, Multicampi,
Universidade do Estado de Mato Grosso, 2018.

Orientador: Leonarda Grillo Neves

Coorientador: Kelly Lana Araújo

1. Pimentas. 2. Caracterização. 3. Variabilidade Genética. . I.
Isabela Vera dos Anjos. II. Capsicum Spp.: Identificação de
Espécies de Fusarium Associadas a Murcha e Investigação de
Fontes de Resistência Ao Fungo Fusarium Solani: .

CDU 635

Dedico, aos meus pais Edvaldo Gonçalves dos Anjos e Iraci Aparecida Vera dos Anjos, que nunca mediram esforços para que eu alcançasse meus objetivos e sonhos.

"Veni, vidi, vici" – Vim, Vi, Venci.

AGRADECIMENTO

Primeiramente à Deus, por me assegurar saúde e forças para cumprir minhas metas. A Universidade do Estado de Mato Grosso, e ao Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas pela oportunidade desta qualificação.

A Capes/FAPEMAT pela bolsa de estudos concedida.

A minha orientadora Profa. Dra. Leonarda Grillo Neves minha admiração e gratidão pelo carinho, dedicação e confiança depositada em mim.

Também a Profa. Dra. Kelly Lana Araújo por sua dedicação e auxílio imprescindível na execução da minha pesquisa.

Ao Prof. Dr. Thiago Gilio, por sua dedicação e paciência em auxiliar as análises moleculares e análise dos dados.

Ao Prof. Dr. Marco Antônio A. Barelli pela disponibilização do laboratório de Recursos Genéticos para as análises, e Profa. Dra. Carla Lima Correa por todo o acompanhamento.

Ao Prof. Dr. Milson Evaldo Serafim, por sua disponibilidade em auxiliar sempre que preciso.

A Profa. Dra. Ana Aparecida Bandini Rossi e família, pela disponibilidade em abrir as portas de sua casa para a realização de uma das etapas.

As minhas colegas de mestrado e amigas, Ana Flávia Silva Amorim e Michele de Moraes, pelo carinho, companheirismo e auxílio imensurável.

Aos bolsistas de iniciação científica e voluntários do laboratório da equipe da pimenta: (Jeferson Gonçalves de Jesus, Lucas Pereira da Silva, Lucinéia da Rocha Silva, e Suelene Surubi de Melo) e a demais colegas de laboratório.

Aos meus pais Edvaldo Gonçalves dos Anjos e Iraci Aparecida Vera dos Anjos, por toda dedicação, auxílio e confiança depositada em mim.

Aos meus amigos, mesmo que direta ou indiretamente, pelo apoio em todos os momentos, paciência e carinho, principalmente nos momentos de stress.

Obrigada a todos, de coração.

BIOGRAFIA

Isabela Vera dos Anjos, nasceu em Mirassol d' Oeste – Mato Grosso, no dia 16 de junho de 1993, filha única de Edvaldo Gonçalves dos Anjos e Iraci Aparecida Vera dos Anjos.

Concluiu o Ensino Médio na Escola Castelo Branco na cidade de Mirassol d' Oeste – MT, no ano de 2009. Diplomou-se no ano de 2015 na primeira turma de Engenharia Florestal pelo Instituto Federal de Mato Grosso – Campus Cáceres, atual Campus Cáceres – Prof. Olegário Baldo, foi bolsista de iniciação científica por duas vezes durante a sua graduação.

Em 2015 foi aprovada no processo seletivo do Programa Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas na UNEMAT, ingressando no ano de 2016; onde trabalhou com identificação de espécies de *Fusarium* associadas a murcha e investigação de fontes de resistência ao fungo *Fusarium solani*.

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUÇÃO GERAL | 1 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA | 3 |
| 2.1. O gênero <i>Capsicum</i> | 3 |
| 2.2. Importância econômica | 5 |
| 2.3. Variabilidade genética e melhoramento de <i>Capsicum</i> spp. | 7 |
| 2.4. Doenças do gênero <i>Capsicum</i> | 9 |
| 2.4.1. <i>Fusarium</i> spp. associado a doenças em <i>Capsicum</i> spp. | 9 |
| 2.5. Caracterização molecular de <i>Fusarium</i> spp. | 13 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 14 |
| 3. CAPÍTULOS | 26 |
| 3.1. CAPÍTULO 1: Caracterização molecular de isolados de <i>Fusarium</i> spp. coletados em <i>Capsicum</i> nos biomas Mato-grossenses | 26 |
| RESUMO | 26 |
| ABSTRACT | 27 |
| 3.1.1. INTRODUÇÃO | 28 |
| 3.1.2. MATERIAL E MÉTODOS | 29 |
| 3.1.2.1. Área de estudo | 29 |
| 3.1.2.2. Coleta dos isolados | 29 |
| 3.1.2.3. Identificação dos patógenos | 30 |
| 3.1.2.4. Caracterização molecular | 33 |
| 3.1.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 34 |
| 3.1.4. CONCLUSÕES | 38 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 39 |
| 3.2. CAPÍTULO 2: Reação da coleção de trabalho de <i>Capsicum</i> spp. ao fungo <i>Fusarium solani</i> | 43 |
| RESUMO | 43 |
| ABSTRACT | 44 |
| 3.2.1. INTRODUÇÃO | 45 |
| 3.2.2. MATERIAL E MÉTODOS | 46 |
| 3.2.2.1. Área de estudo | 46 |
| 3.2.2.2. Coleção de trabalho | 46 |
| 3.2.2.3. Metodologia de inoculação de <i>Fusarium solani</i> | 47 |
| 3.2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 49 |
| 3.2.4. CONCLUSÕES | 55 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 56 |
| CONCLUSÕES GERAIS | 59 |

RESUMO

DOS ANJOS, ISABELA VERA; M. Sc.; Universidade do Estado de Mato Grosso; janeiro de 2018; *Capsicum* spp.: Identificação de espécies de *Fusarium* associadas a murcha e investigação de fontes de resistência ao fungo *Fusarium solani*.; Orientador: Profa. Dra. Leonarda Grillo Neves; conselheiros: Profa. Dra. Dejánia Vieira de Araújo, Profa. Dra. Kelly Lana Araújo e Dr. Milson Evaldo Serafim.

O gênero *Capsicum*, originário do continente americano, pertence à família das Solanaceae, é acometido por vários problemas fitossanitários que afetam sua produtividade, contudo os estudos sobre as doenças e seus impactos na produção, são escassos no Brasil. A murcha em *Capsicum* spp. pode ser causada por várias espécies de *Fusarium*, e apresentar vários sintomas, sendo murcha e tombamento os sintomas mais comuns. Este trabalho objetivou investigar a variabilidade genética do gênero *Fusarium* presente nos biomas do estado de Mato Grosso, utilizando-se da identificação de características morfológicas e a caracterização molecular; e identificar fontes de resistência ao patógeno *Fusarium solani* em uma coleção de trabalho de genótipos de *Capsicum* spp. Desta forma, foram realizadas coletas de plantas com sintomas característicos e seus dados geográficos. A partir disto, foi possível caracterizar os isolados coletados e confeccionar um mapa geográfico representando os pontos com a ocorrência de *Fusarium* em *Capsicum* spp. Posteriormente, com os resultados do sequenciamento parcial das regiões ITS (*Internal Transcribed Spacer*), pôde-se identificar as cinco espécies de *Fusarium* coletadas. O experimento de avaliação de resistência foi realizado em casa de vegetação sob condições controladas. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados com três repetições onde, mudas de 51 dias de idade foram inoculadas por meio da imersão de raízes com corte, por um período de 24 horas. As avaliações foram realizadas por meio de escala de notas, número de dias e período de sobrevivência. As notas foram transformadas por índice de McKinney, para o cálculo da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). Os dados foram submetidos à análise de variância, e teste comparativo de médias Scott-Knott. Os genótipos que se apresentaram resistentes à inoculação de *Fusarium solani*, foram os acessos UNEMAT – 115 (*Capsicum frutescens*) e UNEMAT- 173 (*Capsicum chinense*). E o mais suscetível ao patógeno foi o acesso UNEMAT- 134 (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*).

Palavras – chave: Pimentas, caracterização, variabilidade genética.

ABSTRACT

DOS ANJOS, ISABELA VERA; M. Sc.; Universidade do Estado de Mato Grosso; January de 2018; *Capsicum* spp.: Identification of *Fusarium* species associated with wilt and investigation of sources of resistance to *Fusarium solani*; Adviser Professor: Dra. Leonarda Grillo Neves; Counselor Professor: Dra. Dejânia Vieira de Araújo, Profa. Dra. Kelly Lana Araújo e Dr. Milson Evaldo Serafim.

The genus *Capsicum*, originating in the American continent, belongs to the Solanaceae family, is affected by several phytosanitary problems that affect its productivity, studies on diseases and their impacts on production are scarce in Brazil. The wilt in *Capsicum* spp. can be caused by several species of *Fusarium*, and present several symptoms, and wilt and tipping are the most common symptoms. This work aimed to investigate the genetic variability of the genus *Fusarium* present in the biomes of the state of Mato Grosso, using the identification of morphological characteristics and molecular characterization; and to identify sources of resistance to the pathogen *Fusarium solani* in a work collection of genotypes of *Capsicum* spp. Therefore, collections of plants with characteristic symptoms and their geographic data were performed. From this, it was possible to characterize the collected isolates and to make a geographic map representing the points with the occurrence of *Fusarium* in *Capsicum* spp. Later, with the results of the partial sequencing of the ITS (Internal Transcribed Spacer) regions, the five collected *Fusarium* species could be identified. The resistance evaluation experiment was carried out under greenhouse conditions under controlled conditions. The experimental design was a randomized block design with three replicates, where 51day old seedlings were inoculated by immersion of cutted roots for a period of 24 hours. The evaluations were carried out by means of scale of notes, number of days and period of survival. The grades were transformed by McKinney's index, to calculate the area below the disease progress curve (AACPD). The data were submitted to analysis of variance, and comparative test of Scott-Knott averages. The genotypes resistant to the inoculation of *Fusarium solani* were: UNEMAT - 115 (*Capsicum frutescens*) and UNEMAT - 173 (*Capsicum chinense*). The most susceptible to the pathogen was access UNEMAT-134 (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*).

Key words: Peppers, characterization, genetic variability.

1. INTRODUÇÃO GERAL

O gênero *Capsicum* teve origem nos trópicos americanos (Pickersgill, 1997; Reifschneider et al., 2014); estudos demonstram que o centro de origem das espécies do gênero foi considerado o alto Peru, em uma região que atualmente pertence a Bolívia (Reifschneider et al., 2014).

As pimentas deste gênero são cultivadas no mundo todo, segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura a produção continua se desenvolvendo (FAO, 2010). No Brasil por exemplo, podem ser encontradas em qualquer região, e até consideradas parte da cultura brasileira devido a sua história (Santos, 2016).

Um dos principais fatores limitantes para a cultura, é a ocorrência de doenças, destacando-se as doenças causadas pelo fungo *Fusarium* spp. As espécies do gênero *Fusarium* são conhecidas por acometerem uma gama de plantas hospedeiras (Summerell et al., 2003). O primeiro relato de murcha em *Capsicum* spp. causada por *Fusarium* spp. ocorreu no ano de 1919, desde então a doença tem gerado preocupações devido à grandes perdas de rendimento na cultura. As espécies que normalmente são relatadas em *Capsicum*, são as espécies *Fusarium oxysporum* e *Fusarium solani* (Kumar, 2014).

As espécies do gênero *Fusarium* são facilmente confundidas, em decorrência das características morfológicas serem semelhantes (Leslie e Summerell, 2006). Este fato aliado à alta variabilidade genética presente no gênero são um empecilho para maior acurácia na classificação dessas espécies (O'Donnell et al., 1998; Oliveira e Costa, 2002).

Existem conflitos recorrentes em seu sistema taxonômico que acabam representando mal a diversidade de espécies de *Fusarium* spp. (Geiser et al., 2004), como conflitos de nomenclatura por exemplo. Ocorrem atualmente constantes revisões taxonômicas nas espécies e acredita-se que ainda existem aproximadamente mais de 50 espécies a serem identificadas, só para *Fusarium solani* (Thrane, 2014).

Diferentes métodos passaram a ser utilizados para estas identificações, e uma destas é o uso das técnicas moleculares (Oliveira & Costa, 2002). Dentre as principais técnicas utilizadas para a identificação das espécies de *Fusarium*, está o

sequenciamento das regiões ITS (*Internal Transcribed Spacer*) (Barbosa et al., 2013). As regiões ITS são regiões conservadas e relativamente curtas (500 a 800pb), existem em grande número de cópias, permitindo uma fácil amplificação e sequenciamento (Fungaro, 2000).

Faz-se necessário maiores estudos sobre o potencial das espécies de *Capsicum* quanto aos seus genes de resistência para uma gama de problemas fitossanitários (Soares et al., 2017). Pouco se sabe sobre ocorrência de *Fusarium* spp. em pimentas do gênero *Capsicum*, este trabalho objetivou coletar e identificar isolados de *Fusarium* spp. associados a plantas sintomáticas de *Capsicum* spp.; investigar a variabilidade genética do gênero *Fusarium* existente nos biomas do estado de Mato Grosso, utilizando-se da caracterização morfológica e molecular; e identificar fontes de resistência a doença podridão do colo causada pelo patógeno *Fusarium solani* em uma coleção de trabalho de *Capsicum* spp.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O gênero *Capsicum*

O gênero *Capsicum* teve origem nos trópicos americanos, posteriormente se disseminando pela América, África e Ásia (Pickersgill, 1997). Existem relatos de que o cultivo de *Capsicum* nas Américas já ocorria há 8000 anos a.C. em países como México, Peru e Bolívia (Pickersgill, 1997; Reifschneider et al., 2014). Estudos relataram que os responsáveis pela domesticação das espécies de *Capsicum* foram os povos Astecas e Maias (Poltronieri et al., 1998).

Com o descobrimento das Américas, as pimentas do gênero *Capsicum* destacaram-se aos colonizadores, por apresentarem maior pungência do que as pimentas até então utilizadas como a pimenta-do-reino ou a pimenta-negra, ambas pertencem ao gênero *Piper* e são nativas da Índia. Segundo relatos, o cultivo da cultura de *Capsicum* era amplo no Brasil, podendo considerar as pimentas um condimento significativo na dieta da população indígena (Ribeiro et al., 2008). Com a colonização das Américas, as pimentas foram então disseminadas por toda a Europa (Rêgo, et al. 2011). Esta disseminação ocorreu rapidamente, impulsionada pela variedade de usos como a versatilidade na culinária, na indústria, na ornamentação e suas propriedades medicinais (Carvalho, 2014).

O gênero *Capsicum* pertence à família Solanaceae (Poltronieri et al., 1998), dentre as espécies desta família, o gênero *Capsicum* spp. possui destaque, isto ocorre devido ao fato de as espécies de *Capsicum* serem encontradas em todas as regiões do país e sua exploração normalmente ocorre por meio de agricultura familiar; e seus produtos são facilmente comercializáveis em feiras, supermercados, para agroindústria e outros (Freitas et al., 2012).

Entre as pimentas do gênero *Capsicum* existem cinco espécies que são consideradas domesticadas, onde três espécies possuem destaque: *Capsicum annum*, *Capsicum chinense*, *Capsicum frutescens*, pois estas são amplamente cultivadas no mundo todo. Enquanto *Capsicum baccatum* e *Capsicum pubescens*, são predominantemente confinados na América Latina (Pickersgill, 1997). Existem também além das espécies domesticadas, algumas que são consideradas silvestres

e, entretanto, também possuem destaque no Brasil como a *C. buforum*, *C. praetermissum* e *C. schottianum* (Casali e Couto, 1984).

Dentre as espécies domesticadas, a principal é *C. annuum*, que possui boa adaptação em regiões de clima temperado (Pickersgill, 1997) é considerada a espécie que possui a maior área plantada no Brasil (Miranda, 2014). Esta espécie abrange os pimentões (Neto et al., 2016; Soares et al., 2016) estes que são na verdade consequência de uma mutação na espécie, onde surgiu uma variedade com a ausência de capsaicina (Reifschneider, 2000).

Para identificação de *C. annuum* são observadas algumas características, nas suas flores com seu cálice pronunciado, e quando no fruto este apresenta-se pouco dentado e sem a presença de constrição anelar com o pedicelo, os frutos de *C. annuum* podem apresentar variação quanto aos tamanhos, coloração e níveis de pungência (Reifschneider, 2000). A espécie *C. annuum* faz-se de extrema importância para o mercado da agricultura brasileira, em decorrência de sua múltipla utilização como matéria-prima na indústria alimentícia, farmacêutica e cosmética (Rêgo et al, 2009; Santos, 2016).

O Brasil é considerado centro de origem da espécie *C. chinense* (Rêgo et al. 2011). Esta possui uma adaptabilidade melhor em clima temperado e trópicos úmidos (Pickersgill, 1997). É cultivada em grande parte da América tropical com destaque para a região da Bacia Amazônica, área de grande diversidade de espécies, por estas características é a pimenta considerada mais brasileira (Reifschneider, 2000; Pickersgil, 1971). Mesmo que parte de sua diversidade esteja na região da Bacia Amazônica, graças a sua boa adaptabilidade esta vem sendo cultivada do sul ao norte do Brasil (Lannes et al., 2007).

A espécie *C. chinense* possui vários nomes populares tais como: “cabacinha” (Silva et. al, 2015), “pimenta-biquinho” (Bernardo et al., 2015), “pimenta-verde”, “pimenta-bodinha”, “pimenta-de-cheiro”, “pimenta-doce” (Faria et al., 2016), “pimenta-murupi” (Rêgo et al., 2016; Cuevas-Glory et. al, 2014). Suas flores são dispostas normalmente de duas até cinco flores por nó, estas apresentam coloração branca-esverdeada, e normalmente suas anteras apresentam colorações: azuis, roxas, violetas ou amarelas, já os seus frutos apresentam variação tanto em tamanho, forma e cores (Luz, 2007).

Enquanto a *C. frutescens* possui melhor adaptação nos trópicos úmidos (Pickersgill, 1997) e é cultivada em toda América Central e algumas regiões da

América do Sul, sua atratividade deve-se a sua principal característica em apresentar altos níveis de pungência e um sabor característico (Silva, 2016). O tipo mais conhecido de *C. frutescens* são as pimentas malaguetas (Justino, 2013). Esta espécie possui nomes populares como “malagueta”, “malaguetinha”, “malaguetão” (Rêgo et al., 2016), e nos Estados Unidos é conhecida como “tabasco” (Valmir Junior et al., 2015; Justino, 2013).

A espécie *C. baccatum* segundo Clement et al. (2010) possui como centro de origem a Bolívia. Esta espécie que inclui as pimentas “dedo-de-moça” “chapéu-de-frade” e a pimenta “cambuci”, difundiu-se pela região do Sul do Brasil, e em alguma parte da região sudeste (Vilela et al, 2014; Neitzke, 2012; Reifschneider, 2000).

As pimentas pertencentes a espécie *C. baccatum*, em sua grande maioria são de fácil identificação pelas suas flores, que são presentes de uma a duas por nós, com corola branca que apresentam manchas amareladas ou marrom, e possui estames amarelos, e não possui constrição anelar. Uma das características peculiares destas espécies, é o fato de que no Brasil são cultivadas as variedades domesticadas, assim como algumas variedades locais que são chamadas de “crioulas”, que ganharam destaque devido a sua maior resistência a estresses bióticos e abióticos (Clement et al., 2010; Reifschneider, 2000).

Das espécies domesticadas a única que não é cultivada no Brasil é a *C. pubescens* (Alves, 2015) e é relativamente desconhecida (Bosland, 1996) esta espécie é normalmente encontrada em regiões com alta altitude, como nos Andes, em regiões da América Central e no México (Sudré, 2003a). Possui alguns nomes populares como “rocoto” ou “locoto” (como são conhecidas na América do Sul) e até mesmo como “maça” ou “pêra” pelo fato de o formato de seus frutos se assemelharem a estas frutas. Apresenta algumas características marcantes como flores roxas, alta pubescência nas folhas (Bosland, 1996), e é a única espécie de *Capsicum* que apresenta sementes pretas (Padilha, 2017; Santos, 2009; Bosland 1996).

2.2. Importância econômica

Segundo a FAO (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura) a produção mundial de *Capsicum* spp. tem crescido anualmente (FAO,

2010). Em primeiro lugar com a maior produção de *Capsicum* encontra-se a Ásia, tanto para frutos secos ou verdes, com aproximadamente 70,3% e 67,3% respectivamente, da produção total de pimentas. Os principais países produtores de pimenta seca são: Índia, Tailândia e China, enquanto para pimenta verde são: China, México e Turquia (FAO, 2014).

Apesar da significância, as estimativas tanto de produção como de comércio de *Capsicum* spp. são escassas, tendo em vista a dificuldade em se quantificar a área plantada no país, segundo estimativas existem aproximadamente 6 mil hectares plantados (Hortifruti Brasil, 2015), acredita-se que as informações disponíveis não refletem a situação atual da cultura no Brasil, tendo em vista que a maior parte da produção é destinada ao comércio local em feiras livres e estes dados não compõem as estatísticas (Domenico et al., 2012). Segundo Reifschneider et al. (2014), esta falta de confiabilidade nos dados de produção de pimentas e pimentões no Brasil, deve-se ao fato da produção ser dispersa e desorganizada, ainda segundo o autor a cultura é exercida em todos os estados brasileiros, sendo os principais: Minas Gerais, São Paulo, Goiás, Ceará, Bahia e Rio Grande do Sul.

No Brasil a produção de *Capsicum* é desempenhada em sua maioria por agricultores de base familiar, em pequenas propriedades, e estes sistemas tem alcançado até 30 t/ha proporcionando um bom retorno econômico; impulsionando o agronegócio de pimenta em função da mão-de-obra e retorno aceitável (Alves, 2015). A produção normalmente é comercializada de forma *in natura*, em molho, conservas, geleias, ou especiarias desidratadas (Macedo, 2015; Freitas, 2014; Reifschneider, 2000), o gênero *Capsicum* possui potencial ornamental, e medicinal, apresenta também grande aplicabilidade em fármacos, para tratamento de dores, devido seu alto nível de compostos antioxidantes (Paulus et al., 2014; Reifschneider, 2000).

De acordo com o Anuário Brasileiro de Hortaliças (2013), o pimentão encontra-se entre as hortaliças de maior produtividade, com aproximadamente 248,7 mil toneladas produzidas por ano. Segundo a Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudas (ABCSEM, 2012) no país no ano de 2012, os produtores de pimentão faturaram aproximadamente 567 milhões de reais.

2.3. Variabilidade genética e melhoramento de *Capsicum* spp.

O gênero *Capsicum* apresenta uma grande variabilidade genética entre as espécies (Sousa et al., 2015), tal característica pode ser observada principalmente em seus frutos (Poltronieri et al., 1998) que podem apresentar os mais diferentes formatos, cores, tamanhos e níveis de pungência; os frutos de *Capsicum* podem ser encontrados em várias colorações como, vermelha, amarela, roxa e até preta (Sousa et al., 2015; Moreira et al., 2006).

Esta variabilidade está ligada ao fato de o Brasil ser considerado como o centro de diversidade do gênero *Capsicum* o que maximiza a importância da realização de trabalhos relacionados à coleta e caracterização, tendo em vista a conservação do germoplasma das espécies de *Capsicum* (Freitas et al., 2012).

O estudo das distinções genéticas entre as espécies do gênero, e a análise da variabilidade genética existente, são etapas primordiais do pré-melhoramento (Alves, 2015). A fim de possibilitar a preservação e exploração desta variabilidade pelo melhoramento genético a criação de cultivares com melhor adaptação, maior produção e maior resistência (Ribeiro & Reifschneider, 2008; Neitzke, 2016).

Devido à grande importância das pimentas do gênero *Capsicum* no mercado mundial, por possuir grande valor agregado, quando em conservas, molhos ou condimentos, faz-se de extrema importância a conservação dos recursos genéticos destas espécies e assegurando a continuidade da variabilidade genética (Marachipes, 2014; Trajano, 2009). Estas possuem grande potencial para o melhoramento, devido à presença em seus frutos de substâncias de caráter nutricional e medicinal importantes (Marachipes, 2014).

O grande desafio do melhoramento de plantas está na seleção de genótipos que atendam aos princípios como: alto rendimento, resistência à pragas e doenças, resistência à estresses abióticos, qualidade de frutos, de forma que atendam as especificidades do mercado almejado (Rêgo et al., 2016).

Presume-se que o melhoramento em pimentas do gênero *Capsicum* é praticado desde antes mesmo da colonização das Américas, tendo em vista que os indígenas domesticaram algumas espécies de *Capsicum* através da seleção. De maneira geral o melhoramento de *Capsicum* é praticado em sua maioria pela seleção massal, e hibridação (Rêgo et al., 2011).

No Brasil o melhoramento de *Capsicum*, ocorre desde 1961 praticado pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), com o programa de melhoramento visando resistência a PVY (*Potato mosaic virus*) desde então o IAC tem lançado algumas cultivares de pimentas resistente a pragas e doenças. Existem atualmente outros programas como o da Embrapa Hortaliças de melhoramento visando resistência; e em algumas universidades como na Universidade Federal de Viçosa e outras (Rodrigues et al., 2016).

A caracterização e avaliação dos acessos do BAG (Banco Ativo de Germoplasma) possibilita distinguir os acessos existentes do banco, baseada na avaliação de características adequadas à descrição das espécies (Costa, 2012; Silva, 2008). Normalmente é realizada utilizando-se de várias características, como agrônômicas, morfológicas e moleculares (Costa et al., 2015; Barroso et al., 2012; Rêgo et al., 2011). Pode ser realizada com base em características de interesse, como produção; massa, espessura e número de sementes por fruto; níveis de resistência á doenças e pragas dentre outras (Silva Neto, 2014).

A utilização da caracterização por meio de descritores de características altamente herdáveis e facilmente detectáveis, os quais são capazes de se expressar igualmente em diversos ambientes, é indicada pelo IPGRI – International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI, 1995); permitindo identificar, preservar e transferir novas fontes de variação genética (Costa et al., 2015; Rêgo et al., 2009; Bento et al., 2007).

A caracterização via descritores pode ser realizada, a partir de descritores quantitativos e qualitativos; utilizar-se dos descritores quantitativos requer certo cuidado, tendo em vista que a mão-de-obra precisa ser qualificada, e o delineamento precisa atender os princípios básicos da experimentação (Sudré et al., 2003b). Atualmente a caracterização molecular também tem sido uma ferramenta útil para a avaliação da diversidade genética em diferentes espécies de plantas (Costa et al., 2015). O uso dos métodos genéticos e estatísticos, possibilita o estudo da variabilidade entre os acessos de um BAG, e seu potencial no uso em um programa de melhoramento (Marim et al., 2009).

Para o melhoramento genético de plantas, faz-se de extrema importância este armazenamento e caracterização de germoplasma, objetivando proteger e manter a variabilidade genética em bancos de germoplasma (BAG), visando futuramente a obtenção de cultivares (Santos, 2016).

2.4. Doenças do gênero *Capsicum*

Paralelo ao crescimento da área plantada de pimentas do gênero *Capsicum*, cresce também os problemas fitossanitários, pois o cultivo intensivo em uma mesma área e a não realização da rotação de cultura favorece a ocorrência de patógenos parasitas não obrigatórios (Pinheiro et al., 2014).

Os estudos sobre doenças que podem acometer o gênero *Capsicum*, e seus impactos na produção, são escassos no Brasil, tendo em vista que as informações disponíveis em sua maioria são direcionadas para a cultura do pimentão, existem poucos trabalhos que abordam o controle de doenças em *Capsicum* em geral (Carmo et al., 2006).

De acordo com a literatura *C. annum* é a principal espécie do gênero a sofrer com doenças como: mosaico do pimentão (Potato vírus Y – PVY), vira-cabeça (*Tospovirus* spp.), requeima do pimentão (*Phytophthora capsici* Leonian), amarelo do pimentão (Tomato curly top vírus – TCTV), podridão mole (*Erwinia* spp.) (Kurozawa e Pavan, 1997). Outras doenças atacam o gênero *Capsicum* em geral, afetando pimentas e pimentões como: a antracnose (*Colletotrichum gloesporioides* Penz), e ferrugem do pimentão e pimenta (*Puccinia* spp.) (Kurozawa e Pavan, 1997).

2.4.1. *Fusarium* spp. associado a doenças em *Capsicum* spp.

O gênero *Fusarium* é considerado um dos gêneros de fungos mais importantes mundialmente, devido à sua capacidade fitopatogênica (Thrane, 2014). Sabe-se que muitas espécies de *Fusarium* são capazes de causar infecções graves em plantas, animais e até seres humanos (Taveira, 2017). Espécies do gênero *Fusarium* foram descritas pela primeira vez no ano de 1809 por Link, anteriormente o gênero era nominado como *Fusisporium*, foi classificado na ordem Hypocreales, classe hyphomycetes. Este gênero é conhecido por suas inúmeras espécies, estas que podem ser encontradas em plantas e solos, como agentes patogênicos, endófitos e saprófitas (Manikandan et al., 2011; Leslie e Summerell, 2013).

Desde a descrição do gênero, a classificação de espécies é contraditória, vários autores apresentaram sistemas taxonômicos que reconhecem números muito

diferentes de espécies como válidos. Da descrição original até os estudos de Wollenweber e Reinking em 1935, foram descritos quase 1000 táxons, baseados na associação com o hospedeiro, estes autores classificaram o gênero em 16 seções, 65 espécies, 55 variedades e 22 *formae speciales*. Posteriormente vários autores propuseram classificações distintas, como por exemplo Snyder e Hansen nos anos de 1940-1954 reduziram o número de espécies para 9; já Gerlach e Nirenberg em 1982 propuseram uma classificação com aproximadamente 90 espécies e variedades; Nelson et al. em 1983 reconheceram 30 espécies e classificaram 16 como insuficientemente documentadas; até a classificação mais recente por Leslie e Summerell em 2006, descrevendo mais de 70 espécies diferentes, reconhecendo ainda a existência de várias espécies não catalogadas (Leslie e Summerell, 2013).

Alguns fatores tornam a identificação precisa das espécies de *Fusarium* problemática, até mesmo para especialistas (O'Donnell et al., 1998), como a diversidade genética presente no gênero, a variabilidade em suas características morfológicas e patogênicas (Oliveira e Costa, 2002).

Para as espécies deste gênero a principal característica morfológica é a produção de esporos em três formas (que são seus conídios), estes podem ser divididos em macroconídios, microconídios e mesoconídios. Outra característica deste gênero é a capacidade em produzir estruturas de resistência conhecidas como clamidósporos que garantem a sobrevivência do patógeno em condições adversas, por vários anos (Leslie e Summerell, 2006; Manikandan et al., 2011; Castro, 2014). As espécies de *Fusarium* podem ser homotáticas ou heterotáticas (Leslie e Summerell, 2006; Trail, 2013).

A murcha em *Capsicum* spp., pode ser causada por várias espécies de *Fusarium*, contudo as principais espécies são *F. solani* e *F. oxysporum* (Raghu et al., 2016). Outras espécies como *F. equiseti* (Mejía-Batista et al., 2016), *F. incarnatum* (Ramdial et al., 2016), *F. clamydosporum* (Sharfun-Nahar et al., 2004) já foram relatadas associadas a doenças em *Capsicum* spp.

O patógeno *F. oxysporum* Schltld emend. Snyder e Hansen (1824) (*Mycobank*), já foi registrado em vários lugares do mundo como Indonésia, Índia, China, México, Espanha, Paquistão dentre outros (Sahi e Khalid, 2007; Vásques Lopes et al., 2009; Martinez et al., 2010; Ferniah, et. al. 2014). Esta espécie pode viver como saprófita em matéria orgânica existente nos solos, ou apresentar patogenicidade às plantas, causando tombamento de plântulas e murcha (Leslie e Summerell, 2006; Tremacoldi,

2009). Uma das principais características deste fungo é não possuir uma forma sexual conhecida, sua reprodução é considerada assexual (Leslie e Summerell, 2006; Trail, 2013).

Sua infecção ocorre normalmente através das raízes, penetrando via sistema radicular por meio de ferimentos alcançando assim os vasos do xilema. Em seu processo de colonização, o fungo tem a capacidade de invadir o sistema vascular da planta ocasionando o escurecimento dos seus vasos. Impedindo a circulação e absorção de água ou nutrientes, chegando até o ponto de necrose vascular, que inicialmente é unilateral e depois se estendem as folhas dos ramos apicais, o que gera uma murcha rápida e posterior morte das plantas. O principal sintoma inicial externo é o amarelecimento e queda gradual de suas folhas (Duarte et al., 1999).

Muitos isolados de *F. oxysporum* acometem hospedeiros específicos, resultando na possibilidade de subdivisão das espécies em *formae speciales* e raças, refletindo a especialização patogênica dos isolados (Leslie e Summerell, 2006). No ano de 1992, o fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *capsici*, foi descrito como o agente causal da murcha vascular de pimentas do gênero *Capsicum* em Lousiana (Jones e Black, 1992).

Dentre as doenças causada por fungos do gênero *Fusarium* em espécies de *Capsicum*, existe a podridão do colo. Em *Capsicum* a podridão do colo tem como agente causal o fungo *Fusarium solani* (Kurozawa e Pavan, 1997) entretanto os estudos são escassos.

A espécie *Fusarium solani* (Martius) Appel e Wollenweber emend. Snyder e Hansen (Leslie e Summerell, 2006), foi descrita pela primeira vez em 1842 como *Fusisporium solani* ocorrendo em tubérculos de batata (*Solanum tuberosum*), no ano de 1881 foi então transferida para o gênero *Fusarium* pelo micologista italiano Piers A. Saccardo; em 1941 Snyder e Hansem consideraram *Fusarium solani* um complexo de espécies (Luginbuhl, 2010), por apresentar grande variabilidade genética, englobando mais de 50 espécies filogeneticamente distintas, de difícil identificação em função da semelhança morfológica (Gaion, 2013).

Estudos tem demonstrado que existem em *F. solani* mais de 20 *formae speciales* já conhecidas, filogeneticamente distintas (Matos, 2011). O complexo de espécies de *F. solani* tem passado por constante revisões taxonômicas, além das espécies já identificadas aproximadamente mais 50 podem ser descobertas nos próximos anos (Thrane, 2014). Já segundo O'Donnell (2000), o complexo de espécies

de *F. solani*, pode ser dividido em três clados, onde o clado I é formado por isolados provenientes da Nova Zelândia, o clado II isolados da América do Sul, e clado III da África, Ásia e América do Sul.

O patógeno *F. solani*, possui sua forma sexual conhecida como *Haemanectria haematococca* (Berkeley e Broome) Samuels e Nirenberg, um sinônimo também utilizado é *Nectria haematococca* (Leslie e Summerell, 2006). Esta espécie é comumente confundida com a espécie *Fusarium oxysporum*, por possuírem características semelhantes, de forma que para a diferenciação entre estas são observadas características morfológicas de seus macros e microconídios, e fialídes. É considerado um fungo ubíquo, já encontrado em amostras de solos, diversas plantas, árvores, acomete também alguns animais e já foi considerado patogênico à humanos (Leslie e Summerell, 2006).

A podridão do colo, causada por *F. solani* pode apresentar vários sintomas, e ocorrer em qualquer estágio de crescimento da planta; quando em plântulas dentre os principais sintomas destacam-se a murcha, e raízes e região do colo necrosadas, em alguns casos as plantas podem secar ou tombar; já para plantas adultas, estas podem paralisar o crescimento, murchar e secar (Kurozawa e Pavan, 1997).

O fungo *F. solani* possui uma variedade de plantas hospedeiras, podendo variar em sua morfologia e patogenicidade (Oliveira e Costa, 2002). No Brasil existem registros de ocorrência nas culturas do maracujá (*Passiflora* spp.) (Carvalho et al., 2015; Silva et al., 2014; Bueno et al., 2009), da melancia (*Citrullus lanatus*) (Soares et al., 2016); da soja (*Glycine max*) (Nascimento et al., 2016); do feijão comum (*Phaseolus vulgaris*) (Vieira et al., 2016); de pimenta-do-reino (*Piper nigrum*) (Rocha et al., 2016; Carnaúba et al., 2007), entretanto não existem ainda relatos em *Capsicum* spp.

Os estudos visando resistência a *F. solani* no Brasil ainda são escassos, tendo em vista que grande parte dos estudos realizados são em programas de melhoramento de soja (*Glycine max*) como por exemplo nas universidades UFLA – Universidade Federal de Lavras, ESALQ - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" e UEL- Universidade Estadual de Londrina (Guimarães, 2011; Fronza, 2003; Klingelfuss et al., 2007).

Existem também alguns estudos com resistência em feijão (*Phaseolus vulgaris*) como na UFU – Universidade Federal de Uberlândia (Vieira et al., 2016); pimenta do reino (*Piper nigrum*) pela Embrapa Amazônia Oriental (Albuquerque e

Duarte, 1983), UFES – Universidade Federal do Espírito Santo (Rocha Neto, 2013); e no maracujá (*Passiflora* spp.) pela UNEMAT – Universidade Estadual de Mato Grosso (Carvalho, 2015).

2.5. Caracterização molecular de *Fusarium* spp.

A identificação de espécies de *Fusarium*, tradicionalmente vem sendo realizada com base em suas características morfológicas como: forma e tamanho de seus macros e microconídios, presença ou ausência de clamidósporos, e coloração de colônias (Leslie e Summerell, 2006; Manikandan et al., 2011; Leslie e Summerell, 2013).

Entretanto, devido a semelhanças entre as espécies, a variabilidade genética presente no gênero, a similaridade entre suas características morfológicas, e conflitos em seu sistema taxonômico, esta classificação é um empecilho para maior acurácia na classificação das espécies do gênero (O'Donnell et al., 1998; Oliveira e Costa, 2002; Geiser et al., 2004).

Atualmente, a identificação de organismos eucarióticos é realizada com base na informação da sequência de nucleotídeos por meio da amplificação por PCR (Reação em cadeia da polimerase) (Singha et al., 2016). O crescimento da utilização destas técnicas está ligado a rapidez e eficácia do processo (Menezes et al., 2010). Estas técnicas que têm sido valiosas para distinguir as espécies e a origens de *Fusarium*, como a *Internal Transcribed Spacer* (ITS) (Oliveira & Costa, 2002; Singha et al., 2016).

As regiões ITS são recomendadas para este tipo de diferenciação de espécies, e variedades, pois são regiões conservadas, e relativamente curtas (500 a 800pb), existem em grande número de cópias, permitindo fácil amplificação e sequenciamento (Fungaro, 2000). Estas regiões estão localizadas entre os genes 18SrDNA e 28SrDNA e é amplificada por oligonucleotídeos iniciadores específicos, esta região ITS pode ser dividida em ITS1 e ITS2 (Hillis e Dixon, 1991).

Existem várias sequências ITS diferentes disponíveis, e a utilização de softwares possibilita a comparação destas sequências, definições de regiões e sínteses de primers específicos para espécies específicas de fungo (Fungaro, 2000).

Considerando a variabilidade genética existente em *F. solani*, é imprescindível o estudo e conhecimento desta, possibilitando subsidiar programas de melhoramento genético visando resistência, impulsionando a obtenção de cultivares resistentes (Silva et al., 2013; Carvalho et al., 2015).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCSEM - Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudas. **Projeto para o levantamento dos dados socioeconômicos da cadeia produtiva de hortaliças no Brasil, Ano base: 2012.** 2014/2015. Disponível em: <<https://goo.gl/Q4yfwN>>. Acesso em: 20 dez. 2017.

ALVES, S. R. M. **Pré-melhoramento em *Capsicum*: identificação de espécies, hibridação interespecífica e variabilidade genética em caracteres de sementes.** Manaus. Universidade Federal do Amazonas, 2015. 116 p. (Tese – Doutorado em Agronomia Tropical).

Anuário brasileiro de Hortaliças 2013/ Brazilian Vegetable Yearbook. Santa Cruz do Sul. Editora Gazeta Santa Cruz, p. 88. 2013. Disponível em: <http://www.icna.org.br/sites/default/files/artigo/Anuario_hortalicas_2013_0.pdf> Acesso em 20 dez. 2017.

BARBOSA, R. N.; LIMA JUNIOR, N. C.; BEZERRA, J. D. P.; GOMES, I. R.; GALVÃO, A. S.; SANTOS JUNIOR, A. A.; MOTTA, C. M. S.; OLIVEIRA, N. T. Utilização Da Região ITS na identificação de *Aspergillus* isolados em solos de caatinga. In: **XIII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão da UFRPE.** Recife, 2013. Disponível em: <<http://www.eventosufrpe.com.br/2013/cd/resumos/R1227-1.pdf>>. Acesso em: 14 jan. 2017.

BARROSO, P. A.; RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M.; NASCIMENTO, K. S.; NASCIMENTO, N. F. F.; NASCIMENTO, M. F.; SOARES, W. S.; FERREIRA, K. T. C.; OTONI, W. C. Analysis of Segregating Generation for Components of Seedling and Plant Height of Pepper (*Capsicum annuum* L.) for Medicinal and Ornamental Purposes. In: **XXIV International Eucarpia Symposium Section Ornamentals: Ornamental Breeding Worldwide 953.** 2012. p. 269-275.

BENTO, C. S.; SUDRÉ, C. P.; RODRIGUES, R.; RIVA, E. M.; PEREIRA, M. G. Descritores qualitativos e multicategóricos na estimativa da variabilidade fenotípica entre acessos de pimentas. **Scientia Agraria**, v.8, n.2, p.149-156. 2007.

BERNARDO, C. O.; MARTINS, I. B. A.; PINTO, C. M. F.; PINTO, C. L. O. P.; BITTENCOURT, F.; MARTINS, M. L.; MARTINS, E. M. F. Desenvolvimento de extrato de pimenta-biquinho como forma de conservação pós-colheita. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v.5, n.2., p.29-37, 2015.

BOSLAND, P.W. *Capsicums*: Innovative uses of an ancient crop. **Progress in new crops**. **ASHS Press, Arlington, VA**. p.479-487. 1996.

BUENO, C. J.; FISCHER, I. H.; ROSA, D. D.; FURTADO, E. L. Produção de enzimas extracelulares por *Fusarium solani* de maracujazeiro amarelo. **Tropical Plant Pathology** v.34, n.5. p. 343-346. 2009.

CARMO, M. G. F.; ZERBINI JUNIOR, F. M.; MAFFIA, L. A. Principais doenças da cultura da pimenta. **Informe Agropecuário- EPAMIG**. v 27, n 235:87-98, 2006.

CARNAÚBA, J. P.; SOBRAL, M. F.; AMORIM, E. P. DA R.; SILVA, I.O. Report of *Fusarium solani* f. sp. *piperis* in *Piper nigrum* in the state of Alagoas. **Summa Phytopathologica**, v.33, n.1, p.96-96, 2007.

CARVALHO, A. B.; COELHO, V. J.; ARAÚJO, K. L.; SIQUEIRA, K. A.; NEVES, S. M. A. S.; SOARES, M. A.; NEVES, L. G. Genetic variability of *Fusarium solani* and *Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae* isolates from Pantanal, Amazon and Cerrado biomes of Mato Grosso, Brazil. **African Journal of Agricultural Research**. v.10, n.53 p.4990-4997. 2015.

CARVALHO, S. I. C. **Estudos filogenéticos e de diversidade em *Capsicum* e sua aplicação na conservação e uso de recursos genéticos das espécies *C. frutescens* e *C. chinense***. Brasília: Universidade de Brasília, 2014, 183 p. (Tese- de Doutorado em Agronomia).

CARVALHO, J. A. **Reação de espécies de *Passiflora* a isolados de *Fusarium solani* e *Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae***, Cáceres. 2015. Universidade do Estado de Mato Grosso. (Dissertação – Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).

CASALI, V.W.D.; COUTO, F.A.A. Origem e botânica. **Informe Agropecuário: Pimentão e Pimenta**. v. 10, n. 113, p. 8-11, 1984.

- CASTRO, D.C.C. **Búsqueda de resistencia a la pudrición causada por *Fusarium spp.* en *Capsicum***. Colômbia. Universidad Nacional De Colombia, 2014. 89 p. (Dissertação – Mágister em Ciências Agrárias).
- CLEMENT, C. R.; CRISTO-ARAÚJO, M.; D'EECKENBRUGGE, G. C.; PEREIRA, A. A.; PIKANÇO-RODRIGUES, D. Origin and Domestication of Native Amazonian Crops. **Diversity**. v. 2, p.72-106. 2010.
- COSTA, M. P. S. D.; RÊGO, M. M.; SILVA, A. P. G.; RÊGO, E. R.; BARROSO, P. A. Characterization and genetic diversity of pepper (*Capsicum spp.*) parents and interspecific hybrids. **Genetics and Molecular Research** v.15 n.1. 2016.
- COSTA, L. V. **Caracterização morfológica e produtiva de pimentas (*Capsicum spp.*)**. Manaus. Universidade Federal do Amazonas. 2012. (Tese – Doutorado em Agronomia).
- CUEVAS-GLORY, L. F.; MOGUEL. O. S.; PINO, J. SAURI-DUCH, E. GC–MS Characterization of Volatile Compounds in Habanero Pepper (*Capsicum chinense* Jacq.) by Optimization of Headspace Solid-Phase Microextraction Conditions. **Food Analytical Methods**, v. 8, n. 4, p. 1005-1013, 2015.
- DOMENICO C. I.; COUTINHO J. P.; GODOY H. T.; MELO A.M.T. Caracterização agrônômica e pungência em pimenta de cheiro. **Horticultura Brasileira**. v.30, p.466-472. 2012.
- DUARTE, M.L.R., ALBUQUERQUE, F.C., HAMADA, M. & COSTA, A.P. Murcha causada por *Fusarium oxysporum*, uma nova doença da pimenta-da-reino no Estado do Pará. **Fitopatologia Brasileira** v. 24, p.178-181, 1999.
- FAO. **Agricultural production, primary crops**. 2010. Disponível em <<http://www.fao.org>>. Acesso em 15 mar. 2017.
- FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Chillies and peppers, dry and green. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/>>. Acesso em: 21 dez. 2017.
- FARIA, R. B.; BOTINI, N.; SOARES, J. A. G.; SILVA, M. L. Recursos genéticos vegetais comercializados na feira do produtor de Tangará da Serra, MT. **Biodiversidade** - v.15, n.3, 2016.
- FERNIAH, R. S., DARYONO, B. S., KASIAMDARI, R. S., PRIYATMOJO, A. 2014. Characterization and Pathogenicity of as the Causal Agent *Fusarium oxysporum* of Fusarium Wilt in Chili (L.) *Capsicum annum*. **Microbiology Indonesia**. v.8, n.3, p 121-126. 2014.

FREITAS R. D.; LAURINDO B. S.; SEUS R.; RODRIGUES A. F. S.; PEREIRA N. E.; SILVA D. J. H. Origem e período de coleta de acessos de *Capsicum* sp. do BGH - UFV. **Horticultura Brasileira**. v.30 S4701-S4707. 2012.

FREITAS, P. G. N. **Vibração de plantas de pimenta (*Capsicum* sp.) para produção de frutos e sementes em ambiente protegido**. Universidade Estadual Paulista, Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu, 2014. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/108863>>. Acesso em: 14/01/2017. (Tese – Doutorado em Agronomia (Horticultura)).

FRONZA, VANOLI. **Genética da reação da soja a *Fusarium solani* f. sp. *glycines***. Piracicaba. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 2003. (Tese – Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas).

FUNGARO, M. H. P. PCR na Micologia. **Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, v.14, p. 12-16, 2000.

GAION, L. A. **Enxertia e podridão de raízes e colo em cucurbitáceas**. Jaboticabal. Universidade Estadual Paulista, 2013. 55p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia (Produção vegetal)).

GEISER, D. M.; JIMÉNEZ-GASCO, M.; KANG, S.; MAKALOWSKA, I.; VEERARAGHAVAN, N.; WARD, T. J.; ZHANG, N.; KULDAU, G. A.; O'DONNELL, K. FUSARIUM-ID v. 1.0: A DNA sequence database for identifying *Fusarium*. **European Journal of Plant Pathology**, v.110, n.5-6, p.473-479. 2004.

GUIMARÃES, S. S. C. ***Fusarium solani* associado à soja no Brasil: morfologia, filogenia molecular e patogenicidade**. Lavras. Universidade Federal de Lavras. 2010. (Tese – Doutorado em Agronomia/Fitopatologia).

HILLIS, D. M.; DIXON, M.T. Ribosomal DNA: molecular evolution and phylogenetic inference. **The Quarterly review of biology**, v. 66, n. 4, p. 411-453, 1991.

HORTIFRUTI BRASIL. Ervas & Especiarias. O complemento que faz toda a diferença. **Pimentas (*Capsicum* spp.)** CEPEA-ESALQ/USP. n.147, p. 14. 2015.

HUSSAIN, F.; SHAUKAT, S.; ABID, M.; USMAN, F.; AKBAR, M. The effect of fungicides alone and in conjunction with chitin on the control of some fungal pathogens associated with chilli seeds. **World Applied Sciences Journal**, 32: 977-985. 2014.

Index Fungorum. Disponível em: <<http://www.speciesfungorum.org/Names/SynSpecies.asp?RecordID=190352>>.

Acesso em 13 jan. 2017.

IPGRI. **Descritores para *Capsicum* (*Capsicum* spp)**. Roma: IPGRI, 51p.1995.

JONES, M. M., BLACK, L. L. 1992. SOURCES OF RESISTANCE AMONG *CAPSICUM* SPP. TO FUSARIUM WILT OF PEPPER. **Capsicum Newsletter** v.11, p.33-34. 1992.

JUSTINO, E. V. **Maturação fisiológica e taxa de cruzamento natural na produção de sementes de *Capsicum***. Brasília. Universidade de Brasília, 2013, 128p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia).

KLINGELFUSS, L. H.; YORINORI, J. T.; DESTRO, D. Métodos de inoculação para quantificação de resistência em soja à *Fusarium solani f. sp. glycines*, em casa-de-vegetação. **Fitopatologia Brasileira**. v.32, p.050-055. 2007.

KUMAR, S. **Selection and characterization of chilli calli tolerant to fusarium wilt (*Capsicum annuum* L.)**. 2014. College Of Agriculture Ccs Haryana Agricultural University HISAR – 125004, Haryana, India (Dissertação de mestrado - Plant Pathology).

KUROZAWA, C.; PAVAN, M. A. Doenças das solanáceas (berinjela, jiló, pimentão e pimenta). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A. M. **Manual de fitopatologia, v2 – Doenças das plantas cultivadas**. 3ed. São Paulo. Agronômica Ceres, 1995-1997. p.618-627.

LANNES, S. D., FINGER, F. L., SCHUELTER, A. R.; CASALI, V. W. D. Growth and quality of Brazilian accessions of *Capsicum chinense* fruits. **Scientia Horticulturae** v.112, p.266-270. 2007.

LESLIE, J. F.; SUMMERELL, B. **Fusarium laboratory manual**. Blackwell Publishing. 2006. 387p.

LESLIE, J.F., SUMMERELL, B.A. An overview of *Fusarium*. In: Brown, D. W. e Proctor, R. H. ***Fusarium: Genomics, Molecular and Cellular Biology***. Caister Academic Press, USA, 2013. p. 1–10.

LOPES, C. A.; HENZ, G. P.; REIS, A. Doenças das pimentas e seu controle. In: RÊGO, E. R.; FINGER, F. L.; RÊGO, M. M. **Produção, genética e melhoramento de pimentas (*Capsicum* spp.)**. Recife: Imprima, 2011. p53-65.

LUGINBUHL, S. ***Fusarium solani* - A class project for PP728 Soilborne Plant Pathogens, Fall 2010**. Disponível em: <https://projects.ncsu.edu/cals/course/pp728/Fusarium%20solani/Fusarium_solani.htm> Acesso em: 13 jan. 2017.

- LUZ, F. J. F. **Caracterizações morfológica e molecular de acessos de pimenta (*Capsicum chinense* Jacq.)**. Jaboticabal. Universidade Estadual Paulista. 2007. (Tese – Doutorado em Agronomia).
- MACEDO, A. Pimentas *Capsicum*- Uma história de sucesso na cadeia produtiva de hortaliças. **Embrapa Hortaliças em Revista**. Ano IV, n.18: p. 6-9, 2015.
- MANIKANDAN, M.; GALGÓCZY, L.; SELVAM, K.P.; SHOBANA, C.N.; KOCSUBÉ, S.; VÁGVÖLGYI, P.; NARENDRAN, V.; KREDICS, L. *Fusarium*. In: **Molecular Detection of Human Fungal Pathogens**; Liu, D. CRC Press. Boca Rotan, USA, 2011; p. 417–433.
- MARACAHIPES, A. C. **Reação de acessos de *Capsicum* spp. a *Colletotrichum gloeosporioides***. Universidade do Estado de Mato Grosso. 2014, 55p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- MARIM B. G; SILVA D. J. H.; CARNEIRO P. C. S.; MIRANDA G. V.; MATTEDI A. P.; CALIMAN F. R. B. Variabilidade Genética e Importância Relativa de caracteres em acessos de germoplasma de tomateiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.1283-1290. 2009.
- MARTÍNEZ, M. A.; MARTÍNEZ, M. C.; BIELZA, P.; TELLO, J.; LACASA, A. Effect of biofumigation with manure amendments and repeated biosolarization on *Fusarium* densities in pepper crops. **Journal of industrial microbiology & biotechnology**, v. 38, n. 1, p. 3-11, 2011.
- MATOS, K. S. **Identificação de espécies biológicas no complexo *Fusarium solani* – FSSC**. Lavras. Universidade Federal de Lavras. 2011. (Dissertação – Mestrado em Microbiologia Agrícola).
- MEJÍA-BAUTISTA, M. A., CRISTÓBAL-ALEJO, J., TUN-SUÁREZ, J. M., & REYES-RAMÍREZ, A. ACTIVIDAD in vitro DE *Bacillus* spp. EN LA INHIBICIÓN DE CRECIMIENTO MICELIAL DE *Fusarium equiseti* Y *Fusarium solani* AISLADO DE CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.). **Agrociencia**, v. 50, n. 8, 2016.
- MENEZES, J. P., LUPATINI, M., ANTONIOLLI, Z. I., BLUME, E., JUNGES, E., E MANZONI, C. Variabilidade genética na região its do rDNA de isolados de *Trichoderma* spp.(Biocontrolador) e *Fusarium oxysporum* f. sp. *chrysanthemi*. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 1, p. 132-139, 2010.
- MIRANDA, T. G. **Caracterização físico-química de genótipos de pimentas (*Capsicum chinense* e *Capsicum annuum*)**. 2014. Diamantina. Universidade

Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. (Dissertação – Mestrado em Produção Vegetal).

MOREIRA, G. R.; CALIMAN, F. R. B.; SILVA, D. J. H.; RIBEIRO, C. S. C. Espécies e variedades de pimenta. **Informe Agropecuário- EPAMIG**. v.27, n.235, p.16-29, 2006.

NASCIMENTO, D. M.; VIEIRA, G. H. C.; KRONKA, A. Z. Inibição do crescimento micelial de *Fusarium solani* f. sp. *glycines*. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 3, n. 4, p. 65-68. 2016

NEITZKE, R. S. **Recursos genéticos de pimentas do gênero *Capsicum* - explorando a multiplicidade de usos**. Pelotas. Universidade Federal de Pelotas. 2012. (Tese – Doutorado em Agronomia).

NEITZKE R. S.; FISCHER S. Z., VASCONCELOS C. S.; BARBIERI R. L.; TREPTOW R. O. Pimentas ornamentais: aceitação e preferências do público consumidor. **Horticultura Brasileira**. v.34, p.102-109. 2016.

NETO, J. L. L. M.; ARAÚJO, W. F.; VILARINHO, L. B. O.; SILVA, E. S.; ARAÚJO. W. B. L.; SAKAZAKI, R. T. Produção de mudas de pimentão (*Capsicum annuum* L.) em diferentes ambientes e substratos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.11, n.4, p. 289-297, 2016.

O'DONNELL, K. Molecular Phylogeny of the *Nectria haematococca-Fusarium solani* Species Complex. **Mycologia**, V. 92, n.5, p.919-93. 2000.

O'Donnell et al., 1998 O'DONNELL, K.; CIGELNIK, E.; CASPER, H. H. Molecular phylogenetic, morphological, and mycotoxin data support reidentification of the quorn mycoprotein fungus as *Fusarium venenatum*. **Fungal Genetics and Biology**, v.23, n.1, p.57-67. 1998.

OLIVEIRA, V.C. de & COSTA, J. L. S. Análise de restrição de DNA ribossomal amplificado (ARDRA) pode diferenciar *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* de *F. solani* f. sp. *glycines*. **Fitopatologia Brasileira** v.27, p.631-634. 2002.

PADILHA, H. K. M. **Recursos genéticos de pimentas (*Capsicum*, Solanaceae): diversidade genética, resistência à antracnose e produção de metabólitos especializados**. Pelotas. Universidade Federal de Pelotas. 2017. (Tese – Doutorado em Agronomia).

PAULUS, D.; VALMORBIDA, R.; SANTIN, A.; TOFFOLI, E.; PAULUS, E. Crescimento, produção e qualidade de frutos de pimenta (*Capsicum annuum*) em diferentes espaçamentos. **Horticultura Brasileira** v.33, p.091-100. 2015.

PICKERSGILL, B. Relationships between weedy and cultivated forms in some species of chili peppers (genus *Capsicum*). **Evolution**, vol. 25, n. 4, p. 683-691. 1971.

PICKERSGILL, B. Genetic resources and breeding of *Capsicum* spp. **Euphytica**, v.96, n.1, p.129-133, 1997.

PINHEIRO J. B.; REIFSCHNEIDER F. J. B.; PEREIRA R. B.; MOITA A.W. Reação de genótipos de *Capsicum* ao nematoide-das-galhas. **Horticultura Brasileira**. v.32, p.371-375. 2014.

POLTRONIERI, M. C.; POLTRONIERI, L. S.; COSTA, D. S. Caracterização de acessos de *Capsicum* spp. coletados no estado do Pará. **Embrapa Amazônia Oriental**, 171:1-3, 1998.

RAGHU, S.; BENAGI, V. I.; NARGUND, V. B. Cultural, morphological and pathogenic variability among the isolates of *Fusarium solani* causing wilt disease of Chilli (*Capsicum annuum* L.). **Journal of Pure and Applied Microbiology**, v.10, n.1, p.599-604, 2016.

RAMDIAL, H.; HOSEIN, F.; RAMPERSAD, S. N. First report of *Fusarium incarnatum* associated with fruit disease of bell peppers in Trinidad. **Plant Disease**, v. 100, n. 2, p. 526-526, 2016.

RÊGO, E.R; RÊGO M. M.; CRUZ C. D.; FINGER F. L.; CASALI V. W. D. A diallel study of yield components and fruit quality in chilli pepper (*Capsicum baccatum*). **Euphytica** v.168, p.275–287. 2009.

RÊGO, E. R.; FINGER, F. L.; BOLSISTA, N. F. N.; ARAÚJO, E. R.; SAPUCAY, M. J. L. C.; **Genética e melhoramento de pimenteiros *Capsicum* spp.** In: RÊGO, E. R.; FINGER, F. L.; RÊGO, M. M. (Org) Produção, genética e melhoramento de pimentas (*Capsicum* spp.). Areia: Imprima, 2011. 223p.

RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M.; FINGER, F. L. **Production and Breeding of Chilli Peppers (*Capsicum* spp.)**. Springer, 2016.

REIFSCHNEIDER, F. J. B. 2000. **Pimentas e pimentões no Brasil**. Brasília: **Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, Embrapa Hortaliças**, 2000.

REIFSCHNEIDER, F. J. B.; NASS, L. L.; HEINRICH, A. G.; HENZ, G.P.; RIBEIRO, C. S. C.; HENZ, G. P.; EUCLIDES FILHO, K.; BOITEUX, L. S.; RITSCHER, P.; FERRAZ, R. M; QUECINI, V. **Uma pitada de biodiversidade na mesa dos brasileiros**. Pimentas. Brasília, DF. 156 p. 2014. Disponível em:

<https://issuu.com/cica/docs/uma_pitada_de_biodiversidade>. Acesso em: 18 dez. 2017.

RIBEIRO C. S. C.; REIFSCHNEIDER F. J. B. Genética e Melhoramento. In: RIBEIRO CSC; CARVALHO SIC; HENZ GP; REIFSCHNEIDER FJB (ed). **Pimentas Capsicum**. Brasília: Embrapa Hortaliças. p. 55-69. 2008.

RIBEIRO, C. S. C.; LOPES, C. A.; CARVALHO, S. I. C.; HENZ, G. P.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. (Ed.). **Pimentas Capsicum**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2008. 200p.

ROCHA, F.S.; FERREIRA, G.H.S.; SILVA, T.C.S.R.; AMARAL, F.L.; MUNIZ, M.F.S.; PEREIRA, E.A. Caracterização de *Fusarium solani f. sp. piperis*, produção de fitotoxina e incidência da fusariose no norte de Minas Gerais. **Summa Phytopathologica**, v.42, n.1, p.67-72, 2016.

ROCHA NETO, F. C. **Progresso espaço-temporal da fusariose em plantios de pimenta-do-reino**. São Mateus. Universidade Federal do Espírito Santo. 2013. (Dissertação – Mestrado em Agricultura Tropical).

RODRIGUES, R.; BENTO, C. S.; PIMENTA, S.; SUDRE, C. P. **Melhoramento de Pimentão e Pimentas**. In: Carlos Nick Gomes; Aluizio Borém de Oliveira. (Org.). Melhoramento de Hortaliças. 1ed.Viçosa: UFV, 2016, v. 1, p.464.

SAHI, IRFAN YOUSAF; KHALID, A. N. In vitro biological control of *Fusarium oxysporum* causing wilt in *Capsicum annuum*. **Mycopath**. v.5, n.2, p. 85-88, 2007.

SANTOS, Verónica Sofia Figueiredo. **Caracterização morfológica e determinação da pungência em pimentos picantes**. 2009. Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa. (Dissertação – Mestrado em Produção Agrícola Tropical).

SANTOS, R. M. C. **Diversidade genética, resistência ao etileno, e predição do potencial de populações segregantes no melhoramento de pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum*)**. 2016. Universidade Federal de Viçosa. (Tese – Doutorado Genética e Melhoramento).

SHARFUN-NAHAR, S. N.; MUSHTAQ, M.; PATHAN, I. H. Seed-borne mycoflora of *Capsicum annuum* imported from India. **PAKISTAN JOURNAL OF BOTANY**, v. 36, n. 1, p. 191-198, 2004.

SILVA, E.C.; SOUZA, R.J. **Cultura da Pimenta**. 2005. Disponível em:<http://www.editora.ufla.br/boletimpdfextensãobol_68.pdf>. Acesso em: 21 dez. 2017.

SILVA, A. S.; OLIVEIRA E. O.; HADDAD, F.; JESUS, O. N.; OLIVEIRA S. A. S.; COSTA M. A. P. C. Molecular fingerprinting of *Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae* isolates using AFLP markers. **Scientia Agricola**. v.70, n.2, p.108-115. 2013.

SILVA, A. N.; AZEVEDO G. B.; SOBRINHO, G. G. R.; NOVAES, Q. S. Efeito de produtos químicos e de *Trichoderma* spp. no controle de *Fusarium solani* do maracujazeiro. **Interciencia**, v. 39, n. 6, p. 398-403, 2014.

SILVA, H. W.; COSTA, L. M.; RESENDE, O.; OLIVEIRA, D. E. C.; SOARES, R. S.; VALE, L. S. R. Higroscopicidade das sementes de pimenta (*Capsicum chinense* L.) **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 19, n. 8, p.780-784. 2015.

SILVA NETO, J. J.; REGO E. R.; NASCIMENTO, M. F.; SILVA FILHO, V. A. L. S.; ALMEIDA NETO, J. X.; RÊGO, M. M. Variabilidade em população base de pimenteiros ornamentais (*Capsicum annum* L.). **Revista Ceres**, v. 61, n.1, p. 084-089, 2014.

SILVA, M. S. **Atividade antifúngica de CaTI, um inibidor de proteinase serínica de *Capsicum annum*, e presença de inibidores similares em outras espécies do gênero *Capsicum***. Campos dos Goytacazes. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. 2016. (Dissertação – Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).

SINGHA, I. M., KAKOTY, Y., UNNI, B. G., DAS, J., & KALITA, M. C. Identification and characterization of *Fusarium* sp. using ITS and RAPD causing fusarium wilt of tomato isolated from Assam, North East India. **Journal of Genetic Engineering and Biotechnology**, v. 14, n. 1, p. 99-105, 2016.

SOARES, R. S.; SILVA, E. H. C.; DINIZ, G. M. M.; CANDIDO, W. S.; REISCHNEIDER, F. J. B.; BRAZ, L. T. Resistência genética de genótipos de *Capsicum annum* a Nematoides de galhas. **Ciência & Tecnologia**, v. 8, n. esp. 2, 2016.

SOARES, M. G. O.; SOARES, J. A.; CEZAR, M. A.; CARDOSO, T. A. L.; LIMA, J. A. A. Ocorrência de patógenos em cultivos de melancia e abóbora no sertão da Paraíba. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável** v. 11, Nº 1, p. 07-13, 2016.

SOARES, J. V. C.; BENTES, J. L. S.; GASPAROTTO, L. Reaction of *Capsicum* spp. genotypes to stem rot (*Sclerotium rolfsii*). **Summa Phytopathologica**, v. 43, n.1, p. 58-59, 2017.

- SOUSA, W. R. N.; LOPES, A. C. A.; CARVALHO, R.; GOMES, R. L. F.; PERON, A. P. Karyotypic characterization of *Capsicum* sp. accessions. **Acta Scientiarum. Agronomy**. v. 37, n. 2, p. 147-153. 2015.
- SUDRÉ, C. P. **Divergência genética e avaliação da resistência à mancha bacteriana em *Capsicum* spp. Campos dos Goytacazes**. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. 2003a. (Dissertação – Mestrado em Produção Vegetal).
- SUDRÉ, C. P.; RODRIGUES, R.; RIVA, E. M.; LEAL, F. C.; SOUZA, N. A. de; KARASAWA, M. Caracterização morfoagronômica da coleção de germoplasma de pimenta e pimentão da UENF, utilizando descritores quantitativos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, 2003b.
- SUMMERELL, BRETT A.; SALLEH, BAHARUDDIN; LESLIE, JOHN F. A utilitarian approach to *Fusarium* identification. **Plant disease**, v. 87, n. 2, p. 117-128, 2003.
- TAVEIRA, G. B.; MELLO, E. O.; CARVALHO, A. O.; REGENTE, M.; PINEDO, M.; LA CANAL, L.; RODRIGUES, R.; GOMES, V. M. Antimicrobial activity and mechanism of action of a thionin-like peptide from *Capsicum annuum* fruits and combinatorial treatment with fluconazole against *Fusarium solani*. **Biopolymers**, v.108, n.3, 2017.
- THRANE, Ulf. *Fusarium*. In: **Encyclopedia of Food Microbiology**. Elsevier, 2014. p. 76-81.
- TRAISSL, F. Sex and Fruiting in *Fusarium*. In: Brown, D. W. e Proctor, R. H. ***Fusarium: Genomics, Molecular and Cellular Biology***. Caister Academic Press, USA, 2013. p.11-29.
- TRAJANO, H. M. R. **Produção de pimenta (*Capsicum* spp.) e aspectos sócioeconômicos das hortas comunitárias de Teresina, Piauí**. Teresina, Piauí: Universidade Federal do Piauí. 2009. 101p. (Dissertação – Mestrado em desenvolvimento e meio ambiente).
- TREMACOLDI, C. R. Principais Pragas da Pimenta-do-Reino e Recomendações: Doenças Fúngicas. In: I Workshop da Pimenta-do-Reino do Estado do Pará, 2009, Belém - PA. **Palestras do I Workshop da Pimenta-do-Reino do Estado do Pará**, 2009. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/660435>>. Acesso em 13 jan. 2017.
- TREMACOLDI, C. R. Principais doenças fúngicas da pimenteira-do-reino no Estado do Pará e recomendações de controle. **Embrapa Amazônia Oriental. Documentos**, 2010. Disponível em: <

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/883996/1/Doc367.pdf>>. Acesso em 13 jan. 2017.

VALMIR JUNIOR, M.; VASCONSELOS, A. J. F.; LIMA, L. S. S.; CARVALHO, C. M. Eficiência do uso da água em pimenta da espécie *Capsicum frutescens* L., variedade tabasco. **Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science**. Guarapuava, v.8, n.3, p.53-61, 2015.

VÁSQUEZ LÓPEZ, A., TLAPAL BOLAÑOS, B., YÁÑEZ MORALES, M., PÉREZ PACHECO, R., & QUINTOS ESCALANTE, M. Etiología de la marchitez del'chile de agua' (*Capsicum annuum* L.) en Oaxaca, México. **Revista fitotecnia mexicana**, v. 32, n. 2, p. 127-134, 2009.

VIEIRA, B. S.; VIEIRA, H. M. P.; SOUSA, L. A.; MENDONÇA, K. D. R. POTENCIAL ANTAGONÍSTICO DE *Bacillus subtilis* (BSV-05) CONTRA OS PATÓGENOS RADICULARES DO FEIJOEIRO: *Fusarium* spp., *Macrophomina phaseolina* e *Rhizoctonia solani*. **Ciência Agrícola**, Rio Largo, v. 14, n. 1, p. 59-66, 2016.

VILLELA J. C. B.; BARBIERI R. L.; CASTRO C. M.; NEITZKE R. S.; VASCONCELOS C. S.; CARBONARI T.; MISTURA C. C.; PRIORI D. Caracterização molecular de pimentas crioulas (*Capsicum baccatum*) com marcadores microsatélites. **Horticultura Brasileira**. v.32, p.131-137. 2014.

3. CAPÍTULOS

3.1. CAPÍTULO 1: Caracterização molecular de isolados de *Fusarium* spp. coletados em *Capsicum* nos biomas Mato-grossenses

RESUMO

DOS ANJOS, ISABELA VERA; M. Sc.; Universidade do Estado de Mato Grosso; janeiro de 2018; Caracterização molecular de isolados de *Fusarium* spp. coletados em *Capsicum* nos biomas Mato-grossenses; Orientador: Profa. Dra. Leonarda Grillo Neves; conselheiros: Profa. Dra. Dejânia Vieira de Araújo, Profa. Dra. Kelly Lana Araújo e Prof. Dr. Milson Evaldo Serafim.

O gênero *Fusarium* abrange uma ampla e heterogênea classe de fungos, apresenta alta variabilidade genética e similaridade em suas características morfológicas. Desta forma a identificação das espécies de *Fusarium* são um problema, devido a carência de ferramentas que possibilitem uma diferenciação confiável entre as espécies. Diversos métodos moleculares passaram a ser utilizados para diferenciação das espécies; dentre estas técnicas à amplificação das regiões ITS do rDNA dos fungos tem apresentado eficácia, por se tratarem de regiões preservadas do DNA, auxiliam principalmente na distinguibilidade das espécies. O objetivo deste trabalho constituiu em coletar e caracterizar isolados de *Fusarium* spp. associados ao sintoma de murcha em *Capsicum* nos biomas do estado de Mato Grosso. Foram coletadas 89 plantas com sintoma de murcha de *Capsicum* spp. Destas coletas, foram isolados segmentos de tecido sintomático, em meio PCNB-ágar. As espécies encontradas de *Fusarium* spp. tiveram seu DNA extraído e foram submetidas a PCR utilizando-se os iniciadores ITS1 (5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3') e ITS4 (5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3'); posteriormente foi realizado o sequenciamento parcial das regiões ITS (*Internal Transcribed Spacer*), as sequências resultantes foram comparadas com as sequências disponíveis no banco de dados do GenBank do NCBI (*National Center for Biotechnology Information*) através do programa BLAST. Com base nas sequências obtidas de cada isolado, foi possível criar a árvore filogenética destes e verificar a existência de 5 espécies distintas de *Fusarium*: *Fusarium solani*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium equiseti*, *Fusarium incarnatum* e *Fusarium chlamydosporum*, predominando as espécies *Fusarium solani* e *Fusarium equiseti*.

Palavras-chave: Variabilidade genética, pimentas, murcha de *Fusarium*.

ABSTRACT

DOS ANJOS, ISABELA VERA; M. Sc.; Universidade do Estado de Mato Grosso; January 2018, Molecular characterization of isolates of *Fusarium* spp. collected in *Capsicum* spp. in the biomes of the state of Mato Grosso, Brazil; Adviser Professor: Dra. Leonarda Grillo Neves; Counselor Professor: Dra. Dejánia Vieira de Araújo, Dra. Kelly Lana Araújo e Dr. Milson Evaldo Serafim.

The genus *Fusarium* covers a wide and heterogeneous class of fungi and presents high genetic variability and similarity in its morphological characteristics. Therefore the identification of *Fusarium* species is a problem, due to the lack of tools that allow a reliable differentiation among the species. Several molecular methods have been used for species differentiation; among these techniques to the amplification of the ITS regions of the rDNA of the fungi has shown efficacy, because they are preserved regions of the DNA, conduce most of the discrimination of the species. The objective of this work was to collect and characterize isolates of *Fusarium* spp. associated with the *Capsicum* wilt symptom in the biomes of the state of Mato Grosso. Eighty nine plants were collected with *Capsicum* spp. From these collections, segments of symptomatic tissue were isolated in PCNB-agar medium. The species found of *Fusarium* spp. had their DNA extracted and were subjected to PCR using primers ITS1 (5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3 ') and ITS4 (5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3'); later the partial sequencing of the ITS (Internal Transcribed Spacer) regions was performed, the resulting sequences were compared to the sequences available in the NCBI GenBank database (National Center for Biotechnology Information) through the BLAST program. Based on the sequences obtained from each isolate, it was possible to create the phylogenetic tree of these species and to verify the existence of 5 distinct species of *Fusarium*: *Fusarium solani*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium equiseti*, *Fusarium incarnatum* and *Fusarium chlamydosporum*, predominating the species *Fusarium solani* and *Fusarium equiseti* .

Key words: Genetic variability, peppers, *Fusarium* wilt.

3.1.1. INTRODUÇÃO

O gênero *Fusarium* abrange uma ampla e heterogênea classe de fungos importantes para a indústria de alimentos, medicamentos, medicina e agricultura (Luginbuhl, 2010). As espécies de *Fusarium* são consideradas mundiais, possuindo alta variabilidade genética, e patogênica (Gonçalves, 2015). São conhecidas pela capacidade de causar uma variedade de doenças em uma gama de hospedeiros (Summerell et al., 2003).

Existem vários patógenos causadores de murcha em *Capsicum* spp. (Ochoa-Alejo e Ramirez-Malagon, 2001; Naik et al., 2008; Singh et al., 2017), entretanto a causada por *Fusarium* tem sido considerada a principal doença em pimentas e pimentões tornando-se um problema grave durante os últimos anos. Dentre as principais espécies causadoras da murcha destacam-se *F. solani* e *F. oxysporum* (Raghu et al., 2016; Tembhurne et al., 2017;).

Dentre as características do gênero, uma das predominantes é a formação de esporos assexuados: macroconídios e microconídios (Teixeira, 2015). As espécies de *Fusarium* também produzem estruturas de resistência chamadas de clamidósporos (Bedendo, 1995); o que assegura a sobrevivência do patógeno em matéria orgânica e no solo por muitos anos e dificulta o controle e erradicação (Raghu et al., 2016; El Kichaoui et al., 2017).

Devido a amplitude do gênero, a diagnose das espécies de *Fusarium* são um problema, fato que ocorre devido a carência de ferramentas que possibilitem uma diferenciação confiável entre as espécies (Lievens et al., 2008). Pois a distinção entre as espécies, *formae speciales* e raças torna-se complicada, até mesmo para especialistas (O'Donnell et al., 1998; Windels, 1991).

Assim os métodos moleculares passaram a ser úteis nas diferenciações do gênero (Kistler et al., 1987). Dentre estas técnicas à amplificação das regiões ITS do rDNA fungos vem sendo utilizada (Hillis e Dixon, 1991; Menezes et al., 2010). Estas regiões ITS (*Internal Transcribed Spacer*) são regiões conservadas do DNA, auxiliando principalmente na distinção de espécies (Chen, 2004). E estão localizadas entre os genes 18SrDNA e 28SrDNA, a região ITS pode ser dividida em ITS1 (entre os genes 18S e 5.8S) e o ITS2 (entre os genes 5.8S e 28S) (Hillis e Dixon, 1991). A técnica de amplificação das regiões ITS, são indicadas pois são regiões que evoluem

rapidamente, tornando-as apropriadas para distinção entre espécies ou variedades (Fungaro, 2000).

Assim, este trabalho objetivou coletar e identificar isolados de *Fusarium* spp. associados ao sintoma de murcha em *Capsicum* nos biomas do estado de Mato Grosso.

3.1.2. MATERIAL E MÉTODOS

3.1.2.1. Área de estudo

Para realização das coletas, foram realizadas visitas em cinco municípios, do estado de Mato Grosso que foram selecionadas nos biomas existentes no estado, sendo elas: Alta Floresta (Amazônia), Cáceres (Pantanal), Juína (Cerrado), Mirassol d' Oeste (Amazônia), Tangará da Serra (Amazônia).

A identificação morfológica dos isolados provenientes destas coletas, foi realizada no Laboratório de Melhoramento Genético Vegetal situado na Universidade do Estado de Mato Grosso – Campus Cáceres. A identificação molecular dos isolados, via sequenciamento das regiões ITS1 e 2, foi realizada na empresa ACTGene Análises Moleculares Ltda. (Centro de Biotecnologia, UFRGS, Porto Alegre, RS).

3.1.2.2. Coleta dos isolados

Com a realização das visitas em propriedades produtoras de *Capsicum* spp., juntamente com os produtores as plantas que apresentaram sintomas característicos dos causados por *Fusarium* como: murcha, amarelecimento, tombamento e necrose na área do colo foram coletadas e armazenadas, e encaminhadas ao Laboratório de Melhoramento Genético Vegetal (LMGV) da UNEMAT – Campus Cáceres, para posterior análise e identificação do agente causal.

As áreas foram delimitadas em campo com auxílio de GPS de navegação obtendo assim os dados geográficos de cada ponto de coleta. Posteriormente os dados registrados no GPS foram descarregados através do software e importados no

programa ArcGis, versão 10.1, da Esri para confecção do Banco de Dados Geográficos da pesquisa.

3.1.2.3. Identificação dos patógenos

Para o isolamento do patógeno, foram retirados seguimentos do caule e das raízes de todas as plantas sintomáticas conforme a Figura 1. Os seguimentos foram transferidos para placas Petri contendo meio de cultura PCNB-ágar (Nash e Snider, 1962) e, posteriormente, incubados em B.O.D com fotoperíodo de 12 horas, e temperatura $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, por sete dias.

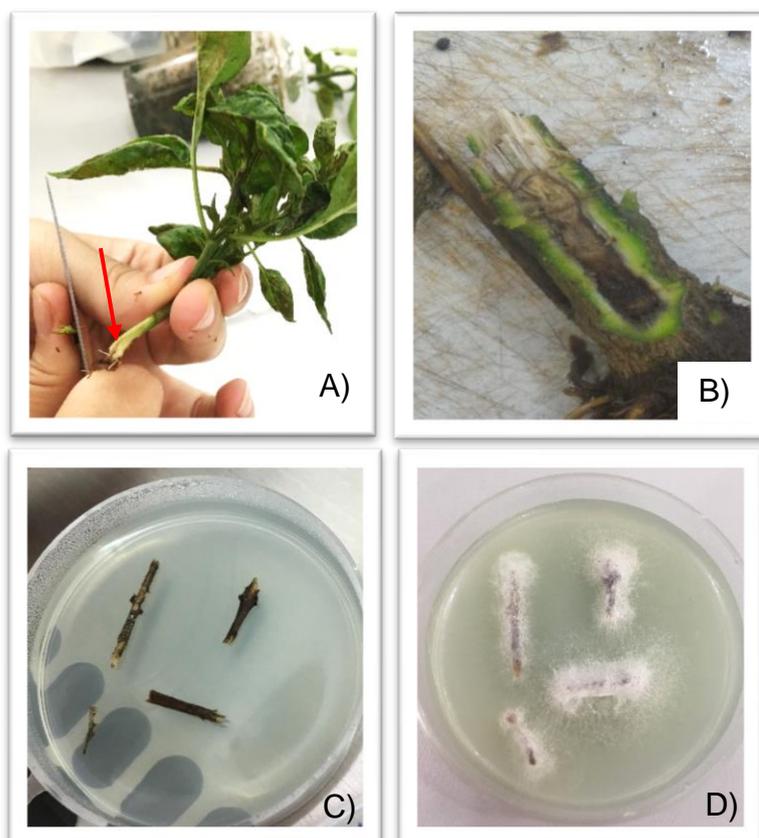


Figura 1. Isolamento de tecido sintomático de *Capsicum* spp. coletadas dos três biomas Mato-grossenses. A) Segmentação de tecido sintomático de raízes e colo; seta – evidenciando uma necrose inicial no colo; B) Caule apresentando necrose; C) Fragmentos de tecido sintomático em meio PCNB-ágar; D) Crescimento micelial após período de incubação.

Em uma primeira etapa, a confirmação dos patógenos foi realizada via identificação de características morfológicas, após o período de incubação, com

auxílio de um microscópio óptico. A caracterização baseou-se na coloração da colônia (Figura 2); na presença ou não, tamanho e formato de macro e de microconídios (Figura 3); na presença ou não e arranjo de clamidósporos; e no tipo de fiálides onde são formados os conídios (Figura 4) (Nelson et al., 1983; Nirenberg, 1990).



Figura 2. Coloração das colônias de *Fusarium* spp. coletadas de *Capsicum* spp. dos três biomas Matogrossenses em meio PCNB-ágar. A) Placa Petri com crescimento micelial vista superior; B) Placa Petri com crescimento micelial de coloração clara vista inferior; C) Placa Petri com crescimento micelial de coloração amarela arroxeadada vista inferior.

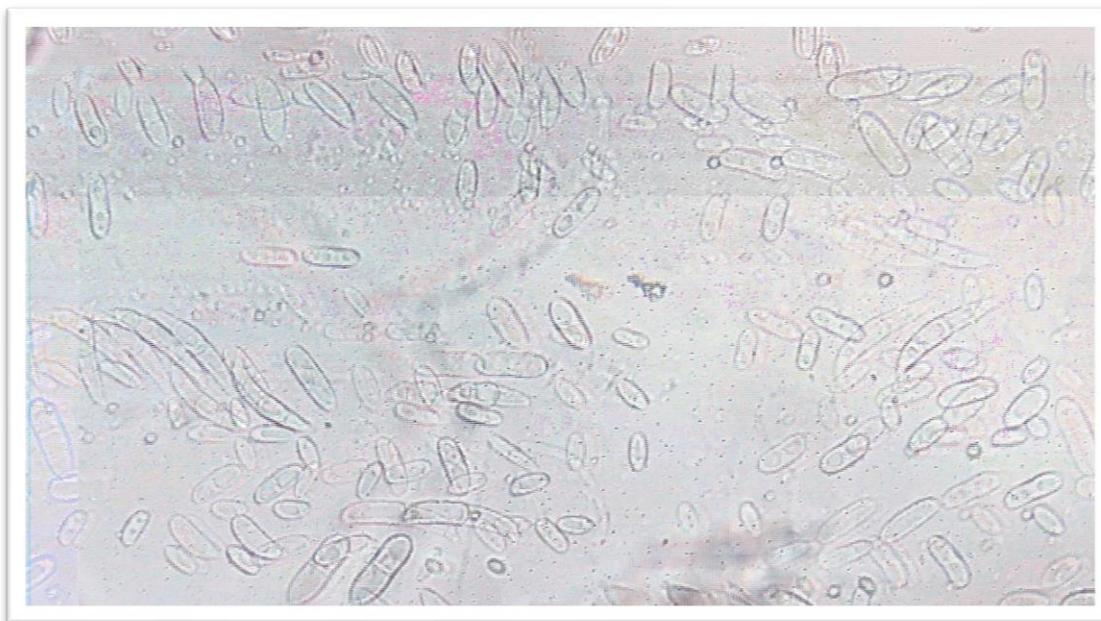


Figura 3. Vista de macroconídios e microconídios de *Fusarium* spp. coletados de *Capsicum* spp.



Figura 4. Vista de uma fiálide de *Fusarium* spp. coletados de *Capsicum* spp.

Os isolados confirmados como *Fusarium* spp., foram armazenados pelo método de preservação em papel filtro. Para a realização deste armazenamento pequenos pedaços de papel filtro esterilizados foram colocados em meio de cultura BDA (batata-dextrose-ágar), assim como o micélio do isolado a ser conservado. Estas placas foram incubadas em B.O.D por um período de 5-7 dias. Posteriormente estes papeis foram retirados e alocados em placas Petri esterilizadas, estas placas permaneceram por 7 dias em B.O.D á 25°C para redução da umidade. Foram vedadas, armazenadas em geladeira e catalogadas na Micoteca do Laboratório de Melhoramento Genético Vegetal da UNEMAT- campus Cáceres.

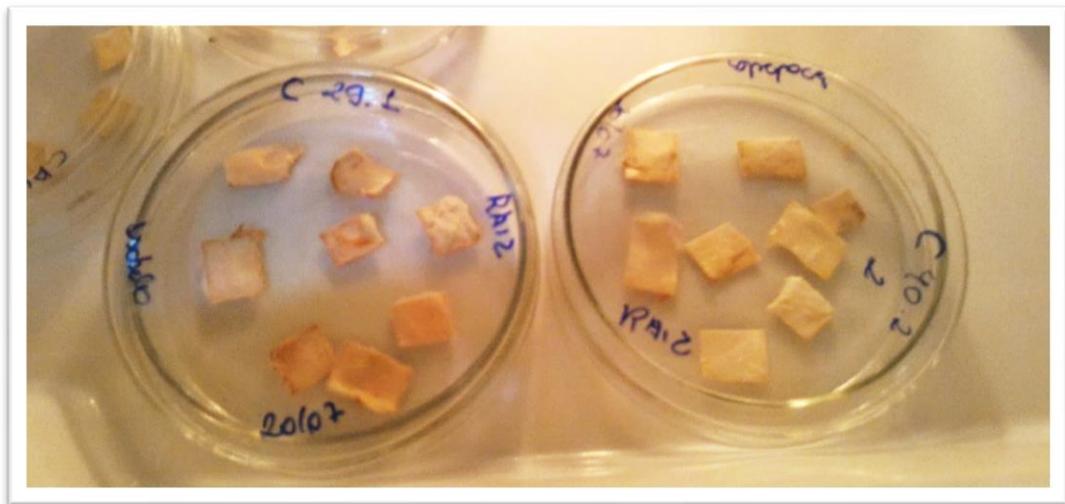


Figura 5. Armazenamento dos isolados de *Fusarium* spp. coletados em *Capsicum* spp. nos três biomas Mato-grossenses, na Micoteca do Laboratório de Melhoramento Genético Vegetal da UNEMAT- campus Cáceres.

3.1.2.4. Caracterização molecular

A caracterização molecular dos isolados de *Fusarium* spp. foi realizada em duas etapas, onde a primeira consistiu na extração de DNA dos isolados coletados. Para a extração, os isolados de *Fusarium* spp., foram cultivados em meio BDA (batata-dextrose-ágar) por um período de 7 dias em placas Petri. Após crescimento o micélio foi removido com auxílio de espátulas e macerado em nitrogênio líquido. Utilizou-se para extração o Wizard® Genomic DNA Purification Kit (Promega) e protocolo recomendado pelo fabricante.

Para as reações de PCR, utilizou-se metodologia adaptada de Carvalho et al. (2015) onde as reações foram compostas de 2µl de DNA de cada isolado, 2,5µl de tampão de PCR 10x, 2µl de dNTP (2,5mM), 1,25µl dos primers ITS1 e ITS4, 0,125µl de Taq polimerase e H₂O ultrapura q.s.p. para 25µL de reação. O protocolo constituiu em um passo de desnaturação inicial de 94°C por 2 min, seguido de 35 ciclos de 94 °C por 45 s, 58 °C por 45 s e 72 °C por 1 min, e o passo final de alongamento de 72 °C por 10 min em termociclador. Os produtos oriundos da PCR foram submetidos à eletroforese em gel de agarose 1,5%. Os tamanhos dos fragmentos amplificados foram determinados com o marcador 100pb DNA Ladder (Sigma-Aldrich, Inc.).

As amostras foram então sequenciadas, a identificação molecular dos isolados foi realizada pelo sequenciamento parcial das regiões ITS (*Internal Transcribed Spacer*) da região rDNA, por tanto, utilizando-se os primers ITS1 (5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3') e ITS4 (5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3') para a amplificação da região ITS do rDNA (White *et. al.*, 1990). As sequências foram comparadas com as sequências disponíveis, no banco de dados do GenBank do NCBI (*National Center for Biotechnology Information*), através do programa BLAST. Com base nas sequências obtidas de cada isolado, foi possível criar a árvore filogenética destes, com auxílio do programa MEGA 5.

3.1.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Das 89 plantas de *Capsicum* spp. sintomáticas, 74 foram diagnosticadas com murcha causada por *Fusarium* spp., nas quais foram identificadas cinco espécies diferentes de *Fusarium*, conforme Figura 6.



Figura 6. Mapa representativo dos pontos de coleta de plantas de *Capsicum* spp. identificadas com *Fusarium* spp.

Com base na identificação das características morfológicas dos isolados, e da proximidade das áreas de coleta selecionou-se 26 isolados para realização do sequenciamento. Com o sequenciamento foi possível identificar as espécies de

Fusarium spp. encontradas, onde 10 isolados foram identificados como *Fusarium solani*, 10 isolados como *Fusarium equiseti*, 3 isolados como *Fusarium oxysporum*, 2 isolado como *Fusarium incarnatum* e 1 isolado como *Fusarium chlamydosporum*, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Identificação dos isolados de *Fusarium* spp. coletados em plantas de *Capsicum* spp. nos três biomas Mato-grossenses

| Isolados | Cidades | Biomas | Coordenadas | | Espécie |
|----------|------------------|----------|---------------|---------------|--------------------------------|
| 1 | Cáceres | Pantanal | 16°9'46,05"S | 57°38'10,38"O | <i>Fusarium solani</i> |
| 2 | Cáceres | Pantanal | 16°9'43,93"S | 57°38'18,89"O | <i>Fusarium solani</i> |
| 3 | Cáceres | Pantanal | 16°9'41,83"S | 57°38'18,20"O | <i>Fusarium equiseti</i> |
| 4 | Cáceres | Pantanal | 16°9'46,47"S | 57°38'1,45"O | <i>Fusarium solani</i> |
| 5 | Cáceres | Pantanal | 16°10'43,03"S | 57°38'21,96"O | <i>Fusarium solani</i> |
| 6 | Cáceres | Pantanal | 16°04'34,5"S | 57°39'08,8"O | <i>Fusarium equiseti</i> |
| 22 | Cáceres | Pantanal | 16°04'34,5"S | 57°39'08,8"O | <i>Fusarium solani</i> |
| 28 | Mirassol d'Oeste | Amazônia | 15°43'15,45"S | 58°7'18,37"O | <i>Fusarium equiseti</i> |
| 29 | Cáceres | Pantanal | 16°6'39,92"S | 57°40'48,85"O | <i>Fusarium solani</i> |
| 30 | Alta Floresta | Amazônia | 10°05'28,7"S | 56°11'35,5"O | <i>Fusarium incarnatum</i> |
| 31 | Alta Floresta | Amazônia | 10°05'53,5"S | 56°12'34,4"O | <i>Fusarium equiseti</i> |
| 34 | Alta Floresta | Amazônia | 09°55'56,6"S | 56°04'04,0" O | <i>Fusarium equiseti</i> |
| 35 | Alta Floresta | Amazônia | 09°49'39,8"S | 056°04'41,3"O | <i>Fusarium chlamydosporum</i> |
| 36 | Alta Floresta | Amazônia | 09°49'06,8"S | 56°04'41,3"O | <i>Fusarium equiseti</i> |
| 37 | Alta Floresta | Amazônia | 09°48'39,9"S | 56°04'51,6"O | <i>Fusarium oxysporum</i> |
| 38 | Alta Floresta | Amazônia | 09°56'37,5"S | 56°05'56,5"O | <i>Fusarium oxysporum</i> |
| 39 | Alta Floresta | Amazônia | 09°54'29,3"S | 56°06'36,8"O | <i>Fusarium equiseti</i> |
| 40 | Alta Floresta | Amazônia | 09°54'29,3"S | 56°06'38,5"O | <i>Fusarium incarnatum</i> |
| 41 | Tangará da Serra | Amazônia | 14°32'58,6"S | 57°22'52,8"O | <i>Fusarium equiseti</i> |
| 42 | Tangará da Serra | Amazônia | 14°32'17,1"S | 57°23'11,1"O | <i>Fusarium oxysporum</i> |
| 43 | Tangará da Serra | Amazônia | 14°32'17,7"S | 57°22'41,2"O | <i>Fusarium equiseti</i> |
| 44 | Tangará da Serra | Amazônia | 14°32'51,7"S | 57°22'19,8"O | <i>Fusarium solani</i> |
| 46 | Cáceres | Pantanal | 16°04'34,1"S | 57°39'07,6"O | <i>Fusarium solani</i> |
| 48 | Juína | Cerrado | 11°44'50,13"S | 58°71'50,21"O | <i>Fusarium solani</i> |
| 49 | Cáceres | Pantanal | 16°04'34,1"S | 57°39'07,6"O | <i>Fusarium equiseti</i> |
| 50 | Cáceres | Pantanal | 16°04'34,1"S | 57°39'07,6"O | <i>Fusarium solani</i> |

Com os dados obtidos após o sequenciamento dos 26 isolados, possibilitou-se criar a árvore filogenética e relacionar quanto ao bioma de coleta. Foram formados 4 grupos distintos, a disposição destes grupos pode ser visualizada conforme a Figura 7.

No Grupo I agrupou-se todos os isolados caracterizados como *Fusarium solani* e verificou-se que a espécie *F. solani* foi encontrada em plantas de *Capsicum* spp. nos três biomas do estado de Mato Grosso, Amazônia, Pantanal e Cerrado. No Brasil, existem registros de ocorrência de *F. solani* em diversas culturas, como a *Piper nigrum* (pimenta do reino ou pimenta preta) (Rocha et al., 2015), em *Passiflora* spp. (maracujá) (Carvalho, 2015; Silva et al., 2014), dentre outras. Entretanto, não existem relatos da ocorrência deste patógeno em plantas de *Capsicum* spp.

Na literatura encontram-se relatos sobre a ocorrência de murcha causada por *F. solani* em plantas de *Capsicum* spp. ao redor do mundo, como por exemplo no México, onde Mejía-Bautista et al. (2016) identificou o patógeno como agente causal da murcha em *Capsicum chinense*. Existem também relatos envolvendo a ocorrência de *F. solani* em *Capsicum annuum* em alguns países como na Espanha, onde Martinez et al. (2010) relatou casos de murcha por este patógeno; na China por Duan et al. (2016), e na Índia por Tembhone et al. (2017).

O Grupo II é composto pelos 3 isolados de *Fusarium oxysporum*, sendo estes encontrados somente no bioma Amazônia. Esta espécie de patógeno também já foi encontrada em causando doenças em plantas de *Capsicum* spp., em *C. annuum* no México (Vásques Lopes et al., 2009), Espanha (Martinez et al., 2010), e Paquistão (Sahi e Khalid, 2007).

O Grupo III agrupou 7 isolados de *Fusarium equiseti* encontrados nos biomas Amazônia e Pantanal, 2 isolados de *Fusarium incarnatum* e 1 de *Fusarium chlamydosporum* encontrados somente no bioma Amazônia. Enquanto o Grupo IV agrupou também 3 isolados de *F. equiseti*, da Amazônia e Pantanal. De maneira geral relatos sobre estes isolados, são escassos na literatura.

Existem alguns trabalhos que também abordam o *F. equiseti* como causador de murcha em *Capsicum* spp. assim como *F. solani*; recentemente o trabalho de Mejía-Batista et al. (2016) no México apontou ambos os patógenos como causadores da murcha em *Capsicum chinense*.

Houve um primeiro relato no ano de 2016 em Trinidad e Tobago em plantas de *C. annuum* da ocorrência do patógeno *F. incarnatum*, onde a doença foi chamada de podridão de pimenta, pois atacava os frutos da cultura e causava lesões necróticas (Ramdial et al., 2016). Nas coletas realizadas e identificada como *F. incarnatum* os sintomas eram de murcha e amarelecimento das plantas.

O gênero *Fusarium* embora seja conhecido como um importante gênero de fungos patogênicos, possui um confuso e instável histórico taxonômico, devido a vários fatores, como a falta de caracteres morfológicos claros que se separem as espécies, além de variação e mutações em cada cultura, conspiraram para certos conflitos no sistema taxonômico que acabam representando mal a diversidade de espécies de *Fusarium* spp. (Geiser et al., 2004).

Existem conflitos de nomenclatura na literatura, em que *F. incarnatum*, *F. semitectum* e *F. pallidoroseum* são considerados a mesma espécie (Leslie e Summerell, 2006). Assim como, para *F. chlamydosporum* que a literatura existente é mais escassa, esta espécie pode ser tratada por *F. sporotrichioides* var. *chlamydosporum*, e *F. fusarioides* segundo o manual de Leslie e Summerell (2006). Mas a espécie já foi relatada em sementes de *C. annuum* no Paquistão (Sharfun-Nahar et al., 2004).

3.1.4. CONCLUSÕES

- Foi possível constatar a existência de plantas de *Capsicum* spp. nos três biomas mato-grossense contaminadas por *Fusarium* spp. Este é o primeiro relato da ocorrência de *Fusarium* spp. em *Capsicum* spp. no Brasil;

- O sequenciamento das regiões ITS foi eficiente na diferenciação das espécies de *Fusarium*. Foram identificadas 5 espécies de *Fusarium* em *Capsicum* spp.: *F. solani*, *F. oxysporum*, *F. equiseti*, *F. incarnatum* e *Fusarium chlamydosporum*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEDENDO, I.P. Podridão de raiz e colo. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIN, L. (Ed.) **Manual de Fitopatologia**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres. 1995. p.829-837.
- CARVALHO, J. A. **Reação de espécies de *Passiflora* a isolados de *Fusarium solani* e *Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae***, Cáceres. 2015. Universidade do Estado de Mato Grosso. (Dissertação – Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- CARVALHO, A. B.; COELHO, V. J. E.; ARAUJO, K. L.; DE SIQUEIRA, K. A. A.; DA SILVA NEVES, S. M. A.; SOARES, M. A.; NEVES, L. G. Genetic variability of *Fusarium solani* and *Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae* isolates from Pantanal, Amazon and Cerrado biomes of Mato Grosso, Brazil. **African Journal of Agricultural Research**. v.10, n.53, p.4990-4997. 2015.
- CHEN, C. A.; CHANG, C. C.; WEI, N. V.; CHEN, C. H.; LEIN, Y. T.; LIN, H.; DAI, C.F.; WALLACE, C. C. Secondary structure and phylogenetic utility of the Ribossomal Internal Transcribed Spacer 2 (ITS2) in *Scleractinian corals*. **Zoological Studies**. v.43, p.759-771, 2004.
- DUAN, X., BI, H. G., LI, T., WU, G. X., LI, Q. M., & AI, X. Z. Root characteristics of grafted peppers and their resistance to *Fusarium solani*. **Biologia Plantarum**, v.61, n.3, p.579-586. 2017.
- EL KICHAOUI, A., ELNABRIS, K., SHAFIE, A., FAYYAD, N., ARAFA, M., & EL HINDI, M. Development of Beauveria bassiana-Based Bio-Fungicide Against Fusarium Wilt Pathogens for Capsicum Annuum, a Promising Approach Toward Vital Biocontrol Industry in Gaza Strip. **IUG Journal of Natural Studies**, v.25, n.2, p.183-190, 2017.
- FUNGARO, M. H. P. PCR na Micologia. **Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, v.14, p. 12-16, 2000.
- GEISER, D. M.; JIMÉNEZ-GASCO, M.; KANG, S.; MAKALOWSKA, I.; VEERARAGHAVAN, N.; WARD, T. J.; ZHANG, N.; KULDAU, G. A.; O'DONNELL, K.. FUSARIUM-ID v. 1.0: A DNA sequence database for identifying Fusarium. **European Journal of Plant Pathology**, v.110, n.5-6, p.473-479. 2004.
- GONÇALVES, A. D. M. **Diversidade de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* e desenvolvimento e validação de marcadores moleculares ligados a genes de**

resistência em tomateiro. Universidade de Brasília. 2015. 120p. (Tese – Doutorado Fitopatologia).

HILLIS, D.M.; DIXON, M.T. Ribosomal DNA: molecular evolution and phylogenetic inference. **Quartely Review of Biology**, Ithaca, v.66, n.4, p.411-453, 1991.

KISTLER, H. C.; BOSLAND, P. W.; BENNY, U.; LEONG, S.; WILLIAMS, P.H. Relatedness of strains of *Fusarium oxysporum* from crucifers measured by examination of mitochondrial and ribosomal DNA. **Phytopathology**, Cornell, v.77, n.9, p.1289-1293, 1987.

LESLIE, J. F.; SUMMERELL, B. **Fusarium laboratory manual**. Blackwell Publishing. 2006. 387p.

LIEVENS B.; REP M.; THOMMA B. P. H. J. Recent developments in the molecular discrimination of *formae speciales* of *Fusarium oxysporum*. **Pest Management Science**, v.64, p.781–78. 2008.

LUGINBUHL, S. **Fusarium solani - A class project for PP728 Soilborne Plant Pathogens, Fall 2010.** Disponível em: <https://projects.ncsu.edu/cals/course/pp728/Fusarium%20solani/Fusarium_solani.htm> Acesso em: 13 jan. 2017.

MARTÍNEZ, M. A.; MARTÍNEZ, M. C. BIELZA, P.; TELLO, J.; LACASA, A.; Effect of biofumigation with manure amendments and repeated biosolarization on *Fusarium* densities in pepper crops. **J Ind Microbiol Biotechnol**. v.38, p.3–11. 2011.

MEJÍA-BAUTISTA, M. A., CRISTÓBAL-ALEJO, J., TUN-SUÁREZ, J. M., & REYES-RAMÍREZ, A. actividad in vitro de *Bacillus* spp. en la inhibición de crecimiento micelial de *Fusarium equiseti* y *Fusarium solani* aislado de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.). **Agrociencia**, v. 50, n. 8, 2016.

MENEZES, J. P., LUPATINI, M., ANTONIOLLI, Z. I., BLUME, E., JUNGES, E., E MANZONI, C. Variabilidade genética na região ITS do rDNA de isolados de *Trichoderma* spp.(Biocontrolador) e *Fusarium oxysporum* f. sp. *chrysanthemi*. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 1, p. 132-139, 2010.

NAIK, M. K.; DEVIKA, G. S.; MADHUKAR, H. M. Identification of resistant sources against wilt of chilli (*Capsicum annum* L.) caused by *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. **J. Mycopathol. Res**, v. 46, n.1, p. 93-96, 2008.

NELSON, P.E., TOUSSOUN, T.A. AND MARASAS, W. F.O. **Fusarium Species: An illustrated manual for identification**. Pennsylvania State University, University Park, PA. 1983.

NIRENBERG, H. I. et al. Recent advances in the taxonomy of *Fusarium*. **Studies in Mycology**, n. 32, p. 91-101, 1990.

O'DONNELL, K.; CIGELNIK, E.; CASPER, H. H. Molecular phylogenetic, morphological, and mycotoxin data support reidentification of the quorn mycoprotein fungus as *Fusarium venenatum*. **Fungal Genetics and Biology**, v.23, n.1, p.57-67. 1998.

OCHOA-ALEJO, N.; RAMIREZ-MALAGON, R. In vitro chili pepper biotechnology. **In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant**, v.37, n.6, p. 701-729, 2001.

RAGHU, S.; BENAGI, V. I.; NARGUND, V. B. Cultural, morphological and pathogenic variability among the isolates of *Fusarium solani* causing wilt disease of Chilli (*Capsicum annum* L.). **Journal of Pure and Applied Microbiology**, v.10, n.1, p.599-604, 2016.

RAMDIAL, H.; HOSEIN, F.; RAMPERSAD, S. N. First report of *Fusarium incarnatum* associated with fruit disease of bell peppers in Trinidad. **Plant Disease**, v. 100, n. 2, p. 526-526, 2016.

ROCHA, F.S.; FERREIRA, G.H.S.; SILVA, T.C.S.R.; AMARAL, F.L.; MUNIZ, M.F.S.; PEREIRA, E.A. Caracterização de *Fusarium solani* f. sp. *piperis*, produção de fitotoxina e incidência da fusariose no norte de Minas Gerais. **Summa Phytopathologica**, v.42, n.1, p.67-72, 2016.

SAHI, IRFAN YOUSAF; KHALID, A. N. In vitro biological control of *Fusarium oxysporum* causing wilt in *Capsicum annum*. **Mycopath**. v.5, n.2, p. 85-88, 2007.

SHARFUN-NAHAR, S. N.; MUSHTAQ, M.; PATHAN, I. H. Seed-borne mycoflora of *Capsicum annum* imported from India. **PAKISTAN JOURNAL OF BOTANY**, v. 36, n. 1, p. 191-198, 2004.

SILVA, A. N.; AZEVEDO G. B.; SOBRINHO, G. G. R.; NOVAES, Q. S. Efeito de produtos químicos e de *Trichoderma* spp. no controle de *Fusarium solani* do maracujazeiro. **Interciencia**, v. 39, n. 6, p. 398-403, 2014.

SINGH, J. K., KUMAR, M., KUMAR, A., MEHTA, N. Screening of Chilli Cultivars Against *Fusarium* Wilt of Chilli (*Capsicum annum* L.). **International Journal of Agricultural Science and Research (IJASR)**. v.7, n.1, p.235-240, 2017.

SUMMERELL, BRETT A.; SALLEH, BAHARUDDIN; LESLIE, JOHN F. A utilitarian approach to *Fusarium* identification. **Plant disease**, v. 87, n. 2, p. 117-128, 2003.

- TEIXEIRA, L. M. **Caracterização de isolados de *Fusarium oxysporum* e resistência de genótipos de *Passiflora* à Fusariose.** 2015. Universidade Federal de Uberlândia. (Dissertação – Mestrado Fitopatologia).
- TEMBHURNE, B.V.; BELABADEVI, B.; KISAN, B.; TILAK, I.S.; ASHWATHANARAYANA, D.S.; SUVARNA, NIDAGUNDI AND NAIK, M.K. 2017. Molecular Characterization and Screening for *Fusarium (Fusarium solani)* Resistance in Chilli (*Capsicum annuum* L.) Genotypes. **Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci.** v.6, n.9, p.1585-1597. 2017.
- VÁSQUEZ LÓPEZ, A., TLAPAL BOLAÑOS, B., YÁÑEZ MORALES, M., PÉREZ PACHECO, R., & QUINTOS ESCALANTE, M. Etiología de la marchitez del'chile de agua' (*Capsicum annuum* L.) en Oaxaca, México. **Revista fitotecnia mexicana**, v. 32, n. 2, p. 127-134, 2009.
- WHITE, T. J.; BRUNS, T.; LEE, S. J. W. T.; & TAYLOR, J. W. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. **PCR protocols: a guide to methods and applications.** v.18, n.1, p.315-322. 1990.
- WINDELS, C.E. Current status of *Fusarium* taxonomy. **Phytopathology**, Cornell, v.81, n.9, p.1048-1051, 1991.

3.2. CAPÍTULO 2: Reação da coleção de trabalho de *Capsicum* spp. ao fungo *Fusarium solani*

RESUMO

DOS ANJOS, ISABELA VERA; M. Sc.; Universidade do Estado de Mato Grosso; janeiro de 2018; Reação da coleção de trabalho de *Capsicum* spp. ao fungo *Fusarium solani*.; Orientador: Profa. Dra. Leonarda Grillo Neves; conselheiros: Profa. Dra. Dejânia Vieira de Araújo, Profa. Dra. Kelly Lana Araújo e Prof. Dr. Milson Evaldo Serafim.

O gênero *Capsicum* é originário da América do Sul, pertencente à família das Solanaceae, cultivado ao redor do mundo. As pimentas do gênero *Capsicum* são acometidas por diversas doenças. Dentre estas, destaca-se a podridão do colo, causada pelo fungo *Fusarium solani*. Assim, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de identificar fontes de resistência na coleção de trabalho constituída por 18 genótipos de *Capsicum* spp., quanto a resistência ao fungo *F. solani*. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, o delineamento utilizado foi o de Blocos Casualizados com 18 tratamentos, 3 blocos e 3 plantas por unidade experimental. Para a inoculação foram utilizadas plantas com 51 dias após a semeadura, a metodologia utilizada foi a de imersão de raízes com corte em uma suspensão de conídios (1×10^6 conídios/ml) pelo período de 24 horas, posteriormente, as mudas foram transplantadas. As avaliações foram realizadas diariamente por meio de escalas de notas e número de dias de período de sobrevivência. As notas foram transformadas por índice de McKinney, para o cálculo da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott e dispersão gráfica. Os genótipos que se apresentaram resistentes à inoculação de *F. solani*, foram os UNEMAT – 115 (*Capsicum frutescens*) e UNEMAT- 173 (*Capsicum chinense*). E o genótipo que apresentou maior suscetibilidade ao patógeno foi o genótipo UNEMAT-134 (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*).

Palavras-chave: resistência, inoculação, doença.

ABSTRACT

DOS ANJOS, ISABELA VERA; M. Sc.; Universidade do Estado de Mato Grosso; January de 2018; Reaction of the collection about the work of *Capsicum* spp. to the fungus *Fusarium solani*.; Adviser Professor: Profa. Dra. Leonarda Grillo Neves; Counselor Professor: Profa. Dra. Dejânia Vieira de Araújo, Profa. Dra. Kelly Lana Araújo e Prof. Dr. Milson Evaldo Serafim.

The genus *Capsicum* originates from South America, belongs to the Solanaceae family, grown all around the world. Peppers of the genus *Capsicum* are affected by several diseases. Among these, stands out the collar rot, caused by the fungus *Fusarium solani*. Therefore, the present work was performed with the objective of identifying resistance sources in the work collection constituted by 18 genotypes of *Capsicum* spp. In terms of resistance to the fungus *F. solani*. The experiment was conducted in a greenhouse, the design used was randomized blocks with 18 treatments, 3 blocks and 3 plants per experimental unit. For the inoculation, plants with 51 days after sowing were used, the methodology used was to immersion of roots with cut in a suspension of conidia (1×10^6 conidia / ml) for the period of 24 hours, afterward, the seedlings were transplanted. Evaluations were performed daily through scales of notes and number of days of survival period. The grades were transformed by McKinney's index, to calculate the area below the disease progress curve (AACPD). Data were submitted to analysis of variance and the means were grouped by the Scott-Knott test and graphic dispersion. The genotypes that were resistant to *F. solani* inoculation were UNEMAT - 115 (*Capsicum frutescens*) and UNEMAT - 173 (*Capsicum chinense*). And the genotype that showed the highest susceptibility to the pathogen was genotype UNEMAT-134 (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*).

Key words: resistance, inoculation, disease.

3.2.1. INTRODUÇÃO

O gênero *Capsicum* pertencente à família das Solanaceae (Reifschneider et al., 2014) é originário da América do Sul, posteriormente as pimentas do gênero espalharam-se por todo o trópico americano (Pickersgill, 1997; Barbieri et al., 2007). Durante o período de descobrimento das Américas as pimentas do gênero *Capsicum* destacaram-se, por apresentarem maior pungência (Ribeiro et al., 2008). Foram então disseminadas por toda a Europa de forma rápida (Rêgo, et al. 2011).

As pimentas deste gênero tornaram-se destaque entre a família das solanáceas, o fato de sua exploração normalmente ocorrer por meio da agricultura familiar impulsionou esta popularidade (Freitas et al., 2012). Existem cinco espécies que são domesticadas, onde três são amplamente cultivadas: *Capsicum annum*, *Capsicum chinense*, *Capsicum frutescens*. Enquanto *Capsicum baccatum* e *Capsicum pubescens*, são predominantemente confinadas ao cultivo na América Latina (Pickersgill, 1997; Barbieri et al., 2007; Reifschneider et al., 2014).

Sabe-se que as pimentas do gênero *Capsicum* são acometidas por diversas doenças (Lopes et al., 2011). Os estudos sobre essas doenças, seus impactos na produção e medidas de manejo são escassos no Brasil (Carmo et al., 2006). Desta forma, faz-se necessário uma investigação ampla do comportamento das espécies de *Capsicum* spp. e níveis de resistência a doenças, existem atualmente diversos estudos nesta linha, visando a descoberta de fontes de resistência (Soares et al., 2017). Por exemplo o trabalho de Babu et al. (2010) em que investigou fontes de resistência em *Capsicum* spp. contra uma gama de problemas fitossanitários.

Dentre as doenças que atualmente acometem as pimentas do gênero *Capsicum* spp., destacam-se a murcha causada por *Fusarium* (Raghu et al., 2016). Segundo Tembhone et al. (2017), esta tem sido causada por *Fusarium solani* e ocasionando grandes problemas na produção de pimentas.

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de investigar em uma coleção de trabalho de *Capsicum* spp. com 18 genótipos com potencial para alto teor de antioxidante e resistência a antracnose, fontes de resistências ao fungo *Fusarium solani*.

3.2.2. MATERIAL E MÉTODOS

3.2.2.1. Área de estudo

O estudo foi realizado em casa de vegetação com condições controladas, no campo experimental da Universidade do Estado de Mato Grosso – Campus Cáceres, sob responsabilidade do Laboratório de Melhoramento Genético Vegetal, o experimento de avaliação de resistência foi realizado nos meses de Julho a Agosto de 2017. Cáceres está localizada entre as latitudes 15° 27' e 17° 37' S e as longitudes 57° 00' e 58° 48' O, à uma altitude de 118m, possui clima tropical quente e úmido com inverno seco (Awa) clima segundo classificação de Köppen (Neves et al., 2011).

3.2.2.2. Coleção de trabalho

A coleção de trabalho foi composta por 18 acessos selecionados do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) do Laboratório de Melhoramento Genético Vegetal da Universidade do Estado de Mato Grosso – Campus Cáceres. Esta seleção ocorreu com base em estudos anteriores, selecionando acessos com potencial para alto teor de antioxidante (Araújo, 2015) e resistência a antracnose (Maracahipes, 2014) estes estão listados na Tabela 2.

Tabela 2. Coleção de trabalho de acessos de *Capsicum* spp.

| Acessos | Espécies |
|------------|---|
| UNEMAT 17 | <i>Capsicum frutescens</i> |
| UNEMAT 44 | |
| UNEMAT 51 | |
| UNEMAT 113 | |
| UNEMAT 115 | |
| UNEMAT 140 | |
| UNEMAT 39 | <i>Capsicum chinense</i> |
| UNEMAT 56 | |
| UNEMAT 117 | |
| UNEMAT 118 | |
| UNEMAT 122 | |
| UNEMAT 173 | |
| UNEMAT 105 | <i>Capsicum baccatum</i> var. <i>pendulum</i> |
| UNEMAT 134 | |
| UNEMAT 151 | |
| UNEMAT 2 | <i>Capsicum annuum</i> |
| UNEMAT 116 | |
| UNEMAT 163 | |

3.2.2.3. Metodologia de inoculação de *Fusarium solani*

As sementes dos 18 acessos foram semeadas em bandejas de poliestireno expandido de 128 células, contendo substrato comercial Plantimax®. As bandejas permaneceram em casa de vegetação com temperatura e umidade controladas. Após a germinação foram realizadas aplicações de adubo foliar semanalmente, e estas mudas permaneceram em bandejas por 51 dias após a semeadura.



Figura 8. Semeadura dos 18 acessos da coleção de trabalho de *Capsicum* spp. provenientes do BAG do Laboratório de Melhoramento Genético Vegetal da Universidade do Estado de Mato Grosso – Campus Cáceres.

Aos 51 dias de idade, as plântulas tiveram seu sistema radicular lavado em água corrente. Para inoculação segundo a metodologia adaptada de Preisigke (2014), foi realizado em cada plântula um corte de aproximadamente 2 cm de suas raízes. Estas foram imersas em 5 ml de suspensão de conídios (1×10^6 conídios/ml) obtidas do isolado *Fusarium solani* (C – 50 - Micoteca LMGV), por um período de 24 horas, posteriormente foram transplantadas para copos plásticos de 700ml contendo solo, areia e substrato Plantimax® na proporção de 2:1:1, conforme Figura 9.

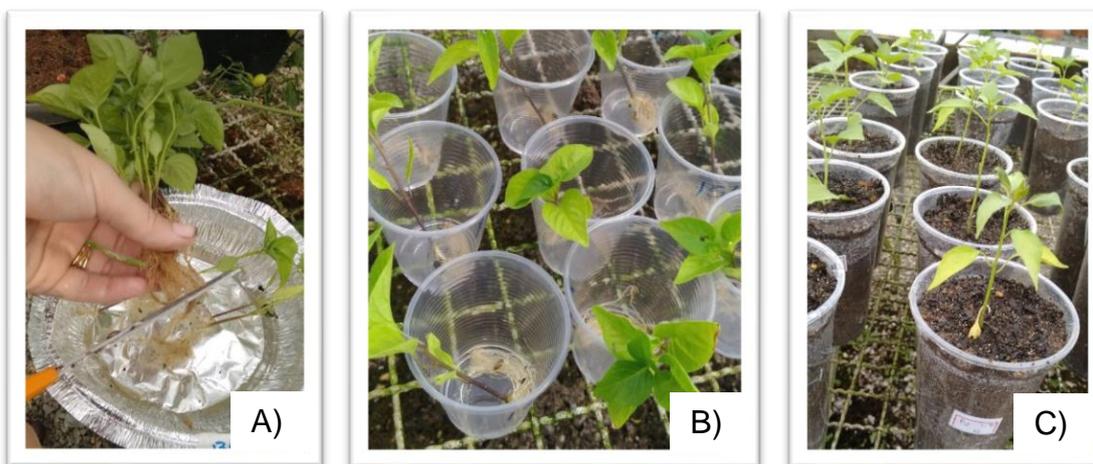


Figura 9. Inoculação de *Fusarium solani* nos acessos de *Capsicum* spp. por metodologia de imersão de raízes A) Corte de aproximadamente 2 cm de raízes; B) Imersão das raízes em suspensão de conídios por 24 h; C) Plantas transplantadas para copos de 700 ml.

A avaliação foi realizada a partir do aparecimento dos primeiros sintomas por meio de escala de notas adaptada (Nielsen e Haynes, 1960) (variando de 1 a 5, onde: 1= ausência de sintomas; 2= planta com 1/3 das folhas murchas; 3= planta 2/3 das folhas murchas; 4= planta totalmente murcha e 5= planta morta), e período de sobrevivência. Posteriormente as notas obtidas foram tabuladas e transformadas por índice de McKinney (1923), para o cálculo da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) (Campbell & Madden, 1990)

O experimento foi realizado conforme Delineamento de Blocos Casualizados (DBC) com 18 tratamentos, 3 blocos, 3 plantas por unidade experimental. Ao final das avaliações os dados foram submetidos a análise de variância e as médias foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. As análises foram realizadas com o programa computacional Genes v.2016.6.15 (Cruz, 2013).

Para confirmação que a inoculação obteve sucesso para as plantas da coleção de trabalho de *Capsicum* spp. foi realizado Postulados de Koch.

3.2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O experimento foi avaliado por um período de 39 dias, com a realização de avaliações diárias. Foi possível verificar que o aparecimento dos primeiros sintomas

característicos da doença, como necrose no colo (Figura 10), murcha, queda de folhas e o não desenvolvimento das raízes (Figura 11), ocorreram a partir de 11 dias.

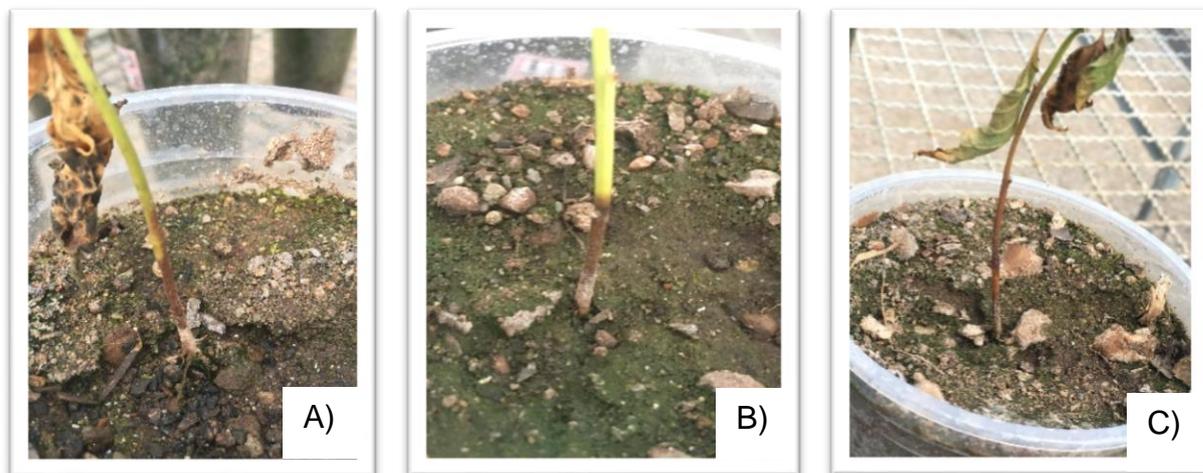


Figura 10. A, B e C) Sintomas de necrose no colo de plantas suscetíveis de *Capsicum* spp. inoculadas com *Fusarium solani*.

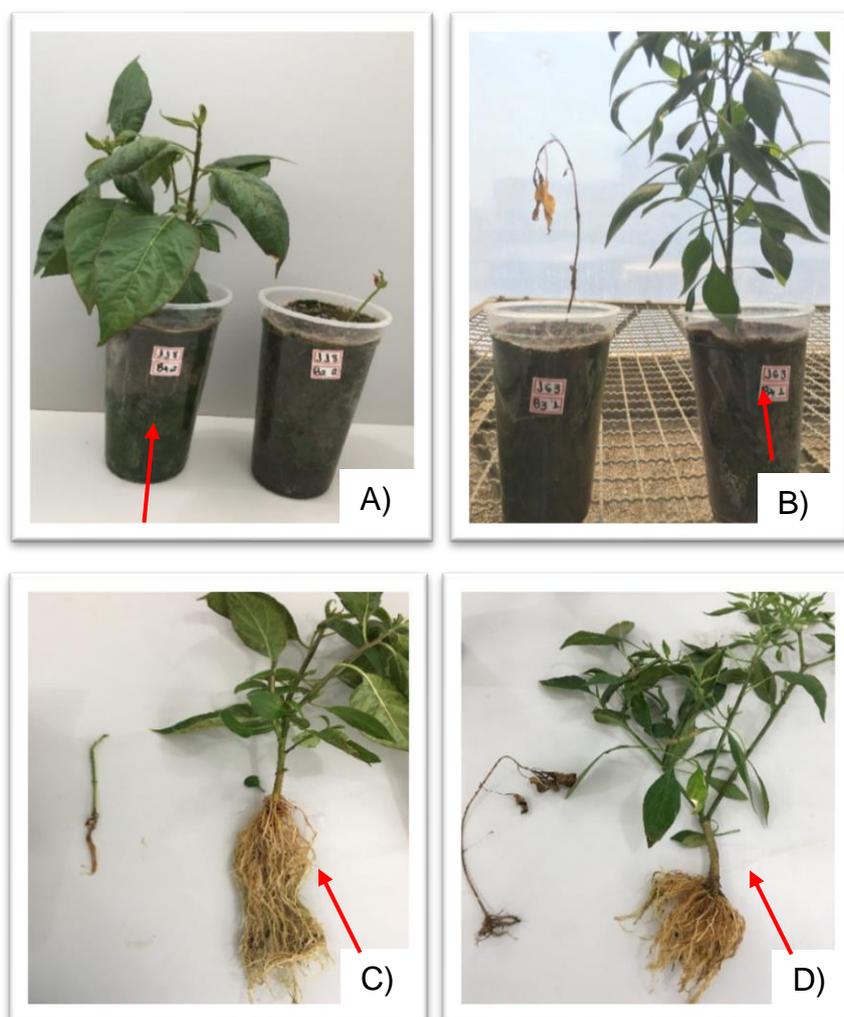


Figura 11. Plantas de *Capsicum* spp. inoculadas com *Fusarium solani* em comparação com as testemunhas. A; C). Genótipo UNEMAT - 118 planta inoculada e testemunha, (seta- evidenciando as testemunhas); B; D) Genótipo UNEMAT- 163 planta inoculada e testemunha, (seta- evidenciando as testemunhas).

De acordo com os dados obtidos, os 18 genótipos de *Capsicum* spp. apresentaram variação quanto aos níveis de resistência ao *F. solani*, área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e para seu período de sobrevivência (PS). A análise de variância (Tabela 3), para a variável AACPD houve diferença significativa entre os genótipos a 1% de probabilidade, e para a variável PS à 5% de probabilidade, pelo teste F. As médias foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade (Tabela 4).

Tabela 3. Resumo da análise de variância das características de resistência de 18 genótipos de *Capsicum* spp. quanto a *F. solani*

| Fonte de variação | G.L | QM | |
|-------------------|-----|----------------|-----------|
| | | AACPD | PS |
| Blocos | 2 | 268245,8848 | 54,6852 |
| Genótipos | 17 | 547903,4737 ** | 62,4009 * |
| Resíduos | 34 | 161269,8499 | 30,6656 |
| C.V (%) | | 25,56 | 17,22 |

(**) Significativo a 1%, (*) Significativo a 5%, pelo teste F; AACPD – Área abaixo da curva de progresso da doença, PS – Período de sobrevivência.

Tabela 4. Médias dos genótipos que apresentaram diferenças significativas pelo teste F, agrupados pelo teste Scott e Knott (5% de probabilidade)

| Genótipos | AACPD | | PS | |
|--|----------|---|---------|---|
| UNEMAT – 115 (<i>C. frutescens</i>) | 675,5556 | a | 39 | a |
| UNEMAT – 173 (<i>C. chinense</i>) | 822,2222 | a | 39 | a |
| UNEMAT – 117 (<i>C. chinense</i>) | 1113,333 | a | 36,6667 | a |
| UNEMAT - 2 (<i>C. annuum</i>) | 1331,111 | a | 32,3333 | a |
| UNEMAT – 44 (<i>C. frutescens</i>) | 1332,222 | a | 37 | a |
| UNEMAT – 163 (<i>C. annuum</i>) | 1373,333 | a | 36,3333 | a |
| UNEMAT – 116 (<i>C. annuum</i>) | 1465,556 | a | 31,3333 | a |
| UNEMAT – 105 (<i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>) | 1486,667 | a | 32,3333 | a |
| UNEMAT – 151 (<i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>) | 1543,333 | a | 31,6667 | a |
| UNEMAT – 118 (<i>C. chinense</i>) | 1706,667 | b | 35 | a |
| UNEMAT – 39 (<i>C. chinense</i>) | 1724,444 | b | 30,6667 | a |
| UNEMAT – 51 (<i>C. frutescens</i>) | 1795,556 | b | 30,3333 | a |
| UNEMAT – 17 (<i>C. frutescens</i>) | 1811,111 | b | 30 | a |
| UNEMAT – 113 (<i>C. frutescens</i>) | 1848,889 | b | 32,3333 | a |
| UNEMAT – 122 (<i>C. chinense</i>) | 1877,778 | b | 28,6667 | a |
| UNEMAT – 56 (<i>C. chinense</i>) | 1916,667 | b | 28,6667 | a |
| UNEMAT – 140 (<i>C. frutescens</i>) | 2062,222 | b | 26 | a |
| UNEMAT – 134 (<i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>) | 2394,444 | b | 21,3333 | a |

AACPD – Área abaixo da curva de progresso da doença, PS – Período de sobrevivência.

Posteriormente, foi possível realizar o agrupamento destes acessos, por meio de Dispersão Gráfica. Conforme apresentado na Figura 12, os genótipos da coleção de trabalho, agruparam-se em 3 grupos, de forma que foi possível visualizar as variações de níveis de resistência dos acessos entre resistentes, intermediários e suscetíveis.

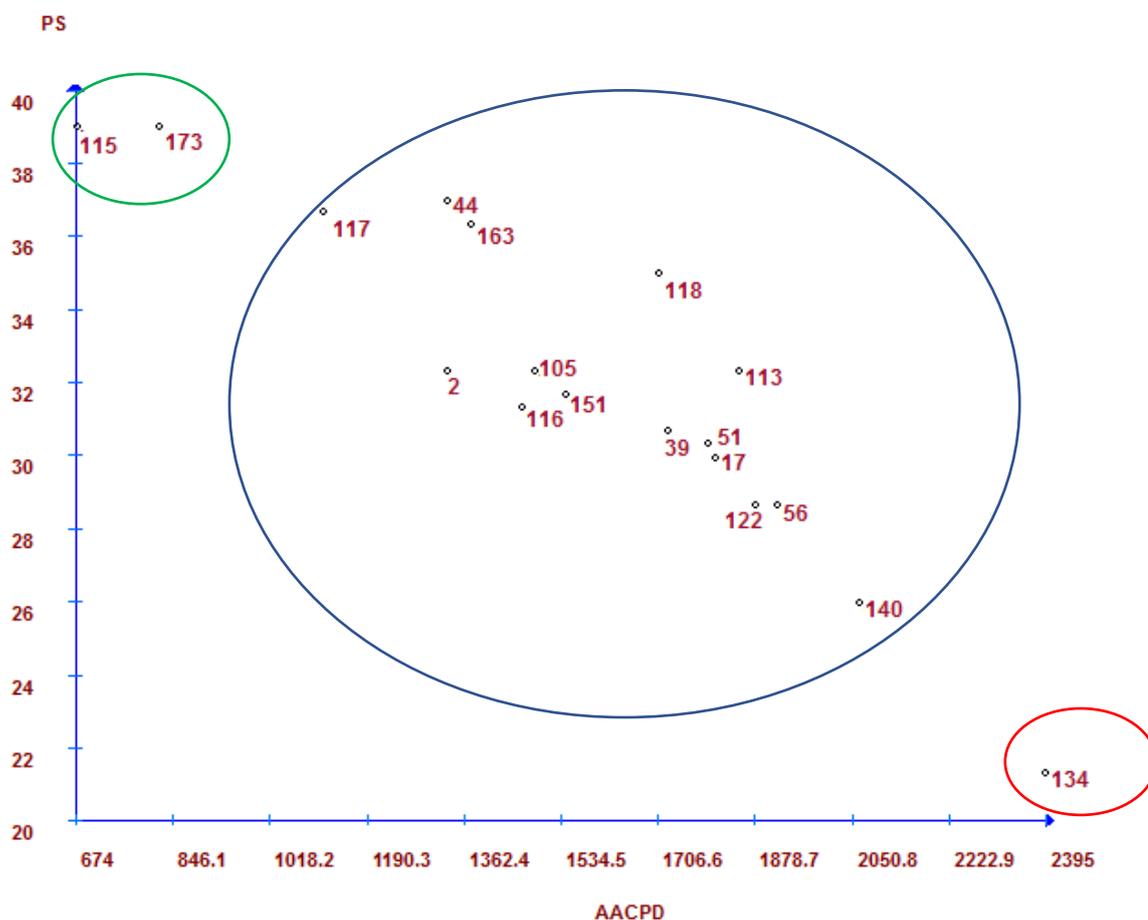


Figura 12. Dispersão gráfica da avaliação do comportamento de 18 genótipos de *Capsicum* spp. em relação ao fungo *Fusarium solani* por meio AACPD – Área abaixo da curva de progresso da doença, PS – Período de sobrevivência.

Com base nos resultados obtidos, é possível perceber que dois dos genótipos da coleção de trabalho apresentaram maior resistência à inoculação de *F. solani*, UNEMAT 115 (*C. frutescens*) e UNEMAT 173 (*Capsicum chinense*), estes acessos não apresentaram sintomas e morte de plantas, conforme a Figura 13, foi perceptível que as plantas mantiveram-se resistentes pelo período de 39 dias. Estatisticamente pelo teste Scott e Knott, outros genótipos também foram considerados resistentes, entretanto alguns sintomas foram observados durante o período de avaliação.

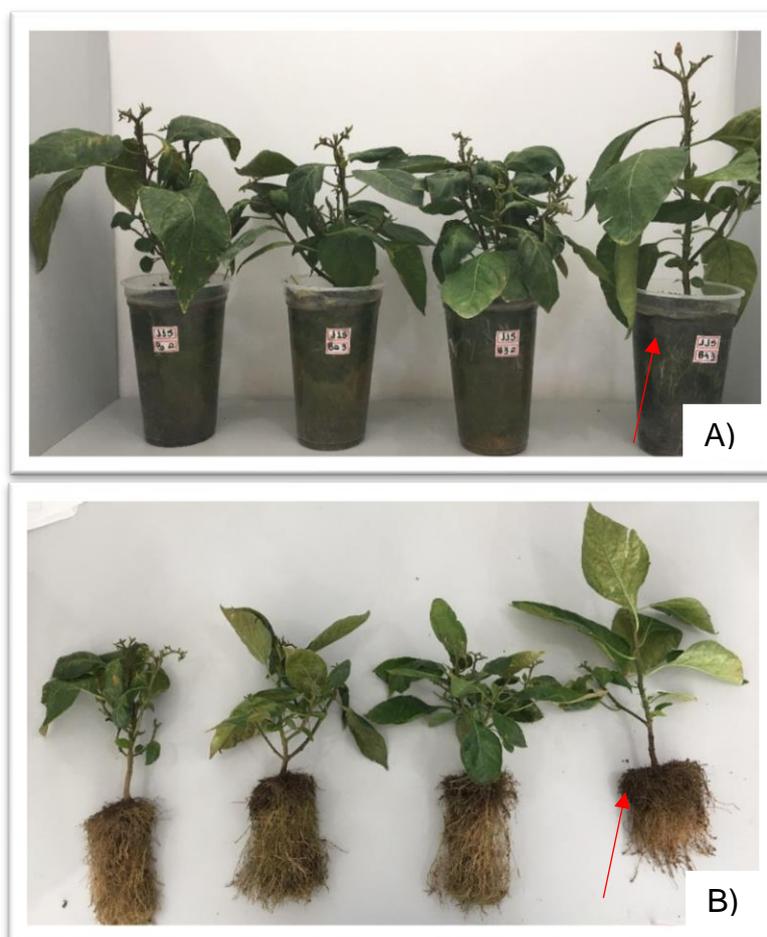


Figura 13. Comparação entre as plantas de um genótipo de *Capsicum* considerado resistente UNEMAT-115 com 3 repetições e 1 testemunha A e B) Acesso UNEMAT-115, plantas inoculadas (seta-evidenciando a planta testemunha).

Enquanto o genótipo que apresentou maior suscetibilidade à inoculação de *F. solani* foi o UNEMAT 134 (*C. baccatum* var. *pendulum*), apresentou sintomas mais precoces, registrando morte de plantas com 19 dias após a inoculação.

Os outros 15 acessos apresentaram níveis de resistência intermediários, onde 5 acessos de *C. frutescens*, 5 de *C. chinense*, 2 de *C. baccatum* var. *pendulum* e 3 acessos de *C. annuum*, as plantas destes acessos sobreviveram por um período de 30 a 36 dias aproximadamente.

De acordo com os resultados obtidos, é perceptível que a metodologia de inoculação de plantas de *Capsicum* spp. por imersão de raízes com corte, para o patógeno *F. solani* foi eficiente. Resultados semelhantes foram encontrados por Castro (2014) quando avaliou diferentes metodologias de inoculação e concluiu que para a inoculação de *Fusarium* spp. em espécies de *Capsicum*, a metodologia de

imersão de raízes com corte foi a que demonstrou maior eficácia. Outros autores como Temburne et al. (2017) também utilizaram com sucesso desta metodologia de inoculação, em seu trabalho de investigação de genótipos de *C. annuum* resistentes a *F. solani*.

Tendo em vista que o patógeno é facilmente disseminado por detritos vegetais e solo, e seu difícil controle, a utilização de genótipos resistentes possibilita mitigar a ocorrência da doença torna-se uma alternativa viável.

3.2.4. CONCLUSÕES

- Foi possível constatar a existência de variabilidade genética dentro das espécies de *Capsicum* spp. da coleção de trabalho quanto a resistência ao fungo *Fusarium solani*.

- Os genótipos que se apresentaram resistentes foram os acessos UNEMAT 115 (*Capsicum frutescens*) e UNEMAT 173 (*Capsicum chinense*).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, L. M. **Identificação de genótipos com elevada concentração de compostos com ação antioxidante em frutos dos acessos de *Capsicum* spp. do BAG da UNEMAT.** Universidade do Estado de Mato Grosso, 2015. (Dissertação – Mestrado em Genética e Melhoramento de plantas)
- BABU, S. B.; PANDRAVADA, S. R.; PRASADA RAO, R. D. V. J.; ANITHA, K.; CHAKRA-BARTY, S. K.; VARAPRASAD, K. S. Global sources of pepper genetic resources against arthropods, nematodes and pathogens. **Crop Protection**, Guildford, v.30, p.389-400, 2011.
- BARBIERI, R. L., HEIDEN, G., NEITZKE, R. S., CHOER, E., LEITE, D. L., GARRASTAZÚ, M.C. *Capsicum* Gene Bank of Southern Brazil. **Acta Hortic.** v.745, 319-322, 2007. Disponível em: <<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2007.745.17>>. Acesso em: 18 dez. 2017.
- CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. **Introduction to plant disease epidemiology.** John Wiley e Sons.1990.
- CARMO, M. G. F.; ZERBINI JUNIOR, F. M.; MAFFIA, L. A. Principais doenças da cultura da pimenta. **Informe Agropecuário- EPAMIG.** v. 27, n. 235, 87-98, 2006.
- CASTRO, D.C.C. **Búsqueda de resistencia a la pudrición causada por *Fusarium* spp. en *Capsicum*.** 2014, 89 p. (Dissertação – Mágister em Ciências Agrarias). Universidad Nacional De Colombia, Colômbia.
- Cruz, C.D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum.** v.35, n.3, p.271-276, 2013.
- FREITAS, R. D.; LAURINDO, B. S.; SEUS, R.; RODRIGUES, A.F.S.; PEREIRA, N. E.; SILVA, D.J.H. Origem e período de coleta de acessos de *Capsicum* sp. do BGH - UFV. **Horticultura Brasileira.** v.30, S4701-S4707, 2012. Disponível em: http://www.abhorticultura.com.br/eventosx/trabalhos/ev_6/a5143_t7815_comp.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2017.
- LOPES, C. A.; HENZ, G. P.; REIS, A. Doenças das pimentas e seu controle. In: Rêgo, E. R.; Finger, F. L.; Rêgo, M. M. **Produção, genética e melhoramento de pimentas (*Capsicum* spp.).** Recife: Imprima, 2011. p53-65.
- MARACAHIPES, A. C. **Identificação de fonte de resistência no patossistema *Capsicum* spp. e *Colletotrichum gloeosporioides*: seleção de genótipos para**

uso em programa de melhoramento. Universidade do Estado de Mato Grosso, 2014. (Dissertação – Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).

McKINNEY, H.H. Influence of soil, temperature and moisture on infection of wheat seedlings by *Helminthosporium sativum*. **Journal of Agricultural Research**, Washington, v.26, p.195-217,1923.

NEVES, S. M. A. S., NUNES, M. C. M., NEVES, R. J. Caracterização das condições climáticas de Cáceres/MT-Brasil, no período de 1971 a 2009: subsídio às atividades agropecuárias e turísticas municipais. **Boletim Goiano de Geografia**, v.31, n.2, 55-68, 2011. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/html/3371/337127156004/>>. Acesso em: 18 dez. 2017.

NIELSEN, L. W.; HAYNES, F. L. Resistance in **Solanum tuberosum** to *Pseudomonas solanacearum*. **American Journal of Potato Research**, v. 37, n. 8, p. 260-267, 1960. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/BF02855800>>. Acesso em: 18 dez. 2017.

PICKERSGILL, B. Genetic resources and breeding of *Capsicum* spp. **Euphytica**, v.96, n.1, p.129-133, 1997. Disponível em: <<https://doi.org/10.1023/A:1002913228101>>. Acesso em: 18 dez. 2017.

PREISIGKE, S. C. Avaliação de resistência de espécies de *Passiflora* a patógeno de solo. Universidade do Estado de Mato Grosso, 2014. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de plantas).

RAGHU, S.; BENAGI, V. I.; NARGUND, V. B. Cultural, morphological and pathogenic variability among the isolates of *Fusarium solani* causing wilt disease of Chilli (*Capsicum annum* L.). **Journal of Pure and Applied Microbiology**, v.10, n.1, p. 599-604, 2016.

RÊGO, E. D., FINGER, F. L., NASCIMENTO, N. D., ARAÚJO, E. R., SAPUCAY, M. J. L. C. Genética e melhoramento de pimenteiras *Capsicum* spp. **Produção, genética e melhoramento de pimentas**, 117-136p. Recife: Imprima, 2011.

REIFSCHNEIDER, F. J. B.; NASS, L. L.; HEINRICH, A. G.; HENZ, G.P.; RIBEIRO, C. S. C.; HENZ, G. P.; EUCLIDES FILHO, K.; BOITEUX, L. S.; RITSCHER, P.; FERRAZ, R. M; QUECINI, V. **Uma pitada de biodiversidade na mesa dos brasileiros.** Pimentas. Brasília- DF. 156p. 2014. Disponível em: <https://issuu.com/cica/docs/uma_pitada_de_biodiversidade>. Acesso em: 18 dez. 2017.

RIBEIRO C. S. C.; REIFSCHNEIDER F. J. B. GENÉTICA E MELHORAMENTO. In: RIBEIRO C.S.C.; CARVALHO S.I.C.; HENZ G.P.; REIFSCHNEIDER F.J.B. **Pimentas Capsicum**. Brasília: Embrapa Hortaliças. p. 55-69. 2008.

SOARES, J. V. C.; BENTES, J. L. S.; GASPAROTTO, L. Reaction of *Capsicum* spp. genotypes to stem rot (*Sclerotium rolfsii*). **Summa Phytopathologica**, v. 43, n.1, p. 58-59, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/0100-5405/2182>>. Acesso em: 18 dez. 2017.

TEMBHURNE, B.V.; BELABADEVI, B.; KISAN, B.; TILAK, I.S.; ASHWATHANARAYANA, D.S.; SUVARNA, NIDAGUNDI AND NAIK, M.K. Molecular Characterization and Screening for *Fusarium* (*Fusarium solani*) Resistance in Chilli (*Capsicum annum* L.) Genotypes. **Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.** v.6, n.9, 1585-1597p. 2017.

CONCLUSÕES GERAIS

Com base nas pesquisas realizadas, percebe-se que no Brasil, não existem ainda pesquisas voltadas a ocorrência de murcha causada por *Fusarium* spp. em *Capsicum* spp. Desta forma, é sensato considerar que a incidência do patógeno no país ainda é subestimada tanto para plantas de *Capsicum* spp., quanto para outras culturas. Faz-se necessário um levantamento sobre estas espécies, e as doenças que patógenos de *Fusarium* tem causado, entendendo assim a interação do patógeno-hospedeiro. Subsidiando novas pesquisas, que possam dar continuidade a este primeiro estudo, de forma a elaborar estratégias de controle necessárias, e embasar programas de melhoramento visando resistência.

Foi possível constatar a existência de variabilidade nas espécies existentes de *Fusarium* spp. em *Capsicum* spp., nos três biomas do estado de Mato Grosso. A avaliação de resistência, possibilitou identificar na coleção de trabalho de *Capsicum* spp. dois acessos que apresentam resistência ao fungo de solo *Fusarium solani*. Contribuindo assim para posteriores programas de melhoramento visando a resistência de plantas de *Capsicum* spp. Para um posterior estudo, faz-se de extrema importância testar esta resistência quanto aos demais espécies de *Fusarium* spp. encontradas.

Estes resultados veem a contribuir com a continuidade programa de melhoramento visando resistência, tendo em vista que com uma metodologia de inoculação já definida, experimentos envolvendo outros acessos e isolados, podem ser realizados.