



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

JOSÉ AYRON MORAES DE LIMA

SELEÇÃO, RESISTÊNCIA E DIVERSIDADE EM PIMENTEIRAS ORNAMENTAIS
CAPSICUM ANNUUM L.

AREIA

2024

JOSÉ AYRON MORAES DE LIMA

SELEÇÃO, RESISTÊNCIA E DIVERSIDADE EM PIMENTEIRAS ORNAMENTAIS
Capsicum annuum L.

Trabalho de Conclusão de Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de doutor em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr^a Elizanilda Ramalho do Rêgo.

Coorientador: Mailson Monteiro do Rêgo

AREIA

2024

Catálogo na publicação Seção de

L732s Lima, José Ayron Moraes de.

Seleção, resistência e diversidade em pimenteiras ornamentais
Capsicum annuum L / José Ayron Moraes de Lima. - Areia:UFPB/CCA, 2024.

63 f. : il.

Orientação: Elizanilda Ramalho do Rêgo. Tese
(Doutorado) - UFPB/CCA.

UFPB/CCA/BS

CDU 631/635(043.2)

Catálogo e Classificação

Elaborado por EDILSON TARGINO DE MELO FILHO - CRB-15/686

JOSÉ AYRON MORAES DE LIMA
SELEÇÃO, RESISTÊNCIA E DIVERSIDADE EM PIMENTEIRAS ORNAMENTAIS
CAPSICUM ANNUUM L.

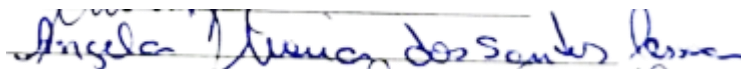
Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Agronomia.

Aprovado em: 31/03/2023.

BANCA EXAMINADORA



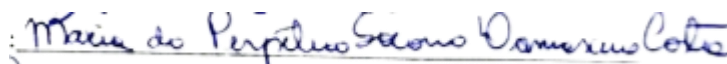
Prof. (a) Dr. (a) Elizanilda Ramalho do Rêgo (Orientador)
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)



Prof. (a) Dr. (a) Angela Maria dos Santos Pessoa
Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA)



Dr. (a) Mirelly Miguel Porcino
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)



Dr. (a) Maria do Perpétuo Socorro Damasceno Costa
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)



Prof. Dr. Mailson Monteiro do Rêgo
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

RESUMO GERAL

O gênero *Capsicum* inclui cerca de 30 espécies, sendo cinco delas domesticadas e amplamente cultivadas : *Capsicum annuum* L. , *Capsicum chinense* Jacq ., *Capsicum frutescens* L. , *Capsicum baccatum* L. e *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav. No entanto, *C. annuum* L. é a mais explorada por abranger pimentas, pimentões e cultivares ornamentais. Esta espécie é amplamente comercializada tanto in natura, como planta ornamental. Por meio da caracterização morfológica, é possível acessar a diversidade genética de um acervo de um banco de germoplasma que estão disponíveis para uso em programas de melhoramento genético. Todavia, um dos principais fatores limitantes à produção da cultura é afetado pela ocorrência de doenças em plantas.). Dentre as doenças que atualmente acometem as pimentas do gênero *Capsicum* spp., destacam-se a murcha causada por *Fusarium* sp . Devido ao seu potencial fitopatogênico, o gênero *Fusarium* é considerado um dos mais importante em todo o mundo. A Fusariose tem causado grandes problemas como tombamento, podridão radicular, floração tardia, secagem de folhas acarretando na redução da produção de pimentas e em outras culturas de importância econômica, como o pimentão e o feijão. Este trabalho foi dividido em três capítulos. No capítulo um foi avaliado a diversidade genética entre 355 progênies de geração segregante F₂. No segundo capítulo foi observado as respostas dos acessos a inoculação do *Fusarium* sp em geração F₃ e F₄. No terceiro capítulo avaliou-se a resistência a fusariose com diferentes métodos de inoculação em geração em genótipos de pimenteiras ornamentais.

Palavras-chave: genética; escolha; melhoramento de pimenteiras.

GENERAL ABSTRACT

The genus *Capsicum* includes around 30 species, five of which are domesticated and widely cultivated: *Capsicum annuum* L., *Capsicum chinensis* Jacq., *Capsicum frutescens* L., *Capsicum baccatum* L. and *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav. However, *C. annuum* L. is the most explored as it covers peppers, sweet peppers and ornamental cultivars. This species is widely sold both fresh and as an ornamental plant. Through morphological characterization, it is possible to access the genetic diversity of a germplasm bank collection that is available for use in genetic improvement programs. However, one of the main factors limiting crop production is affected by the occurrence of plant diseases.). Among the diseases that currently affect peppers of the genus *Capsicum* spp., wilt caused by *Fusarium* sp. stands out. Due to its phytopathogenic potential, the genus *Fusarium* is considered one of the most important worldwide. Fusariosis has caused major problems such as damping-off, root rot, late rot, drying of leaves, resulting in a reduction in the production of pepper and other crops of economic importance, such as peppers and beans. This work was divided into three chapters. In chapter one, genetic diversity was evaluated among 355 progenies of the F2 segregating generation. In the second chapter, the responses of the accessions to *Fusarium* sp inoculation in the F3 and F4 generation were presented. In the third chapter, resistance to fusariosis was evaluated with different generation inoculation methods in ornamental pepper genotypes.

Keywords: Genetics; choice; breeding of pepper plants.

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO GERAL	5
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	6
2.1 ORIGEM E DOMESTICAÇÃO DE <i>CAPSICUM</i> SPP.	6
2.2 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA PIMENTEIRA	6
2.3 DIVERSIDADE GENÉTICA E MELHORAMENTO DE <i>CAPSICUM</i> SPP.....	7
2.4 GÊNERO <i>FUSARIUM</i> SPP.....	8
2.5 <i>FUSARIUM</i> SPP. ASSOCIADO A DOENÇAS EM <i>CAPSICUM</i> SPP.....	9
3.REFERÊNCIAS	11
CAP-I DIVERSIDADE E SELEÇÃO EM POPULAÇÃO SEGREGANTE EM PIMENTEIRAS ORNAMENTAIS <i>CAPSICUM ANNUUM</i> L.	14
1. INTRODUÇÃO	15
2.MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
4. CONCLUSÃO.....	21
CAP-II Sources of resistance in a segregating population of ornamental pepper plants <i>C.</i> <i>annuum</i> L. to <i>Fusarium</i> sp.	24
MATERIAL E MÉTODOS	27
2.1 ÁREA DE ESTUDO	27
2.2 EXPERIMENTO 1.....	27
2.2.1 OBTENÇÃO DO MATERIAL VEGETAL.....	27
2.3 OBTENÇÃO DO <i>Fusarium</i> sp.	27
2.4 INOCULAÇÃO DO PATÓGENO E AVALIAÇÕES	28
2.5 EXPERIMENTO 2	28
2.6 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	28
RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
CONCLUSÃO.....	39
26.REFERÊNCIAS	40
CAP-III Mofroagronomic characterization and evaluation of resistance to fusariosis...42	
1.INTRODUÇÃO	46
2. MATERIAL E MÉTODOS	47
2.1 ÁREA DE ESTUDO	47
2.2 OBTENÇÃO DO MATERIAL VEGETAL.....	47
2.3 OBTENÇÃO DO <i>Fusarium</i> sp.	47
2.4 INOCULAÇÃO DO PATÓGENO E AVALIAÇÕES	48
2.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	48
4.CONCLUSÕES.....	62
5.REFERÊNCIAS	62

1. INTRODUÇÃO GERAL

O gênero *Capsicum* inclui cerca de 30 espécies, sendo cinco delas domesticadas e amplamente cultivadas : *Capsicum annuum* L. , *Capsicum chinens* e Jacq ., *Capsicum frutescens* L. , *Capsicum baccatum* L. e *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav. No entanto, *C. annuum* L. é a mais explorada por abranger pimentas, pimentões e cultivares ornamentais (Bosland, 1992; Pinheiro *et al.*, 2012; Rêgo *et al.*, 2012; Pereira *et al.*, 2015). Esta espécie é amplamente comercializada tanto in natura, como planta ornamental (Rêgo & Rêgo, 2018; Nascimento *et al.*, 2019; Costa *et al.*, 2020).

O crescente interesse por pimenteiras ornamentais é motivado pela grande variedade observada em uma série de características, incluindo tamanho, folhagem, cor do fruto e arquitetura apropriada (Stommel & Bosland, 2006; Padilha *et al.*, 2016) e plantas baixas e com copa pequena (Silva Neto *et al.*, 2014; Pessoa *et al.*, 2018; Rêgo e Rêgo 2016, 2018).

Por meio da caracterização morfológica, é possível acessar a diversidade genética de um acervo de um banco de germoplasma que estão disponíveis para uso em programas de melhoramento genético (Elias, 2007; Carvalho *et al.*, 2021). Aliados ao processo de caracterização estão os estudos de divergência, que fornecem estimativas para a identificação de genitores que, quando cruzados, aumentem as chances de seleção de genótipos superiores nas gerações segregantes (Sobral, 2009).

Todavia, um dos principais fatores limitantes à produção da cultura é afetado pela ocorrência de doenças em plantas (Kumar, 2014).

Dentre as doenças que atualmente acometem as pimentas do gênero *Capsicum* spp., destacam-se a murcha causada por *Fusarium* sp (Raghu *et al.*, 2016). Devido ao seu potencial fitopatogênico, o gênero *Fusarium* é considerado um dos mais importante em todo o mundo (Thrane, 2014). A Fusariose tem causado grandes problemas como tombamento, podridão radicular, floração tardia, secagem de folhas acarretando na redução da produção de pimentas e em outras culturas de importância econômica, como o pimentão e o feijão (Tembhurne *et al.*, 2017).

Tanto a produção de pimenta para subsistência, como para o comércio local e de exportação, estão ameaçadas pela ocorrência da fusariose , causada pelo fungo *Fusarium* sp (Anjos *et al.*, 2018). A fusariose é uma das doenças mais avassaladoras em todos os tipos de solo globalmente (Raza, 2017). Nos últimos anos, tornou-se um problema grave bastante preocupante para produtores de pimenta (Tembhurne, 2017). Onde sua invasão pode alterar a

relativa abundancia de espécies de plantas (Dobson & Crawley, 1994). Este trabalho foi dividido em três capítulos. No capítulo um foi avaliado a diversidade genética entre 355 progênies de geração segregante F₂. No segundo capítulo foi observado as respostas dos acessos a inoculação do *Fusarium sp* em geração F₃ e F₄. No terceiro capítulo avaliou-se a resistência a fusariose com diferentes métodos de inoculação em geração em genótipos de pimenteiras ornamentais.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ORIGEM E DOMESTICAÇÃO DE *CAPSICUM* SPP.

O gênero *Capsicum* originou-se nos trópicos americanos e depois se espalhou pela América do Norte, África e Ásia (Pickersgill, 1997). Existem relatos de que o cultivo de *Capsicum* nas Américas já ocorria há 8.000 anos a.C. em países como México, Peru e Bolívia (Pickersgill, 1997; Reifschneider *et al.*, 2014). Segundo Poltronieri *et al.*, 1998, as populações Astecas e Maias foram as responsáveis pela domesticação das diversas variedades de malagueta.

Com o descobrimento das Américas, as pimenteiras 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 pertencentes ao gênero *Piper* e são nativas da Índia. Segundo Ribeiro *et al.*, (2008), o cultivo de *Capsicum* era amplo no Brasil, podendo considerar as pimenteiras um condimento significativo na dieta da população indígena. Como resultado da colonização das Américas, as pimenteiras se espalharam 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).

Entre as espécies domesticadas, a principal é *C. annum*, que possui boa adaptação em regiões de clima temperado (Pickersgill, 1997), também é considerada a espécie que possui a maior área plantada no Brasil (Miranda, 2014).

2.2 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA PIMENTEIRA

No Brasil, a importância econômica do cultivo da pimenta se dá pela rentabilidade, principalmente, por meio da agregação de valor ao produto, e pela importância social, em função do emprego considerável de mão de obra, especialmente, na colheita. Minas Gerais é

o principal estado produtor de pimenta no Brasil. Em 2021, foram produzidas 3.849 toneladas, sendo 83% provenientes da agricultura familiar (Epamig, 2023).

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, Taiwan e China, enquanto os principais produtores de pimenta verde são China, México e Turquia. (Fao, 2018).

2.3 DIVERSIDADE GENÉTICA E MELHORAMENTO DE *CAPSICUM* SPP.

O gênero *Capsicum* exibe ampla variação genética entre as espécies (Sousa *et al.*, 2015, Rêgo & Rêgo , 2018), essa característica pode ser observada em seus frutos (Poltronieri *et al.*, 1998) que podem apresentar os mais diferentes formatos, cores (vermelha, amarela, roxa e até preta), tamanhos e níveis de pungência (Moreira *et al.*, 2006; Sousa *et al.*, 2015).

Essa variação está relacionada ao fato de o Brasil ser o centro de diversidade do gênero *Capsicum* , o que aumenta a importância dos trabalhos relacionados à coleta e caracterização das espécies, visando a manutenção de sua diversidade genética (Freitas *et al.*, 2012; Pessoa *et al.*, 2018).

Dada a importância das pimentas no mercado global , e seu alto valor agregado quando utilizadas em conservas, molhos ou condimentos, é fundamental preservar os recursos genéticos dessas espécies e garantir a continuidade da variabilidade genética. (Marachipes,2014; Trajano, 2009).

A seleção de genótipos é um desafio no melhoramento de plantas 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).

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 agronômicas, morfológicas e moleculares (Rêgo *et al.*, 2011; Barroso *et al.*, 2012; Costa *et al.*, 2015). 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 *et al.*, 2014, Lima *et al.*, 2019).

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 (Ipgr, 1995); permitindo identificar, preservar e transferir novas fontes de variação genética (Bento *et al.*, 2007; Rêgo *et al.*, 2009; Costa *et al.*, 2015).

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 GÊNERO *FUSARIUM* SPP.

Fitopatologistas e microbiologistas clínicos dedicam muita atenção ao *Fusarium* como um gênero de fungos filamentosos rico em espécies, heterogêneo e onipresente (Crous *et al.*, 2021; O'Donnell *et al.* 2021). Além disso, os táxons fusarioides são capazes de se adaptar a uma variedade de zonas climáticas e colonizar uma ampla gama de ecossistemas e hospedeiros (Crous *et al.*, 2021; Lombard *et al.* 2019).

Até o momento, estima-se que este gênero de importância agrícola e clínica seja composto por mais de 400 espécies filogeneticamente distintas, 23 complexos de espécies monofiléticas e algumas linhagens monotípicas (Crous *et al.*, 2021; O'Donnell *et al.* 2021; Yilmaz *et al.* 2021). O complexo de espécies *F. buharicum* (FBSC), complexo de espécies *F. fujikuroi* (FFSC), complexo de espécies *F. incarnatum-equiseti* (FIESC), complexo de espécies *F. lateritium* (FLSC), complexo de espécies *F. oxysporum* (FOSC), complexo de espécies *F. oxysporum* (FOSC), *F.* O complexo de espécies *redolens* (FRSC), o complexo de espécies *F. sambucinum* (FSaSC) e o complexo de espécies *F. solani* (FSSC) foram relatados como causadores de doenças devastadoras em plantas ao longo dos anos (Crous *et al.*, 2021; O'Donnell *et al.* 2021;).

Além disso, tem sido difícil discriminar espécies de *Fusarium* estreitamente relacionadas através de características macro/microscópicas devido à elevada capacidade de variação morfológica inter/intraespécies. Hoje em dia, várias novas espécies foram delineadas dentro de *Fusarium* spp. complexos aplicando uma abordagem polifásica à taxonomia que combina identificação baseada em morfologia e concordância genealógica entre porções de múltiplos genes filogeneticamente informativos (ou seja, concordância genealógica, reconhecimento filogenético de espécies: GCPSR *sensu*). Esta técnica levou,

portanto, a uma grande melhoria na taxonomia e nomenclatura dos fungos fusarioides (Crous et al., 2021; Lombard et al 2021; McTaggart et al 2021).

O gênero *Fusarium* spp. exibe alto grau de diversidade em relação a atributos morfológicos, fisiológicos e ecológicos, e não é surpreendente que representantes desse gênero ocorram, na maioria dos nichos ecológicos, nas mais diversas regiões geográficas do mundo (Burgess *et al.*, 1997). Pode ocorrer, especialmente, em locais de climas tropicais e subtropicais e é capaz de sobreviver por longos períodos no solo pela formação de estruturas chamadas clamidósporos (Milanesi, 2009).

O *Fusarium* pode colonizar ramos, folhas, inflorescências e frutos e também sementes através de seus conídios, que são disseminados pelo ar ou pela água, pela complexidade do sistema solo e pela diversidade de espécies existentes nesse ambiente. A variabilidade genética dentro do gênero *Fusarium* é bastante ampla, (Milanesi, 2009).

Certas espécies de *Fusarium* foram encontradas em todos os solos examinados em áreas da América Central, sendo classificadas como habitantes do solo, enquanto outras foram verificadas somente em localidades específicas e classificadas como invasoras do solo, dentre as quais *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*, agente causal do mal-do-panamá (Michereff *et al.*, 2005).

Espécies de *Fusarium* são associadas a doenças de grande importância como: *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*, causador do mal-do-panamá em bananeira; *Fusarium solani* causador da podridão do caule em café, da podridão de fusário em *Citrus* sp. e da podridão-radicular-vermelha em soja; *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli* causador da murcha-do-fusário em feijão, *Fusarium oxysporum* f.sp. *glycines* causador da murcha-do-fusário em soja, *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* causador da murcha-do-fusário em tomateiro (Michereff *et al.*, 2005). E fusariose que causa danos graves á planta afetando drsticamente a produção.

2.5 FUSARIUM SPP. ASSOCIADO A DOENÇAS EM CAPSICUM SPP.

As doenças fúngicas, quando não controladas adequadamente, podem ser devastadoras, reduzindo drasticamente a produtividade e a qualidade da produção. Essas podem afetar folhas, pecíolos, botões florais, frutos, caules e sistema radicular, causando desfolha, queda de vigor, murchas, podridões e, em alguns casos, a morte de plantas (

Domingues, 2018). O conhecimento dos sintomas, a etiologia, a epidemiologia e as medidas de controle são fundamentais em sistemas integrados que busquem a sustentabilidade da produção, a redução do impacto ambiental e os melhores níveis de qualidade de vida (Domingues, 2018)

Semelhante 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).

A fusariose é uma doença de ocorrência generalizada em cultivos de cucurbitáceas em campo aberto e cultivos protegidos. As plantas afetadas apresentam queda de vigor, murcha progressiva e redução significativa da produtividade (Domingues, 2018). A doença pode afetar os hospedeiros em qualquer fase do desenvolvimento. Na fase de produção de mudas, causa podridão do hipocótilo, do colo, tombamento das plântulas e morte. Nas plantas em desenvolvimento, em geral, os sintomas iniciam-se com subdesenvolvimento, evoluindo para amarelecimento e murcha progressiva a partir das folhas mais velhas e, finalmente, a morte. Durante a evolução dos sintomas, é comum observar descoloração vascular e necrose na região do colo. No caso de *F. solani*, as plantas afetadas podem emitir novas raízes acima do colo acometido, permitindo alguma recuperação. (Domingues, 2018).

O gênero *Fusarium* é considerado um dos 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 desse gênero foram descritas pela primeira vez no ano de 1809 por Link, anteriormente era conhecido pelo gênero nominado *Fusisporium*, foi classificado na ordem Hypocreales, classe hyphomycetes. O gênero *Fusarium* é conhecido por suas inúmeras espécies de agentes patogênicos, endófitos e saprófitas, e, que podem ser encontradas em plantas e solos (Manikandan *et al.*, 2011; Leslie e Summerell, 2013).

A Fusariose 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.

A forma mais frequente da penetração do *Fusarium* sp é dada pela infecção ocorrente através da via do sistema radicular das raízes, penetrando 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 (Zhou et al., 2017, Sun et al., 2021). 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).

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 & Pavan, 1997), podendo ocorrer em qualquer estágio de crescimento da planta, entretanto precisa-se ampliar estudos com resistência em pimenteiras ornamentais.

3. REFERÊNCIAS

- BURGESS, L. W.; SUMMERELL, B. A.; BACKHOUSE, D. Biodiversity and population studies on *Fusarium*. In: LOGRIECO, A. et al. Biodiversity of toxigenic *Fusarium* species. Sydowia, Horn, v. 30, p. 1-11, 1997.
- CROUS, P. W.; LOMBARDO, L.; SANDOVAL-DENIS, M.; SEIFERT, K. A.; SCHROERS, H. J.; CHAVERRI, P.; GENE, J.; GUARRO, J.; HIROOKA, Y.; BENSCH, K. *Fusarium*: Mais que um nó ou célula basal em forma de pé. Viga. Mycol., 2021, v. 98, 100116.
- CRUZ, C. D. Programa Genes: Diversidade Genética. Viçosa: Ed. UFV, 2013. 278 p.
- GRIGOLETTI JUNIOR, A.; AUER, C. G. Fusariose em mudas de *Pinus taeda*. Colombo: Embrapa Florestas, 2006. 3 p. (Comunicado técnico, 166).
- GROSOPPO, J. G. S. *Phellinus quélet* (Hymenochaetaceae, Basidiomycota) no sul do Brasil: uma abordagem filogenética. 2005. 159 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.
- LAZAROTTO, M.; MUNIZ, M. F. B.; SANTOS, A. F. Detecção, transmissão, patogenicidade e controle químico de fungos em sementes de paineira (*Ceiba speciosa*). Summa Phytopathologica, Botucatu, v. 36, n. 2, p. 134-139, 2010.
- LEIVENS, B. Evolutionary relationships between *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* and *F. oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* isolates inferred from mating type, elongation factor-1 α and exopolysaccharide sequences. Mycological Research, Edinburg, v. 113, n. 10, p. 1181-1191, 2009.

- LESLIE, J. F.; SUMMERELL, B. A. *The Fusarium Laboratory Manual*. Ames: Blackwell Publishing, 2006. 388 p.
- LOMBARD, L.; SANDOVAL-DENIS, M.; LAMPRECHT, S. C.; CROUS, P. W. Etipificação de *Fusarium oxysporum*: Limpando o caos taxonômico. *Personônia*, 2019, v. 43, p. 1-47.
- MATHIVANAN, N.; MURUGESAN, K. *Fusarium chlamydosporum*, a potent biocontrol agent to groundnut rust, *Puccinia arachidis*. *Journal of Plant Diseases and Protection*, Stuttgart, v. 107, n. 3, p. 225-234, 2000.
- McTAGGART, A. R. et al. A genômica populacional revela recombinação histórica e contínua no complexo de espécies *Fusarium oxysporum*. *Viga. Mycol.*, 2021, v. 99, 100132.
- MICHEREFF, S. J. et al. Importância dos patógenos e das doenças radiculares em solos tropicais. In: MICHEREFF, S. J.; ANDRADE, D. E. G. T.; MENEZES, M. (Eds.). *Ecologia e manejo de patógenos radiculares em solos tropicais*. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária, 2005. p. 1-18.
- MICHEREFF, S. J. et al. Variabilidade de isolados de *Alternaria brassicicola* no estado de Pernambuco. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v. 28, n. 6, p. 656-663, nov./dez. 2003.
- MILANESI, P. M. Caracterização, toxicidade e patogenicidade de *Fusarium* spp. em genótipos de soja em sistema plantio direto. 2009. 91 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.
- O'DONNELL, K. et al. Identificação de *Fusarium* baseada em sequência de DNA: um trabalho em andamento. *Planta Dis.*, 2021, v. 106, p. 1597-1609.
- RIGOLETTO JUNIOR, A.; AUER, C. G. Podridão de raízes em erva-mate (*Ilex paraguariensis*) causada por *Fusarium* sp. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v. 26, suplemento, 2001, p. 572.
- SANTOS, T. M. et al. Variabilidade genética de isolados de *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense obtidos de bananais do norte de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 33, n. 2, p. 437-445, jun. 2011.
- SILVA, C. M. Diversidade genética por marcadores moleculares em *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense no Estado de Santa Catarina. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 40, n. 12, p. 2480-2485, dez. 2010.
- SILVA, J. L.; TEIXEIRA, R. N. V. Esporulação e crescimento micelial de *Fusarium solani* em diferentes meios de cultura e regimes de luminosidade. *Revista Agroambiente*, Boa Vista, v. 6, n. 1, p. 47-52, 2012.
- SUN, R. L. et al. Bactéria dominante associada a hifas de *Fusarium oxysporum* f. sp. cucumerinum em diferentes sistemas de cultivo e conhecimento de suas funções. *Apl. Solo Eco.*, 2021, v. 165, 103977. doi: 10.1016/j.apsoil.2021.103977.
- YILMAZ, N. et al. Redefinindo os limites das espécies no Complexo de espécies *Fusarium fujikuroi*. *Persononia*, 2021, v. 46, p. 129-162.
- ZHOU, J. Y. et al. O nitrato aumentou a tolerância do pepino à murcha de *Fusarium*, regulando a produção e distribuição de toxinas fúngicas. *Toxinas*, 2017, v. 9, 100. doi: 10.3390/toxins9030100.

CAPÍTULO I- DIVERSITY AND SELECTION IN A SEGREGATING POPULATION IN ORNAMENTAL PEPPER PLANTS *CAPSICUM ANNUUM L.*

GENERAL ABSTRACT

One of the most important and widely cultivated horticultural plants in the world is the pepper plant (*Capsicum* spp.). The growing interest in ornamental pepper plants is motivated by the great variety observed in a number of characteristics, including size, foliage, fruit color and appropriate architecture. Through morphological characterization, it is possible to access the genetic diversity of a germplasm bank collection that is available for use in genetic improvement programs. Therefore, the present work aimed to evaluate genetic diversity within the F2 generation in ornamental pepper (*Capsicum annuum* L.) and indicate genotypes for opening lines in the F3 generation. The experiment was carried out in a greenhouse, at the Plant Biotechnology Laboratory, at the Agricultural Sciences Center of the Federal University of Paraíba (CCA-UFPB), in the municipality of Areia – PB. The treatments consisted of 354 progenies of an F2 generation of ornamental pepper plants (*Capsicum annuum* L.), belonging to the Germplasm Bank of the genus *Capsicum* at UFPB, UFPB 390 x UFPB 137, following the pedigree method. For the morphoagronomic characterization, 20 quantitative characters were considered. Diversity analysis was performed using standardized mean Euclidean distance with subsequent Tocher clustering. In addition, character importance analysis was performed using the Singh method. All analyzes were performed with the Genes computer program. Tocher's optimization method, based on the Standardized Mean Euclidean Distance, separated the genotypes into 9 groups. Using Singh's method (1981), it was determined that nine of the twenty characteristics contributed with 70.80% of the total genetic divergence, namely fruit weight, crown width, fruit length, number of seeds per fruit, length of pedicel and smaller fruit diameter. The other characteristics (eleven) contributed with only 24.83%, highlighting the characters, stem diameter, largest fruit diameter and fresh matter weight that contributed least, being 0.72%, 0.560% and 0.55% respectively. Plants 1, 3, 13, 17, 53, 105, 132, 139, 164, 296, 188, 324, 354. are indicated for selection for use in genetic improvement programs aimed at ornamental use because they present particular characteristics in the desirable characteristics for ornamental use and belong to different groups.

Keywords: variability; selection and pepper.

CAP-I DIVERSIDADE E SELEÇÃO EM POPULAÇÃO SEGREGANTE EM PIMENTEIRAS ORNAMENTAIS *CAPSICUM ANNUUM* L.

RESUMO

O crescente interesse por pimenteiras ornamentais é motivado pela grande variedade observada em uma série de características, incluindo tamanho, folhagem, cor do fruto e arquitetura apropriada. Por meio da caracterização morfológica, é possível acessar a diversidade genética de um acervo de um banco de germoplasma que estão disponíveis para uso em programas de melhoramento genético. Portanto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a diversidade genética dentro em geração F_2 em pimenteira ornamental (*Capsicum annuum* L.) e indicar genótipos para a abertura de linha em geração F_3 . O experimento foi realizado em casa de vegetação, no Laboratório de Biotecnologia Vegetal, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCA-UFPB), no município de Areia – PB. Os tratamentos foram constituídos de 354 progênies de uma geração F_2 de pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum* L.), pertencentes ao Banco de Germoplasma do gênero *Capsicum* da UFPB, UFPB 390 x UFPB 137 seguindo o método do pedigree. Para a caracterização morfoagronômica, foram considerados 20 caracteres quantitativos. A análise de diversidade foi por meio de distância euclidiana média padronizada com posterior agrupamento de Tocher. Além disto, foi realizada a análise de importância de caracteres pelo método de Singh. Todas as análises foram realizadas com o programa computacional Genes. O método de otimização de Tocher, baseado na Distância Euclidiana Média Padronizada, separou os genótipos em 9 grupos. Pelo método de Singh (1981), determinou-se que nove das vinte características contribuíram com 70,80% da divergência genética total, sendo elas o peso do fruto, largura da copa, comprimento do fruto, número de sementes por fruto, comprimento do pedicelo e menor diâmetro do fruto. As demais características (onze) contribuíram com apenas 24,83%, destacando-se os caracteres, diâmetro do caule, maior diâmetro do fruto e peso da matéria fresca que menos contribuíram, sendo 0,72%, 0,560% e 0,55% respectivamente. As plantas 1, 3, 13, 17, 53, 105, 132, 139, 164, 296, 188, 324, 354. são indicadas para seleção para uso em programas de melhoramento genético visando uso para ornamental.

Palavras-chave: variabilidade; seleção; pimenta.

1. INTRODUÇÃO

Uma das plantas hortícolas mais importantes e amplamente cultivadas no mundo é a pimenteira (*Capsicum spp.*) (Bosland & Votava, 2012; Silvar & Garca-González, 2017). As espécies domesticadas de pimenteiras têm sido reconhecidas em todo o mundo por seu contínuo crescimento e capacidade de resposta pelo mercado consumidor (Finger *et al.*, 2015; Rêgo & Rêgo, 2018). Segundo a Ibraflor, (2022), o mercado de flores e plantas ornamentais cresceu 15% em 2022, totalizando US\$ 10,9 bilhões em receita.

O crescente interesse por pimenteiras ornamentais é motivado pela grande variedade observada em uma série de características, incluindo tamanho, folhagem, cor do fruto e arquitetura apropriada (Stommel & Bosland, 2006; Padilha *et al.*, 2016) e plantas baixas e com copa pequena (Silva Neto *et al.* 2014, Rêgo e Rêgo 2016, 2018; Pessoa *et al.*, 2018).

Por meio da caracterização morfológica, é possível acessar a diversidade genética de um acervo de um banco de germoplasma que estão disponíveis para uso em programas de melhoramento genético (Elias *et al.*, 2007; Carvalho *et al.*, 2021). Aliados ao processo de caracterização estão os estudos de divergência, que fornecem estimativas para a identificação de genitores que, quando cruzados, aumentem as chances de seleção de genótipos superiores nas gerações segregantes (Sobral *et al.*, 2009).

A Universidade Federal da Paraíba (UFPB) conduziu, nos últimos anos, um programa de melhoramento de pimenteiras ornamentais cujo objetivo é o desenvolvimento de novas variedades, baseado principalmente na hibridização, gerando populações segregantes e permitindo aos melhoristas selecionar genótipos superiores, com características desejáveis para cultivo em vaso (Silva Neto *et al.*, 2014; Rêgo *et al.*, 2015a; Mesquita *et al.*, 2016; Lima *et al.*, 2019; Fortunato *et al.*, 2019; Nascimento *et al.*, 2019; Pessoa *et al.*, 2019; Carvalho *et al.*, 2021; Rêgo *et al.*, 2022). Apesar dos avanços no melhoramento das pimenteiras, ainda se busca desenvolver variedades que atendam a expectativas de diferentes consumidores.

Portanto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a diversidade genética dentro em geração F₂ em pimenteira ornamental (*Capsicum annuum* L) e indicar genótipos para a abertura de linha em geração F₃.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação, no Laboratório de Biotecnologia Vegetal, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCA-UFPB), no município de Areia – PB, em altitude de 618 m, latitude de 06° 57' 48" S e longitude de 35° 41' 30" O.

Os tratamentos foram constituídos de 354 progênies de uma geração F_2 de pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum* L.), pertencentes ao Banco de Germoplasma do gênero *Capsicum* da UFPB, provenientes da autofecundação controlada da F_1 e obtida do cruzamento entre os genitores UFPB390 x UFPB137 (Rêgo *et al.*, 2012), seguindo o método do pedigree. Quando as plantas apresentaram seis folhas permanentes, foram transplantadas para vasos de 900 ml preenchidos com substrato comercial Plantmax e as plantas foram mantidas em casa de vegetação.

Foram realizadas irrigações diárias e fertirrigações semanais com solução nutritiva (Mesquita *et al.*, 2016; Pessoa *et al.*, 2018). O tratamentos fitossanitários foram feitos, quando necessário, durante todo o ciclo, a fim de minimizar os danos causados por pragas e doenças. Quando as plantas estavam prontas para comercialização, com pelo menos 50% de frutos totalmente maduros (Nascimento *et al.*, 2015), foram realizadas as caracterizações.

Para a caracterização morfoagronômica, foram considerados 20 caracteres quantitativos: altura da planta, largura da copa, altura da primeira bifurcação, diâmetro do caule, comprimento da folha, largura da folha, comprimento da corola, comprimento da antera, comprimento do estilete, largura da pétala, diâmetro da pétala, peso do fruto, comprimento do pedicelo, comprimento do fruto, maior diâmetro de fruto, menor diâmetro do fruto, comprimento da placenta, espessura do pericarpo, número de sementes e peso da matéria fresca, obtidos conforme a lista de descritores sugeridos pelo IPGRI (1995). Todas as medidas foram expressas em centímetros exceto para peso do fruto, e peso da matéria fresca que foram expressos em gramas.

A análise de diversidade foi por meio de distância euclidiana média padronizada com posterior agrupamento de Tocher. Além disto, foi realizada a análise de importância de caracteres pelo método de Singh (1981). Todas as análises foram realizadas com o programa computacional Genes (Cruz, 2016).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O método de otimização de Tocher, baseado na Distância Euclidiana Média Padronizada, separou os genótipos em 9 grupos (Tabela 1). Neste método, indivíduos pertencentes a um mesmo grupo são mais homogêneos do que indivíduos de grupos distintos (Cruz *et al.*, 2012; Vasconcelos *et al.*, 2012). Portanto, o elevado número de grupos formados indica alta variabilidade genética entre os 355 indivíduos da população F₂ de pimenteiras ornamentais.

O grupo I agrupou 336 indivíduos, este grupo apresentou plantas com maiores comprimentos de filete. Para esta característica é recomendado maiores valores. Pois flores com maiores comprimentos de filete facilita o trabalho de melhorista na realização de processos ligados a cruzamentos entre e dentro de espécies de pimenteiras ornamentais (Pessoa *et al.*, 2015).

O Grupo II foi composto por nove indivíduos, sendo estes: 2, 13, 39, 53, 132, 133, 135, 136 e 147. Apresentando plantas com menores valores de diâmetro da copa e altura da primeira bifurcação. Maiores valores para comprimento da pétala, número de sementes, peso da matéria fresca e peso do fruto. Plantas com menor diâmetro da copa são desejáveis em pimenteira com essa finalidade, porque devemos considerar a relação entre a arquitetura da planta e o tamanho do vaso (Pessoa *et al.*, 2018; Mesquita *et al.*, 2021). Sendo de interesse a característica peso do fruto, que pode acarretar no tombamento da planta, onde este grupo formou plantas com frutos menores valores e, o número de sementes, que neste grupo produziu menores valores também. Segundo Bento *et al.*, (2007), este descritor é importante na estimativa na divergência genética entre plantas e deve ser quantificada em trabalhos de caracterização. Portanto, não sendo de interesse para o banco de germoplasma de pimenteiras ornamentais para este caractere.

O Grupo III, foi formado por três indivíduos, 164, 202, 253, estes apresentaram menor altura de planta, pimenteiras de porte baixo são ideais para ornamentais em vaso (Bosland, 1993; Pessoa *et al.*, 2018). Este grupo também apresentou os maiores valores de espessura de pericarpo. De acordo com Ulhoa *et al.* (2017), quanto mais espesso o pericarpo, maior resistência ao transporte, maior duração pós-colheita e maior rendimento em massa, além da maior preferência pelo mercado consumidor (Ulhoa *et al.*, 2017).

O Grupo IV possui duas plantas, 17 e 40, apresentando maiores valores de altura da planta, porém plantas de porte baixo são ideais para pimenteiras ornamentais (Bosland, 1993; Pessoa et al., 2018), não sendo de interesse para ornamental. Também maiores valores para pedicelo, menor comprimento de fruto e diâmetro da folha. O comprimento do pedicelo é de importância na seleção de plantas com potencial ornamental, sendo de interesse a seleção de frutos com maiores valores pois estes tem mais destaque em relação à folhagem (MELO et al., 2014). Para uso de plantas com finalidade ornamental, as folhas devem manter a harmonia com a planta, sendo de interesse folhas menores (BARROSO et al., 2012; FINGER et al., 2012 ; SILVA et al., 2015). Além disto, formou plantas com menor comprimento de antera.

O grupo V pode-se observar formação de apenas uma planta, o indivíduo 3, maiores valores para comprimento da folha e altura da primeira bifurcação. Segundo Barroso et al., (2012) relatam que plantas com maiores alturas da primeira bifurcação tende a aumentar o tamanho da planta, sendo indesejável para cultivo em vaso.

O grupos VI e VII agruparam as plantas 188 e 324 respectivamente. Sendo o grupo VI, plantas com menores valores de diâmetro do caule e maior valor de menor diâmetro do fruto. Já o grupo VII apresentou maior diâmetro da copa, maior largura do fruto e menor espessura de pericarpo. Quanto mais espesso o pericarpo, maior resistência ao transporte, maior duração pós-colheita e maior rendimento em massa, além da maior preferência pelo mercado consumidor (Ulhoa et al., 2017). Rêgo *et al.*, (2011) relacionam esta característica a produção, aumentando a firmeza dos frutos.

O grupo VIII foi formado pelo indivíduo 354 que apresentou maior comprimento da corola, maior diâmetro da pétala e maior comprimento da antera. Flores maiores facilitam as atividades de fitomelhoristas, durante a emasculação e cruzamentos (Pessoa et al., 2018). Também maior diâmetro do caule, maior comprimento do fruto e maior comprimento da placenta. Caules de maior diâmetro conferem maior resistência ao tombamento da planta no vaso e suporte ao peso dos frutos (Nascimento et al., 2013; Ferreira et al., 2015; Pessoa *et al.*, 2018; Costa *et al.*, 2020; Carvalho *et al.*, 2021).

O grupo IX foi formado pela planta 1 com menores valores de comprimento da antera, de comprimento da corola, de diâmetro da pétala, de peso de fruto, de comprimento de fruto, de comprimento da placenta e de número de sementes. Também apresentou maior espessura do pericarpo.

Tabela 1. Agrupamento de 355 indivíduos de população segregante F₂ de pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum* L.).

Grupos	Indivíduos	CP	CC	DP	CA	CF	AP	DC	APB	DIC	COF	DIF	PED	PES	CFR	MAI	MEN	ESP	CPL	NS	PMF
I	Demais indivíduos.	1.25	1.36	0.38	0.19	0.35	21.13	26.74	12.55	0.48	4.21	1.88	1.96	0.61	1.44	0.95	0.55	0.11	0.97	30.01	0.46
II	2, 13, 39, 53, 132, 133, 135, 136, 147.	2.08	1.41	0.41	0.18	0.31	22.3	21.36	7.96	0.47	4.04	1.91	1.97	1.58	1.48	0.85	0.50	0.09	1.27	57.33	0.94
III	164, 202, 253.	1.16	1.25	0.36	0.20	0.33	12.13	23.66	12.0	0.49	3.67	1.98	1.58	0.59	1.49	0.84	0.47	0.93	0.97	13.66	0.33
IV	17, 40.	1.55	1.57	0.48	0.14	0.29	25.65	29.0	15.5	0.56	6.19	3.11	2.60	0.71	1.40	1.19	0.98	0.13	1.20	39.0	0.52
V	3	1.73	1.27	0.47	0.14	0.25	17.0	24.0	17.5	0.48	8.76	2.18	2.12	1.12	1.58	0.76	0.49	0.61	1.25	41.0	0.10
VI	188	1.65	1.36	0.39	0.21	0.34	21.0	29.0	14.0	0.46	4.8	2.39	2.31	0.69	0.84	0.76	0.46	0.11	1.07	21.0	0.25
VII	324	1.18	1.33	0.33	0.19	0.32	17.1	33.0	11.0	0.54	4.56	1.66	2.09	0.61	1.69	1.54	0.92	0.08	0.86	24.0	0.3
VIII	354	1.29	1.76	0.5	0.25	0.23	21.66	24.5	9.2	0.65	2.71	1.51	2.46	0.53	2.02	1.01	0.44	0.12	1.81	35.33	0.62
IX	1	1.53	1.16	0.32	0.14	0.27	20.0	27.5	8.9	0.61	8.16	2.26	1.99	0.14	0.99	0.31	0.16	0.09	0.57	2.0	0.15

Comprimento da pétala (CP); Comprimento da corola (CC); Diâmetro da pétala (DP); Comprimento da antera (CA); Comprimento do filete (CF); Altura da planta (AP); Diâmetro da copa (DC); Altura da primeira bifurcação (APB); diâmetro do caule (DIC); Comprimento da folha (COF); Diâmetro da folha (DIF); Comprimento do pedicelo (PED); Peso do fruto (PES); Comprimento do fruto (CFR); maior diâmetro do fruto (MAI); Menor diâmetro de fruto (MEN); Espessura do pericarpo (ESP), Comprimento da placenta (CPL); Número de sementes (NS); Peso da matéria fresca (PMF).

Pelo método de Singh (1981), determinou-se que nove das vinte características contribuíram com 70,80% da divergência genética total, sendo elas o peso do fruto, largura da copa, comprimento do fruto, número de sementes por fruto, comprimento do pedicelo e menor diâmetro do fruto. As demais características (onze) contribuíram com apenas 24,83%, destacando-se os caracteres, diâmetro do caule, maior diâmetro do fruto e peso da matéria fresca que menos contribuíram, sendo 0,72%, 0,560% e 0,55% respectivamente (Tabela 2). É importante destacar as variáveis peso do fruto e largura da copa, que contribuíram com 11,04 e 10,97%, respectivamente, da divergência (Tabela 2). Estes resultados indicam que estas características são mais importantes para explicar a dissimilaridade entre os indivíduos estudados (Costa *et al.*, 2020) e estas, devem ser priorizadas para auxiliar na seleção de genótipos superiores (Nascimento *et al.*, 2015).

Por outro lado, características que contribuem pouco ou quase nada, dificulta a seleção, podendo estas serem descartadas, pois estes caracteres contribuem com um percentual muito baixo ou não contribuíram para a variabilidade detectada (Rêgo *et al.* 2003; Nascimento *et al.*, 2015).

Com a utilização dessas análises foi possível confirmar que houve diferenciação genética entre os tipos de progênes bem como possibilidade de ganhos genéticos em seleções posteriores (Pessoa *et al.*, 2019). Estes resultados permitem escolher linhagens opostas para avançar gerações e manter o programa de melhoramento de pimentas ornamentais.

Tabela 2. Estimativas da contribuição relativa de cada variável para a divergência genética entre indivíduos de uma população base de pimenta ornamental (*Capsicum annuum* L.) para 20 características.

Variáveis	S.j	%
Peso do fruto	6320.104922	11.0435
Largura da copa	6281.706487	10.9764
Comprimento do fruto	5588.875446	9.7658
Número de sementes por fruto	5071.870769	8.8624
Comprimento do pedicelo	3736.800926	6.5295
Menor diâmetro do fruto	3578.024691	6.2521
Comprimento do filete	3493.963138	6.1052
Diâmetro da pétala	3249.778547	5.6785
Altura da planta	3224.833007	5.635
Comprimento da folha	2583.132162	4.5137
Altura da primeira bifurcação	2519.697477	4.4028
Comprimento da pétala	2440.140536	4.2638
Comprimento da placenta	2177.222709	3.8044
Comprimento da corola	2156.388406	3.768
Diâmetro da folha	1338.06806	2.3381
Espessura do pericarpo	1280.059429	2.2367
Comprimento da antera	1035.130548	1.8087
Diâmetro do caule	351.642465	0.6144
Maior diâmetro do fruto	349.180175	0.6101
Peso da matéria fresca	452.48392	0.7907

4. CONCLUSÃO

As características diâmetro do caule, maior diâmetro do fruto e peso da matéria fresca que menos contribuíram para a diversidade genética, por isso devem ser retirados da caracterização por não ter grande influência na diversidade dos genótipos avaliados.

As plantas 1, 3, 13, 17, 53, 105, 132, 139, 164, 296, 188, 324, 354. são indicadas para seleção para uso em programas de melhoramento genético visando uso para ornamental

porque apresentam particularidade nas características desejáveis para uso em ornamental e pertencerem a diferentes grupos.

5. REFERÊNCIAS

- BÂRCANU, E.; VÎNĂTORU, C.; ZAMFIR, B.; BRATU, C.; DRĂGHICI, E. Characterization of new ornamental chilli genotypes created at VRDS Buzău. *Scientific Papers - Series B, Horticulture*, v. 61, p. 313-316, 2017.
- BOSLAND, P. W.; VOTAVA, E. J.; VOTAVA, E. M. *Peppers: vegetable and spice Capsicums*. Wallingford: Cabi, 2012. 230 p.
- CRUZ, C. D. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. 4. ed. Viçosa: UFV, 2012. 514 p.
- ELIAS, H. T. Variabilidade genética em germoplasma tradicional em feijão preto em Santa Catarina. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 42, p. 1443-1449, 2007.
- FINGER, F. L.; SILVA, T. P. D.; SEGATTO, F. B.; BARBOSA, J. G. Inhibition of ethylene response by 1-methylcyclopropene in potted ornamental pepper. *Ciência Rural*, v. 45, p. 964-969, 2015.
- FORTUNATO, F. L. G. Genetic diversity in ornamental pepper plants. *Comunicata Scientiae*, v. 10, p. 364-375, 2019.
- NASCIMENTO, N. F. F. et al. Evaluation of production and quality traits in interspecific hybrids of ornamental pepper. *Horticultura Brasileira*, v. 37, p. 315-323, 2019.
- PADILHA, H. K. M.; SOSINSKI JUNIOR, E. E.; BARBIERI, R. L. Diversidade morfológica e entropia de pimentão (*Capsicum baccatum* e *Capsicum chinense*, Solanaceae). *International Journal of Current Research*, v. 8, p. 42758-42766, 2016.
- PESSOA, A. M. S. *Divergência genética e análise dialélica em pimenteiras ornamentais (Capsicum annuum L.)*. 2016. Tese.
- PESSOA, A. M. S. Genetic diversity among accessions of *Capsicum annuum* L. Through morphoagronomic characters. *Genetics and Molecular Research*, v. 17, n. 1, p. 1-14, 2018.

RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M. Ornamental Pepper. In: VAN HUYLENBROECK, J. (Ed.). Ornamental Crops. Springer International Publishing Switzerland, 2018. p. 529-565.

RÊGO, E. R. et al. Genetic Diversity analysis of peppers: a comparison of discarding variables methods. Crop Breeding and Applied Biotechnology, Londrina, v. 3, n. 1, p. 19-26, 2003.

RÊGO, E. R. et al. Phenotypic diversity, correlation and importance of variables for fruit quality and yield traits in Brazilian peppers (*Capsicum baccatum*). Genetic Resources and Crop Evolution, v. 58, p. 909-918, 2011.

RÊGO, E. R. et al. A diallel study of yield components and fruit quality in chilli pepper (*Capsicum baccatum*). Euphytica, v. 168, p. 275-287, 2009.

RÊGO, E. R. et al. Phenotypic variability and importance of characters in a F2 segregating generation of ornamental chili (*Capsicum annuum*). Acta Horticulturae, v. 1000, p. 493-498, 2013.

RÊGO, E. R. et al. Diversidade entre linhagens e importância de caracteres relacionados à longevidade em vaso de linhagens de pimenteiras ornamentais. Revista Brasileira de Horticultura Ornamental, v. 16, p. 165-168, 2010.

SILVA NETO, J. J. et al. Variabilidade em população base de pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum* L.). Revista Ceres, v. 61, p. 84-89, 2014.

SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. Indian Journal of Genetics and Plant Breeding, v. 41, n. 2, p. 237-245, 1981.

SOBRAL, P. V. C. Caracterização morfoagronômica e divergência genética entre acessos africanos de feijão-caupi. Teresina: UFPI, 2009. 131 p. (Dissertação de Mestrado).

VASCONCELOS, C. S. et al. Determinação da dissimilaridade genética entre acessos de *Capsicum chinense* com base em características de flores. Ceres, v. 59, n. 4, p. 493-498, 2012.

CAP-II SOURCES OF RESISTANCE IN A SEGREGATING POPULATION OF ORNAMENTAL PEPPER PLANTS *C. ANNUUM* L. TO *FUSARIUM* SP.

ABSTRACT

The genus *Capsicum* belonging to the Solanaceae family originates from South America, later the peppers of the genus spread throughout the American tropics. During the period of discovery of the Americas, peppers of the genus *Capsicum* stood out, due to their greater pungency. Until recently, the cultivation of pepper trees was considered a secondary activity, which has undergone a great transformation and is being of great economic importance for the country. Thus, it is necessary to study the behavior of the segregating generation of *Capsicum annuum* L. to select plants that are resistant to *Fusarium* sp. Therefore, this work aimed to investigate sources of resistance in a segregating population of ornamental pepper plants *Capsicum annuum* L. to *Fusarium* sp. The experiments were carried out in a greenhouse belonging to the Biotechnology and Plant Genetic Improvement Laboratory of the Federal University of Paraíba, Campus II, Areia, PB. The internal temperature recorded during the experiment averaged $26 \pm 2^\circ\text{C}$. Two experiments were carried out: the first in 2020 and the second in 2021. It was composed of 800 progenies F3 segregating population resulting from the crossing between accessions UFPB 137 x UFPB 390 belonging to the Germplasm Bank of *Capsicum* spp. of the CCA/UFPB. Severity was evaluated from the appearance of the first symptoms of the disease (eight days after inoculation) using a scale ranging from 1 to 5, where: 1= no symptoms; 2= plant with 1/3 of the leaves withered; 3= plant 2/3 of the leaves withered; 4= completely wilted plant and 5= dead plant. According to the mean test, the genotypes showed a significant difference at 5% probability, showing that the genotypes manifested themselves differently, as the generation still segregates. Genotypes 37, 231,780 showed the lowest AUDPC, (4.00), (3.00) and (3.87) respectively. The *Capsicum annuum* genotypes that showed resistance and tolerance to *Fusarium* sp. were: resistant 37, 231,780 and tolerant 64, 65, 66, 207, 157, 226, 415, 535, 580, 634 and 767 being these promising to support the germplasm bank aiming resistance to fusariosis.

Keywords: choice, pepper plants, fusariosis resistance.

CAP- II FONTES DE RESISTÊNCIA EM POPULAÇÃO SEGREGANTE DE PIMENTEIRAS ORNAMENTAIS *C. ANNUUM* L. A *FUSARIUM* SP.

RESUMO

O gênero *Capsicum* pertencente à família Solanaceae é originário da América do Sul, posteriormente as pimentas do gênero se espalharam pelos trópicos americanos. No período do descobrimento das Américas, as pimentas do gênero *Capsicum* se destacaram, pela maior pungência. Até recentemente, o cultivo da pimenteira era considerado uma atividade secundária, que passou por uma grande transformação e está sendo de grande importância econômica para o país. Assim, faz-se necessário estudar o comportamento da geração segregante de *Capsicum annuum* L. para selecionar plantas resistentes a *Fusarium* sp. Portanto, este trabalho teve como objetivo investigar fontes de resistência em uma população segregante de pimenteiras ornamentais *Capsicum annuum* L. a *Fusarium* sp. Os experimentos foram realizados em casa de vegetação pertencente ao Laboratório de Biotecnologia e Melhoramento Genético Vegetal da Universidade Federal da Paraíba, Campus II, Areia, PB. A temperatura interna registrada durante o experimento foi em média de 26 + 2°C. Foram realizados dois experimentos: o primeiro em 2020 e o segundo em 2021. Foi composto por 800 progênies da população segregante F3 resultante do cruzamento entre acessos UFPB 137 x UFPB 390 pertencentes ao Banco de Germoplasma de *Capsicum* spp. do CCA/UFPB. A gravidade foi avaliada a partir do aparecimento dos primeiros sintomas da doença (oito dias após a inoculação) por meio de uma escala que varia de 1 a 5, onde: 1= sem sintomas; 2= planta com 1/3 das folhas murchas; 3= planta 2/3 das folhas murchas; 4= planta completamente murcha e 5= planta morta. De acordo com o teste de média, os genótipos apresentaram diferença significativa a 5% de probabilidade, mostrando que os genótipos se manifestaram de forma diferente, pois a geração ainda segrega. Os genótipos 37.231.780 apresentaram a menor AACPD, (4,00), (3,00) e (3,87), respectivamente. Os genótipos de *Capsicum annuum* que apresentaram resistência e tolerância ao *Fusarium* sp. foram: resistentes 37, 231.780 e tolerantes 64, 65, 66, 207, 157, 226, 415, 535, 580, 634 e 767 sendo estes promissores para apoiar o banco de germoplasma visando resistência à fusariose.

Palavras-chave: escolha, pimenta, resistência à fusariose.

1. INTRODUÇÃO

O gênero *Capsicum* pertencente à família Solanaceae (Reifschneider, 2014) é originário da América do Sul, posteriormente as pimentas do gênero espalharam-se por todo o trópico americano (Pickersgill, 1997; Barbieri, 2007). Até pouco tempo o cultivo de pimenteiras era considerada uma atividade secundária, que tem sofrido grande transformação e está sendo de grande importância econômica para o país no setor de ornamentais (Embrapa, 2022).

As pimenteiras ornamentais apresentam um elevado valor comercial, pois podem ser utilizadas na comercialização de frutos *in natura* ou na forma de molhos, geleias e outros processados. Além disso, também podem ser utilizada na fabricação de cosméticos e medicamentos (Pinto *et al.*, 2013).

Com relação ao Brasil, estatísticas de produção de *Capsicum* sp não se encontram disponibilizadas nos informativos da FAO, mas estima-se que a área de produção seja de 13.000 ha, com produção anual de cerca de 280.000 t. Acredita-se que são, aproximadamente, 5 mil hectares de área cultivada de pimenta por ano, gerando uma produção de 75 mil toneladas (Embrapa, 2021).

Apesar do destaque que as pimenteiras ornamentais tem ganhado, alguns fatores fitossanitários limitam o seu cultivo, comercialização e exportação. Dentre os fatores, a ocorrência de *Fusarium* sp. agente causal da fusariose, compromete diretamente a produção de pimenta afetando o comércio local (Anjos *et al.*, 2018). A alta severidade do patógeno está relacionada a sua capacidade de sobrevivência por longos períodos em vários tipos de solo, causando problemas a nível mundial (Raza, 2017). Os sintomas característicos são murcha, tombamento, podridão de colo e raiz, entre outros, podendo causar a morte da planta (Velarde-Félix *et al.*, 2018).

Pesquisas desenvolvidas recentemente relacionadas à busca por variedades de pimenteiras resistentes a *Fusarium* sp. tem se mostrado promissoras. Isso pode ser observado em trabalho utilizando população segregante investigando fontes de resistência em pimenteiras ornamentais de *Capsicum annuum* á fusariose (Lima *et al.* 2019). Além deste trabalho, Anjos (2018) utilizou 18 acessos de *Capsicum* sp. do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) do laboratório de melhoramento genético vegetal da UNEMAT, selecionou dois acessos resistentes à fusariose.

Assim, faz-se necessário estudos do comportamento da geração segregante de *Capsicum annuum* L. para selecionar plantas que sejam resistentes ao *Fusarium* sp. Portanto, este trabalho teve como objetivo investigar fontes de resistências em população segregante de pimenteiras ornamentais *Capsicum annuum* L. a *Fusarium* sp.

MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação pertencente ao Laboratório de Biotecnologia e Melhoramento Genético Vegetal da Universidade Federal da Paraíba, Campus II, Areia, PB. A temperatura interna registrada durante o experimento foi em média de 26 + 2°C. Foram realizados dois experimentos: o primeiro no ano de 2020 e o segundo no ano de 2021.

2.2 EXPERIMENTO 1

2.2.1 OBTENÇÃO DO MATERIAL VEGETAL

Foi composto por 800 progênies população segregante F₃ resultante do cruzamento entre os acessos UFPB 137 x UFPB 390 pertencentes ao Banco de Germoplasma de *Capsicum* spp. do CCA/UFPB.

A semeadura das progênies foi realizada em bandejas de isopor de 200 células, contendo substrato comercial Plantmax®. A emergência das plântulas se deu entre 14 e 21 dias após a semeadura, onde as mudas permaneceram em casa de vegetação até o transplantio que se deu aos 51 dias.

2.3 OBTENÇÃO DO *Fusarium* sp.

Para obtenção do inoculo, foi retirado folhas de plantas que apresentaram sintomas característicos da presença do patógeno, onde foram encaminhadas para o Laboratório de Fitopatologia da Universidade Federal da Paraíba, Campus II, Areia, PB, para o isolamento, confirmação e cultivo do patógeno. Dos sintomas presentes nas folhas das plantas, foram retirados pequenos fragmentos (5 mm), desinfestados por meio de lavagens com etanol 70% por trinta segundos, em seguida utilizado hipoclorito de sódio a 1% por três minutos e realizado duplo enxague em água destilada esterilizada (ADE). Os fragmentos foram

incubados por sete dias em meio de cultura BDA (200 g batata, 20 g dextrose, 20 g ágar L-1) em temperatura ambiente (25 ± 2 °C) e fotoperíodo de 12 horas. Para identificação e confirmação da presença de *Fusarium* sp., foi utilizado o microscópio óptico, observando-se estruturas características do patógeno como micélio e conídios.

2.4 INOCULAÇÃO DO PATÓGENO E AVALIAÇÕES

Para a formulação da suspensão de esporos foi utilizada a concentração de 1×10^6 esporos/ mL, seguindo a formula proposta por Alfenas e Mafia (2016). A infestação do substrato (comercial) se deu a partir da adição de 10 mL de suspensão em cada tubete com capacidade de 125 mL. Dois dias após a infestação do substrato foi feito o transplântio das plântulas.

Foi realizada a avaliação de severidade a partir do aparecimento dos primeiros sintomas da doença (oito dias após a inoculação) por meio de escala de notas 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 (Anjos *et al.*, 2017).

A coleta de dados referente a escala de nota da doença foi realizada em intervalos de dois dias. Também foram coletadas cinco folhas aleatórias por planta de cada genótipo que demonstravam sintomas característicos da presença do *Fusarium* sp. A identificação e confirmação da etiologia da doença foram realizadas seguindo os postulados de Koch.

2.5 EXPERIMENTO 2

Foi composto por 83 genótipos em geração F₄ da autofecundação dos indivíduos selecionados na geração F₃, resultante do cruzamento entre os acessos UFPB 137 x UFPB 390 pertencentes ao Banco de Germoplasma de *Capsicum* spp. do CCA/UFPB. O critério utilizado para selecionar os 83 genótipos foi apresentar resistência a *Fusarium* sp. inoculado no experimento 1.

Neste experimento foi utilizada a mesma metodologia descrita no experimento 1, para inoculação do patógeno e avaliações.

2.6 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA

Ambos os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizados (DIC). O experimento 1 foi composto por 802 tratamentos com uma repetição por tratamento e os pais composto por 10 repetições para ambos. O experimento 2 foi composto por 83 genótipos 8 repetições para cada genótipo. Ao final das avaliações de

severidade as notas foram transformadas por índice de McKinney (1923), para o cálculo da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade. As análises foram realizadas com o programa computacional Genes v.2016.6.15.(Cruz, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O método de otimização de Tocher, baseado na Distância Euclidiana Média Padronizada, separou os genótipos em 15 grupos (Tabela 1). O grupo I agrupou 160 plantas, o grupo II separou 112, seguidos dos grupos III, IV, V e VI, agrupando 82, 101,45 e 88 plantas respectivamente. Os grupos VII (118), VIII (15), IX (30) e X (14) plantas. Por fim, os grupos XI, XII, XIII, XIV, puderam agrupar 11, 7, 2 e 1 plantas respectivamente. As médias de AACPD variaram de 24.016- 119.483 para os grupos VI e VII respectivamente, indicando maior e menor valor. Neste método, indivíduos pertencentes a um mesmo grupo são mais homogêneos do que indivíduos de grupos distintos (Cruz *et al.*, 2012; Vasconcelos *et al.*, 2012). Portanto, o elevado número de grupos formados indica alta variabilidade genética entre os 802 indivíduos da população F₃ de pimenteiras ornamentais.

De acordo com os resultados do experimento 1, foi possível selecionar 83 genótipos que se apresentaram resistentes a *Fusarium* sp., tal resultado foi baseado na identificação e levantamento da severidade do fungo em cada planta. Na tabela 1, constam todos os genótipos que se mostraram resistentes após a inoculação do patógeno.

Na análise de variância a 1% de probabilidade, foi possível detectar diferença significativa entre os genótipos, para avaliação dos dias que as plantas foram observadas e também para interação entre a planta e o patógeno (Tabela 2).

No experimento 2, foi possível observar os primeiros sintomas causados por *Fusarium* sp. aos cinco dias após a inoculação das plântulas. O período de avaliação de sintomas durou 10 dias, após esse período os sintomas se tornaram constantes.

Tabela 1. Média AACPD dos grupos de 802 linhagens de pimenteiras ornamentais *Capsicum annuum* L.

GRUPOS	ACESSOS	AACPD MÉDIA
I	1; 106; 202; 231; 344; 126; 151; 229; 253; 325; 426; 457; 548; 616; 795; 145; 334; 382; 421; 466; 37; 247; 250; 251; 252; 279; 317; 328; 410; 438; 446; 473; 602; 768; 99; 198; 205; 456; 27; 255; 259; 277; 292; 295; 314; 385; 394; 428; 442; 451; 503; 585; 587; 661; 695; 779; 291; 297; 301; 318; 332; 360; 508; 39; 69; 96; 147; 245; 273; 285; 288; 302; 304; 431; 441; 448; 487; 620; 663; 278; 55; 58; 59; 64; 65; 70; 72; 98; 101; 103; 104; 196; 312; 319; 320; 323; 327; 329; 353; 381; 383; 391; 392; 393; 401; 412; 419; 477; 480; 489; 517; 521; 524; 599; 322 330 20 108 109; 121; 195; 263; 349; 351; 373; 389; 409; 411; 414; 417; 418; 432; 443 454 496 510 588; 593; 594; 619; 631; 665 203; 223; 274; 513; 170. 238 347 520; 595; 717.	52.257
II	2; 18; 25; 53; 183; 423; 455; 469; 474; 519; 533; 534; 563; 664; 684; 719; 732; 116; 653; 678; 718; 63; 91; 268; 271; 404; 452; 488; 529; 549; 573; 744; 745; 774; 343; 603; 608; 33; 51; 227; 269; 550; 559; 728; 67; 243; 265; 270; 340; 479; 481; 552; 729; 789; 731; 683; 716; 722; 726; 730; 193; 221; 239; 450; 484; 511; 512; 523; 626; 727; 734; 739; 778; 114; 139; 204; 562; 655; 669; 699; 4; 66; 82; 465; 491; 725; 761; 16; 30; 34; 254; 267; 290; 659; 782; 122; 459; 528; 772; 802; 182; 486; 494; 542; 572; 723; 776; 15; 95; 345; 447; 518.	68.724
III	3; 5; 536; 569; 592; 612; 658; 693; 792; 156; 11; 124; 260; 262; 266; 551; 629; 637; 681; 682; 771; 784; 321; 12; 23; 117; 120; 125; 130; 175; 224; 335; 384; 535; 567; 596; 598; 606; 618; 706; 780; 339; 342; 425; 558; 564; 581; 770; 100; 736; 29; 113; 378; 561; 696; 703; 790; 796; 127; 10; 38; 123; 146; 230; 261; 568; 760; 781; 788; 9; 45; 71; 137; 531; 537; 566; 617; 671; 769; 571; 44; 579.	79.098
IV	6; 76; 79; 211; 257; 283; 396; 798; 377; 461; 634; 17; 22; 24; 88; 148; 199; 275; 276; 289; 356; 357; 374; 379; 380; 413; 444; 471; 590; 677; 710; 738; 743; 765; 799; 138; 222; 282; 577; 801; 21; 42; 83; 241; 244; 313; 395; 430; 500; 610; 35; 50; 507; 530; 26; 256; 281; 439; 502; 348; 493; 526; 589; 694; 787; 57; 90; 522; 49; 60; 242; 287; 506; 666; 94; 97; 228; 236; 405; 440; 630; 13; 105; 172; 310; 346; 390; 687; 102; 173; 299; 324; 331; 73; 167; 298; 300; 326; 352; 354; 467.	61.182
V	7; 582; 670; 697; 31; 538; 153; 361; 497; 580; 675; 767; 28; 132; 168; 179; 194; 660; 169; 485; 704; 705; 711; 133; 171; 498; 560; 597; 691; 712; 68; 136; 246; 686; 692; 735; 337; 177; 365; 427; 434; 435; 586; 605; 689.	86.789

VI	8; 14; 32; 40; 43; 54; 56; 61; 62; 92; 93; 110; 112; 134; 141; 142; 143; 144; 208; 209; 210; 212; 213; 214; 215; 216; 217; 218; 219; 220; 248; 249; 308; 309; 315; 316; 336; 358; 359; 386; 387; 415; 416; 453; 482; 483; 515; 516; 576; 583; 584; 622; 623; 635; 640; 672; 673; 679; 680; 700; 701; 709; 754; 763; 764; 793; 794; 797; 800; 445; 647; 633; 641; 642; 644; 645; 646; 648; 649; 650; 651; 652; 161; 163; 164; 165; 191; 753.	119.483
VII	19; 36; 74; 75; 77; 78; 80; 84; 85; 86; 87; 89; 107; 118; 119; 128; 149; 150; 152; 158; 159; 160; 174; 176; 178; 180; 181; 184; 185; 186; 187; 189; 197; 200; 201; 206; 207; 232; 234; 235; 272; 293; 311; 355; 369; 372; 375; 376; 388; 397; 399; 400; 406; 408; 420; 422; 424; 436; 437; 462; 463; 464; 472; 476; 478; 499; 501; 504; 505; 509; 532; 539; 541; 543; 544; 545; 546; 547; 553; 555; 556; 557; 565; 570; 575; 604; 607; 611; 613; 614; 615; 621; 624; 625; 627; 628; 632; 638; 639; 643; 654; 657; 662; 667; 668; 674; 685; 707; 708; 714; 715; 733; 737; 746; 747; 758; 759; 762; 773; 775; 777; 785; 786; 791; 157; 554.	24.016
VIII	41; 294; 296; 306; 449; 468; 578; 636; 690; 188; 233; 305; 307; 333; 366.	56.8
IX	46; 190; 226; 264; 540; 591; 713; 721; 724; 740; 741; 766; 475; 601; 48; 129; 237; 240; 258; 433; 527; 720; 131; 225; 280; 407; 676; 688; 742; 783.	73.817
X	47; 52; 338; 495; 698; 140; 490; 702; 115; 600; 154; 155; 363; 492.	94.0
XI	81; 303; 514; 284; 286; 370; 350; 364; 367; 398; 470; 429; 458; 402; 460; 362.	45.688
XII	162; 749; 751; 752; 341; 192; 750; 757; 135; 755; 756.	112.909
XIII	368; 525; 574; 609; 403; 371; 656.	38.214
XIV	111; 166.	107.0
XV	748.	102.5

A análise dos resultados indica que os genótipos estudados apresentam níveis de resistência a *Fusarium* sp. variável, com evolução dos sintomas ao longo do período de avaliação. Resultados semelhantes foram descritos por Anjos et al. (2018), onde também foi observado variabilidade genética quanto a resistência de genótipos de *Capsicum* inoculadas com *Fusarium* sp. via ferimento e inoculação na raiz. Foi possível inferir que mesmos os genótipos considerados resistentes expressaram sintomas causados pelo fungo.

Tabela 2. Resumo da análise variância de linhagens F₄ de pimenteiras ornamentais de *Capsicum annuum* L. em relação a AACPD

F.V	G.L	S.Q	Q.M	F
LINHAGENS (L)	82	63043.142344	768.818809	1.8429 **
RESÍDUO	581	242379.339583	417.176144	
TOTAL	663	305422.481928		

De acordo com teste de média os genótipos mostraram diferença significativa a 5% de probabilidade, mostrando que os genótipos se manifestaram de maneira diferente, pois a geração ainda segrega (Tabela 3.).

As linhagens 1, 9, 40, 65, 38, 55, 75, 44, 11, 35, 56, 77, 46, 31, 19, 26, 20, 8, 30, 64, 63, 33, 47, 27, 79, 71, 10, 61, 70, 54, 82, 72, 80, 43, 68, 53, 81 e 69 mostraram os menores valores de AACPD, variando de 21.875- 43.687 (Tabela 3). Estes genótipos são de importância no programa visando resistência, pois podem doar os genes de resistência para sua geração posterior. Segundo Vieira & Cols. (2009) a eficiência da detecção da resistência está atrelada aos níveis da intensidade da doença, os quais, devem ser suficiente para diferenciar os genótipos. Sendo estes promissores para avanços em estudo com resistência a fusariose, podendo ser lançada uma variedade completamente resistente. A fusariose trata-se de uma doença de difícil controle, nenhuma cultivar é resistente ou tolerante ao fitopatógeno e não há nenhuma medida eficiente de controle, sendo adotadas apenas medidas preventivas (Gomes Filho *et al.*, 2019). Porém estes indivíduos devem ser selecionados como fonte de resistência.

Em trabalho semelhante Anjos *et al.*, (2018) avaliaram resistência a fusariose em pimenteiras (*C. annuum*) para o desenvolvimento de cultivares resistentes e concluíram que é possível selecionar plantas resistentes e tolerantes em banco de pimenteiras de *Capsicum* spp. Também Gomes Filho, (2015) selecionou pimenteiras com foco em resistência á fusariose, mostrando a importância de se selecionar plantas resistentes e tolerantes em banco de germoplasma de *C. annuum*. Assim como também neste trabalho foi possível selecionar plantas resistentes e tolerantes a esta doença. Pois plantas que possuem resistência ou tolerância, podem ser utilizadas em estudos posteriores de melhoramento de plantas visando resistência á doenças, onde é possível encontrar um material que seja totalmente resistente. Já que ainda não se tem uma variedade tolerante ou resistente completamente a fusariose.

A obtenção de plantas resistentes reflete em diversos benefícios econômicos, sociais e ambientais, podendo assim evitar o uso de defensivos agrícolas, visto que a medida preventiva é a utilização de variedades resistentes, já que o fungo depois de habitar o solo, é impossível sua erradicação (Embrapa, 2019).

No programa de melhoramento genético do abacaxizeiro desenvolvido pela

Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, as variedades Perolera e Primavera, identificadas como resistentes à fusariose, são cruzadas com ‘Pérola’ e ‘Smooth Cayenne’, suscetíveis ao patógeno, para produção de híbridos, assim como Anjos *et al.* (2018, trabalhou com seleção de genótipos resistentes a fusariose. Também Santos *et al.* (2020) trabalhando com resistência a fusariose em milho, selecionou três híbridos resistentes a esta doença. Portanto, os resultados mostram que as pimenteiros utilizadas tem potencial de resistência e deve-se avançar estudos relacionados com esta problemática.

Em programas de melhoramento genético visando restência, é de interesse selecionar aqueles genótipos que atende os critérios de seleção, pois os genótipos; 4, 7, 3, 6, 28, 23, 48, 41, 21, 76, 45, 14, 83, 39, 17, 59, 37, 18, 22, 67, 15, 50, 58, 32, 57, 62, 78, 24, 13, 66, 25, 16, 51, 74, 34, 73, 52, 42, 60, 5, 12, 49, 2, 29 e 36 deverão ser descartados por se mostrarem susceptibilidade ao ataque do *Fusarium* sp, onde não é de interesse para programa de melhoramento genético em questão, que se trata em selecionar genótipos que apresentem resistência a fusariose. Sintomas mais fortes em plantas susceptíveis podem estar associados à maior taxa de colonização de tecidos aéreos ou percentagem de vasos afetados do xilema (Garcés-Fiallos, 2017). Sendo estes genótipos descartados por não atenderem o critério de seleção.

De acordo com teste de média os genótipos mostraram diferença significativa a 5% de probabilidade, mostrando que os genótipos se manifestaram de maneira diferente, pois a geração ainda segrega (Tabela 3.). De acordo com teste de média os genótipos mostraram diferença significativa a 5% de probabilidade, mostrando que os genótipos se manifestaram de maneira diferente, pois a geração ainda segrega (Tabela 3.).

As linhagens 1, 9, 40, 65, 38, 55, 75, 44, 11, 35, 56, 77, 46, 31, 19, 26, 20, 8, 30, 64, 63, 33, 47, 27, 79, 71, 10, 61, 70, 54, 82, 72, 80, 43, 68, 53, 81 e 69 mostraram os menores valores de AACPD, variando de 21.875- 43.687 (Tabela 3). Estes genótipos são de importância no programa visando resistência, pois podem doar os genes de resistência para sua geração posterior. Segundo Vieira & Cols. (2009) a eficiência da detecção da resistência está atrelada aos níveis da intensidade da doença, os quais, devem ser suficiente para diferenciar os genótipos. Sendo estes promissores para avanços em estudo com resistência a fusariose, podendo ser lançada uma variedade

completamente resistente. A fusariose trata-se de uma doença de difícil controle, nenhuma cultivar é resistente ou tolerante ao fitopatógeno e não há nenhuma medida eficiente de controle, sendo adotadas apenas medidas preventivas (Gomes Filho *et al.*, 2019). Porém estes indivíduos devem ser selecionados como fonte de resistência.

Em trabalho semelhante Anjos *et al.*, (2018) avaliaram resistência a fusariose em pimenteiras (*C. annuum*) para o desenvolvimento de cultivares resistentes e concluíram que é possível selecionar plantas resistentes e tolerantes em banco de pimenteiras de *Capsicum* spp. Também Gomes Filho, (2015) selecionou pimenteiras com foco em resistência á fusariose, mostrando a importância de se selecionar plantas resistentes e tolerantes em banco de germoplasma de *C. annuum*. Assim como também neste trabalho foi possível selecionar plantas resistentes e tolerantes a esta doença. Pois plantas que possuem resistência ou tolerância, podem ser utilizadas em estudos posteriores de melhoramento de plantas visando resistência á doenças, onde é possível encontrar um material que seja totalmente resistente. Já que ainda não se tem uma variedade tolerante ou resistente completamente a fusariose.

A obtenção de plantas resistentes reflete em diversos benefícios econômicos, sociais e ambientais, podendo assim evitar o uso de defensivos agrícolas, visto que a medida preventiva é a utilização de variedades resistentes, já que o fungo depois de habitar o solo, é impossível sua erradicação (Embrapa, 2020)

No programa de melhoramento genético do abacaxizeiro desenvolvido pela Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, as variedades Perolera e Primavera, identificadas como resistentes à fusariose, são cruzadas com ‘Pérola’ e ‘Smooth Cayenne’, suscetíveis ao patógeno, para produção de híbridos, assim como Anjos *et al.* (2018, trabalhou com seleção de genótipos resistentes a fusariose. selecionou três híbridos resistentes a esta doença. Portanto, os resultados mostram que as pimenteiras utilizadas tem potencial de resistência e deve-se avançar estudos relacionados com esta problemática.

Em programas de melhoramento genético visando restência, é de interesse selecionar aqueles genótipos que atende os critérios de seleção, pois os genótipos; 4, 7, 3, 6, 28, 23, 48, 41, 21, 76, 45, 14, 83, 39, 17, 59, 37, 18, 22, 67, 15, 50, 58, 32, 57, 62, 78, 24, 13, 66, 25, 16, 51, 74, 34, 73, 52, 42, 60, 5, 12, 49, 2, 29 e 36 deverão ser descartados por se mostrarem susceptibilidade ao ataque do *Fusarium* sp, onde não é de

interesse para programa de melhoramento genético em questão, que se trata em selecionar genótipos que apresentem resistência a fusariose. Sintomas mais fortes em plantas susceptíveis podem estar associados à maior taxa de colonização de tecidos aéreos ou percentagem de vasos afetados do xilema (Garcés-Fiallos, 2017). Sendo estes genótipos descartados por não atenderem o critério de seleção.

Tabela 3. Teste de média para 83 linhagens F₄ de pimenteiras ornamentais de (*Capsicum annuum* L.) em relação a AACPD.

Tratamento	Média	Grupo
T4	67.8125	a
T6	65.0625	a
T7	63.8125	a
T3	59.375	a
T28	59.125	a
T23	58.4375	a
T48	58.0625	a
T41	57.1875	a
T21	56.75	a
T76	56.6875	a
T45	56.375	a
T14	55.8125	a
T83	55.75	a
T39	55.625	a
CONTINUAÇÃO...		
T17	55.5625	a
T59	54.8125	a
T37	54.125	a

T18	53.875	a
T22	52.875	a
T67	52.625	a
T15	52.3125	a
T50	51.875	a
T58	51.625	a
T32	51.625	a
T57	51.1875	a
T62	50.9375	a
T78	50.687	a
T24	49.625	a
T13	49.312	a
T66	49.250	a
T25	48.250	a
T16	47.875	a
T51	47.812	a
T74	47.375	a
T34	47.25	a
T73	46.666	a
T52	46.312	a
CONTINUAÇÃO...		
T42	46.187	a
T60	46.062	a
T5	45.437	a
T12	45.250	a

T49	45.187	a
T2	45.062	a
T29	45.000	a
T36	44.625	a
T9	21.875	b
T1	43.625	b
T40	43.500	b
T38	42.437	b
T65	42.250	b
T55	42.000	b
T75	41.687	b
T44	41.562	b
T11	41.375	b
T35	41.250	b
T56	41.125	b
T77	41.0625	b
T46	41.062	b
T31	40.687	b
T19	40.500	b
CONTINUAÇÃO...		
T26	38.937	b
T20	38.937	b
T8	38.562	b
T30	37.250	b
T64	36.937	b

T63	35.875	b	5.
T33	35.812	b	6.
T47	35.625	b	7.
T27	34.687	b	8.
T79	34.187	b	9.
T71	34.187	b	10.
T10	34.187	b	11.
T61	33.750	b	12.
T70	31.812	b	13.
T54	31.620	b	14.
T82	31.500	b	15.
T72	30.625	b	16.
T80	30.000	b	17.
T43	29.375	b	18.
T68	28.000	b	19.
T53	27.500	b	20.
T81	25.450	b	21.
T69	21.875	b	22.
			23.
			24.
			25.
			26.

CONCLUSÃO

As linhagens 1, 9, 40, 65, 38, 55, 75, 44, 11, 35, 56, 77, 46, 31, 19, 26, 20, 8, 30, 64, 63, 33, 47, 27, 79, 71, 10, 61, 70, 54, 82, 72, 80, 43, 68, 53, 81 e 69 de *C. annuum* são fontes de resistência e de tolerância, devendo ser incorporadas ao programa de melhoramento de pimenteiros visando resistência a fusariose. Podendo ser selecionadas e avançar em estudos visando resistência a fusariose.

27. REFERÊNCIAS

- BARBIERI, R. L.; HEIDEN, G.; NEITZKE, R. S.; CHOER, E.; LEITE, D. L.; GARRASTAZÚ, M. C. Capsicum Gene Bank of Southern Brazil. *Acta Horticulturae*, Wageningen, v. 745, p. 319-322, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.745.17>.
- DOBSON, A. C. Patógenos e a estrutura das comunidades vegetais. *Tendências em Ecologia & Evolução*, v. 9, p. 393-398, 1994.
- GARCÉS-FIALLOS, F. R. et al. Delayed upward colonization of xylem vessels is associated with resistance of common bean to *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*. *European Journal Of Plant Pathology*, [S.l.], v. 149, n. 2, p. 477-489, 16 mar. 2017. Springer Science and Business Media LLC.
- GOMES FILHO, J.; SANTOS, E. B.; AMORIM, E. P. R. Controle da fusariose (*Fusarium solani* f. sp. *piperis*) em pimenta-do-reino cv. Bragantina com extratos brutos aquosos e fungicida. *Summa Phytopathologica*, v. 46, n. 1, p. 49-52, 2020.
- 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.
- MORAIS, G. C. et al. Identificação do potencial ornamental e avaliação de desempenho de genótipos de pimenteiras. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, [online], vol. 7, n. 16, p. 1041-1055, 2020.
- PICKERSGILL, B. Genetic resources and breeding of *Capsicum* spp. *Euphytica*, Wageningen, v. 96, n. 1, p. 129-133, 1997.
- PINTO, C. M. F.; PINTO, C. L. O.; DONZELES, S. M. L. Pimenta *Capsicum*: propriedades químicas, nutricionais, farmacológicas e medicinais e seu potencial para o agronegócio. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, v. 3, n. 2, p. 108-120, 2013.
- RAZA, W. L. N. et al. Avaliação do sucesso do controle biológico da murcha de *Fusarium* em pepino, banana e tomate desde 2000 e futuras estratégias de pesquisa. *Critical Reviews in Biotechnology*, v. 37, p. 202-212, 2017.

RÊGO, E. D. et al. Genética e melhoramento de pimenteiras *Capsicum* spp. In: RÊGO, E. R.; FINGER, F. L.; RÊGO, M. M. Produção, genética e melhoramento de pimentas. Recife: Imprima, 2011. p. 117-136.

REIFSCHNEIDER, F. J. B. et al. Uma pitada de biodiversidade na mesa dos brasileiros. Brasília, DF: Embrapa, 2014. 156 p.

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, 2008. p. 55-69.

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

TEMBHURNE, B. V. et al. Molecular Characterization and Screening for *Fusarium* (*Fusarium solani*) Resistance in Chilli (*Capsicum annuum* L.) Genotypes. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, Tamil Nadu*, v. 6, n. 9, p. 1585-1597, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.609.195>.

VELARDE-FÉLIX, S. et al. Ocorrência de *Fusarium oxysporum* causando murcha em pimenta no México. *Canadian Journal of Plant Pathology*, v. 40, n. 2, p. 238-247, 2018.

CAP-III Morfoagronomic characterization and evaluation of resistance to fusariosis

GENERAL ABSTRACT

Peppers are originally from the Americas and expanded to other regions of the world from the 16th century onwards, among European populations and indigenous peoples. *C. annum* species have great versatility of use, both in food and medicine, with the identification of chemical compounds, such as capsaicin. Pepper production is important for agribusiness around the world, as this market encourages family farming and increases the generation of jobs and income. However, one of the main limiting factors to crop production is the occurrence of diseases. Based on this information, the objective of this work was to select the most resistant genotypes of *Capsicum annum* associated with different inoculation methods of *Fusarium* sp. and its influence on morphoagronomic characteristics. The study was carried out in a greenhouse with controlled conditions, in the experimental field of the Federal University of Paraíba (UFPB) – Campus II, under the responsibility of the genetic improvement laboratory of the UFPB. Ten genotypes selected from the Active Germplasm Bank (BAG) were used. Four inoculation methods were used using a concentration of 1×10^5 conidia/mL of fungus suspension: method I- transplanting into pots and then inoculation of the spore suspension directly into the substrate using a 10 mL beaker, method II- root cutting (2 cm) and immersion of the roots in a 10 mL beaker with suspension of fungus spores for 25 min, then transplanted into vases; method III a 10 mL syringe was used to inoculate the suspension of the spores at the base (neck of the plant) and method IV the substrate was infested with the suspension of spores directly with a 10 mL beaker two days before transplanting to the vessels. Symptoms of the disease (eight days after inoculation) using a rating scale ranging from 1 to 5, where: 1= no symptoms; 2= plant with 1/3 of the leaves withered; 3= plant 2/3 of the leaves withered; 4= completely wilted plant and 5= dead plant. Quantitative characteristics. The experiment was carried out in a completely randomized design (DIC) with 10 treatments, 4 methods, 5 plants per experimental unit. There was a significant difference by the F test 5% of probability for the interaction for all characteristics, except days for flowering, chlorophyll a, plant height and crown width (Table 1). For the methods, the characteristics chlorophyll a, plant height, canopy width, was considered significant except for days to flowering. For the genotypes, all characteristics were significant. The results obtained by the Scott Knott test 5% probability for the AUDPC characteristic method I was more efficient in the pathogen inoculation responses, in which the UFPB 45 genotype was the one that presented the highest mean (92.8), being considered susceptible.

among the other genotypes. On the other hand, the UFPB 134 genotype was the one that presented the lowest average of AUDPC, proving to be resistant. Therefore, one can observe the effectiveness of the inoculation methodology of *Fusarium* sp. by all inoculation methods in *Capsicum annuum* L. where some characteristics were not influenced by pathogen inoculation. Methods I and II are the most efficient and recommended for inoculation of the pathogen. Considering that the pathogen is easily disseminated by plant debris and soil, and its difficult control, the use of resistant genotypes provides a better viable alternative to produce pepper plants, however the UFPBFL01 and 132 genotypes proved to be resistant and should be selected for subsequent study of resistance. The spaghetti genotypes, 137, 349, 134 and UFPBFL01, should be selected for studies in ornamental use.

Keywords: pepper, selection, diversity.

CAP-III Caracterização morfoagronômica e avaliação de resistência á fusariose

RESUMO

As pimentas são originárias das Américas e teve sua expansão para outras regiões do mundo a partir do século XVI, entre as populações europeias e os povos indígenas. As espécies de *C. annuum* apresentam grande versatilidade de uso, tanto na alimentação quanto na medicina, com a identificação de compostos químicos, como a capsaicina. A produção de pimenta é importante para o agronegócio em todo o mundo, pois esse mercado estimula a agricultura familiar e aumenta a geração de empregos e renda. Todavia, um dos principais fatores limitantes à produção da cultura é a ocorrência de doenças. Com base nessas informações, o objetivo desse trabalho foi selecionar os genótipos mais resistentes de *Capsicum annuum* associados a diferentes métodos de inoculação do *Fusarium sp.* e sua influencia sobre características morfoagronômicas. O estudo foi realizado em casa de vegetação com condições controladas, no campo experimental da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) – Campus II. Foram utilizados 10 genótipos selecionados do Banco Ativo de Germoplasma (BAG). Foram utilizados quatro métodos de inoculação utilizando a concentração de 1×10^5 conídios/ mL de suspensão do fungo: método I- transplantio para vasos e em seguida inoculação de suspensão dos esporos diretamente no substrato utilizando um becker de 10 mL, método II- corte da raiz (2cm) e imersão das raízes em um becker de 10 mL com suspensão dos esporos do fungo por 25 min, em seguida transplantio para vasos; método III usou-se uma seringa de 10 mL para inocular a suspensão dos esporos na base (colo da planta) e o método IV foi infestado o substrato com a suspensão dos esporos via direta com um becker 10 mL dois dias antes do transplantio para os vasos. sintomas da doença (oito dias após a inoculação) por meio de escala de notas 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. 15 características quantitativas. O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizados (DIC) com 10 tratamentos, 4 métodos, 5 plantas por unidade experimental. Houve diferença significativa pelo teste F 5 % de probabilidade para a interação para todas as características, exceto dias para floração, clorofila a, altura da planta e largura da copa (Tabela 1). Para os métodos, as características clorofila a, altura da planta, largura da copa, foi considerado significativo exceto, dias para floração. Para os genótipos todas as características foram significativas. Os resultados obtidos pelo teste Scott Knott 5 % de probabilidade para a característica AACPD o método I, mostrou-se mais eficiente nas respostas de inoculação do patógeno, em que o genótipo UFPB 45 foi quem apresentou maior

média (92,8), sendo considerado susceptível entre os demais genótipos. Já o genótipo UFPB 134 foi quem apresentou menor média de AACPD, mostrando ser resistente. Portanto, pode-se observar a eficácia da metodologia de inoculação de *Fusarium* sp. por todos os métodos de inoculação em *Capsicum annuum* L. onde algumas características não sofreram influência pela inoculação do patógeno. Sendo os métodos I e II mais eficientes e recomendados para inoculação do patógeno. Tendo em vista que o patógeno é facilmente disseminado por detritos vegetais e solo, e seu difícil controle, a utilização de genótipos resistentes possibilita uma melhor alternativa viável para se produzir pimenteiras, porém os genótipos UFPBFL01 e 132 mostraram-se resistentes e devem ser selecionados para posterior estudo de resistência. Já os genótipos espagueteinho, 137, 349, 134 e UFPBFL01, devem ser selecionados para estudos em uso ornamental.

Palavras-chave: pimenta, seleção, diversidade.

1. INTRODUÇÃO

As pimentas são originárias das Américas e teve sua expansão para outras regiões do mundo a partir do século XVI, entre as populações europeias e os povos indígenas (Rufino & Penteado, 2006). As pimentas são pertencentes à família Solanaceae, atualmente, as espécies de pimentas do gênero *Capsicum* abrangem 35 espécies, com base na classificação taxonômica (Carrizo García *et al.*, 2016), onde apenas cinco são largamente cultivadas e utilizadas pelo homem: *Capsicum annuum*; *C. baccatum*; *C. chinense*; *C. frutescens* e *C. pubescens* (Pickersgill, 1971; Bosland, 1994; Lannes *et al.*, 2007; Pinheiro *et al.*, 2012).

As espécies de *C. annuum* apresentam grande versatilidade de uso, tanto na alimentação quanto na medicina, com a identificação de compostos químicos, como a capsaicina (Perucka e Materska, 2001; Yamamoto e Nawata, 2005). A produção de pimenta é importante para o agronegócio em todo o mundo, pois esse mercado estimula a agricultura familiar e aumenta a geração de empregos e renda (Camara, 2020). Todavia, um dos principais fatores limitantes à produção da cultura é a ocorrência de doenças (Kumar, 2014).

Dentre as doenças que acometem as pimentas do gênero *Capsicum* spp., destacam-se a fusariose causada por *Fusarium* sp (Raghu *et al.*, 2016). Devido ao seu potencial fitopatogênico, o gênero *Fusarium* é considerado um dos mais importante em todo o mundo (Thrane, 2014). A fusariose é ocasionada pela obstrução dos tecidos do xilema, quando o fungo penetra pelas raízes colonizando os vasos, levando então à murcha e, posteriormente, morte da planta (Zhang *et al.*, 2015). Também problemas como tombamento, podridão radicular, floração tardia, secagem de folhas acarretando na redução da produção de pimentas e em outras culturas de importância econômica, como o pimentão e o feijão Tembhurne *et al.* (2017).

A prática de controle mais viável e eficaz é a utilização de cultivares melhoradas geneticamente para resistência (Pereira *et al.*, 2009; Toledo-Souza, *et al.*, 2012). O sucesso de cultivares resistentes, entretanto, depende do conhecimento dos genótipos disponíveis, dos mecanismos genéticos que desencadeiam a resistência e/ou a virulência e agressividade do patógeno (Paula Júnior *et al.*, 2015).

Para tanto o desenvolvimento de cultivares resistentes a doenças é realizado a partir de pesquisas compostas por diferentes etapas e entre essas está a fenotipagem na busca por fontes de resistência, o chamado “screening” (Costa *et al.*, 2017). Nestes estudos, é importante usar métodos de inoculação eficientes e que gerem resultados confiáveis (Costa *et al.*, 2017). Isso permitirá avanço nas ações de pesquisa de caracterização dos Bancos de

Germoplasma de pimenteira, permitindo a identificação de fontes de resistência a fusariose nos genótipos.

Desta forma, o objetivo desse trabalho foi selecionar os genótipos mais resistentes de *Capsicum annuum* associados a diferentes métodos de inoculação do *Fusarium sp.*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

O experimento foi conduzido em casa de vegetação pertencente ao laboratório de biotecnologia vegetal da Universidade Federal da Paraíba, Campus II, Areia, PB. A temperatura interna registrada durante o experimento foi em média de $26 \pm 2^\circ\text{C}$.

2.2 OBTENÇÃO DO MATERIAL VEGETAL

Foram utilizados 10 genótipos de pimenteiras ornamentais *Capsicum annuum*: UFPB 45; UFPB 46, UFPB 137, UFPB 390, UFPB 349, espagueteinho, UFPBFL01, UFPB 356, UFPB 132, UFPB 134, todos estes foram selecionados do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) do laboratório de Biotecnologia vegetal da UFPB. As sementes dos 10 genótipos de pimenteiras foram semeadas duas sementes por célula em bandejas de poliestireno expandido de 200 células, contendo substrato comercial Plantimax®. A emergência das plântulas se deu entre 14 e 21 dias após a semeadura, onde as mudas permaneceram em casa de vegetação até o transplantio.

2.3 OBTENÇÃO DO *Fusarium sp.*

Para obtenção do inóculo, foi retirado folhas de plantas que apresentaram sintomas característicos da presença do patógeno e foram encaminhadas para o laboratório de fitopatologia da Universidade Federal da Paraíba, Campus II, Areia, PB, para o isolamento, confirmação e cultivo do patógeno. Dos sintomas presentes nas plantas, foram retirados pequenos fragmentos (5 mm), desinfestados por meio de lavagens com etanol 70% por trinta segundos, em seguida utilizado hipoclorito de sódio a 1% por três minutos e realizado duplo enxague em água destilada esterilizada (ADE). Os fragmentos foram incubados por sete dias em meio de cultura BDA (200 g batata, 20 g dextrose, 20 g ágar L-1) em temperatura ambiente ($25 \pm 2^\circ\text{C}$) e fotoperíodo de 12 horas. Para identificação e confirmação da presença

de *Fusarium* sp., foi utilizado o microscópio óptico, observando-se estruturas características do patógeno como micélio e conídios.

2.4 INOCULAÇÃO DO PATÓGENO E AVALIAÇÕES

Para a formulação da suspensão de esporos foi utilizada a concentração de 1×10^6 esporos/ mL, seguindo a formula proposta por Alfenas e Mafia (2016). A infestação do substrato (comercial) se deu a partir da adição de 10 mL de suspensão em cada vaso com capacidade de 900 mL. Dois dias após a infestação do substrato foi feito o transplântio das plântulas.

Foram utilizados quatro métodos de inoculação utilizando a concentração de 1×10^6 esporos/ mL de suspensão do fungo: método I- transplântio para vasos e em seguida inoculação de suspensão dos esporos diretamente no substrato utilizando um becker de 10 mL, método II- corte da raiz (2cm) e imersão das raízes em um becker de 10 mL com suspensão dos esporos do fungo por 25 min, em seguida transplântio para vasos; método III usou-se uma seringa de 10 mL para inocular a suspensão dos esporos na base(colo da planta) e o método IV foi infestado o substrato com a suspensão dos esporos via direta com um becker 10 mL dois dias antes do transplântio para os vasos.

Foi realizada a avaliação de severidade a partir do aparecimento dos primeiros sintomas da doença (oito dias após a inoculação) por meio de escala de notas 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; (ANJOS et al., 2018). A nota máxima para AACPD total foi de 180 entre os genótipos, e a nota mínima de 36. E um dos critérios de seleção foi dado pela proximidade das notas de AACPD atribuídas para cada genótipo durante os dias de avaliações, onde próximo de 36 era considerado resistente, 90 considerado tolerante e próximo de 180 susceptível.

A coleta de dados referente a escala de nota da doença foi realizada em intervalos de dois dias. No total as plantas foram avaliadas em 36 dias. Também foram coletadas cinco folhas aleatórias por planta de cada genótipo que demonstravam sintomas característicos da presença do *Fusarium* sp. A identificação e confirmação da etiologia da doença foi realizada seguindo os postulados de Koch.

2.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizados (DIC) em esquema fatorial simples 10 x 4, com 10 genótipos, 4 métodos de inoculação, 5 plantas por

unidade experimental. Ao final das avaliações as notas foram transformadas por índice de McKinney *et al.* (1923). Os dados foram submetidos à 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 (Cruz *et al.*, 2016).

Quanto aos parâmetros genéticos foram mensurados a herdabilidade no sentido amplo (h^2) e a relação entre o coeficiente de variação genético e ambiental (CVg/CVe). As análises foram realizadas com o programa computacional Genes (Cruz *et al.*, 2013).

Foi utilizado o programa Software RStudio Versão 4.2.2 (2022-10-31). para análise dos componentes principais.

O método considerado mais eficiente, quando a maioria dos genótipos demonstravam os sintomas mais precoces.

3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferença significativa pelo teste F a 5 % de probabilidade para a interação para todas as características, exceto dias para floração, clorofila a, altura da planta e largura da copa (Tabela 1). demonstrando a existência de comportamento diferenciado entre as progênies e variabilidade para as características morfoagronômicas. A presença da variabilidade verificada nessas populações favorece o desenvolvimento de novas cultivares de pimenta com potencial ornamental.

O coeficiente de variação (CV) variou de 5,44% para os dias de frutificação a 27,72% para característica clorofila (Tabela 1). Tais valores são considerados baixos e indicam uma maior precisão experimental. Valores tendem a variar de acordo com as características avaliadas, acessos e até mesmo com as espécies (Silva *et al.*, 2015).

Todas as características apresentaram valores elevados de herdabilidade acima de 70% exceto, para o comprimento da folha 52,30% (Tabela 1). Os altos valores de herdabilidade indicam que a variação encontrada para as variáveis em questão são devidas mais à variação genética do que à variação ambiental, tornando possível o ganho genético na seleção (Silva Neto *et al.*, 2014; Pessoa *et al.*, 2018; Fortunato *et al.*, 2019). Valores semelhantes de herdabilidade para características quantitativas também foram encontrados por outros autores trabalhando com *C. annuum* (Nascimento *et al.*, 2012; Fortunato *et al.*, 2019; Rêgo *et al.*, 2022).

Tabela 1. Resumo da análise de variância de descritores quantitativos estudados em pimenteiras ornamentais *Capsicum annuum* L.

QUADRADO MÉDIO																
F.V	GL	AACPD	TF	TFD	TFS	DFLOR	DFRUT	NFP	CLOA	CLOB	AP	LC	DIC	CFO	LF	CR
MÉTODOS(M)	3	513.0**	98454**	7526.7**	65749**	898.54ns	721.34**	2134.5**	199.672**	55.098**	1568.4**	379.7**	0.033**	6.389**	1.880**	29.93**
GENÓTIPOS(G)	9	3592.6**	60097**	5602.1**	30633**	13.95 **	137.62**	170.83**	224.117**	33.365**	63.69**	24.37**	0.015**	44.19**	13.40**	451.2**
MXG	27	148.2 **	3958**	916.8**	4866**	13.27 ns	104.14**	47.83**	29.676ns	12.139**	10.43ns	3.57ns	0.063**	11.76**	3.371**	19.1**
RESÍDUO	160	32.8	1098	317.5	1062	10.89	15.45	22.44	26.455	6.227	7.55	3.14	0.004	3.047	0.376	8.31
CV(%)	-	8,014	10.7	17.17	15.86	11.32	5.44	23.92	15.71	27.72	10.34	13.14	13.73	23.25	26.03	19.18
MÉDIA	-	71,46	309.2	103.77	205.45	29.15	72.255	19.805	32.737	9.003	26.555	13.495	0.471	7.509	2.356	15.027
H ² (%)	-	93,60	98.885	95.781	98.384	98.78	97.858	98.948	86.750	88.697	99.518	99.172	87.563	52.304	79.988	72.243
CVG/CVE	-	0.8556	2.105	1.0655	1.7449	2.018	1.511	2.169	0.572	0.626	3.216	2.447	0.593	0.2342	0.4471	0.3607

*= Significativo e ns = Não significativo a 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. AACPD = curva de progressão da doença; TF = total de folhas; TFD = total de folhas doentes; TFS = total de folhas sadias;DFLOR = dias para floração; DFRU= dias para frutificação;NFP = número de frutos por planta;CLOA= clorofila a; CLOB= clorofila b; AP= altura da planta; DC= diâmetro da copa; DIC= diâmetro do caule; CFO= comprimento da folha; LF= largura da folha; CR= comprimento da raiz.

De acordo com os resultados obtidos pelo teste Scott Knott 5 % de probabilidade para a característica AACPD o método I, mostrou-se mais eficiente nas respostas de inoculação do patógeno, em que o genótipo UFPB 45 foi quem apresentou maior média (92,8), sendo considerado susceptível entre os demais genótipos. Já o genótipo UFPB 134 e UFPBFL01 foram quem apresentou menor média de AACPD, mostrando serem resistentes. Para avaliação do número total de folhas, os genótipos UFPB 390 e UFPB 46 mostraram maior e menor quantidade de folhas, respectivamente. (Tabela 2).

Os genótipos UFPB 45 e UFPB 390 apresentaram maior quantidade de folhas doentes. O genótipo UFPB 46 apresentou menor quantidade de folhas doentes. (Tabela 2). Sendo interesse genótipos livre de doenças, sendo o genótipo UFPB 46, sendo selecionado para esta característica. Para para o caractere numero total de folhas sadias, o genótipo UFPBFL01 sobressaiu aos demais por apresentaram maior quantidade de folhas sadias. Características relacionadas a quantidade de folhas e sanidade das mesmas, são caracteres de importancia na escola de uma planta de boa arquitetura e saudável.

A variedade comercial espagueteinho foi mais precoce para o caractere dias para frutificação, já o genótipo UFPB 46 apresentou-se mais tardio (Tabela 2). Essa característica está ligada com a precocidade da planta, ou seja, quanto mais a planta frutifica em menos tempo, maior sua aceitação entre os produtores (Anjos *et al.*, 2018). Porém a variedade espagueteinho deve ser selecionada para esta característica.

A característica número de frutos por planta, tendo o genótipo UFPB 390 como o que mais produziu frutos por planta e o genótipo UFPB 46 o que menos produziu (Tabela 2). Em plantas ornamentais é importante considerar aquelas que tenham a capacidade de produzir mais frutos, porém com menores dimensões, para que possa manter uma boa relação com a arquitetura da planta. Conforme explanado por Rêgo *et al.* (2011b), a maior produção de frutos, propicia a formação de frutos menores, havendo uma correlação negativa com medidas de peso e comprimento do fruto.

Para a variável clorofila b, os genótipos UFPB 45, UFPB 132, UFPB 134, UFPB 356 e UFPB 137 foram os que apresentaram as menores taxas de clorofila b, e os genótipos UFPBFL01, espagueteinho, UFPB 349 e UFPB 46 os genótipos que apresentaram maiores valores de clorofila b (Tabela 2).

Os carotenoides, bem como a clorofila b, são pigmentos acessórios, tendo como principal função a de antioxidante, protegendo de danos fotooxidativos as moléculas de clorofila, pois, quando existe um excesso de energia no interior da célula, esta é dispersa na forma de calor pelos carotenoides (Raven *et al.*, 2007).

Diâmetro do caule é uma característica importante para seleção de genótipos, uma vez que este deve suportar o peso da planta e dos frutos (Ferreira *et al.*, 2015, Pessoa *et al.*, 2018, Costa *et al.*, 2020). Os genótipos UFPB 349, espagueteinho, UFPBFL01, UFPB 137 e UFPB 134 apresentaram maiores valores, devendo ser selecionados para esta característica (tabela 2).

Para o comprimento das folhas os genótipos UFPB 349 maior valor e UFPB 46, apresentaram o menor para esta característica. Também para o caractere largura folha, os genótipos UFPB 356, UFPB 134 os menores valores para largura de folha (Tabela 2). Plantas com folhas mais curtas apresentam grande potencial em programas de melhoramento de pimentas ornamentais (Nascimento *et al.*, 2012b, Rêgo & Rêgo, 2016; Pessoa *et al.*, 2018, Costa *et al.*, 2020), além de maior facilidade de adaptação aos vasos, sendo bem mais atrativo aos consumidores.

Para a característica comprimento da raiz, o genótipo espagueteinho e UFPB 134 apresentaram maiores valores de comprimento de raiz, e, o genótipo UFPB 45 apresentou menor comprimento da raiz (Tabela 2). Sendo o genótipo UFPB 45 não sendo indicado para seleção desta característica, pois plantas com problemas de crescimento de raiz, se deve ao fato da mesma estar com problemas fisiológicos ou ataque de algum patógeno ou inseto que impeça seu desenvolvimento.

Tabela 2. Desdobramento da interação dos componentes das médias dos genótipos para caracteres quantitativos de pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum* L)

GENÓTIPOS	AACPD				TF				TFD				TFS			
	MET1	MET2	MET3	MET4	MET1	MET2	MET3	MET4	MET1	MET2	MET3	MET4	MET1	MET2	MET3	MET4
UFPB 45	92.8Aa	88.2Aa	86.2Aa	61.8 Bb	257.6Bc	319.6Ab	306.6Ab	312.4Aa	128.4Aa	136.6Aa	111.2Ab	135.8Aa	129.2 Bd	183.0 Ac	195.4Ac	176.6Ab
UFPB 46	89.0Aa	83.4Aa	67.8Bb	67.4 Ba	126.2Ad	133.6Ab	130.2Ac	132.4Ac	69.4Ac	77.0Ab	67.8Ad	62.6Ad	56.80Ae	56.6 Ad	62.4 Ad	69.8 Ac
UFPB 349	82.0Ab	81.2Aa	68.0 Bb	66.0 Ba	246.4Ac	283.8Ab	294.2Ab	258.4Ab	69.2Bc	99.0Ab	110.8Ab	82.8Bc	177.2 Ac	184.8 Ac	183.4 Ac	175.6Ab
ESPAGUETINHO	70.2Ac	75.8Ab	70.6Ab	57.6 Bb	307.0Ab	325.8Aa	293.4Ab	286.2Ab	66.6Bc	113.4Aa	113.8Ab	69.0Bd	240.4 Ab	212.4 Ac	179.6 Bc	217.2Aa
UFPBFL01	80.8Ab	73.4 Bb	57.8 Cc	57.0Cb	357.2Aa	383.2Aa	378.6Aa	286.8Bb	79.6Bc	125.2Aa	105.0Ab	103.2Ab	277.6Aa	258.0 Ab	273.6 Aa	183.6Bb
UFPB 137	72.4 Ac	74.4Ab	69.4Ab	65.8Aa	284.8Cb	415.6Aa	356.2Ba	296.4Cb	77.8Bc	126.2Aa	128.6Aa	108.8Ab	207.0Bc	289.4Aa	227.6Bb	187.6Bb
UFPB 390	81.8Ab	77.6 Ab	57.6 Cc	68.2Ba	347.4Ba	399.8Aa	403.2Aa	340.6Ba	128.8Aa	142.6Aa	143.6Aa	124.0Aa	218.6Bc	257.2Ab	259.6Aa	216.6Ba
UFPB 356	79.4Ab	75.4 Ab	62.2 Bc	60.0 Bb	276.2Cb	400.6Aa	330.0Bb	266.8Cb	93.2Ab	90.2Ab	91.6Ac	91.00Ac	183.0Cc	310.4Aa	238.4 Bb	175.8Cb
UFPB 134	78.4 Ab	68.6 Bc	70.8Bb	58.6 Cb	303.0Cb	419.6Aa	373.0Ba	305.6Ca	97.8Bb	132.4Aa	131.0Aa	93.6 Bc	205.2Bc	287.2Aa	242.0 Bb	212.0Ba
UFPB 132	79.4 Ab	65.8 Bc	54.2 Cc	61.4 Bb	347.6Ba	431.8Aa	369.6Ba	281.4Cb	115.8Aa	113.6Aa	90.6Ac	103.2Ab	231.8Bb	318.2Aa	279.0Aa	178.2Cb

Continuação

	DFRU				NFP				CLOB				DIC			
GENÓTIPOS	MET 1	MET 2	MET3	MET 4	MET 1	MET 2	MET3	MET 4	MET1	MET 2	MET3	MET 4	MET 1	MET 2	MET3	MET 4
UFPB 45	76.8Ab	77.8 Aa	81.8 Ab	76.6 Ab	13.6 Ae	14.2 Ac	12.6Ac	15.4 Ad	9.78 Ab	7.74 Ab	5.9 Ab	6.70 Ab	0.474 Ab	0.544 Ab	0.464 Ab	0.47 Ab
UFPB 46	85.2 Aa	81.4 Aa	86.4 Aa	82.2 Aa	5.4 Af	3.0 Ad	5.4 Ad	3.8 Ae	10.06Ab	10.82 Aa	12.04 Aa	12.08Aa	0.648 Aa	0.634 Aa	0.594 Aa	0.318Bc
UFPB 349	73.0 Ac	64.2 Bd	71.0 Ac	62.0 Be	8.8 Af	8.6 Ad	9.6 Ad	8.6 Ae	9.14 Ab	9.84 Aa	9.50 Aa	11.82Aa	0.424 Ab	0.462 Ac	0.45 Ab	0.39Ac
ESPAGUETINHO	50.2Dd	64.4 Bd	73.2 Ac	58.0 Ce	30.6 Ac	26.4 Ab	26.4 Ab	22.0 Ac	13.08 Aa	12.36 Aa	9.94 Ba	8.36 Bb	0.472 Ab	0.50 Ac	0.476 Ab	0.46 Ab
UFPBFL01	71.6 Ac	71.6 Ab	70.8 Ac	67.6 Ad	20.0 Ad	16.4 Ac	13.8 Ac	13.2 Ad	14.54 Aa	10.14 Ba	7.26 Bb	12.14Aa	0.424 Ab	0.42 Ac	0.430 Ab	0.39Ac
UFPB 137	77.0 Ab	75.0 Ab	69.2 Bc	72.4 Bc	17.6 Bd	12.8 Bc	15.2 Bc	22.2 Ac	8.26 Ab	5.64 Bb	6.3 Bb	9.38 Ab	0.444 Ab	0.484 Ac	0.476 Ab	0.43 Ab
UFPB 390	71.4 Ac	69.6 Ac	71.0 Ac	72.0 Ac	43.0 Aa	36.82Ba	43.6 Aa	37.8 Ba	8.02 Ab	9.34 Aa	7.12 Ab	9.28 Ab	0.428 Bb	0.464 Bc	0.562 Aa	0.54 Aa
UFPB 356	69.6 Bc	74.6 Ab	73.2 Ac	68.8 Bd	36.4 Ab	22.8 Bb	23.8 Bb	24.4 Bc	10.68 Ab	7.02 Bb	6.340 Bb	7.86 Bb	0.526 Ab	0.496 Ac	0.56 Aa	0.44 Bb
UFPB 134	73.2 Bc	61.8 Cd	69.6 Bc	77.0 Ab	22.2 Ad	20.8 Ab	16.62Ac	16.2 Ad	9.52 Ab	8.52 Ab	7.56 Ab	8.44 Ab	0.392 Bb	0.488 Ac	0.464 Ab	0.36 Bc
UFPB 132	72.4 Bc	72.4 Bb	80.4 Ab	73.8 Bc	27.8 Ac	24.6 Bb	20.2 Bb	29.6 Ab	6.26 Ab	7.42 Ab	7.72 Ab	6.2 Ab	0.472 Ab	0.444 Ac	0.518 Aa	0.412Ac

Continuação

GENÓTIPOS	CFO				LF				CR			
	MET 1	MET 2	MET 3	MET 4	MET 1	MET 2	MET 3	MET 4	MET 1	MET 2	MET 3	MET 4
UFPB 45	0.474 Ab	0.544 Ab	0.464 Ab	0.47 Ab	6.852 Ac	8.162 Aa	8.248Ab	7.122Aa	4.08 Aa	2.48 Bb	2.328Bc	15.40Aa
UFPB 46	0.648 Aa	0.634 Aa	0.594 Aa	0.318Bc	11.86 Aa	10.04 Aa	8.51 Bb	5.756 Ca	3.206Ab	3.584Aa	2.354Bc	16.00Aa
UFPB 349	0.424 Ab	0.462 Ac	0.45 Ab	0.39Ac	9.384Ab	6.94 Bb	6.57 Bb	5.912 Ba	2.22 Ac	2.82 Aa	1.92 Bc	18.34Aa
ESPAGUETINHO	0.472 Ab	0.50 Ac	0.476 Ab	0.46 Ab	6.124 Bc	6.78 Bb	9.064Ab	7.164 Ba	1.864Bc	2.116Bb	3.388Ab	14.70Ba
UFPBFL01	0.424 Ab	0.42 Ac	0.430 Ab	0.39Ac	5.93 Bc	6.144 Bb	11.51 Aa	5.714 Ba	1.98 Bc	1.72 Bb	5.16 Aa	16.20Aa
UFPB 137	0.444 Ab	0.484 Ac	0.476 Ab	0.43 Ab	6.58 Bc	5.836 Bb	11.70 Aa	5.864 Ba	1.99 Bc	1.71 Bb	5.07 Aa	16.80Aa
UFPB 390	0.428 Bb	0.464 Bc	0.562 Aa	0.54 Aa	6.96 Bc	6.704 Bb	9.60 Aa	6.93 Ba	1.98 Bc	1.86 Bb	3.51 Ab	13.80Ca
UFPB 356	0.526 Ab	0.496 Ac	0.56 Aa	0.44 Bb	7.714 Ac	6.002 Bb	7.608Ab	6.848Aa	1.89 Ac	2.01 Ab	2.54 Ac	14.40Ba
UFPB 134	0.392 Bb	0.488 Ac	0.464 Ab	0.36 Bc	7.684 Ac	6.858Ab	7.928Ab	6.606Aa	1.95 Ac	1.86 Ab	2.31 Ac	14.30Ba
UFPB 132	0.472 Ab	0.444 Ac	0.518 Aa	0.412Ac	6.918 Ac	7.692Ab	6.898Ab	7.626Aa	2.19 Ac	2.27 Ab	1.86 Ac	17.40Aa.

AACPD = curva de progressão da doença; TF = total de folhas; TFD = total de folhas doentes; TFS = total de folhas sadias;DFLOR = dias para floração; DFRU= dias para frutificação;NFP = número de frutos por planta;CLOA= clorofila a; CLOB= clorofila b; AP= altura da planta; DC= diâmetro da copa; DIC= diâmetro do caule; CFO= compimento da folha; LF= lagura da folha; CR= comprimento da raiz

Os genótipos UFPB-349, espaguetinho e UFPB-FL01, apresentaram médias com valores de 23,55, 23,95 e 24,05 respectivamente para dias de floração, com floração mais precoce que os demais genótipos (Tabela 3). Esses genótipos são de interesse quando se trata de selecionar plantas precoces. Importância da seleção para precocidade em pimentas ornamentais foi relatada por Rêgo *et al.* (2012b) e também por Pessoa *et al.* (2016) trabalhou com herança de características florais em pimenta ornamental. Portanto esses genótipos devem ser selecionados para esta característica.

A ausência de clorofila a ou taxas baixas determina a alimentação elaborado a partir do meio obrigando fungos a estabelecerem associações com organismos autotróficos e com heterotróficos (Menezes & Oliveira, 1993). a natureza dessa conexão é diversas e exige vários graus de interdependência nutricional (Petrini *et al.* 1986). Porém os genótipos UFPB 46, UFPB 349, espaguetinho e UFPBFL01 apresentaram maior média para a característica clorofila a (Tabela 3). Assim estes genótipos, são selecionados para este caractere.

A variedade comercial espaguetinho apresentou menores valores para altura da planta e diâmetro da copa com médias variando de 14,55 e 7,65 respectivamente (Tabela 3). O genótipo UFPB 46 foi quem apresentou médias mais altas 45.15. Plantas de porte alto não são indicadas para o melhoramento de pimentas ornamentais, podendo ser usados em paisagismo ou para cultivo em jardins (Barbosa *et al.*, 2003; Neitzke *et al.*, 2010). Portanto, os genótipos espaguetinho, UFPBFL01, UFPB 134 e UFPB 137 apresentaram plantas com porte baixo aliando a uma copa com 1,2 vezes o tamanho do vaso. A seleção de genótipos com tais características é recomendada para utilização no melhoramento de pimenteira com finalidade ornamental (Sudré *et al.*, 2005; Büttow *et al.*, 2010; Barroso *et al.*, 2012; Rêgo *et al.*, 2016), sendo atrativas para o consumidor no momento da compra.

Tabela 3. Tabela de média dos genótipos de pimenteiras do gênero *Capsicum*

GENÓTIPO	DFLOR	CLOA	AP	DC
UFPB 45	28.8 c	29.90 b	35.65 b	17.82 b
UFPB 46	45.9 a	35.83 a	45.15 a	22.75 a
UFPB 349	23.5 e	35.94 a	23.75 f	12.15 e
ESPAGUETINHO	22.9 e	35.45 a	14.55 i	7.625 g
UFPBFL01	24.0 e	36.80 a	19.85 h	9.925 f
UFPB 137	27.9 c	30.13 b	22.45 g	11.20 f
UFPB 390	30.6 b	32.46 b	25.6 e	13.10 e
UFPB 356	32.5 b	31.29 b	28.35 d	14.15d
UFPB 134	25.8 d	32.17 b	19.85 h	10.72 f
UFPB 132	29.4 c	27.37 c	30.35 c	15.47 c

Médias seguidas das mesmas letras na vertical não diferem pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$). DFLOR= dias para floração; CLOA= clorofila a; AP= altura da planta; DC= diâmetro da copa.

Na tabela 4 observa-se a influência dos métodos de inoculação nos parâmetros morfológicos. Onde se vê a diferença significativa dos métodos dentro de cada variável analisada.

Para o caractere clorofila a os métodos I, II e III de inoculação não diferiram estatisticamente, sendo estes promissores em obter respostas de inoculação do patógeno para a característica avaliada. Já o método IV mostrou-se menos eficiente quando relaciona esta característica. A interação do patógeno e o hospedeiro pode ser ocasionada por diversos fatores, como fisiológicos e exercendo ou não influencia não só para pimenteiras mas também para outras espécies, de modo que, cada genótipo se comportará de maneira diferenciada em relação ao ambiente (Cruz *et al.*, 2004).

Para altura da planta os valores variaram de 25,05cm à 27,6cm, sendo os métodos de inoculação I e IV propiciaram maiores intensidades em relação aos demais (Tabela 4). A identificação de pimenteiras melhoradas com baixa estatura é importante, uma vez que a

resistência à doença, associada ao porte baixo pode trazer maior retorno econômico para o agricultor que trabalha com comércio de ornamentais.

Para o diâmetro da copa os métodos I, II e III também não diferiram estatisticamente, sendo o método IV onde os genótipos apresentaram menores médias. Portanto, a altura da planta, o diâmetro da copa deve manter uma harmonia com o vaso. Sendo recomendadas plantas que apresentem diâmetro de 1,5 a 2 vezes o diâmetro do vaso (Nascimento *et al.*, 2012; Barroso *et al.*, 2012; Veiling, 2016; Pessoa *et al.*, 2018). Entretanto, as características de cada genótipo devem ser levadas em conta, pois alguns podem não apresentar este padrão para o dossel (João Neto *et al.*, 2018).

Tabela 4. Tabela de média dos métodos de pimenteiros ornamentais do gênero *Capsicum*

MÉTODOS	CLOA	AP	DC
MÉTODO I	31.488 b	26.06 b	13.45 a
MÉTODO II	31.802 b	27.60 a	14.15 a
MÉTODO III	31.752 b	27.36 a	13.84 a
MÉTODO IV	35.906 a	25.20 b	12.54 b

Médias seguidas das mesmas letras na vertical não diferem pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$). CLOA= clorofila a; AP= altura da planta; DC= diâmetro da copa.

Desta forma os genótipos mostram respostas de maneira diferente pelos os métodos de inoculação quanto as variáveis analisadas, fato este que ocorre devido a características hereditária de cada genótipo, um em relação ao outro.

Análise de Componentes Principais

Dentre os quatro métodos empregados na inoculação do patógeno, os métodos que explicaram melhor os dados foram, em ordem, os métodos II e I, restando mais de 70% da variância acumulada nos dois primeiros componentes principais (figura 1) ou seja, em trabalhos realizados em estufa agrícola, a inoculação do patógeno é mais eficiente quando faz-se um corte a 2cm da extremidade da raiz da planta e submete-as a solução de isolados do patógeno por 25 minutos antes do transplante (Método II), ou quando a inoculação do patógeno é realizada logo após o transplante (Método I). Os métodos III e IV foram menos eficientes, com variância acumulada inferior a 70% nos dois primeiros componentes principais (Tabela 5).

Embora os quatro métodos tenham se mostrado eficientes na inoculação do patógeno, Cruz e Regazzi (1997), recomendam o uso da análise componentes principais (ACP), quando os dois primeiros componentes explicam pelos menos 80% da variação total e, afirmam ainda, que quando este limite não é atingido nos dois primeiros componentes, a análise é complementada com a dispersão gráfica em relação ao terceiro componente.

O método II, foi o que explicou melhor os dados, retendo 74,53% da variância acumulada nos dois primeiros componentes principais (Fig. 1B). O componente principal-1 (CP1) explicou 54,8% desta variação e mostrou maior correlação positiva com as variáveis largura de folha (LF) e comprimento de folha (CFO) e correlação negativa com as variáveis número total de folhas (TF) e número de folhas sadias (FS). É importante salientar que as variáveis LF e CFO estão negativamente correlacionadas com TF e FS (Fig.1B).

Os genótipos UFPB-132 e UFPB-FL01, mostraram-se resistentes ao patógeno e estão associados aos dois componentes principais nas mesmas proporções. Estes genótipos se destacaram por apresentarem maiores números de folhas sadias (FS) e maiores números totais de folhas (TF), quando infectados pelo MET-II (Fig. 1B). Este método também foi eficiente em discriminar os genótipos resistentes (UFPB-FL01 e UFPB-132) e tolerantes (cv. ‘Espagueteinho’, UFPB-137, UFPB-356, UFPB-134, UFPB-390) daqueles susceptíveis ao patógeno (UFPB-45, UFPB-46 e UFPB-349).

Por outro lado, o componente principal-2 (CP2) explicou apenas 19,8% da variação total dos dados e está negativamente correlacionado com clorofila B e A, enquanto que dias para frutificação (FRUT) e altura da planta (AP), estão positivamente correlacionadas a CP2. Clorofila B e A são negativamente correlacionadas com FRUT e AP. Estas características associadas ao CP2 estão correlacionadas com genótipos susceptíveis ao patógeno (UFPB-45, UFPB-46 e UFPB-349)(Fig. 1B).

Quando submetidos a infecção pelo patógeno usando o MET-I, os genótipos comportaram-se de forma similar aquele do MET-II. As variáveis que mais contribuíram para CP1 foram FS e FT, que também estão correlacionadas negativamente com este componente, enquanto que largura da copa (LC) e altura da planta (AP) estão correlacionadas positivamente com CP1. As variáveis FS e FT estão correlacionadas negativamente com LC e AP. Aqui há uma diferença em relação a associação dos genótipos resistentes (UFPB-132 e

UFPB-FL01) com CP1 e CP2. Enquanto o genótipo UFPB-FL01 apresenta uma perfeita associação com CP1 e CP2, o genótipo UFPB-132 está mais associado ao CP2, que explica apenas 19,5% da variância acumulada. Contudo, este método também foi eficiente em discriminar os genótipos resistentes, tolerantes daqueles que são susceptíveis, enquanto os métodos III e IV (Figs. 1C e 1D) não o foram, pois não separam os genótipos susceptíveis dos resistentes ou tolerantes ao patógeno e, por isso, não recomendamos seu uso em estudos futuros.

Tabela 5. Autovalores, variância, porcentagem da variância e variância acumulada (%) em cada um dos nove componentes principais em relação aos quatro métodos de inoculação de *Fusarium* spp.

Método I ^a									
Autovalores	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6	CP7	CP8	CP9
Variância	7,72	2,93	2,06	1,10	0,54	0,33	0,21	0,08	0,01
Variância (%)	51,48	19,54	3,74	7,35	3,61	2,20	1,41	0,52	0,12
Variância acumulada(%)	51,48	71,02	84,77	92,12	95,74	97,93	99,35	99,88	100,0
Método II ^b									
Variância	8,21	2,97	1,48	0,85	0,53	0,41	0,33	0,16	0,05
Variância (%)	54,75	19,79	9,85	5,68	3,53	2,73	2,20	1,08	0,38
Variância acumulada(%)	54,75	74,53	84,40	90,07	93,60	96,33	98,53	99,62	100,0
Método III ^c									
Variância	6,74	2,73	1,87	1,60	0,97	0,69	0,21	0,13	0,07
Variância (%)	44,96	18,20	12,43	10,72	6,43	4,49	4,40	0,88	0,50
Variância acumulada(%)	44,96	63,15	75,59	86,30	92,74	97,22	98,62	99,50	100,0
Método IV ^d									
Variância	6,38	4,10	1,63	1,04	0,89	0,41	0,34	0,19	0,02
Variância (%)	42,55	27,36	10,87	6,93	5,90	2,76	2,24	1,27	0,12
Variância acumulada(%)	42,55	69,91	80,77	87,71	93,61	96,37	98,61	99,88	100,0

^aImediatamente pós o transplantio das mudas dos 10 genótipos de *C. annuum* L. o solo foi infestado com solução de esporos de *Fusarium* spp. ^bMétodo II. Corta-se a raiz 2 cm a partir da extremidade e submete as plantas na solução de esporos de *Fusarium* spp. por 25 minutos antes do transplantio dos 10 genótipos de *C. annuum* L.

^cRaspa o colo das plantas e injeta a solução de esporos de *Fusarium* spp. antes do transplantio das mudas dos 10 genótipos de *C. annuum* L. ^dDois dias após infestar o solo com solução de esporos de *Fusarium* spp. realizou-se o transplantio das mudas dos 10 genótipos de *C. annuum* L.

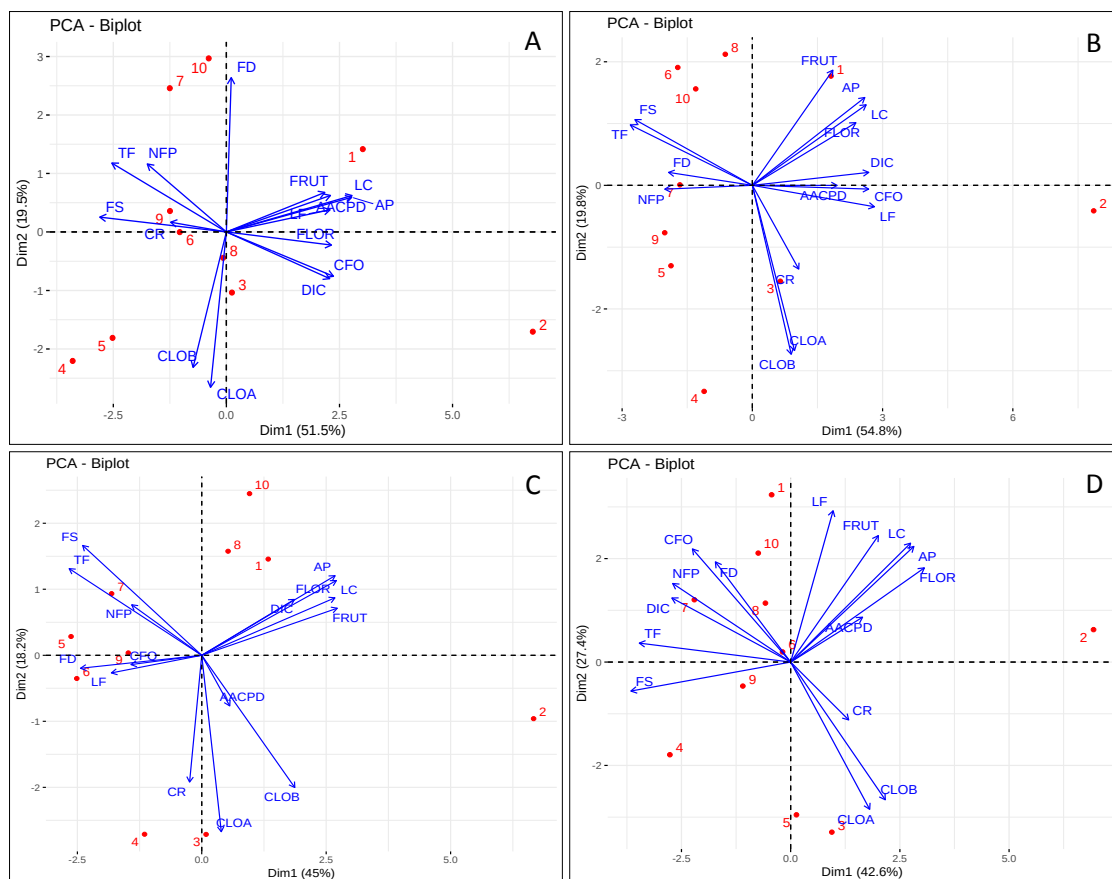


Figura 1. Biplot da análise de componentes principais (ACP) evidenciando o comportamento dos genótipos e das variáveis em função dos quatro diferentes métodos de inoculação de *Fusarium* spp. (A, B, C e D) usado neste estudo. A. Método-I, no ato do transplantio o solo foi infestado com o fungo. B. Método-II, cortou a raiz 2,0 cm a partir da extremidade, imergiu as raízes em solução com esporos do fungo por 25 min antes do transplantio. C. Método-III, raspou o colo da planta e injetou a solução de esporos do fungo com auxílio de seringa antes do transplantio. D. Método-IV, similar ao método-I, exceto pelo fato de o transplantio ter sido realizado dois dias após a infestação do solo. AACPD, área abaixo da curva da progressão da doença. As variáveis avaliadas foram: AP, altura da planta. CFO, comprimento da folha. CLOA e CLOB, clorofilas A e B, respectivamente. CR, comprimento da raiz. DIC, diâmetro do caule. FD, número de folhas doentes. FLOR, número de dias para o florescimento. FRUT, número de dias para frutificação. FS, número de folhas saudáveis. LC, largura da copa. LF, largura da folha. NFP, número de frutos por planta. TF, número total de folhas. Os números em vermelho representam os genótipos: 1. UFPB-45; 2. UFPB-46; 3. UFPB-349; 4. Cultivar ‘Espaguetinho’; 5. UFPB-FL01; 6. UFPB-137; 7. UFPB-390; 8. UFPB-356; 9. UFPB-134; 10. UFPB-132.

Castro (2014) também avaliou três dos quatro métodos utilizados neste estudo e reportou que o método de inoculação radicular (MET-II), foi o que primeiro apresentou os sintomas quando inoculado com isolado de *Fusarium* spp., uma clorose surge 8 dias após a inoculação, seguida de murcha aos 11 dias e, por fim, a morte das plantas. Segundo este mesmo autor, o método menos eficiente foi o MET-3, pois os sintomas só surgiram 30 dias após a inoculação, e não foram de forma não homogênea. Este autor atribui maior eficiência

do MET-II a interação direta entre o patógeno e a raiz da planta, quando esta é cortada e imersa na solução de isolado do fungo.

Com base nessas análises foi possível verificar a existência de divergência genética entre as progênes bem como a possibilidade de ganhos genéticos em seleções posteriores (PESSOA et al., 2019). Esses resultados permitem selecionar famílias contrastantes para avançar gerações e dar continuidade ao programa de melhoramento de pimentas ornamentais.

4. CONCLUSÕES

Os métodos I e II mais eficientes e recomendados para inoculação de *Fusarium sp.* em *C. annuum* L

Os genótipos UFPBFL01 e UFPB132 mostraram-se resistentes e devem ser selecionados para posterior estudo de resistência.

Já os genótipos espagueteinho, 137, 349, 134 e UFPBFL01, devem ser selecionados para estudos em uso ornamental por apresentarem características morfoagronômicas de interesse.

5. REFERÊNCIAS

ANJOS, I. V. Reação de acessos de *Capsicum* spp. ao fungo *Fusarium solani*. *Summa Phytopathologica*, v. 44, p. 344-349, 2018.

BARROSO, P. A. et al. Analysis of segregating generation for components of seedling and plant height of pepper (*Capsicum annuum* L.) for medicinal and ornamental purposes. *Acta Horticulturae*, v. 953, p. 269-275, 2012.

BOSLAND, P. W. Breeding for quality *Capsicum*. *Capsicum and Eggplant Newsletter*, v. 12, p. 25-31, 1993.

CAMARA, S. J. Engineering cayenne pepper extract as alternative biostain in microscopy. *International Journal of Scientific & Technology Research*, v. 9, p. 3210-3212, 2020.

CARMO, M. G. F.; ZERBINE JUNIOR, F. M.; MAFIA, L. A. Principais doenças da cultura da pimenta. *Informe Agropecuário-EPAMIG*, Belo Horizonte, v. 27, n. 235, p. 87-98, 2006.

CASTRO, D. C. C. Búsqueda de resistencia a la pudrición causada por *Fusarium* spp. en *Capsicum*. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidad Nacional De Colombia, Colômbia, 2014.

COSTA, et al. Métodos de inoculação, avaliação e resistência a fusariose e caracterização morfoagronômica de genótipos de melancia. 1. ed. Petrolina: Univale, 2017. 91 p.

CRUZ, et al. Influência da poda de formação sobre o ciclo fenológico de pimenteiras em vaso. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, v. 7, n. 2, p. 60-65, 2017.

FERRAZ, R. M. et al. Caracterização morfoagronômica preliminar de acessos de pimentas cumari. *Horticultura Brasileira*, v. 34, p. 498-506, 2016.

FINGER, F. L. et al. Produção e potencial de mercado para pimenta ornamental. *Informe Agropecuário*, v. 33, p. 14-20, 2012.

FINGER, F. L. et al. Inhibition of ethylene response by 1-methylcyclopropene in potted ornamental pepper. *Ciência Rural*, v. 45, p. 964-969, 2015.

FORTUNATO, F. L. G. et al. Genetic for phenotypic variability in a segregating generation of ornamental peppers. *Acta Communicata Scientiae*, v. 10, p. 364-375, 2019.

JOAO NETO, J. S. Inter-relações morfológicas induzidas por paclobutrazol em *Capsicum* spp. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, 2018.

NEITZKE, R. S. et al. Dissimilaridade genética entre acessos de pimenta com potencial ornamental. *Horticultura Brasileira*, v. 28, n. 4, p. 47-53, 2010.

PAULINO, J. B. et al. Nematoides em pimentas do gênero *Capsicum*. Circular Técnica n. 104, Embrapa, Brasília, DF, 2012.

RÊGO, E. R. et al. Genética para variabilidade fenotípica em uma geração segregante de pimenta ornamental. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, v. 19, p. 253-261, 2019.

RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M. Methodological basis and advances for ornamental pepper breeding program in Brazil. *Acta Horticulturae*, v. 1087, p. 309-314, 2015.

RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M. Ornamental Pepper. In: *Ornamental Crops*. Switzerland: Springer International Publishing Switzerland, 2018. p. 529-565.

SHANER, G.; FINNEY, R. E. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in knox wheat. *Phytopathology*, v. 67, n. 8, p. 1051-1056, 1977.

TEMBHURNE, B. V. et al. Molecular Characterization and Screening for *Fusarium* (*Fusarium solani*) Resistance in Chilli (*Capsicum annuum* L.) Genotypes. *International Journal of Current Microbiology and Applied Science*, v. 6, n. 9, p. 1585-1597, 2017.