



BRUNO ARCANJO SILVA

**RESISTÊNCIA GENÉTICA E SILÍCIO NO CONTROLE DA
PODRIDÃO DO COLO EM *Capsicum* spp.**

**TERESINA – PI
2020**

BRUNO ARCANJO SILVA

**RESISTÊNCIA GENÉTICA E SILÍCIO NO CONTROLE DA PODRIDÃO DO COLO EM
*Capsicum spp.***

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Piauí, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Agricultura Tropical, para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientador

Prof. Dr. José Evando Aguiar Beserra Júnior

**Teresina – PI
2020**

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Comunitária Jornalista Carlos Castello Branco
Divisão de Processos Técnicos

S586r Silva, Bruno Arcanjo.
Resistência genética e silício no controle da podridão do colo em *Capsicum spp.* / Bruno Arcanjo Silva. – 2020.
61 p.
Dissertação (Mestrado) – Pós-Graduação em Agronomia - Agricultura Tropical, Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2020.
“Orientação: Prof. Dr. José Evando Aguiar Beserra Júnior”.

1. *Capsicum*. 2. Controle genético. 3. *Sclerotium delphinii*. 4. Silicato de sódio. I. Título.

CDD 616.96

BRUNO ARCANJO SILVA

**RESISTÊNCIA GENÉTICA E SILÍCIO NO CONTROLE DA PODRIDÃO DO
COLO EM *Capsicum* spp.**

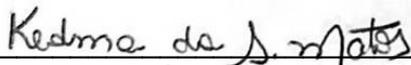
Dissertação apresentada à Universidade Federal do Piauí, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia-Agricultura Tropical, para obtenção do título de Mestre em Ciências.

APROVADA em 26 de agosto de 2020

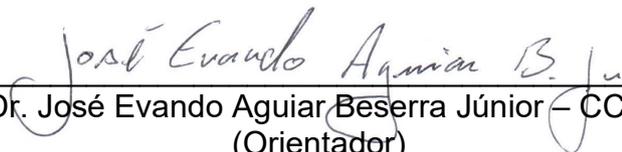
Comissão Julgadora:



Prof. Dr. Sami Jorge Michereff – UFCA



Profa. Dra. Kedma da Silva Matos – UFRR



Prof. Dr. José Evando Aguiar Beserra Júnior – CCA/UFPI
(Orientador)

TERESINA-PI

2020

***Aos meus pais Manoel Antonio da Silva
(in memoriam) e Maria do Rosário
Arcanjo Silva.***

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por abençoar minha caminhada para que eu chegasse até aqui, e por todas as oportunidades que colocou em meu caminho, que contribuíram para meu desenvolvimento e aprendizado.

À Universidade Federal do Piauí e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia-Agricultura Tropical (PPGA-AT/UFPI), pela oportunidade concedida para realização do mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Dr. José Evando Aguiar Beserra Júnior, pela orientação, paciência e dedicação.

Aos professores Dr. Derly José Henrique da Silva (UFV), Dra. Ângela Celis de Almeida Lopes (UFPI) e Dr. Maruzanete Pereira de Melo (UFAC) por disponibilizarem as sementes dos genótipos de *Capsicum* utilizados neste trabalho.

Ao professor Dr. Francisco de Alcântara Neto da UFPI coordenador do Programa de Melhoramento Genético de cana-de-açúcar vinculado a RIDESA (Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroenergético) por disponibilizar o silicato de sódio e o espaço do telado para realização dos experimentos.

A técnica Me. Leudimar Aires Pereira do laboratório do Programa de Melhoramento Genético de cana-de-açúcar pelo auxílio durante a realização dos experimentos.

Ao professor Dr. Carlos Humberto Aires Matos Filho da UFPI pela contribuição nas análises estatísticas.

Aos amigos pós-graduandos Lorena Leal Pires, Enayra Silva Sousa e Vicente Paulo da Costa Neto e ao Sr. Agostinho Pires pelo auxílio na montagem e condução dos experimentos.

Ao meu pai Manoel Antonio da Silva (*in memoriam*), que se encontra ao lado de Deus me abençoando. A minha mãe Maria do Rosário Arcanjo Silva, por toda a dedicação, apoio, educação e incentivo a me tornar uma pessoa melhor a cada dia.

À Lorena Leal Pires por estar sempre ao meu lado em todos os momentos, principalmente naqueles onde quis desistir, me dando forças para continuar, me

apoiando em todas as decisões, me tornando uma pessoa melhor e me ajudando a crescer.

A todos aqueles que estão presentes em minha vida, me apoiando direta ou indiretamente.

“Direi do Senhor: Ele é o meu Deus, o meu refúgio, a minha fortaleza, e nele confiarei.”

(Salmos 91:2)

RESUMO

A podridão do colo da pimenteira é uma doença de difícil controle, pois tem como agente causal *Sclerotium delphinii*, patógeno necrotrófico e habitante natural do solo. A identificação de genótipos de *Capsicum* resistentes ao patógeno e o uso do silício (Si) podem ser alternativas de controle. O objetivo deste estudo foi identificar fontes de resistência em 24 acessos de *Capsicum* spp. contra *S. delphinii*, bem como avaliar o potencial do Si em induzir resistência. Três experimentos foram executados: No experimento I foi avaliada a reação de resistência de *Capsicum* em telado. O experimento foi conduzido em duas épocas do ano (julho e novembro de 2019). No experimento II foi avaliada a reação de resistência de *Capsicum* por meio de folhas destacadas. No experimento III foi avaliado o efeito do silicato de sódio na indução de resistência em telado e em folha destacada. O delineamento experimental utilizado no experimento I foi em blocos ao acaso em fatorial 2 (isolados) x 24 (acessos), com cinco repetições. Para o experimento II adotou-se o delineamento inteiramente ao acaso em esquema fatorial 2 x 24, por meio da inoculação de um escleródio no centro de folhas retiradas de plantas com 30 dias de idade. Para o experimento III foram selecionados 6 acessos com respostas contrastantes de resistência observados nos experimentos I e II em fatorial 1 (isolado) x 6 (acessos) x 4 (doses: 0,0, 0,025, 0,05 e 0,1 mL vaso⁻¹). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. Os genótipos BGH 71, BGH 80 e BAGC 134 apresentaram maior resistência ao patógeno, enquanto que o acesso BAGC 134 demonstrou maior estabilidade da reação de resistência, nas duas épocas e para os dois isolados. A época de estudo influenciou a reação de resistência de *Capsicum* spp. ao patógeno, diminuindo a quantidade de acessos suscetíveis da primeira época testada para a segunda e classificando o acesso BAGC 134 como resistente. As doses de Si não tiveram efeito significativo na reação de resistência. Diante do exposto, os genótipos BGH 71, BGH 80 e BAGC 134 possuem potencial para serem utilizados em programas de melhoramento genético de pimentas e pimentão quanto à resistência a *S. delphinii* para possível controle da podridão do colo.

Palavras-chave: *Capsicum*, controle genético, *Sclerotium delphinii*, silicato de sódio.

ABSTRACT

Pepper stem rot is a disease that is difficult to control because it has the causal agent *Sclerotium delphinii*, a necrotrophic pathogen and a natural inhabitant of the soil. The identification of genotypes of *Capsicum* resistant to the pathogen and the use of silicon (Si) can be control alternatives. The objective of the study was to identify the sources of resistance in 24 accessions of *Capsicum* spp. against *S. delphinii*, as well as to evaluate the potential of Si to induce resistance. Three experiments were obtained: In experiment I has been evaluated for *Capsicum* resistance reaction on a screenhouse. The experiment was conducted at two period of the year (July and November 2019). In experiment II has been evaluated for a *Capsicum* resistance reaction by means of detached leaves. In experiment III, the effect of sodium silicate on the induction of resistance in screenhouse and detached leaves was evaluated. The experimental design used in the experiment I was in random blocks in factorial 2 (isolated) x 24 (accessions), with five replications. For experiment II, a completely randomized design in a 2 x 24 factorial scheme was adopted, through the inoculation of a sclerotia in the center of leaves taken from plants with 30 days of age. For experiment III, 6 accessions were selected with contrasting resistance responses observed in experiments I and II in factorial 1 (isolated) x 6 (accessions) x 4 (doses: 0.0, 0.025, 0.05 and 0.1 mL vessel⁻¹). The data obtained were subjected to analysis of variance and the means compared by the Scott-Knott test at the level of 5% probability. The genotypes BGH 71, BGH 80 and BAGC 134 generate greater resistance to the pathogen, while the BAGC 134 access high stability of the resistance reaction, in the two periods studied and for the two isolates tested. The study period influenced the resistance reaction of *Capsicum* spp. to the pathogen, reducing the amount of susceptible accesses from the first period tested to the second and classifying the BAGC 134 accession as resistant. Si doses had no significant effect on the resistance reaction. Therefore, the genotypes BGH 71, BGH 80 and BAGC 134 have the potential to be used in breeding programs for peppers and chillies for resistance to *S. delphinii* for possible control of stem rot.

Keywords: *Capsicum*, genetic control, *Sclerotium delphinii*, sodium silicate.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** Caracterização dos sintomas causados por *Sclerotium delphinii* em *Capsicum* spp. (A) Lesão no caule causando tombamento. (B) Colonização do substrato e do tecido vegetal a partir de inoculação com arroz infestado. (C) Lesão no caule e formação de escleródios ao redor. (D) Planta sadia à esquerda e infectada à direita, mostrando sintomas de clorose e murcha de 100% das folhas. (E) Murcha em 100% das folhas sem clorose. (F) Desfolha precoce acompanhada de clorose. (G) Planta clorótica, porém sem apresentar sintomas de murcha ou desfolha. (H) Produção de escleródios em meio de cultura BDA. (I) Produção de escleródios no solo..... 19
- Figura 2** Classificação de acessos de *Capsicum* spp. em três níveis de resistência (Resistente (R), Tolerante (T) e Suscetível (S)) a infecção por dois isolados (COUFPI 206 e COUFPI 249) de *Sclerotium delphinii*, em duas épocas (EP1 – julho de 2019 e EP2 – novembro de 2019). Teresina, PI – 2020 35
- Figura 3** Reação de resistência de acessos de *Capsicum* spp. em duas épocas (julho e novembro/2019) inoculados com *Sclerotium delphinii* (isolados COUFPI 206 e COUFPI 249) em folha destacada aos três dias após a inoculação (DAI). Acessos: A - BGH 134; B - BGH 80..... 39
- Figura 4** Classificação de acessos de *Capsicum* spp. em 4 níveis de resistência (Resistente (R), Moderadamente Resistente (MR), Moderadamente Suscetível (MS) e Suscetível (S)) a infecção por *Sclerotium delphinii* (isolados COUFPI 206 e COUFPI 249), em duas épocas pelo método de folha destacada (EP1 – julho e EP2 – novembro de 2019). Teresina, PI – 2020 40
- Figura 5** Regressão para o nível de infecção do isolado COUFPI 249 nos acessos BAGC 205, Amarela G e BGH 72, sobre a influência da aplicação de diferentes doses de silicato de sódio. Teresina, PI – 2020.... 41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Doenças bacterianas, virais e fúngicas em solanáceas nas quais foi observado o papel do silício na redução da incidência. Teresina, PI – 2020	25
Tabela 2 Nota, severidade média (SEV) e reação de resistência de acessos de <i>Capsicum</i> spp. em duas épocas de avaliação (julho e novembro/2019) após inoculação com <i>Sclerotium delphinii</i> (isolados COUFPI 206 e COUFPI 249). Teresina, PI – 2020.....	34
Tabela 3 Diferença entre épocas (julho e novembro/2019) da severidade média (SEV) e reação de resistência de acessos de <i>Capsicum</i> spp. após inoculação em folha destacada com <i>Sclerotium delphinii</i> (isolados COUFPI 206 e COUFPI 249). Teresina, PI – 2020	37
Tabela 4 Nota, severidade (%) e reação de resistência de seis acessos de <i>Capsicum</i> spp. após aplicação de Si e inoculados com <i>Sclerotium delphinii</i> (isolado COUFPI 249). Teresina, PI – 2020	42
Tabela 5 Área foliar infectada (%) e reação de resistência de seis acessos de <i>Capsicum</i> spp. após aplicação de Si e inoculados em folha destacada com <i>Sclerotium delphinii</i> (isolado COUFPI 249). Teresina, PI – 2020	43

SUMÁRIO

	RESUMO	viii
	ABSTRACT.....	ix
	LISTA DE FIGURAS	x
	LISTA DE TABELAS	xi
1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1	O gênero <i>Capsicum</i>	15
2.2	A podridão do colo.....	17
2.3	Resistência e indução de resistência de plantas a doenças	21
3	MATERIAL E MÉTODOS	27
3.1	Material vegetal e isolados do patógeno	27
3.2	Experimento I: Avaliação da reação de resistência de acessos de <i>Capsicum</i> spp. a <i>Sclerotium delphinii</i> em telado.....	27
3.3	Experimento II: Avaliação da reação de resistência de acessos de <i>Capsicum</i> spp. a <i>Sclerotium delphinii</i> em folhas destacadas	29
3.4	Experimento III: Avaliação de indução de resistência de acessos de <i>Capsicum</i> spp. a <i>Sclerotium delphinii</i> após aplicação de silício	30
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4.1	Experimento I: Avaliação da reação de resistência de acessos de <i>Capsicum</i> spp. a <i>Sclerotium delphinii</i> em telado.....	32
4.2	Experimento II: Avaliação da reação de resistência de acessos de <i>Capsicum</i> a <i>Sclerotium delphinii</i> em folhas destacadas	36
4.3	Experimento III: Avaliação de indução de resistência de acessos de <i>Capsicum</i> a <i>Sclerotium delphinii</i> após aplicação de silício	41
5	CONCLUSÕES	44
	REFERÊNCIAS.....	45
	APÊNDICE	58
	ANEXO.....	59

1 INTRODUÇÃO

As pimentas são todas as espécies e variedades do gênero *Capsicum* que possuem frutos geralmente menores que os pimentões, de diferentes formatos e muitas de paladar pungente, podendo existir também, pimentas doces (CARVALHO *et al.*, 2003).

O cultivo de *Capsicum* ocorre em todas as regiões do Brasil e para que seja possível o crescimento desse agronegócio, é importante que ocorra o aumento da produtividade agrícola, que pode ser alcançada por meio do desenvolvimento de variedades de diferentes espécies com resistência a doenças e que possuam características agronômicas e industriais de interesse (RIBEIRO *et al.*, 2003).

Existem diversos problemas fitossanitários de etiologia fúngica associados à cultura da pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.). No Brasil, as principais doenças da pimenta-do-reino são a podridão das raízes causada por *Fusarium solani* f. sp. *piperis* Albuquerque e a murcha amarela causada por *Fusarium oxysporum* Schlecht (TREMACOLDI, 2010). Outras doenças de ocorrência comum, mas de menor importância são a antracnose (*Colletotrichum gloesporioides* Penz) e a queima-do-fio (*Koreloga noxia* Donk) (DUARTE *et al.*, 2006b). Além dessas doenças, vem sendo observado com frequência durante o período de elevada precipitação pluviométrica na região oeste do Estado do Pará, plantas com sintomas de podridão do colo, além de folhas com sintomas de manchas necróticas em formato concêntrico. Ambas as doenças foram tradicionalmente associadas à *Sclerotium rolfsii* Sacc (TREMACOLDI, 2010).

No entanto, com o uso da análise filogenética de genes concatenados o agente causal da podridão do colo e das manchas foliares necróticas em pimenta-do-reino foi identificado como *Sclerotium delphini* (sin: *Sclerotium rolfsii* var. *delphini*) (SEVERO *et al.*, 2019). *Sclerotium delphini* é um importante patógeno relatado em plantas herbáceas (XU *et al.*, 2010). Esse fungo apresenta limitado número de hospedeiros em comparação com *S. rolfsii*.

A podridão do colo, causada por *Sclerotium* spp., pode provocar elevadas perdas de produção em diversas culturas (BEDENDO, 2018). Apresenta difícil controle, pois os patógenos possuem elevada capacidade de competição saprofítica, e produção de estruturas de resistência (escleródios) que podem sobreviver por

muitos anos, sob condições de elevada umidade e temperatura (DUARTE *et al.*, 2006a; BERGAMIN FILHO; AMORIM, 2018).

A podridão do colo, causada por *Sclerotium* spp. configura-se como um problema para a produção de pimentas no Brasil, já que não existem produtos registrados junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) capaz de controlar esses patógenos e o uso de variedades resistentes e a utilização da adubação silicatada aparecem como opções no manejo integrado de doenças, pois diminuem os custos de produção e reduzem os impactos ambientais.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi: 1. identificar fontes de resistência em acessos de *Capsicum* spp. contra *S. delphinii*, 2. avaliar o efeito do silicato de sódio em induzir resistência em *Capsicum* spp. contra *S. delphinii*.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O gênero *Capsicum*

As pimentas do gênero *Capsicum* são cultivadas em todo o mundo, e comumente utilizadas nas indústrias alimentícias, farmacêuticas e cosméticas (NWOKEM *et al.*, 2010; OHARA; PINTO, 2012). As pimentas são fortemente relacionadas a produtos condimentares, devido aos alcalóides (capsaicinóides) contidos em seus frutos (REIFSCHNEIDER; NASS; HENZ, 2015), além de serem excelentes fontes de β -caroteno, antocianinas, vitaminas A, C e E (tocoferol) (VALVERDE; TEIXEIRA, 2013; NEITZKE, 2015; REBOUÇAS).

As plantas desse gênero estão incluídas no Reino Plantae, Divisão Magnoliophyta, Classe Magnoliopsida, Ordem Solanales e Família Solanaceae (APG III, 2009). Dentre as dezenas de espécies descritas, apenas cinco são domesticadas: *C. annuum* L., *C. chinense* Jacq., *C. frutescens* L., *C. baccatum* L. e *C. pubescens* Ruiz & Pav (BROWN *et al.*, 2013), sendo *C. pubescens* a única não encontrada no Brasil (CARVALHO; BIANCHETTI, 2008). Conforme Santos, Bracht e Conceição (2012) o nome “pimenta” deriva do latim pigmenta, que significa pigmento ou cor, enquanto o nome *Capsicum* vem do termo grego kopto que significa morder, picar, e está associado ao ardor provocado pelo consumo de seus frutos (REIFSCHNEIDER; NASS; HENZ, 2015).

São plantas cujo principal centro de diversidade são as Américas, e a região Amazônica é o centro de diversidade de *C. chinense* (BROWN *et al.*, 2013; MECKELMANN *et al.*, 2013). As pimentas possuem representantes de todos os níveis de domesticação (espécies domesticadas, semidomesticadas e silvestres) no continente americano, apresentando grande importância econômica e cultural (POZZOBON *et al.*, 2006; MOSCONE *et al.*, 2007).

Segundo Pinto, Santos e Pinto (2011), a importância desse gênero para o agronegócio se deve principalmente, pela grande quantidade de mão de obra requerida, em especial durante a colheita. Além disso, apresenta importância econômica e cultural, devido ao uso na preparação de pratos de culinária típica, que é diversificada entre as regiões do Brasil (REIFSCHNEIDER; NASS; HENZ, 2015). A comercialização abrange desde frutos para consumo *in natura* e conservas caseiras até a exportação de páprica, pó de pimentão ou pimenta doce. Para frutos picantes

é feito o processo de desidratação e os frutos são comercializados inteiros, em flocos (pimenta calabresa) e em pó (páprica picante), podendo ainda ser comercializadas na forma de conservas e molhos líquidos (OHARA; PINTO, 2012). Ademais, o comércio de pimentas ornamentais vem crescendo devido à folhagem variegada, porte anão e frutos que apresentam diferentes cores durante o processo de maturação, além de apresentarem múltiplas utilidades, uma vez que são utilizadas para adornar ambientes (ARI *et al.*, 2016).

Os principais Estados brasileiros produtores de pimenta são Minas Gerais, São Paulo, Roraima, Goiás, Ceará, Bahia e Rio Grande do Sul, que totalizam uma área estimada de 1.257 hectares e produção de cerca de 1.258 toneladas (PAULUS *et al.*, 2015; REIFSCHNEIDER; NASS; HENZ, 2015). Na região Nordeste, os Estados do Ceará e da Bahia são os maiores produtores (PAULUS *et al.*, 2015), onde se destaca o cultivo de pimenta tabasco no Ceará e de pimenta malagueta na Bahia, sendo as duas pertencentes a mesma espécie, *C. frutescens*. As pimentas da espécie *C. chinense*, conhecidas como pimentas “de cheiro” são produzidas e comercializadas nos demais Estados brasileiros.

A demanda de mercado para pimentas vem crescendo nos últimos anos e isso tem impulsionado o aumento da área cultivada e o estabelecimento de agroindústrias, fazendo com que o agronegócio de pimentas e pimentões se torne um dos mais importantes do país (GENUNCIO; ZONTA; NASCIMENTO, 2015).

Dados sobre comercialização de pimentas ainda não são conhecidos com precisão, pois é comum a venda diretamente do produtor ao varejista (PINTO; SANTOS; PINTO, 2011). Porém, a estimativa de produção de pimentas no Brasil é de 75 mil toneladas/ano em uma área cultivada anualmente estimada em cinco mil hectares (REIFSCHNEIDER; NASS; HENZ, 2015).

A presença de capsaicinóides confere às pimentas a característica peculiar de pungência. Os capsaicinóides são alcalóides que se acumulam na superfície da placenta, sendo estes liberados quando o fruto sofre qualquer dano físico (BOSLAND; VOTAVA, 2012; RUSSO, 2012). A pungência é um atributo comercial importante das pimentas e o teor de pungência é uma característica de qualidade para pimentas frescas e processadas (NWOKEM *et al.*, 2010).

2.2 A podridão do colo

A podridão do colo, que tem como um dos agentes causais as espécies de *Sclerotium* spp. (teleomorfo *Athelia* spp.), é caracterizada pela presença de sintomas na região do colo da planta, como lesões marrons aquosas devido a necrose do tecido, que passa a apresentar descoloração marrom claro, e com o desenvolvimento da doença ocorre destruição do córtex e da raiz principal (Figura 1A). Com o avanço, há estrangulamento do colo e surgimento de micélio branco de aspecto cotonoso, com ou sem escleródios circundando o caule ou qualquer haste da planta (Figura 1B e C) (MUKHERJEE *et al.*, 2015; WANG *et al.*, 2017; BEDENDO, 2018). As raízes de plantas infectadas podem ficar completamente destruídas, com a epiderme apodrecida, o que impede o fluxo da seiva, ocasionando amarelecimento e murcha da parte aérea ou de toda a planta, causando sua morte (Figura 1D, E, F e G) (LOPES; AVILA, 2005; WANG *et al.*, 2017; BEDENDO, 2018). Apesar de incomum, por se tratar de um patógeno de solo, pode ocorrer sintomas foliares, como no caso de *Sclerotium coffeicola* Stahel que causa manchas foliares em mogno (*Swietenia macrophylla* King.), mogno africano (*Khaya senegalensis*) e noni (*Morinda citrifolia* L.) (ASSIS; NETTO; BARBOSA, 2007; PÉREZ-VERA; CIBRIÁN-TOVAR; T-HANLIN, 2018; GASPAROTTO; CATARINO; SILVA, 2019), e *S. delphinii* em pimenta do reino (*P. nigrum*) (SEVERO *et al.*, 2019).

Sclerotium spp. pode provocar elevadas perdas de produção em diversas culturas (BEDENDO, 2018), porém, para o gênero *Capsicum*, informações sobre impactos são escassas. Um estudo recente mostrou que uma nova doença foi relatada no Equador, e um dos agentes causais foi indetificado como *Sclerotium* sp., causando perdas significativas de produção e consequentemente, econômicas (JARA; MARINGONI, 2018). Levando em consideração outros hospedeiros, Kator, Hosea e Oche (2015), em uma perspectiva global, estimam perdas em torno de 10 a 20 milhões de dólares, com redução de até 60% da produção nos campos causada por *S. rolfsii*.

Além de ser de difícil controle, pois os patógenos possuem mais de 500 espécies de plantas hospedeiras, elevada capacidade de competição saprofítica e produção de estruturas de resistência, os escleródios (Figura 1H e I), podem sobreviver por muitos anos sob condições de alta umidade e temperatura (DUARTE *et al.*, 2006a; BERGAMIN FILHO; AMORIM, 2018).

Os escleródios são formados a partir de micélio septado branco e melanizado, e em sua fase inicial de formação, possuem coloração branca, se tornando pardo-escuros, marrons ou pretos, globosos e/ou irregulares quando amadurecem (STEVENS, 1931; PUNJA, 1985; PUNJA; DAMIANI, 1996). *Sclerotium* spp. não produzem esporos nem corpos de frutificação. Essas estruturas só estão presentes no teleomorfo, que é raro de ser observado (PUNJA; GROGAN, 1981; PUNJA; GROGAN, 1983; HAYAT; CHRISTIAS, 2010).

Um dos membros mais conhecidos do gênero *Sclerotium* é *S. rolfsii* Sacc., um fungo de solo patogênico a mais de 500 espécies de plantas (FARR *et al.*, 2006; FERREIRA; BOLEY, 2006; PUNJA; RAHE, 1992), que não produz esporos, sobrevive através da formação de escleródios (STEVENS, 1931; PUNJA, 1985), apresenta fase anamórfica (assexuada), e teleomórfica (sexuada) raramente observada. O teleomorfo é o basidiomiceto *Athelia rolfsii* (Curzi) C.C. Tu & Kimbr. (PUNJA *et al.*, 1982; MAHADEVAKUMAR *et al.*, 2015).

O patógeno é amplamente distribuído pelas regiões tropicais e subtropicais do mundo, sendo favorecido por condições de temperaturas médias em torno de 27 °C (PUNJA, 1985). Em condições ótimas de temperatura e umidade o fungo pode causar podridão de raízes, do colo, de bulbos e frutos, murchas e tombamento de plântulas (PUNJA; RAHE, 1992).

Sclerotium rolfsii produz grande número de pequenos escleródios marrons, lisos e esféricos e em meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA) a produção ocorre por toda a colônia (STEVENS, 1931; MAHADEVAKUMAR *et al.*, 2015).

Outro membro desse gênero é o *Sclerotium delphinii* Welch que, da mesma forma que *S. rolfsii*, não produz esporos e sobrevive no solo por meio da formação de escleródios. *S. delphinii* difere de *S. rolfsii*, em relação a morfologia dos escleródios, pois *S. delphinii* possui escleródios maiores, de coloração marrom avermelhado e formados principalmente em direção à periferia da colônia (STEVENS, 1931).

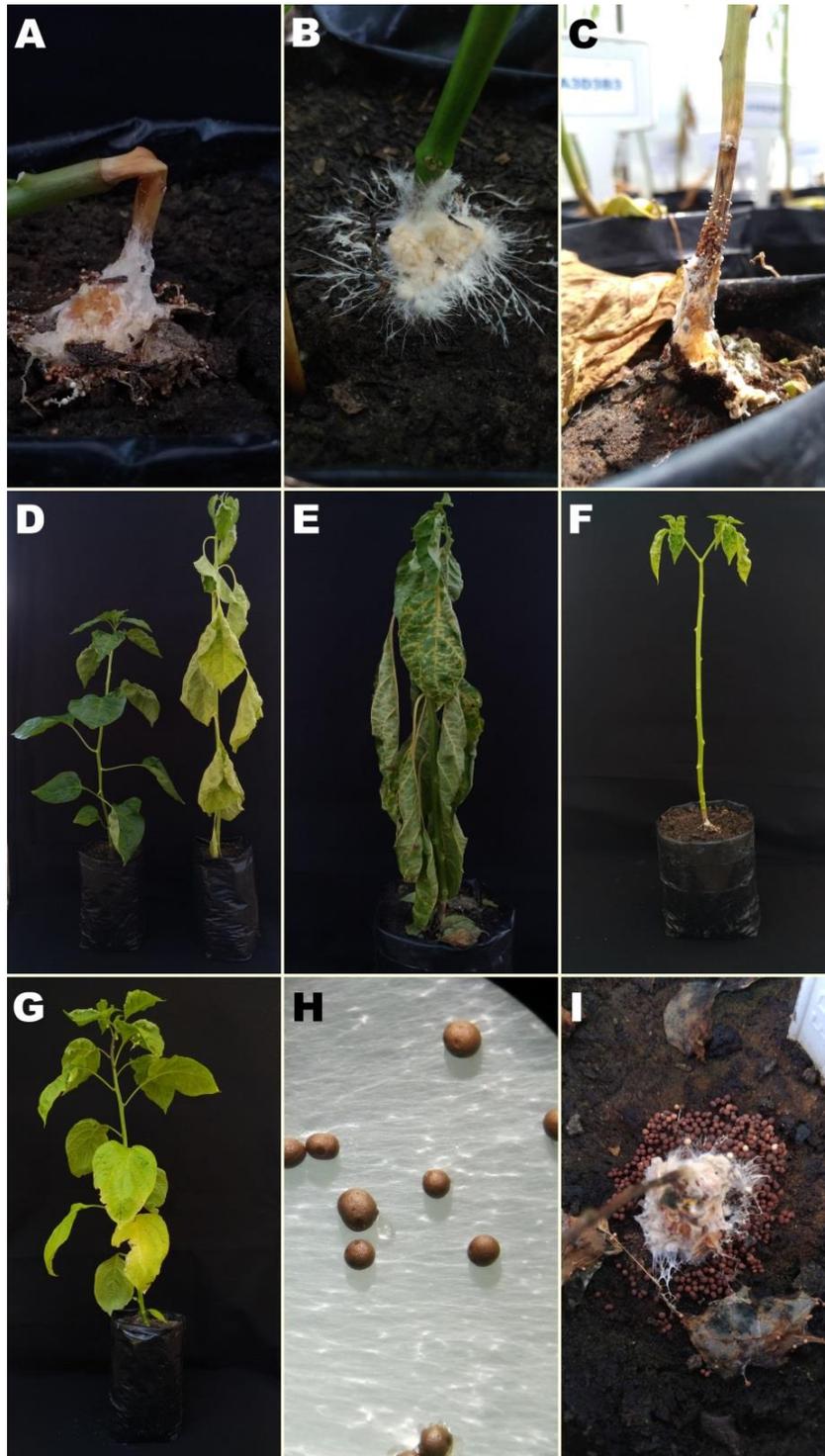


Figura 1 Caracterização dos sintomas causados por *Sclerotium delphinii* em *Capsicum* spp. (A) Lesão no caule causando tombamento. (B) Colonização do substrato e do tecido vegetal a partir de inoculação com arroz infestado. (C) Lesão no caule e formação de escleródios ao redor. (D) Planta sadia à esquerda e infectada à direita, mostrando sintomas de clorose e murcha de 100% das folhas. (E) Murcha em 100% das folhas sem clorose. (F) Desfolha precoce acompanhada de clorose. (G) Planta clorótica, porém sem apresentar sintomas de murcha ou desfolha. (H) Produção de escleródios em meio de cultura BDA. (I) Produção de escleródios no solo.

De acordo com Xu *et al.* (2010), apenas caracteres morfológicos (cor do micélio e escleródios, número e tamanho dos escleródios) sozinhos são insuficientes para delimitar espécies de *Sclerotium*. Ainda, segundo os autores, por meio da identificação molecular, *S. rolfsii* e *S. delphinii* estão intimamente relacionados ao gênero teleomorfo *Athelia* e que alguns isolados de *S. delphinii* podem ser identificados erroneamente, por possuírem sequências dos espaçadores internos (*Internal Transcribed Spacer*, ITS) e características dos escleródios semelhantes com *S. rolfsii*, sendo necessária utilização de outras regiões do DNA desses fungos para a identificação.

As sequências ITS são frequentemente usadas para identificação por filogenia molecular de espécies de fungos devido à sua alta variação interespecífica e baixa intraespecífica (GARDES; BRUNS, 1993). Porém, foram observadas discrepâncias nas montagens das sequências *forward* e *reverse* da região ITS de isolados de *S. rolfsii* sugerindo a existência de polimorfismos nessa região (LE *et al.* 2012). O polimorfismo em ITS já foi relatado para vários gêneros de fungos como *Fusarium* (O'DONNELL; CIGELNIK, 1997), *Ophiostoma* (KIM; BREUIL, 2001) e em *Sclerotium* (OKABE; MATSUMOTO, 2003).

Também são utilizados genes *housekeeping*, que são proteínas essenciais envolvidos em processos básicos como geração de energia, replicação e manutenção do material genético e são recomendados para identificação de espécies pois são regiões altamente conservadas. Os genes *housekeeping* mais conhecidos na literatura são gliceraldeído-3-fosfato desidrogenase (GAPDH), β -actina, proteínas ribossômicas (RPL), ubiquitina (UBQ), β -tubulina, proteína ribossômica 18S (rRNA 18S) e fosfoglicerato quinase (PGK). Esses genes são utilizados em conjunto com ITS na identificação precisa de espécies de fungos do gênero *Colletotrichum* spp., por exemplo (MAHADEVAKUMAR; CHANDANA; JANARDHANA, 2019).

A disseminação do fungo pode ocorrer através do transporte de materiais contaminados pelo homem, implementos agrícolas, vento, água e animais, sendo o desenvolvimento da doença favorecido durante a estação chuvosa, para cultivos de sequeiro, onde é notada a presença de reboleiras (aglomeração de plantas murchas) nos campos infectados (PADUA *et al.*, 2007; WANG *et al.*, 2017).

O manejo das doenças causadas por fungos habitantes do solo é de difícil controle, pois os patógenos geralmente apresentam grande gama de hospedeiros e

elevada persistência no solo (REIS; BOARETTO; DANELLI, 2014; NASCIMENTO *et al.*, 2016). A busca de medidas de manejo de doenças como o uso de variedades resistentes é preconizado por ser um dos métodos mais eficientes para o manejo de patógenos, pois reduz os impactos ambientais, uma vez que a utilização de agrotóxicos é reduzida (CAMARGO, 2018).

2.3 Resistência e indução de resistência de plantas a doenças

Constantemente as plantas são expostas ao ataque de patógenos, como vírus, procariotos, fungos, oomicetos e parasitas multicelulares complexos como os nematoides. Em resposta, as plantas desenvolveram mecanismos de defesa que quando acionados percebem a agressão, traduzindo esta percepção em uma resposta apropriada e de forma adaptativa (MARTINEZ-MEDINA, 2016).

Se o ataque do patógeno resulta em doença, a planta é considerada suscetível, por não produzir efetiva e rápida resposta de defesa. Por outro lado, quando as plantas são capazes de restringir a multiplicação ou o movimento do patógeno a partir do sítio inicial de infecção, são consideradas resistentes. Quando a planta é capaz de continuar seu ciclo naturalmente mesmo após sofrer danos, essa característica é dita como tolerância (PANDEY *et al.*, 2016; KAMBER *et al.*, 2016; BUHL; STRAUSS; LINDROTH, 2018).

A resistência está associada a um conjunto de respostas de defesa ativadas pelo hospedeiro antes e após o contato com agentes patogênicos. A planta precisa ter a capacidade de reconhecer a presença de patógenos por meio de mecanismos de percepção e transdução de sinais, assim, ativando fatores de transcrição no núcleo da célula vegetal e expressão subsequente de genes de defesa (PANDEY *et al.*, 2016).

A resistência de acessos em coleções de germoplasma de *Capsicum* spp. vêm sendo estudada não apenas a *Sclerotium* spp., mas também a outras doenças de importância econômica (YOUSAF *et al.*, 2017; KANG *et al.*, 2010; CANDOLE; CONNER, 2010). Acessos de *Capsicum* spp. com resistência a 10 espécies de fungos, dentre eles fungos de solo causadores de podridão e murcha como *S. rolfsii*, foram encontrados em diversos bancos de germoplasma ao redor do mundo (BABU *et al.*, 2011), abrindo caminho para a possibilidade de obtenção de variedades com resistência múltipla contra patógenos.

Diversas pesquisas têm buscado genótipos de *Capsicum* spp. resistentes a patógenos causadores de importantes doenças como *Sclerotium* spp. Soares *et al.*, (2017) encontraram genótipos de *Capsicum* com resistência parcial a *S. rolfsii* no Estado do Amazonas. Naegele, Tomlinson e Hausbeck (2015) encontraram fontes moderadamente resistentes de *Capsicum* contra *Phytophthora capsici*, agente causal da podridão de frutos. Aslam *et al.* (2017) observaram um genótipo de pimentão, dentre 28, resistente à murcha bacteriana causada por *Ralstonia solanacearum*.

A reação de resistência de 14 cultivares/híbridos, utilizadas pelos produtores locais do Estado de Karnataka, Índia, contra a podridão do colo, causada por *S. rolfsii* foi avaliada. Das 14 cultivares/híbridos, duas (Red Inspiration e Delisha) foram classificadas como imunes, três classificadas como resistentes, duas como moderadamente resistentes, seis suscetíveis e uma como altamente suscetível (SAHANA *et al.*, 2020).

Na avaliação de sete variedades de *Capsicum* contra a podridão causada por *S. rolfsii* em condições semi-controladas e campo aberto em Abidjan, Costa do Marfim, foi observada resposta de imunidade da variedade Nickly, seguida das variedades Tiela, Super e Demon que apresentam resistência moderada, enquanto a variedade Yolo Wonder foi classificada como altamente suscetível (ANTOINE *et al.*, 2016).

A resistência às doenças das plantas é geralmente dividida em resistência qualitativa e quantitativa. A primeira é geralmente controlada por um gene de resistência dominante (*R*), ou seja, monogênica e qualitativa, enquanto a segunda geralmente é condicionada por vários genes com efeitos menores, ou seja, poligênica e quantitativa (POLAND *et al.*, 2009). O gene *R* geralmente confere resistência completa a um patógeno específico ou raça(s) de patógeno e é mais facilmente manipulada nos programas de melhoramento, porém é mais facilmente suplantada pelo patógeno (ZHANG; LUBBERSTEDT; XU, 2013). A resistência quantitativa leva a uma pressão de seleção mais baixa contra variantes do patógeno, e aqueles que superam um Locus de Resistência Quantitativa individual (QRL) têm pouca vantagem. Assim, a resistência quantitativa tende a ser mais durável do que a resistência mediada pelo gene *R* (PARLEVLIET, 2002). Porém, a resistência quantitativa pode ser afetada pelas condições ambientais.

Loci de Resistência Quantitativa (QRL) podem estar envolvidos em várias atividades biológicas nas plantas, incluindo, promoção de defesa basal, codificação de enzimas para desintoxicar fitotoxinas produzidas por patógenos, ou auxiliando na transdução dos sinais de defesa (ZHANG; LUBBERSTEDT; XU, 2013). Por exemplo, a ativação do ácido jasmônico (JA) e as vias de sinalização dependentes do etileno fortalecem as respostas de defesa da planta aos patógenos necrotróficos (THOMMA *et al.*, 1998; PIETERSE *et al.*, 2009).

A resistência de plantas a fungos habitantes do solo é geralmente de natureza quantitativa, como demonstram vários estudos de herança de resistência ao mofo branco causado por *Sclerotinia sclerotiorum* (MIKLAS *et al.*, 2001, MIKLAS *et al.*, 2004; MIKLAS, 2007) a murcha de fusário causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* (CROSS *et al.*, 2000; CÂNDIDA *et al.*, 2009), doenças causadas por *Rhizoctonia solani* em arroz e soja (LI *et al.*, 1995; ZHAO *et al.*, 2005) e a *Phytophthora infestans* em tomateiro, determinando, aproximadamente, vinte e oito genes controlando a resistência à requeima (ABREU *et al.*, 2008).

A herança da resistência a *Sclerotium* spp. é de caráter dominante mediada por um único gene (FERY; DUKES, 2011). Apesar de incomum, há uma cultivar de pimentão (Golden California) com resistência parcial contra *S. rolfsii* mediada por um único gene recessivo, apresentando assim, potencial para uso em programas de melhoramento genético de *Capsicum* (FERY; DUKES, 2005).

A ativação de defesas em plantas pode ocorrer a partir da elicitação por compostos presentes em extratos de plantas, rizobactérias promotoras de crescimento e indutoras de crescimento, fungos promotores de crescimento, e ainda raças não virulentas do patógeno, além do próprio patógeno inativado pelo calor. Pode-se ainda utilizar elicitores químicos ou físicos, como silício (Si), ácido salicílico (AS), ácido D-Laminobutírico (BABA), quitosana, cloreto férrico, fosfato de potássio dibásico, acibenzolar-S-metil (ASM), ácido 2,6-dicloroisonicotínico (INA), fosfato de potássio monobásico, ácido jasmônico (AJ), metil jasmonato (MeJa), ácidos graxos ou luz em comprimento de ondas específicos (SONG *et al.*, 2016; RAMOS *et al.*, 2017; LIU *et al.*, 2018).

O Si é um elemento que tem recebido grande atenção nos últimos anos quanto a sua capacidade na indução de resistência e consequente ativação dos mecanismos de defesa de plantas contra patógenos (SONG *et al.*, 2016; WANG *et al.*, 2017). O Si é o segundo elemento mais abundante na crosta terrestre (27,70%),

de ocorrência principal no mineral inerte das areias – o quartzo, bem como na caulinita e outros minerais de argila (POZZA, POZZA; BOTELHO, 2015; SAKR, 2016a).

O acúmulo de Si no tecido vegetal varia entre 0,1 e 10% da matéria seca, o qual é absorvido, transportado e depositado nos tecidos vegetais. A absorção de Si ocorre, na maioria das espécies, por difusão passiva, com chegada do Si ao xilema e alcançando a parte aérea acompanhando o fluxo de transpiração (MA; YAMAJIN, 2006; CURRIE; PERRY, 2007; POZZA; POZZA; BOTELHO, 2015; SAKR, 2016b).

O Si está envolvido nos processos estruturais, fisiológicos e bioquímicos no ciclo de vida das plantas, com funções bastante diversas. É importante, por propiciar melhores condições de suporte às adversidades climáticas, edáficas e biológicas, melhorando assim a produção (NEUMANN; NIEDEN, 2001; MELO *et al.*, 2003). Estresses abióticos podem ter seus efeitos reduzidos com o uso do Si, além de aumentar a tolerância das plantas às doenças (LEE *et al.*, 2010; ARAUJO; PASCHOALINO; RODRIGUES, 2016).

Devido a sua atuação na constituição de barreira física, através de mudanças anatômicas nos tecidos, como células epidérmicas com a parede celular mais espessa devido a maior lignificação e, ou, silicificação (acúmulo de silício), o Si proporciona menor suscetibilidade das plantas às doenças (SUN *et al.*, 2010; ZHANG *et al.*, 2013). Sua absorção ocorre pelas raízes na forma de ácido monossilícico, transportado via fluxo da transpiração e depositado abaixo da cutícula na forma de sílica amorfa (CURRIE; PERRY, 2007; MA; YAMAJI, 2008; SAKR, 2016a).

Além da barreira física, o Si promove a ativação de genes envolvidos na produção de metabólitos secundários, como os polifenóis e enzimas relacionadas com os mecanismos de defesa das plantas, impedindo a penetração de fungos e afetando os sinais entre o hospedeiro e o patógeno (CONCEIÇÃO *et al.*, 2014; SONG *et al.*, 2016; WANG *et al.*, 2017).

Estudos em pimentão revelaram que as plantas aumentam as concentrações de compostos fenólicos após tratamentos com silício sob estresse por antracnose (JAYAWARDANA; WEERAHEWA; SAPARAMADU, 2015), enquanto em tomate houve o aumento do acúmulo de silício, especialmente nas raízes, melhorando o crescimento das plantas e aumentando a resistência das plantas contra *R. solanacearum* (FAN *et al.*, 2018). Vários outros estudos foram realizados com o

objetivo de observar o papel do silício na diminuição da incidência de doenças em plantas da família Solanaceae (Tabela 1).

Porém, o Si vem sendo utilizado em outras culturas como o arroz (DOMICIANO *et al.*, 2015; NASCIMENTO *et al.*, 2016), trigo (SILVA *et al.*, 2010), melão (CONCEIÇÃO *et al.*, 2014; FERREIRA *et al.*, 2015), algodão (OLIVEIRA *et al.*, 2012) dentre outras culturas de interesse econômico, nas quais foram obtidos resultados satisfatórios na diminuição da incidência de doenças.

Tabela 1 Doenças bacterianas, virais e fúngicas em solanáceas nas quais foi observado o papel do silício na redução da incidência. Teresina, PI – 2020

Hospedeiro	Patógeno	Fonte
Tomate	<i>Pythium aphanidermatum</i>	Heine <i>et al.</i> (2006)
	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>radicis-lycopersici</i>	Huang <i>et al.</i> (2011)
	<i>Ralstonia solanacearum</i>	Diogo e Wydra (2007); Ayana <i>et al.</i> (2011)
	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tomato</i> <i>Xanthomonas euvesicatoria</i> , <i>vesicatoria</i> , <i>X. gardneri</i> e <i>X. perforans</i>	X. Andrade <i>et al.</i> (2013) Anjos <i>et al.</i> (2014)
<i>Capsicum</i> spp.	<i>R. solanacearum</i>	Alves <i>et al.</i> (2015)
	<i>Phytophthora capsici</i>	French-Monar <i>et al.</i> (2010)
Tabaco	<i>Tobacco ringspot virus</i>	Zellner <i>et al.</i> (2011)
Batata	<i>Fusarium sulphureum</i>	Li <i>et al.</i> (2009)

Fonte: Sakr (2016a, b) (com modificações).

Além da utilização do Si contra estresses bióticos, pesquisas recentes também foram realizadas a fim de observar o papel do Si contra estresses abióticos, como estresse hídrico, salinidade, e toxicidade por metais. O Si atenuou os efeitos tóxicos do alumínio (Al) em plantas de batata, independente da sensibilidade dos genótipos ao Al (DORNELES *et al.*, 2016). Da mesma forma foi observado a diminuição na concentração de Cádmio (Cd) com a aplicação de Si em plantas de milho (DRESLER *et al.*, 2015). Naeem *et al.* (2014) e Hussain *et al.* (2015) observaram não apenas a diminuição na concentração do Cd em plantas de trigo, mas também redução da translocação de Cd para os grãos.

Assim, o Si tem mostrado grande potencial na indução de resistência em plantas contra patógenos, bem como age amenizando o efeito de estresses

abióticos que prejudicam o desenvolvimento das plantas e, conseqüentemente, causam prejuízos econômicos (DETMANN *et al.*, 2012; SCHURT *et al.*, 2014).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Fitopatologia e Microbiologia (LAFITO) do Departamento de Fitotecnia, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí (UFPI), e em telado do Programa de Melhoramento Genético de Cana-de-Açúcar da UFPI (PMGCA-UFPI), na cidade de Teresina, Piauí.

3.1 Material vegetal e isolados do patógeno

Foram utilizados os isolados COUFPI 206 e COUFPI 249 de *Sclerotium delphinii*, ambos previamente identificados por filogenia concatenada de regiões ITS e subunidade maior do rDNA (rDNA large subunit, LSU) (SEVERO *et al.*, 2019) e depositados na coleção de fungos fitopatogênicos do LAFITO. Os isolados foram obtidos de plantas de pimenta do reino (*Piper nigrum* L.) com podridão foliar na cidade de Santarém, Pará. Foram utilizados 24 acessos de pimentas (19 acessos) e pimentões (5 acessos) do gênero *Capsicum*, selecionados de acordo com a disponibilidade de sementes e percentual de germinação, dos quais 10 acessos pertencem ao Banco Ativo de Germoplasma de *Capsicum* (BAGC) do Laboratório de Sementes e Recursos Genéticos do Departamento de Fitotecnia, UFPI, e 14 acessos pertencentes ao Banco de Germoplasma de Hortaliças (BGH) da Universidade Federal de Viçosa, UFV, Minas Gerais. Também foram utilizados dados climatológicos dos períodos de duração de cada experimento em cada época, obtidos no site do INMET (ANEXO A e B).

3.2 Experimento I: Avaliação da reação de resistência de acessos de *Capsicum* spp. a *Sclerotium delphinii* em telado

Os isolados foram cultivados em meio de cultura Batata-Dextrose-Ágar (BDA), incubados a 26 ± 2 °C em estufa incubadora, com fotoperíodo de 12 h por 15 dias. Erlenmeyers de 250 mL contendo 100g de arroz beneficiado e autoclavado a 121 °C por 20 minutos foram inoculados com três discos de meio de cultura de 5 mm de diâmetro contendo micélio fúngico dos isolados e foram incubados a 26 ± 2 °C até completa colonização do substrato. Os acessos de *Capsicum* foram semeados em bandejas de poliestireno de 288 células contendo substrato (areia + solo + composto

orgânico, na proporção 1:1:1) autoclavado. Quinze dias após a emergência (DAE) as plântulas foram transplantadas para sacos plásticos pretos para mudas (1,5 L) contendo o mesmo substrato já citado, autoclavado a 121 °C por uma hora, duas vezes em dias consecutivos. Foi transplantada uma planta para cada saco.

O experimento foi em delineamento experimental em blocos casualizados (DBC) com arranjo fatorial (2 isolados x 24 acessos), com cinco repetições e o experimento foi executado em duas épocas (julho e novembro de 2019) a fim de avaliar a influência da época na reação de resistência

A inoculação dos fungos foi feita aos 45 DAE por meio do depósito de 5g do inóculo no colo da planta, próximo à interface caule-solo. As plantas foram mantidas em câmara úmida por 48 horas (MAHADEVAKUMAR *et al.*, 2018; SOARES *et al.*, 2017). As testemunhas constaram de uma planta de cada acesso inoculada com arroz não colonizado com o fungo.

As avaliações foram realizadas todos os dias observando os sintomas até ser observada a morte de todas as plantas, utilizando escala de notas descritiva de Schoonhoven e Pastor-Corrales (1987) variando de 1 a 9 onde: 1- Sem sintomas visíveis; 3- Planta com 10% de folhas murchas e cloróticas; 5- Planta com 25% de folhas murchas e cloróticas; 7- Planta com 50% de folhas murchas e cloróticas; 9- Planta morta ou severamente infectada com 100% da folhagem com murcha, clorose, necrose e/ou desfolha precoce.

Posteriormente foi calculado o índice de doença (ID) de McKinney, (1923):

$$ID = \frac{\sum f * v}{n * x} * 100 \quad (1)$$

Onde:

f = nº de plantas em cada categoria;

v = nota da escala;

n = nº total de plantas;

x = grau máximo de infecção.

Após obtenção dos dados de ID foram definidas as classes de reação de resistência, onde foram divididas em Resistentes (R) (ID = 0 – 33,33%), Tolerantes (T) (ID = 34,44 – 66,67%) e Suscetíveis (S) (ID = 67,68 – 100%). Os dados obtidos

foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o software R versão 3.5.1. O teste de Shapiro-Wilk foi aplicado a fim de saber se havia normalidade dos dados referentes a comparação entre as épocas de estudo, i.e., julho e novembro. Após, procedeu-se a análise fatorial de cada um dos isolados separadamente utilizando o software R versão 3.5.1 e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

3.3 Experimento II: Avaliação da reação de resistência de acessos de *Capsicum* spp. a *Sclerotium delphinii* em folhas destacadas

A inoculação foi realizada em folhas destacadas de acordo com o protocolo de Mahadevakumar *et al.* (2018). Uma folha saudável de cada acesso, previamente lavada com água e detergente neutro e secada em papel filtro estéril, foi depositada em cima de papel filtro disposta em placa de Petri de 90 mm. Um chumaço de algodão foi enrolado no pecíolo da folha, que foi retirada de plantas com 45 DAE. As placas de Petri, o papel filtro e o algodão foram previamente esterilizados, e o papel filtro e o algodão foram umedecidos com água destilada esterilizada. Um escleródio, retirado de colônias com 20 dias, foi depositado no centro de cada folha. As placas foram incubadas por sete dias a 26 ± 2 °C em estufa incubadora. As testemunhas foram inoculadas apenas com discos de meio de cultura sem os isolados fúngicos.

O experimento foi realizado em duas épocas (julho e novembro/2019). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) em fatorial (2 isolados x 24 acessos), com cinco repetições.

O aparecimento de sintomas foi avaliado 72 horas após a inoculação, observando a incidência e a severidade dos sintomas, que foram expressos em porcentagem da área foliar com sintoma (%), onde: imune (ausência de sintomas), resistente (entre 0 e 12% de severidade), moderadamente resistente (entre 13 e 25% de severidade), moderadamente suscetível (entre 26 e 50% de severidade) e suscetível (acima de 50% de severidade) (GARCIA; JULIATTI, 2012). A mensuração da área foliar total, da área sadia e da área com necrose foi medida com o software ImageJ versão 1.52a. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o software R versão 3.5.1.

3.4 Experimento III: Avaliação de indução de resistência de acessos de *Capsicum* spp. a *Sclerotium delphinii* após aplicação de silício

Acessos que apresentaram reações contrastantes de resistência e suscetibilidade de acordo com os resultados do Experimento I foram selecionados para serem utilizados no Experimento III. Apenas o isolado COUFPI 249 foi utilizado no Experimento III, em razão de ser o mais agressivo de acordo com o Experimento I.

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados (DBC) em esquema fatorial (4 doses x 1 isolado x 6 acessos), com cinco repetições.

As plantas receberam aplicações de silicato de sódio (produto comercial Armurox[®]) nas doses de 0,0; 0,025; 0,05 e 0,1 mL vaso⁻¹, aos 5, 10, 15, 20 e 25 dias após o transplantio (DAT), em forma de solução de 25 mL no substrato. A inoculação dos fungos ocorreu aos 45 DAE, onde foi depositado 5g do inóculo no colo da planta, próximo à interface caule-solo. As testemunhas foram inoculadas com o patógeno e não se aplicou o produto. As plantas foram mantidas em câmara úmida por 48 horas (MAHADEVAKUMAR *et al.*, 2018; SOARES *et al.*, 2017).

As avaliações foram realizadas diariamente durante 15 dias após a inoculação (DAI) utilizando escala de notas descritiva citada anteriormente. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e análise de regressão quando significativo, avaliando-se linha de tendência e “R²” utilizando o software R versão 3.5.1.

Também foi realizado experimento em folha destacada, retiradas das mesmas plantas que receberam a aplicação do silicato de sódio, inoculadas aos 45 DAE de acordo com metodologia descrita anteriormente (Experimento II). O aparecimento de sintomas foi avaliado 72 horas após a inoculação, observando a incidência e a severidade dos sintomas, que foram expressos em porcentagem da área foliar com sintoma (%), onde: imune (ausência de sintomas), resistente (entre 0 e 12% de severidade), moderadamente resistente (entre 13 e 25% de severidade), moderadamente suscetível (entre 26 e 50% de severidade) e suscetível (acima de 50% de severidade) (GARCIA; JULIATTI, 2012). A mensuração da área foliar total, da área sadia e da área com necrose foi medida com o software ImageJ versão 1.52a.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado (DIC) em esquemafatorial (4 doses x 1 isolado x 6 acessos), com cinco repetições. As testemunhas foram inoculadas apenas com discos de meio de cultura sem os isolados fúngicos. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o software R versão 3.5.1.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Experimento I: Avaliação da reação de resistência de acessos de *Capsicum* spp. a *Sclerotium delphinii* em telado

Nas duas épocas do experimento, todos os acessos expressaram sintomas da doença após a inoculação com os isolados, revelando inexistência de imunidade (Tabela 2). Para a análise estatística adotou-se os valores observados aos seis DAI (20% de mortalidade das plantas), pois abaixo desse valor os resultados ficariam subestimados, enquanto acima, muitas plantas já estariam mortas ou com nota igual a sete, ou seja, a planta apresentando mais de 50% de murcha. Considerando a primeira época (julho/2019), não houve diferença estatística significativa entre os isolados ($p > 0,05$). As plantas testemunhas não apresentaram sintomas da doença. Para o isolado COUFPI 206, dez acessos (BAGC 221, BAGC 208, BAGC 206, BAGC 197, Vermelha P, Vermelha G, BGH 143, BGH 134, BGH 80, BGH 71) apresentaram as menores notas, tendo o acesso BGH 134 ficado com nota, 3,5. Para o isolado COUFPI 249 as menores notas foram obtidas por sete acessos (BAGC 208, BAGC 206, Amarela G, BGH 134, BGH 80, BGH 71, BGH 181) tendo os acessos BGH 181 e BGH 134 apresentando notas, 4,2 e 4,6, respectivamente (Tabela 2).

Na segunda época (novembro/2019), houve diferença estatística significativa entre os isolados ($p < 0,05$). As plantas testemunhas de cada tratamento não apresentaram sintomas da doença. Para o isolado COUFPI 206 11 acessos (BAGC 208, BAGC 206, BAGC 197, Vermelha B, Vermelha P, BGH 178, BGH 959, BGH 134, BGH 80, BGH 71, BGH 181) apresentaram as menores notas, com destaque para os acessos BGH 134, BAGC 178 e BGH 71, que apresentaram nota 3,4 (Tabela 2). Para o isolado COUFPI 249 as menores notas foram obtidas em nove acessos (BAGC 221, BAGC 208, Vermelha G, BGH 134, BGH 84, BGH 80, BGH 72, BGH 71, BGH 181), variando de 3,0 a 5,4, tendo o acesso BGH 134 apresentado as menores notas em ambos os experimentos e para os dois isolados (Tabela 2).

A análise de comparação de médias discriminou os acessos de *Capsicum* em três grupos em interação com a época. Os grupos foram associados com três categorias de reação de resistência (Resistente, Tolerante e Suscetível), baseados na transformação das severidades registradas para cada acesso para reações de

resistência (Tabela 2). A obtenção de genótipos de *Capsicum* resistentes a *S. rolfsii* também foi obtida por meio da metodologia semelhante de inoculação e avaliação, onde foram obtidos 15 acessos resistentes. Os autores também ressaltaram a importância de se encontrar essas fontes de resistência para serem utilizadas em programas de melhoramento na região Amazônica, local do estudo, já que se trata de um centro de diversidade do gênero *Capsicum* (SOARES *et al.*, 2017).

Estudos na Costa do Marfim e Índia demonstraram a existência de genótipos de *Capsicum* spp. imunes a *S. rolfsii*, bem como outros genótipos com níveis de resistência variáveis (ANTOINE *et al.*, 2016; SAHANA *et al.*, 2020).

Seis acessos (BAGC 208, BAGC 206, Vermelha G, BGH 134, BGH 80, BGH 71) apresentaram reações de resistência estáveis nas duas épocas (julho e novembro) e para os dois isolados fúngicos (Tabela 2), No entanto, BGH 71 e BGH 134 foram os únicos que se comportaram como tolerantes/resistentes aos dois isolados nas duas épocas de avaliação, demonstrando serem materiais interessantes para futuros estudos de herança de resistência, onde seriam avaliadas as gerações segregantes, podendo obter informações importantes que seriam úteis na seleção por parte dos programas de melhoramento.

As reações de resistência expressas foram relativamente variáveis para alguns acessos, onde houve alteração de categoria dependendo da época, mostrando a interação genótipo x ambiente presente nesse estudo, como nos casos dos acessos BGH 84 e BGH 178, que expressaram reações de resistência diferentes quanto a época, para os dois isolados, sendo classificados como suscetíveis (S) aos dois isolados na época 1 (julho) e tolerantes (T) aos dois isolados na época dois (novembro), e os acessos BGH 181 e BGH 208, que foram classificados como tolerantes (T) nas duas épocas ao isolado COUFPI 249, diferindo estatisticamente ($p < 0,05$) entre as épocas (APÊNDICE A e B) (Tabela 2).

É possível observar o aumento do percentual de acessos classificados como tolerantes, assim como a diminuição dos acessos suscetíveis aos dois isolados quando comparadas as duas épocas de avaliação (julho e novembro/2019, respectivamente). Além disso, na segunda época foi observada a classificação como resistente a infecção ao isolado COUFPI 249 (Figura 2).

Tabela 2 Nota, severidade média (SEV) e reação de resistência de acessos de *Capsicum* spp. em duas épocas de avaliação (julho e novembro/2019) após inoculação com *Sclerotium delphinii* (isolados COUFPI 206 e COUFPI 249). Teresina, PI – 2020

Acesso	206						249					
	Nota		SEV (%)		Reação de Resistência		Nota		SEV (%)		Reação de Resistência	
	Jul	Nov	Jul	Nov	Jul	Nov	Jul	Nov	Jul	Nov	Jul	Nov
BAGC 221	5,7 ^{bA}	7,6 ^{aA}	64,4	77,7	T	S	7,4 ^{aA}	4,0 ^{cB}	82,2	37,7	S	T
BAGC 208	6,2 ^{bA}	4,9 ^{cA}	68,8	46,6	S	T	5,8 ^{bA}	3,8 ^{cB}	64,4	42,2	T	T
BAGC 206	5,0 ^{bA}	4,7 ^{cA}	55,5	60,0	T	T	6,2 ^{bA}	6,2 ^{bA}	68,8	60,0	S	T
BAGC 205	7,8 ^{aA}	6,6 ^{bA}	82,2	73,3	S	S	8,6 ^{aA}	7,8 ^{aA}	95,5	86,6	S	S
BAGC 197	5,8 ^{bA}	5,0 ^{cA}	64,4	55,5	T	T	7,4 ^{aA}	7,7 ^{aA}	82,2	77,7	S	S
Laranja	7,4 ^{aA}	5,7 ^{bA}	82,2	55,5	S	T	7,8 ^{aA}	6,6 ^{bA}	86,6	73,3	S	S
Amarela B	7,8 ^{aA}	5,4 ^{cB}	86,6	60,0	S	T	7,4 ^{aA}	6,2 ^{bA}	82,2	68,8	S	S
Amarela G	7,0 ^{aA}	6,2 ^{bA}	77,7	68,8	S	S	5,8 ^{bA}	7,4 ^{aA}	64,4	82,2	T	S
Vermelha P	5,0 ^{bA}	5,1 ^{cA}	55,5	64,4	T	T	7,8 ^{aA}	7,4 ^{aA}	86,6	73,3	S	S
Vermelha G	5,8 ^{bA}	5,8 ^{bA}	64,4	64,4	T	T	7,2 ^{aA}	5,4 ^{cB}	73,3	60,0	S	T
BGH 1486	7,8 ^{aA}	7,1 ^{aA}	86,6	68,8	S	S	7,8 ^{aA}	6,4 ^{bA}	86,6	64,4	S	T
BGH 178	7,8 ^{aA}	3,4 ^{cB}	86,6	37,7	S	T	8,2 ^{aA}	6,5 ^{bA}	82,2	64,4	S	T
BGH 568	7,4 ^{aA}	8,4 ^{aA}	82,2	86,6	S	S	8,2 ^{aA}	7,0 ^{bA}	91,1	77,7	S	S
BGH 957	7,0 ^{aA}	6,9 ^{bA}	77,7	68,8	S	S	7,0 ^{aA}	5,8 ^{bA}	77,7	64,4	S	T
BGH 959	8,2 ^{aA}	5,4 ^{cB}	82,2	60,0	S	T	8,2 ^{aA}	8,6 ^{aA}	91,1	95,5	S	S
BGH 143	5,8 ^{bA}	5,8 ^{bA}	64,4	64,4	T	T	8,2 ^{aA}	6,2 ^{bB}	91,1	68,8	S	S
BGH 138	7,8 ^{aA}	8,2 ^{aA}	86,6	91,1	S	S	8,6 ^{aA}	8,6 ^{aA}	95,5	95,5	S	S
BGH 135	6,8 ^{aA}	5,9 ^{bA}	68,8	60,0	S	T	7,8 ^{aA}	8,2 ^{aA}	86,6	91,1	S	S
BGH 134	3,5 ^{bA}	3,4 ^{cA}	46,6	37,7	T	T	4,6 ^{bA}	3,0 ^{cA}	51,1	33,3	T	R
BGH 84	7,0 ^{aA}	5,8 ^{bA}	77,7	64,4	S	T	7,3 ^{aA}	3,8 ^{cB}	73,3	42,2	S	T
BGH 80	5,4 ^{bA}	5,0 ^{cA}	60,0	55,5	T	T	6,2 ^{bA}	3,8 ^{cB}	68,8	42,2	S	T
BGH 72	9,0 ^{aA}	6,2 ^{bB}	100,0	68,8	S	S	9,0 ^{aA}	5,0 ^{cB}	100,0	55,5	S	T
BGH 71	5,8 ^{bA}	3,4 ^{cB}	64,4	37,7	T	T	5,1 ^{bA}	4,0 ^{cA}	64,4	37,7	T	T
BGH 181	6,6 ^{aA}	4,2 ^{cB}	73,3	46,6	S	T	4,2 ^{bA}	3,4 ^{cA}	46,7	37,7	T	T
C.V. (%)	26,11		-	-	-	-	21,54		-	-	-	-

Médias com letras iguais não são significativamente diferentes pelo teste de Scott-Knott ($p>0,05$). Letras minúsculas indicam diferença na coluna e maiúsculas entre colunas. Reação de resistência: Resistente (R), Tolerante (T) e Suscetível (S).

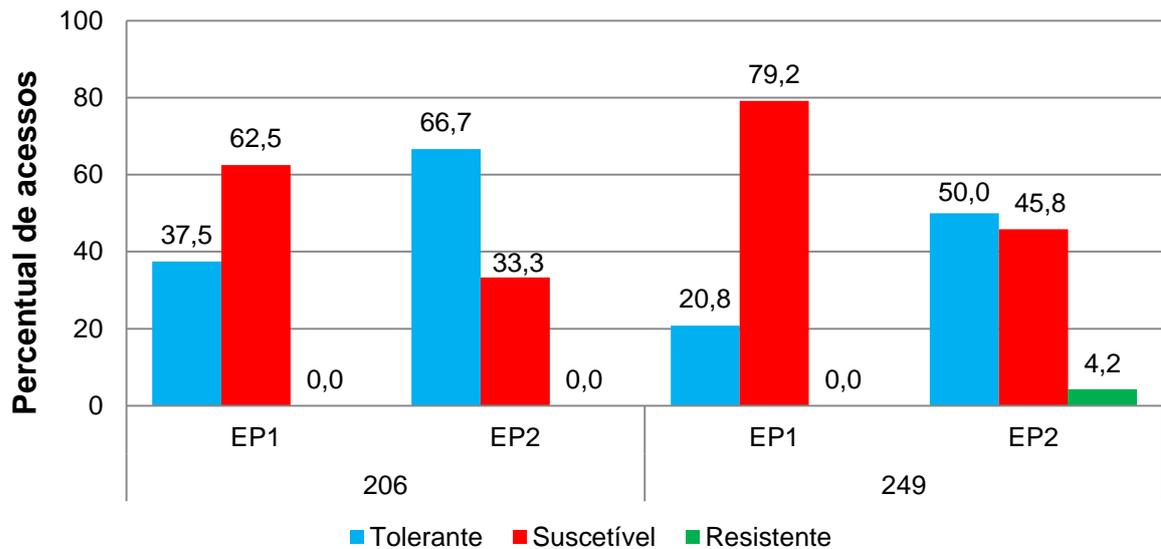


Figura 2 Classificação de acessos de *Capsicum* spp. em três níveis de resistência (Resistente (R), Tolerante (T) e Suscetível (S)) a infecção por dois isolados (COUFPI 206 e COUFPI 249) de *Sclerotium delphinii*, em duas épocas (EP1 – julho de 2019 e EP2 – novembro de 2019). Teresina, PI – 2020

A temperatura é um fator que pode ter influenciado na diferença de resposta de resistência entre as épocas e, conseqüentemente, na diferença nas reações de severidade. As médias de temperatura observadas foram de 27,2 °C e 31,1 °C para as épocas (julho e novembro), respectivamente, havendo diferença de 3,9 °C entre as duas épocas. Durante a primeira época a amplitude média de temperatura foi 12,3 °C (T mín. 21,1 °C e T máx. 33,4 °C), em comparação com os 14,3 °C (T mín. 24 °C e T máx. 38,3 °C) da segunda época (ANEXOS A e B). A umidade relativa do ar (UR) é outro fator que pode ter influenciado, pois a média da umidade relativa do ar na primeira época foi maior (63,8%) que a registrada na segunda época (54,3%).

Esses dados de temperatura e UR sugerem que as reações de resistência podem ter sido influenciadas por estes fatores. A segunda época, mais quente e mais seca, pareceu favorecer a expressão de resistência dos acessos de *Capsicum* sp. e/ou prejudicou o desenvolvimento do patógeno, resultando em menor severidade da doença (Figura 2).

Um fator importante a ser levado em consideração são as condições ótimas que foram dadas ao desenvolvimento do patógeno. Por se tratar de um patógeno habitante do solo, o uso de solo esterilizado eliminou a pressão de seleção que ocorre naturalmente, favorecendo a infecção. O inóculo utilizado (grãos de arroz

colonizados) na superfície próxima ao caule faz com que o patógeno entre em contato mais rapidamente com o hospedeiro, já que naturalmente o patógeno sobrevive no solo na forma de estrutura de resistência (escleródios), ou seja, a pressão de inóculo é menor no ambiente natural. Assim, mesmo com essas condições ótimas de desenvolvimento fornecidas, alguns acessos ainda se mostraram com estabilidade de resistência nas duas épocas e para os dois isolados testados.

A ocorrência de doenças de plantas é geralmente motivada por três fatores: um hospedeiro suscetível, a presença de um patógeno competente (e vetor, se necessário) e ambiente propício. Todos os três fatores devem estar presentes, pelo menos até certo ponto, para que a doença ocorra. Um hospedeiro resistente a genótipos de patógenos locais, ou clima desfavorável à infecção por patógenos, reduzirá a intensidade da doença (GARRET *et al.*, 2016). A disponibilidade reduzida de água no solo e elevadas temperaturas afetam diretamente os patógenos, alterando suas taxas de germinação de esporos e sobrevivência de estruturas de resistência, crescimento micelial e produção de inóculo (SCHNATHORST; MATHRE, 1966; HUBER; GILLESPIE, 1992).

As respostas das plantas ao estresse provocado pela mudança climática afetam outros estresses como o causado por patógenos (EASTBURN; MCELDRONE; BILGIN, 2011). Em *Arabidopsis*, o gene responsivo à desidratação precoce 15 (ERD15) é rapidamente induzido em resposta à seca e infecção por patógenos e a super expressão e o silenciamento desse gene não apenas afetam a tolerância ao estresse abiótico, mas também a resistência a doenças (KARIOLA *et al.*, 2006).

4.2 Experimento II: Avaliação da reação de resistência de acessos de *Capsicum* a *Sclerotium delphinii* em folhas destacadas

Em ambas as épocas do experimento todos os 24 acessos expressaram sintomas da doença após a inoculação com os isolados, revelando a inexistência de imunidade nos acessos avaliados (Tabela 3). Para a primeira época (julho/2019) houve diferença estatística significativa entre os isolados ($p < 0,05$). As plantas testemunhas não apresentaram sintomas da doença. Quase todos os acessos apresentaram reação do tipo Suscetível (S). Somente os acessos BGH 71, BGH

181, BGH 957 e Laranja apresentaram menor área foliar infectada, ficando, portanto, na categoria Moderadamente Suscetível (MS) (Tabela 3).

Tabela 3 Diferença entre épocas (julho e novembro/2019) da severidade média (SEV) e reação de resistência de acessos de *Capsicum* spp. após inoculação em folha destacada com *Sclerotium delphinii* (isolados COUFPI 206 e COUFPI 249). Teresina, PI – 2020

Acesso	206				249			
	Área Foliar Infectada (%)		Reação de Resistência		Área Foliar Infectada (%)		Reação de Resistência	
	Jul	Nov	Jul	Nov	Jul	Nov	Jul	Nov
BAGC 221	90,1 ^{aA}	20,6 ^{bB}	S	MR	89,7 ^{aA}	18,0 ^{bB}	S	MR
BAGC 208	84,1 ^{aA}	14,7 ^{bB}	S	MR	87,6 ^{aA}	20,4 ^{bB}	S	MR
BAGC 206	84,1 ^{aA}	19,0 ^{bB}	S	MR	93,6 ^{aA}	44,8 ^{aB}	S	MS
BAGC 205	53,1 ^{cA}	41,8 ^{aA}	S	MS	97,1 ^{aA}	52,9 ^{aB}	S	S
BAGC 197	90,8 ^{aA}	20,0 ^{bB}	S	MR	89,5 ^{aA}	38,6 ^{aB}	S	MS
Laranja	45,9 ^{cA}	10,7 ^{bB}	MS	R	87,2 ^{aA}	28,7 ^{bB}	S	MS
Amarela B	87,5 ^{aA}	14,9 ^{bB}	S	MR	66,3 ^{bA}	39,0 ^{aB}	S	MS
Amarela G	95,3 ^{aA}	22,3 ^{bB}	S	MR	97,9 ^{aA}	29,6 ^{bB}	S	MS
Vermelha P	77,0 ^{aA}	23,3 ^{bB}	S	MR	75,4 ^{bA}	29,0 ^{bB}	S	MS
Vermelha G	68,0 ^{bA}	20,5 ^{bB}	S	MR	95,5 ^{aA}	25,7 ^{bB}	S	MS
BGH 1486	66,7 ^{bA}	21,1 ^{bB}	S	MR	75,5 ^{bA}	49,7 ^{aB}	S	MS
BGH 178	61,5 ^{bA}	10,4 ^{bB}	S	R	56,8 ^{cA}	42,3 ^{aA}	S	MS
BGH 568	54,0 ^{cA}	17,3 ^{bB}	S	MR	53,7 ^{cA}	34,7 ^{aB}	S	MS
BGH 957	43,2 ^{cA}	9,1 ^{bB}	MS	R	65,2 ^{bA}	25,0 ^{bB}	S	MS
BGH 959	75,4 ^{aA}	18,7 ^{bB}	S	MR	72,5 ^{bA}	43,5 ^{aB}	S	MS
BGH 143	81,9 ^{aA}	18,0 ^{bB}	S	MR	84,5 ^{aA}	49,5 ^{aB}	S	MS
BGH 138	81,5 ^{aA}	37,9 ^{aB}	S	MS	82,8 ^{aA}	38,5 ^{aB}	S	MS
BGH 135	73,8 ^{aA}	32,5 ^{aB}	S	MS	65,1 ^{bA}	47,3 ^{aA}	S	MS
BGH 134	81,8 ^{aA}	13,2 ^{bB}	S	MR	72,4 ^{bA}	14,4 ^{bB}	S	MR
BGH 84	83,3 ^{aA}	18,2 ^{bB}	S	MR	79,2 ^{aA}	33,7 ^{bB}	S	MS
BGH 80	59,6 ^{bA}	9,6 ^{bB}	S	R	64,5 ^{bA}	17,3 ^{bB}	S	MR
BGH 72	81,9 ^{aA}	42,3 ^{aB}	S	MS	91,4 ^{aA}	46,8 ^{aB}	S	MS
BGH 71	38,1 ^{cA}	48,9 ^{aA}	MS	MS	80,9 ^{aA}	52,4 ^{aB}	S	S
BGH 181	52,0 ^{cA}	28,0 ^{aB}	S	MS	44,2 ^{cA}	36,6 ^{aA}	MS	MS
CV (%)	16,43		-	-	13,12		-	-

Médias com letras iguais não são significativamente diferentes pelo teste de Scott-Knott ($p > 0,05$). Letras minúsculas indicam diferença na coluna e maiúsculas entre colunas. Reação de resistência: Resistente (R), Moderadamente Resistente (MR), Moderadamente Suscetível (MS), e Suscetível (S).

Na segunda época (novembro/2019) não houve diferença estatística significativa entre os isolados ($p > 0,05$). As plantas testemunhas não apresentaram sintomas da doença. Houve incremento do número de acessos nas categorias Moderadamente Suscetível (MS), Moderadamente Resistente (MR) e Resistente (R). Os acessos BGH 957, BGH 80, BGH 178 e Laranja apresentaram as menores médias de área foliar infectada, sendo classificados como Resistentes, 9,1%, 9,6%,

10,4% e 10,7% respectivamente para o isolado COUFPI 206, enquanto para o isolado COUFPI 249 as menores áreas foram atribuídas aos acessos BGH 134, BGH 80, BAGC 221 e BAGC 208, sendo classificados como Moderadamente Resistentes, com 14,4%, 17,3%, 18,0% e 20,4% respectivamente (Tabela 3).

Apesar das diferenças entre acessos e alguns terem se destacado com áreas sintomáticas menores que as demais, a classificação dos acessos não ultrapassou a de Moderadamente suscetível (MS). E entre isolados o COUFPI 249 se mostrou mais agressivo.

O isolado COUFPI 249 se mostrou também mais agressivo na segunda época, havendo diferença estatística significativa entre os isolados ($p < 0,05$) (Tabela 3). Diferentemente da primeira época, as classes de reações na segunda época se dividiram em quatro grupos, para o isolado COUPI 206, não ocorrendo apenas a classe imune, porém agora com a maioria sendo classificado com MR e quatro acessos (BGH 178, Laranja, BGH 957, BGH 80) classificados com R.

Quando se compara as épocas para cada isolado, houve diferença estatística significativa entre épocas ($p < 0,05$) nos dois isolados (APÊNDICE C e D), mostrando, assim como no experimento I, a interação genótipo x ambiente presente. Para o COUFPI 206, apenas dois acessos (BAGC 205 e BGH 71) não diferiram significativamente, mostrando a influência da época na classe de reação dos acessos a esse isolado (Tabela 3). Já para o COUFPI 249, três acessos (BGH 178, BGH 135 e BGH 181) não tiveram diferença estatística significativa ($p < 0,05$), embora a diferença observada não tenha tido muito efeito sobre a classe de reação, o que ressalta a maior agressividade desse isolado (Tabela 3). A diferença entre as épocas pode ser observada nos acessos BGH 80 e BGH 134, observando a área infectada da folha em cada uma das épocas (Figura 3).

É possível observar um maior percentual de acessos classificados como suscetíveis a infecção em julho/2019 aos dois isolados. Em novembro/2019 observa-se maior percentual de acessos classificados como moderadamente resistentes a infecção do isolado COUFPI 206 e moderadamente suscetíveis a infecção do isolado COUFPI 249. Além disso, na segunda época também foi observada a classificação como resistente a infecção pelo isolado COUFPI 206 (Figura 4).

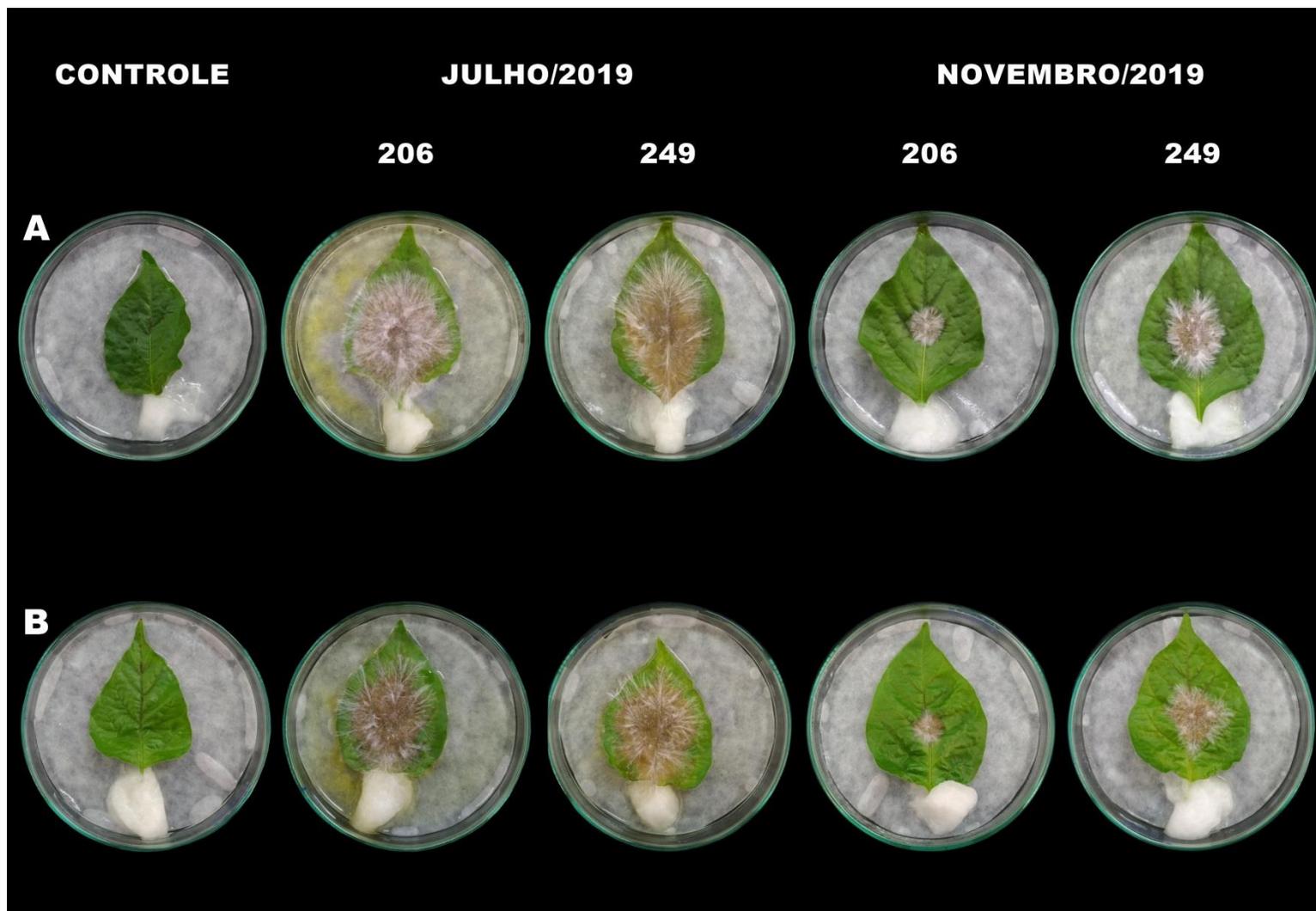


Figura 3 Reação de resistência de acessos de *Capsicum* spp. em duas épocas (julho e novembro/2019) inoculados com *Sclerotium delphinii* (isolados COUFPI 206 e COUFPI 249) em folha destacada aos três dias após a inoculação (DAI). Acessos: **A** - BGH 134; **B** - BGH 80.

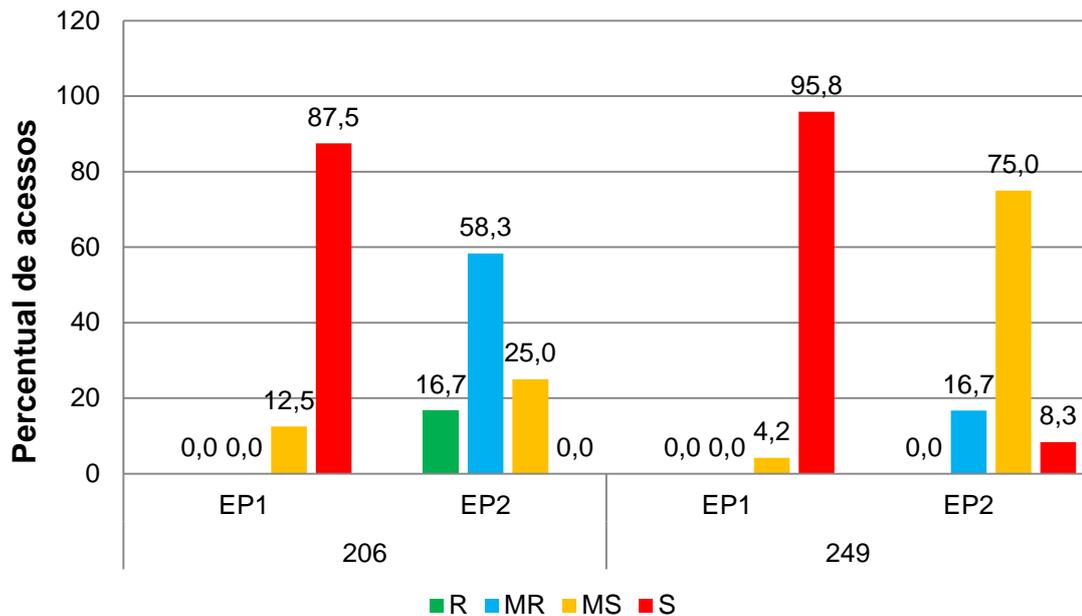


Figura 4 Classificação de acessos de *Capsicum* spp. em 4 níveis de resistência (Resistente (R), Moderadamente Resistente (MR), Moderadamente Suscetível (MS) e Suscetível (S)) a infecção por *Sclerotium delphinii* (isolados COUFPI 206 e COUFPI 249), em duas épocas pelo método de folha destacada (EP1 – julho e EP2 – novembro de 2019). Teresina, PI – 2020

O fato de ocorrer essa diferença, mesmo sendo experimento *in vitro*, pode ser explicado pelo fato de as plantas estarem a temperatura ambiente antes das folhas terem sido destacadas, ou seja, sofrendo influência do ambiente, já que o aumento de temperatura entre a época 1 e a época 2 foi de 3,9 °C. As condições de condução do experimento foram as mais favoráveis ao desenvolvimento do patógeno, com a utilização de escleródio jovem, sob condições de alta umidade, através da utilização de algodão umedecido e papel filtro umedecido, sendo, portanto, a única variável a época do experimento. As respostas da planta ao calor podem ser ativadas por vias de sinalização dependentes de fitohormônio, como o ácido abscísico (ABA), ácido salicílico e etileno (NIEVOLA *et al.*, 2017). Estes compostos também estão envolvidos no processo de sinalização da Resistência Sistêmica Adquirida (SAR), sendo o ácido salicílico um dos mais importantes, pois possui capacidade de induzir a síntese de PR-Proteínas, que são proteínas relacionadas à patogênese (FERNANDES *et al.*, 2009). O etileno ativa fatores de transcrição específicos que levam à expressão de genes que aumentam a tolerância das plantas à temperatura (MÜLLER; MUNNÉ-BOSCH, *et al.*, 2015) bem como também está envolvido na resposta ao ataque de patógenos (LORENZO, *et al.*,

2003). Assim essas respostas das plantas à temperatura podem ter influenciado sua reposta de resistência ao patógeno, tanto para o experimento em telado, como em folha destacada.

4.3 Experimento III: Avaliação de indução de resistência de acessos de *Capsicum* a *Sclerotium delphinii* após aplicação de silício

Nesse estudo, foram utilizados seis acessos, que foram selecionados quanto às suas reações no experimento I, sendo três classificados como suscetíveis (BAGC 205, Amarela G e BGH 72) e três tolerantes (BAGC 208, BAGC 206 e BGH 134). A análise de regressão foi usada a fim de observar diferenças entre as doses testadas, sendo utilizado o modelo com maior coeficiente de determinação (R^2). Houve ajuste de regressão no modelo cúbico para três acessos (Figura 5); para os outros não houve significância dos modelos (Tabela 4), mostrando que as doses não influenciaram a resposta de resistência dos acessos. Os acessos que obtiveram ajuste de modelo regressão foram aqueles identificados como suscetíveis no estudo anterior. Para os acessos caracterizados como tolerantes, a aplicação de Si solúvel via solo, não influenciou nas reações de resistência (Tabela 4).

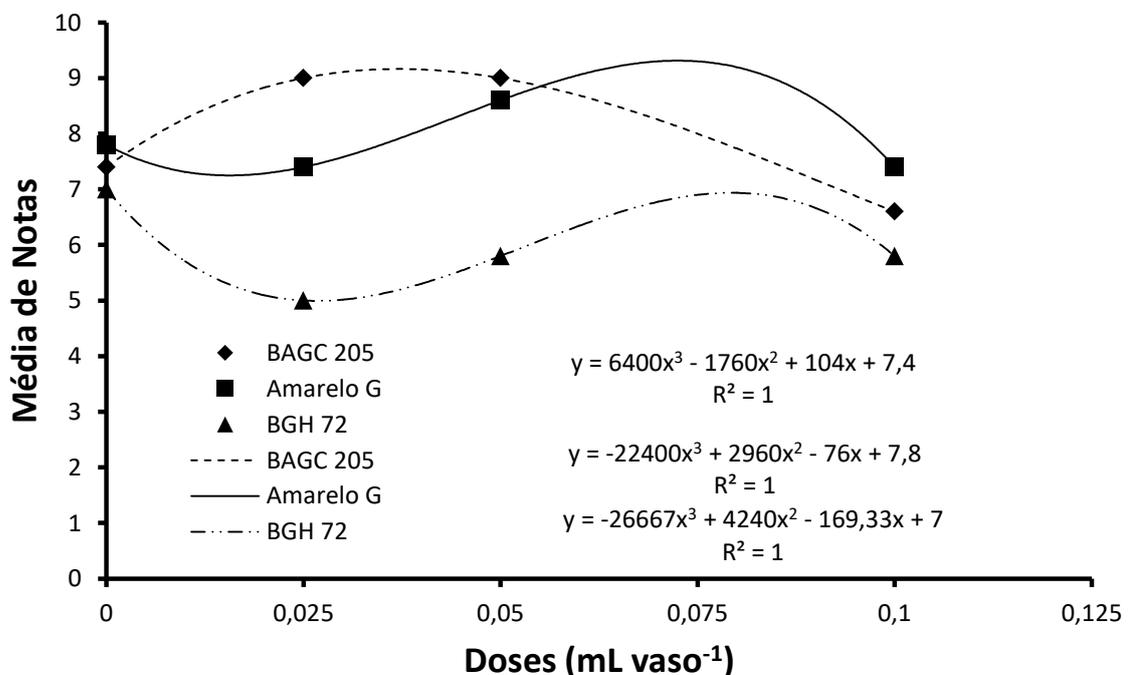


Figura 5 Regressão para o nível de infecção do isolado COUFPI 249 nos acessos BAGC 205, Amarela G e BGH 72, sobre a influência da aplicação de diferentes doses de silicato de sódio. Teresina, PI – 2020

Tabela 4 Nota, severidade (%) e reação de resistência de seis acessos de *Capsicum* spp. após aplicação de Si e inoculados com *Sclerotium delphinii* (isolado COUFPI 249). Teresina, PI – 2020

Dose (mL vaso ⁻¹)	Acesso / Nota					
	BAGC 208	BAGC 206	BAGC 205	Amarelo G	BGH 134	BGH 72
0	5,0 ^B	7,0 ^A	7,8 ^A	7,8 ^A	5,0 ^B	7,0 ^A
0,025	5,0 ^C	7,0 ^B	9,0 ^A	7,4 ^B	5,0 ^C	5,0 ^C
0,05	5,0 ^C	7,0 ^B	9,0 ^A	8,6 ^A	5,0 ^C	5,8 ^{BC}
0,1	5,0 ^{CD}	7,0 ^{AB}	6,6 ^{AB}	7,4 ^A	4,2 ^D	5,8 ^{BC}
CV (%)	11,44					
Severidade (%) / Reação de resistência						
0	55,56 T	77,78 S	82,22 S	86,67 S	55,56 T	77,78 S
0,025	55,56 T	77,78 S	100,00 S	82,22 S	55,56 T	55,56 T
0,05	55,56 T	77,78 S	100,00 S	95,56 S	55,56 T	64,44 T
0,1	55,56 T	77,78 S	73,33 S	82,22 S	46,67 T	64,44 T

Médias com letras iguais não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($p > 0,05$). Letras maiúsculas indicam diferença entre colunas. Reação de resistência: Tolerante (T) e Suscetível (S).

Os acessos BGH 134 e BAGC 208 obtiveram menores notas para a dose 0,1 mL vaso⁻¹, 4,2 e 5,0 respectivamente, porém não houve diferença estatística significativa entre as doses. Para as demais doses, os mesmos acessos se mantiveram com notas iguais e foram classificados como Tolerantes (T) quanto as suas reações de resistência. No experimento I esses acessos foram classificados como Tolerante (BAGC 208) e Resistente (BGH 134, na segunda época). Apesar de não ter havido influência da aplicação de Si para esses acessos, ambos se mostraram estáveis quanto a classificação de resistência, de acordo com o experimento I. Já o acesso BGH 72, que foi classificado como Suscetível (S) no experimento I, manteve-se como Suscetível (S) na dose 0,0 mL vaso⁻¹, mas para as demais foi classificado como Tolerante, mostrando que pode ter havido influência da aplicação do silício para esse acesso (Tabela 4).

O suprimento de Si via solo foi eficiente em *C. annum* contra o desenvolvimento da antracnose causada por *Colletotrichum gloeosporioides*. Os autores sugerem que aplicações contínuas de Si via solo induzem resistência sistêmica adquirida, tendo assim efeito no retardamento do desenvolvimento da doença (JAYAWARDANA *et al.*, 2014).

No teste em folhas destacadas, realizado a fim de descobrir se o silício fornecido estava sendo translocado para as folhas, conferindo assim uma barreira física à infecção pelo patógeno, não houve diferença estatística significativa entre as doses e os acessos testados ($p > 0,05$) (Tabela 5).

Assim, apesar de ter havido diferença entre as doses para os acessos classificados como Suscetíveis, não se pode afirmar que houve influência do Si na indução de resistência em *Capsicum* spp.

Diversos estudos em cucurbitáceas mostram a eficiência da aplicação de Si no controle de fungos e oomicetos fitopatogênicos, como *Oidium* sp. (SAMUELS *et al.*, 1991), *Pythium aphanidermatum* e *Fusarium solani* (EL-SAMMAN, 2000), míldio (*Pseudoperonospora cubensis*) (YU *et al.*, 2010) e *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* (ZHOU *et al.*, 2018).

Em *Capsicum* spp. também foi confirmado o potencial da aplicação de Si para diminuir os sintomas do desenvolvimento da murcha causada por *Phytophthora capsici* (FRENCH-MONAR *et al.*, 2010) e antracnose (JAYAWARDANA *et al.*, 2015)

Tabela 5 Área foliar infectada (%) e reação de resistência de seis acessos de *Capsicum* spp. após aplicação de Si e inoculados em folha destacada com *Sclerotium delphinii* (isolado COUFPI 249). Teresina, PI – 2020

Doses (mL vaso ⁻¹)	Acessos/Área Foliar Infectada (%)					
	BAGC 208	BAGC 206	BAGC 205	Amarelo G	BGH 134	BGH 72
0	38,84 ^{aA}	51,89 ^{aA}	38,93 ^{aA}	51,50 ^{aA}	33,61 ^{aA}	31,69 ^{aA}
0,025	41,17 ^{aA}	52,72 ^{aA}	46,08 ^{aA}	56,30 ^{aA}	34,66 ^{aA}	46,94 ^{aA}
0,05	38,85 ^{aA}	49,61 ^{aA}	31,41 ^{aA}	44,71 ^{aA}	48,79 ^{aA}	28,72 ^{aA}
0,1	44,40 ^{aA}	48,86 ^{aA}	34,14 ^{aA}	49,19 ^{aA}	43,05 ^{aA}	36,28 ^{aA}
	Reação de Resistência					
0	MS	S	MS	S	MS	MS
0,025	MS	S	MS	S	MS	MS
0,05	MS	MS	MS	MS	MS	MS
0,1	MS	MS	MS	MS	MS	MS

Reação de resistência: Moderadamente Suscetível (MS), e Suscetível (S).

5 CONCLUSÕES

Não foi expressa imunidade dentre os acessos de *Capsicum* contra os isolados de *S. delphinii*, tanto no experimento em telado, quanto no experimento de folha destacada.

As condições ambientais da época de condução dos experimentos influenciaram a resistência dos acessos de *Capsicum* a *S. delphinii*.

Considerando o experimento em telado, os acessos BGH 71 e BGH 134 foram os que expressaram melhor resposta de resistência aos dois isolados do patógeno durante as duas épocas.

Considerando o experimento em folha destacada, os acessos, BGH 80 e BGH 134 foram os que expressaram melhor resposta de resistência aos dois isolados do patógeno durante as duas épocas.

A aplicação do silicato de sódio não teve efeito significativo na reação de resistência dos acessos de *Capsicum* contra *S. delphinii*, tanto em telado como no método de folha destacada.

REFERÊNCIAS

- ABREU, F.; SILVA, D. J. H.; CRUZ, C. D.; MIZUBUTI, E. S. G. Inheritance of resistance to *Phytophthora infestans* (Peronosporales, Pythiaceae) in a new source of resistance in tomato (*Solanum* sp. (formerly *Lycopersicon* sp.) Solanales, Solanaceae). **Genetics and Molecular Biology**, v. 31, n. 2, p. 493-497, 2008.
- ALVES, A. O.; SANTOS, M. M. B.; SOUZA, L. J. N.; SOUZA, E. B.; MARIANO, R. L. R. Use of silicon for reducing the severity of bacterial wilt of sweet pepper. **Journal of Plant Pathology**, v. 97, n. 3, p.419-429, 2015.
- ANDRADE, C. C. L.; RESENDE, R. S.; RODRIGUES, F. A.; FERRAZ, H. G. M.; MOREIRA, W. R.; OLIVEIRA, J. R.; MARIANO, R. L. R. Silicon reduces bacterial speck development on tomato leaves. **Tropical Plant Pathology**, v. 38, n. 5, p.436-442, 2013.
- ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP- APG III. An update of the angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 161, n. 2, p. 105-121, 2009.
- ANJOS, T. V.; TEBALDI, N. D.; MOTA, L. C. B. M.; COELHO, L. Silicate sources for the control of tomato bacterial spot (*Xanthomonas* spp.). **Summa Phytopathologica**, v. 40, n. 4, p.365-367, 2014.
- ANTOINE, B. B. B.; KOUABENAN, A.; GASTON, K. K.; DAOUDA, K. Evaluation of resistance of seven pepper varieties to sclerotinia caused by *Sclerotium rolfsii*, in the locality of Songon-Te, in the South of Cote d'Ivoire. **International Journal of Agriculture Innovations and Research**. v. 4, n. 4, p. 703-707, 2016.
- ARAUJO, L.; PASCHOALINO, R. S.; RODRIGUES, F. Á. Microscopic aspects of silicon-mediated rice resistance to leaf scald. **Phytopathology**, v. 106, n. 2, p.132-141, 2016.
- ARI, E.; BEDIR, H.; YILDIRIM, S.; YILDIRIM, T. Androgenic responses of 64 ornamental pepper (*Capsicum annum* L.) genotypes to shed-microspore culture in the autumn season. **Turkish Journal of Biology**, v. 40, n. 3, p. 706-717, 2016.
- ASLAM, M. N.; MUKHTAR, T.; ASHFAQ, M.; HUSSAIN, M. A. Evaluation of chili germplasm for resistance to bacterial wilt caused by *Ralstonia solanacearum*. **Australasian Plant Pathology**, v. 46, n. 3, p.289-292, 2017.
- ASSIS, L. A. G. de; NETTO, R. A. C.; BARBOSA, A. P. Ocorrência de mancha foliar em mogno causada por *Sclerotium coffeicola* no estado do Amazonas. **Summa Phytopathologica**, v. 33, n. 1, p. 99, 2007.
- AYANA, G.; FININSA, C.; AHMED, S.; WYDRA, K. Effects of soil amendment on bacterial wilt caused by *Ralstonia solanacearum* and tomato yields in Ethiopia. **Journal of Plant Protection Research**, v. 51, n. 1, p.72-73, 2011.

- BABU, B. S.; PANDRAVADA, S. R.; PRASADA RAO, R. D. V. J.; ANITHA, K.; CHAKRABARTY, S. K.; VARAPRASAD, K. S. Global sources of pepper genetic resources against arthropods, nematodes and pathogens. **Crop Protection**, v. 30, n. 4, p.389-400, 2011.
- BEDENDO, I. P. Podridões de raiz e colo. In: AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; REZENDE, J. A. M. **Manual de Fitopatologia: Princípios e conceitos**. Ed. Agronômica Ceres, v. 1, 5ª ed., cap. 24, 2018.
- BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. Princípios gerais de controle. In: AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; REZENDE, J. A. M. **Manual de Fitopatologia: Princípios e conceitos**. Ed. Agronômica Ceres, v.1, 5ª ed., cap. 14, 2018.
- BOSLAND, P. W.; VOTAVA, E. J. **Peppers**. Vegetable and Spice Capsicums, 2ed.; CABI: Cambridge, UK, 2012.
- BROWN, C. H.; CLEMENT, C. R.; EPPS, P.; LUEDELING, E.; WICHMANN, S. The paleobiolinguistics of domesticated chili pepper. **Ethnobiology Letters**, v. 4, n 1, p. 1-11, 2013.
- BUHL, C.; STRAUSS, S. H; LINDROTH, R. L. Genetic down-regulation of gibberellin results in semi-dwarf poplar but few non-target effects on chemical resistance and tolerance to defoliation. **Journal of Plant Ecology**, v. 12, n. 1, p. 124-136, 2018.
- CAMARGO, L. E. A. Controle Genético. In: AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; REZENDE, J. A. M. **Manual de Fitopatologia: Princípios e Conceitos**. Ed. Agronômica Ceres v.1, 5ª ed., cap. 15, 2018.
- CÂNDIDA, D. V.; COSTA, J. G. C.; RAVA, C. A.; CARNEIRO, M. S. Controle genético da murcha do fusário (*Fusarium oxysporum*) em feijoeiro comum. **Tropical Plant Pathology**, v. 34, n. 6, p. 379-384, 2009.
- CANDOLE, B. L.; CONNER, P. J.; JI, P. Screening *Capsicum annum* accessions for resistance to six isolates of *Phytophthora capsici*. **Hortscience**, v. 45, n. 2, p. 254-259, 2010.
- CARVALHO, S. I. C.; BIANCHETTI, L. B. Botânica e Recursos Genéticos: In: RIBEIRO, C. S. C.; LOPES, C. A.; CARVALHO, S. I. C.; HENZ, G. P.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. **Pimentas Capsicum**. Brasília: Embrapa Hortaliças. p. 39-54, 2008.
- CARVALHO, S. I. C.; BIANCHETTI, L. de B.; BUSTAMANTE, P. G.; SILVA, D. B. **Catálogo de germoplasma de pimentas e pimentões (Capsicum spp.) da Embrapa Hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2003. 49 p.
- CONCEIÇÃO, C. S.; FELIX, K. C. S.; MARIANO, R. L. R.; MEDEIROS, E. V.; SOUZA, E. B. Combined effect of yeast and silicon on the control of bacterial fruit blotch in melon. **Scientia Horticulturae**, v. 174, p.164-170, 2014.

CROSS, H.; BRICK, M. A.; SCHWARTZ, H. F.; PANELLA, L. W.; BYRNE, P. F. Inheritance of resistance to *Fusarium* wilt in two common bean races. **Crop Science** v. 40, p. 954-958, 2000.

CURRIE, H. A.; PERRY, C. Silica in plants: biological, biochemical and chemical studies. **Annals of Botany**, London, v. 1, n. 7, p. 1383-1389, 2007.

DETMANN, K. C.; ARAUJO, W. L.; MARTINS, S. C. V.; SANGLARD, L. M. V. P.; REIS, J. V.; DETMANN, E.; RODRIGUES, F. A.; NUNES-NESI, A.; FERNIE, A. R.; DAMATTA, F. M. Silicon nutrition increases grain yield, which, in turn, exerts a feed-forward stimulation of photosynthetic rates via enhanced mesophyll conductance and alters primary metabolism in rice. **New Phytologist**, v. 196, n. 3, p. 752-762, 2012.

DIOGO R.V.C.; WYDRA K. Silicon-induced basal resistance in tomato against *Ralstonia solanacearum* is related to modification of pectic cell wall polysaccharide structure. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 70, n. 4-6, p.120-129, 2007.

DOMICIANO, G. P.; CACIQUE, I. S.; CHAGAS FREITAS, C.; FILIPPI, M. C. C.; DAMATTA, F. M.; DO VALE, F. X. R.; RODRIGUES, F. Á. Alterations in gas exchange and oxidative metabolism in rice leaves infected by *Pyricularia oryzae* are attenuated by silicon. **Phytopathology**, v. 105, n. 6, p. 738-747, 2015.

DORNELES, A. O. S.; PEREIRA, A. S.; ROSSATO, L. V.; POSSEBOM, G.; SASSO, V. M.; BERNARDY, K.; SANDRI, R. Q.; NICOLOSO, F. T.; FERREIRA, P. A. A.; TABALDI, L. A. Silicon reduces aluminum content in tissues and ameliorates its toxic effects on potato plant growth. **Ciência Rural**, v. 46, n. 3, p. 506-512, 2016.

DRESLER, S.; WÓJCIK, M.; BEDNAREK, W.; HANAKA, A.; TUKIENDORF, A. The effect of silicon on maize growth under cadmium stress. **Russian Journal of Plant Physiology**, v. 62, n. 1, p. 86-92, 2015.

DUARTE, M. L. R.; LIMA, W. G.; CHU, E. Y.; KONAGANI, M.; ALBUQUERQUE, F. A. B. Controle da podridão das raízes da pimenteira-do-reino com diferentes bokashi. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental. **Comunicado Técnico**, nº 168, 41p. 2006a.

DUARTE, M. de L. R.; PESSÔA, D. do N.; LIMA, W. G.; POLTRONIERI, L. S. Tolerância de Koleroga noxia, Agente da queima-do-fio da pimenteira-do-reino, a Fungicidas Cúpricos. Belém, PA : Embrapa Amazônia Oriental. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, nº 56, 21p. 2006b.

EASTBURN, D. M.; MCELDRONE, A. J.; BILGIN, D. D. Influence of atmospheric and climatic change on plant-pathogen interactions. **Plant Pathology**, v. 60, n. 1, p. 54-69, 2011

EL-SAMMAN, M. G. The role of soluble silicon in controlling some root rot diseases of cucumber and tomato. **Annals of Agricultural Sciences**, v. 4, p. 1411-1419, 2000.

EPSTEIN, E. Silicon. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 50, p. 641-664, 1999.

ESTEVES, M. **Cultivares de pimenta mais resistentes e produtivas**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2011. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2393231/prosa-rural---cultivares-de-pimenta-mais-resistentes-e-produtivas>>. Acesso em: 22 out. 2019.

FAN, X-Y.; LIN, W-P.; LIU, R.; JIANG, N-H.; CAI, K-Z. Physiological response and phenolic metabolism in tomato (*Solanum lycopersicum*) mediated by silicon under *Ralstonia solanacearum* infection. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 17, n. 10, p. 2160-2171, 2018.

FARR, D. F.; ROSSMAN, A.Y.; PALM, M. E.; MCCRAY, E. B. 2006. **Fungal Databases**. Systematic Botany & Mycology Laboratory, ARS, USDA. <http://nt.arsgrin.gov/fungaldatabases/>.

FERNANDES, C. F.; VIEIRA JUNIOR, J. R.; SILVA, D. S. G.; REIS, N. D.; ANTUNES JUNIOR, H. **Mecanismos de defesa de plantas contra o ataque de agentes fitopatogênicos**. Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, 14p. (Documentos/Embrapa Rondônia; 133), 2009.

FERREIRA, A. S.; BOLEY, R. A. **Sclerotium rolfsii**. Crop Knowledge Master, 2006. Disponível em <http://hbs.bishopmuseum.org/botany/taro/key/HawaiianKalo/Media/Html/adobe/dryrot.pdf>. Acesso em: 20 out. 2018.

FERREIRA, H. A.; NASCIMENTO, C. W. A.; DATNOFF, L. E.; NUNES, G. H. de S.; PRESTON, W.; SOUZA, E. B.; MARIANO, R. de L. R. Effects of silicon on resistance to bacterial fruit blotch and growth of melon. **Crop Protection**, v. 78, p. 277-283, 2015.

FERY, R. L.; DUKES, P. D. Potential for utilization of pepper germplasm with a variable reaction to *Sclerotium rolfsii* Sacc. to develop southern blight-resistant pepper (*Capsicum annuum* L.) cultivars. **Plant Genetic Resources**, v. 3, n. 3, p.326-330, 2005.

FERY, R. L.; DUKES, P. D.. Southern Blight (*Sclerotium rolfsii* Sacc.) of Cowpea: genetic characterization of two sources of resistance. **International Journal of Agronomy**, v. 2011, p. 1-6, 2011.

FRENCH-MONAR, R. D. RODRIGUES, F. A.; KORNDORFER, G. H.; DATNOFF, L. E. Silicon suppresses *Phytophthora* blight development on bell pepper. **Journal of Phytopathology**, v. 158, n. 7-8, p. 554-560, 2010.

GARCIA, R. A.; JULIATTI, F. C. Avaliação da resistência da soja a *Sclerotinia sclerotiorum* em diferentes estádios fenológicos e períodos de exposição ao inóculo. **Tropical Plant Pathology**, v. 37, n. 3, p. 196-203, 2012.

- GARDES, M.; BRUNS, T. D. ITS primers with enhanced specificity for basidiomycetes - application to the identification of mycorrhizae and rusts. **Molecular Ecology**, v. 2, n. 2, p. 113-118, 1993.
- GARRETT, K. A.; NITA, M.; WOLF, E. D. de; ESKER, P. D.; GOMEZ-MONTANO, L.; SPARKS, A. H. Plant pathogens as indicators of climate change. **Climate Change**, p. 325-338, 2016.
- GASPAROTTO, L.; CATARINO, A. de M.; SILVA, G. F. da. Mancha-concêntrica: nova doença do noni, causada por *Sclerotium coffeicola*. Embrapa Amazônia Oriental. **Comunicado Técnico**, nº 143, 5p. 2019.
- GENUNCIO, G. C.; ZONTA, E.; NASCIMENTO, E. C. Pimenta: tipos e ardências que fazem toda a diferença. **Revista Campo & Negócios: Hortifruti**. 2015. Disponível em: <<http://www.revistacampoenegocios.com.br>>. Acesso em: 04 nov. 2019.
- HAYAT, S.; CHRISTIAS, C. Isolation and fusion of protoplasts from the phytopathogenic fungus *Sclerotium rolfsii* (Sacc.). **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 41, n. 1, p. 253-263, 2010.
- HEINE, G.; TIKUM, G.; HORST, W. J. The effect of silicon on the infection by and spread of *Pythium aphanidermatum* in single roots of tomato and bitter melon. **Journal of Experimental Botany**, v. 58, n. 3, p. 569-577, 2006.
- HUANG, C. H.; ROBERTS, P. D.; DATNOFF, L. E. Silicon suppresses *Fusarium* crown and root rot of tomato. **Journal of Phytopathology**, v. 159, n. 7-8, p. 546-554, 2011.
- HUBER, L.; GILLESPIE, T. J. Modeling leaf wetness in relation to plant-disease epidemiology. **Annual Review of Phytopathology**, v.30, n. 553-577, 1992.
- HUSSAIN, I.; MUHAMMAD, A. A.; RASHEED, R.; ASGHAR, A.; SAJID, M. A.; IQBAL, M. Exogenous application of silicon at the boot stage decreases accumulation of cadmium in wheat (*Triticum aestivum* L.) grains. **Brazilian Journal of Botany**, v. 38, n. 2, p. 223-234, 2015.
- JARA, M. A. Q.; MARINGONI, A. C. Identification of the causal agent of "pata seca" in pepper crop production areas of Ecuador. **Summa Phytopathologica**, v. 44, n. 4, p. 338-343, 2018.
- JAYAWARDANA, H. A. R. K.; WEERAHEWA, H. L. D.; SAPARAMADU, M. D. J. S. Enhanced resistance to anthracnose disease in chili pepper (*Capsicum annum* L.) by amendment of the nutrient solution with silicon. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v. 90, n. 5, p.557-562, 2015.
- JAYAWARDANA, H. A. R. K.; WEERAHEWA H. L. D.; SAPARAMADU M. D. J. S. Effect of root or foliar application of soluble silicon on plant growth, fruit quality and anthracnose development of *Capsicum*. **Tropical Agricultural Research**, v. 26, n. 1, p. 74-81, 2014.

- KAMBER, T.; BUCHMANN, J. P.; POTHIER, J. F.; SMITS, T. H. M.; WICKER, T.; DUFFY, B. Fire blight disease reactome: rna-seq transcriptional profile of apple host plant defense responses to *Erwinia amylovora* pathogen infection. **Scientific Reports**, v. 6, n. 1, 2016.
- KANG, W. H.; HOANG, N. H.; YANG, H. B.; KWON, J. K.; JO, S. H.; SEO, J. K.; KIM, K. H.; CHOI, D.; KANG, B. C. Molecular mapping and characterization of a single dominant gene controlling CMV resistance in peppers (*Capsicum annuum* L.). **Theoretical and Applied Genetics**, v. 120, n. 8, p. 1587-1596, 2010.
- KARIOLA, T.; BRADER, G.; HELENIUS, E.; LI, J.; HEINO, P.; PALVA, E. T. Early responsive to dehydration 15, a negative regulator of abscisic acid responses in *Arabidopsis*. **Plant Physiology**, v. 142, n. 4, p. 1559–1573, 2006.
- KATOR, L.; HOSEA, Z. Y.; OCHE, O. D. *Sclerotium rolfsii*; Causative organism of southern blight, stem rot, white mold and sclerotia rot disease. **Annals of Biological Research**, v. 6, n. 11, p. 78-89, 2015.
- KIM, S. H.; BREUIL, C. Common nuclear ribosomal internal transcribed spacer sequences occur in the sibling species *Ophiostoma piceae* and *O. quercus*. **Mycological Research**, v. 105, n. 3, p. 331-337, 2001.
- LE, C. N.; MENDES, R.; KRUIJT, M.; RAAIJMAKERS, J. M. Genetic and phenotypic diversity of *Sclerotium rolfsii* in groundnut fields in central Vietnam. **Plant Disease**, v. 96, n. 3, p. 389-397, 2012.
- LEE, S. K.; SOHN, E. Y.; HAMAYUN, M.; YOON, J. Y.; LEE, I. J. Effect of silicon on growth and salinity stress of soybean plant grown under hydroponic system. **Agroforestry Systems**, v. 80, p. 333-340, 2010.
- LI, Y. C.; BI, Y.; GE, Y. H.; SUN, X. J.; WANG, Y. Antifungal activity of sodium silicate on *Fusarium sulphureum* and its effect on dry rot of potato tubers. **Journal of Food Science**, v. 74, n. 5, p. M213-M218, 2009.
- LI, Z.; PINSON, S. R. M.; MARCHETTI, M. A.; STANSEL, J. W.; PARK, W. D. Characterization of quantitative trait loci (QTLs) in cultivated rice contributing to field resistance to sheath blight (*Rhizoctonia solani*). **Theoretical and Applied Genetics**, v. 91, n. 2, p. 382-388, 1995.
- LIANG, Y. C.; CHEN, Q. R.; LIU, Q.; ZHANG, W. H.; DING, R. X. Exogenous silicon (Si) increases antioxidant enzyme activity and reduces lipid peroxidation in roots of salt-stressed barley (*Hordeum vulgare* L.). **Journal of Plant Physiology**, v. 160, p. 1157-1164, 2003.
- LIU, K.; MCINROY, J. A.; HU, C-H.; KLOEPPER, J. W. Mixtures of Plant-Growth-Promoting Rhizobacteria Enhance Biological Control of Multiple Plant Diseases and Plant-Growth Promotion in the Presence of Pathogens. **Plant Disease**, v. 102, n. 1, p. 67-72, 2018

LOPES, C. A.; AVILA, A. C. Murcha de esclerócio (*S. rolfsii*) In: LOPES, C. A. **Doenças do tomateiro**. Brasília. Embrapa Hortaliças, p 39 - 4, 2005.

LORENZO, O.; PIQUERAS, R.; SÁNCHEZ-SERRANO, J. J.; SOLANO, R. ETHYLENE RESPONSE FACTOR1 integrates signals from ethylene and jasmonate pathways in plant defense. **Plant Cell**. v. 15, n. 1, p. 165-178, 2003.

MA, J. F.; YAMAJI, N. Silicon uptake and accumulation in higher plants. **Trends in Plant Science**, v. 11, n. 8, p. 392-397, 2006.

MA, J. F.; YAMAJI, N. Functions and transport of silicon in plants. **Cellular and Molecular Life Sciences**, v. 65, p. 3049-3057, 2008.

MAHADEVAKUMAR, S.; YADAV, V.; TEJASWINI, G. S.; JANARDHANA, G. R. Morphological and molecular characterization of *Sclerotium rolfsii* associated with fruit rot of *Cucurbita maxima*. **European Journal of Plant Pathology**, v. 145, n. 1, p. 215-219, 2015.

MAHADEVAKUMAR, S.; CHANDANA, C.; DEEPIKA, Y. S.; SUMASHRI, K. S.; YADAV, V.; JANARDHANA, G. R. Pathological studies on the southern blight of China aster (*Callistephus chinensis*) caused by *Sclerotium rolfsii*. **European Journal of Plant Pathology**, v. 151, n. 4, p. 1081-1087, 2018.

MAHADEVAKUMAR, S.; CHANDANA, C.; JANARDHANA, G. R. First report of *Colletotrichum truncatum* associated with anthracnose disease on tuberose (*Polygonatum tuberosum*) in India. **Crop Protection**, v. 118, p. 1-5, 2019.

MARTINEZ-MEDINA, A.; FLORS, V.; HEIL, M.; MAUCH-MANI, B.; PIETERSE, C. M.J.; POZO, M. J.; TON, J.; VAN DAM, N. M.; CONRATH, U. Recognizing Plant Defense Priming. **Trends In Plant Science**, v. 21, n. 10, p. 818-822, 2016.

MCKINNEY, H. H. Influence of soil, temperature and moisture on infection of wheat seedlings by *Helminthosporium sativum*. **Journal of Agricultural Research**, Washington, v. 26, n. 5, p. 195-217, 1923.

MECKELMANN, S. W.; RIEGEL, D. W.; ZONNEVELD, M. J. van; RIOS, L.; PEÑA, K.; UGAS, R.; QUINONEZ, L.; MULLER-SEITZ, E.; PETZ, M. Compositional characterization of native peruvian chili peppers (*Capsicum* spp.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 61, n. 10, p. 2530-2533, 2013.

MELO, S. P de; KORNDORFER, G. H.; KORNDÖRFER, C. M.; LANA, R. M. Q.; SANTANA, D. G. Silicon accumulation and water deficit tolerance in *Brachiaria* grasses. **Scientia Agricola**, v. 60, n. 4, p. 755-759, 2003.

MICHEREFF, S. J.; ANDRADE, D. E. G. T.; MENEZES, M. **Ecologia e Manejo de Patógenos Radiculares em Solos Tropicais**. 2 ed. Recife, PE: Imprensa Universitária, 2005. 399 p.

MIKLAS, P. N.; JOHNSON, W. C.; DELORME, R.; RILEY, R. H.; GEPTS, P. Inheritance and QTL analysis of physiological resistance to white mold in

common bean G122. **Crop Science**, v. 41, p. 309-315, 2001.

MIKLAS, P. N.; HAUF, D. C.; HENSON, R. A.; GRAFTON, K. F. Inheritance of ICA-Bunsi derived resistance to white mold in a navy x pinto bean cross. **Crop Science**, v. 44, p.1584-1588, 2004.

MIKLAS, P. N. Marker-assisted backcrossing QTL for partial resistance to *Sclerotinia* white mold in dry bean. **Crop Science**, v. 47, p. 935-942, 2007.

MOSCONE, E. A.; SCALDAFERRO, M. A.; GABRIELE, M.; CECCHINI, N. M.; GARCIA, Y. S.; JARRET, R.; DAVIÑA, J. R.; DUCASSE, D. A.; BARBOZA, G. E.; EHRENDORFER, F. The evolution of chili peppers (*Capsicum* – Solanaceae): a cytogenetic perspective. **Acta Horticulturae**, v. 745, n. 1, p. 137-16, 2007.

MUCHERO, W.; EHLERS, J. D.; CLOSE, T. J.; ROBERTS, P. A. Genic SNP markers and legume synteny underlying QTL for *Macrophomina phaseolina* resistance and maturity in cowpea. **BMC Genomics**, v. 12, n. 8, p. 1-14, 2011.

MUKHERJEE, A. K.; MUKHERJEE, P. K.; KRANTHI, S. Identification of *Sclerotium delphinii* causing seedling rot in cotton. **Journal of Plant Pathology**, v. 1, n. 2, p. 303-305, 2015.

MÜLLER, M.; MUNNÉ-BOSCH, S. Ethylene response factors: a key regulatory hub in hormone and stress signaling. **Plant Physiology**, v. 169, n. 1, p. 32-41, 2015.

NAEEM, A.; SAIFULLAH.; GHAFUOR, A.; FAROOQ, M. Suppression of cadmium concentration in wheat grains by silicon is related to its application rate and cadmium accumulating abilities of cultivars. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 95, n. 12, p. 2467-2472, 2014.

NAEGELE, R. P.; TOMLINSON, A. J.; HAUSBECK, M. K. Evaluation of a diverse, worldwide collection of wild, cultivated, and landrace pepper (*Capsicum annuum*) for resistance to *Phytophthora* fruit rot, genetic diversity, and population structure. **Phytopathology**, v. 105, n. 1, p. 110-118, 2015.

NASCIMENTO, K. J. T.; ARAUJO, L.; RESENDE, R. S.; SCHURT, D. A.; SILVA, W. L.; RODRIGUES, F. Á. Silicon, acibenzolar-S-methyl and potassium phosphite in the control of brown spot in rice. **Bragantia**, v. 75, n. 2, p. 212-221, 2016.

NASCIMENTO, S. R. C.; SILVA, F. H. A.; CRUZ, B. L. S.; DANTAS, A. M. M.; AMBRÓSIO, M. M. Q.; SENHOR, R. F. Sobrevivência de estrutura de resistência de *Macrophomina phaseolina* e *Sclerotium rolfsii* em solo tratado biologicamente. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 10, n. 1, p. 50-57, 2016.

NEITZKE, R. S.; VASCONCELOS, C. S.; BARBIERI, R. L.; VIZZOTTO, M.; FETTER, M. R.; CORBELINI, D. D. Variabilidade genética para compostos antioxidantes em variedades crioulas de pimentas (*Capsicum baccatum*). **Horticultura Brasileira** v.33, n. 4, p. 415-421, 2015.

NEUMANN, D.; NIEDEN, U. Silicon and heavy metal tolerance of higher plants. **Phytochemistry**, v. 56, n. 7, p. 685-692, 2001.

NIEVOLA, C. C.; CARVALHO, C. P.; CARVALHO, V.; RODRIGUES, E. Rapid responses of plants to temperature changes. **Temperature**, v. 4, n. 4, p. 371-405, 2017.

NWOKEM, C. O.; AGBAJI, E. B.; KAGBU, J. A.; EKANEM, E. J. Determination of capsaicin content and pungency level of five different peppers grown in Nigeria. **Science Journal** v. 3, n. 9, p.17-21, 2010.

O'DONNELL, K.; CIGELNIK, E. Two divergent intragenomic rDNA ITS2 types within a monophyletic lineage of the fungus *Fusarium* are nonorthologous. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 7, n. 1, p.103-116, 1997.

OHARA, R.; PINTO, C. M. F. Mercado de pimentas processadas. **Informe Agropecuário**, v.33, n.267, p. 7-13, 2012.

OKABE, I.; MATSUMOTO, N. Phylogenetic relationship of *Sclerotium rolfsii* (teleomorph *Athelia rolfsii*) and *S. delphinii* based on ITS sequences. **Mycological Research**, v. 107, n. 2, p. 164-168, 2003.

OLIVEIRA, J. C.; ALBUQUERQUE, G. M. R.; MARIANO, R. L. R.; GONDIM, D. M. F.; OLIVEIRA, J. T. A.; SOUZA, E. B. Reduction of the severity of angular leaf spot of cotton mediated by silicon. **Journal of Plant Pathology**, v. 94, n. 2, p. 297-304, 2012.

PADUA, R. R.; ALVARENGA, D. O.; QUEIROZ, P. R.; MELLO, S. C. M. Avaliação e caracterização de potenciais antagonistas de *Sclerotium rolfsii* pertencentes ao gênero *Trichoderma*. **Boletim de pesquisas e desenvolvimento**, Brasília, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, n. 165. 23 p, 2007.

PANDEY, D.; RAJENDRAN, S. R. C. K.; GAUR, M.; SAJEESH, P. K.; KUMAR, A. Plant Defense Signaling and Responses Against Necrotrophic Fungal Pathogens. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 35, n. 4, p. 1159-1174, 2016.

PARLEVLIT, J. E. Durability of resistance against fungal, bacterial and viral pathogens; present situation. **Euphytica**, v. 124, n. 2, p. 147-156, 2002.

PAULUS, D.; VALMORBIDA, R.; SANTIN, A.; TOFFOLI, E.; PAULUS, E. Crescimento, produção e qualidade de frutos de pimenta (*Capsicum annuum*) em diferentes espaçamentos. **Horticultura Brasileira**, v. 33, n. 1, p. 91-100, 2015.

PÉREZ-VERA, O. A.; CIBRIÁN-TOVAR, D.; T-HANLIN, R. Primera descripción de *Sclerotium coffeicola* en caoba africana en México. **Revista Argentina de Microbiología**, v. 50, n. 2, p. 202-205, 2018.

PERRY, L.; DICKAU, R.; ZARRILLO, S.; HOLST, I.; PEARSALL, D. M.; PIPERNO, D. R.; BERMAN, M. J.; COOKE, R. G.; RADEMAKER, K.; RANERE, A. J.; RAYMOND, J. S.; SANDWEISS, D. H.; SCARAMELLI, F.; TARBLE, K.; ZEIDLER, J. A. Starch fossils and the domestication and dispersal of chili peppers (*Capsicum* spp. L.) in the Americas. **Science**, v. 315, n. 5814, p. 986-988, 2007.

PIETERSE, C. M.; LEON-REYES, A.; VAN DER ENT, S.; VAN WEES, S. C. Networking by small-molecule hormones in plant immunity. **Nature Chemical Biology**, v. 5, n. 5, p. 308-316, 2009.

PINTO, C. M. F.; SANTOS, I. C.; PINTO, F. A. Cultivo da pimenta (*Capsicum* spp.). In: RÊGO, E. R.; FINGER, F. L.; RÊGO, M. M. **Produção, genética e melhoramento de pimentas (*Capsicum* spp.)**. 1. ed. Recife: Imprima, 2011. p.11-52.

POLAND, J. A.; BALINT-KURTI, P. J.; WISSER, R. J.; PRATT, R. C.; NELSON, R. J. Shades of gray: the world of quantitative disease resistance. **Trends in Plant Science**, v. 14, n. 1, p. 21–29, 2009.

POZZA, E. A.; POZZA, A. A. A.; BOTELHO, D. M. dos S. Silicon in plant disease control. **Revista Ceres**, v. 62, n. 3, p. 323-331, 2015.

POZZOBON, M. T.; SCHIFINO-WITTMAN, M. T.; BIANCHETTI, L. B. Chromosome numbers in wild and semidomesticated Brazilian *Capsicum* L. (Solanaceae) species: do $x=12$ and $x=13$ represent two evolutionary lines? **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 151, n. 2, p. 259-269, 2006.

PUNJA, Z. K., GROGAN, R. G. Production of the perfect (basidial) state of *Sclerotium rolfsii* in culture and its potential significance. **Canadian Journal of Plant Pathology**, v. 3, n. 2, p. 118, 1981.

PUNJA, Z. K., GROGAN, R. G.; ADAMS JR., G. C. Influence of nutrition, environment and the isolate on basidiocarp formation, development and structure in *Athelia (Sclerotium) rolfsii*. **Mycologia**, v. 74, n. 6, p. 917–926, 1982.

PUNJA, Z. K., GROGAN, R. G. Basidiocarp induction, nuclear condition, variability, and heterokaryon incompatibility in *Athelia (Sclerotium) rolfsii*. **Phytopathology**, v. 73, p. 1273-1278, 1983.

PUNJA, Z. K. The biology, ecology, and control of *Sclerotium rolfsii*. **Annual Review of Phytopathology**, v. 23, n. 1, p. 97-127, 1985.

PUNJA, Z. K.; RAHE, J. E. *Sclerotium rolfsii*. In: SINGLETON, L. L.; MIHAIL, J. D.; RUSH, C. M. (Eds.) **Methods for research on soilborne phytopathogenic fungi**. APS Press. p. 166-170, 1992.

PUNJA, Z. K.; DAMIANI, A. Comparative growth, morphology, and physiology of three *Sclerotium* species. **Mycologia**, v. 88, n. 5, p. 694-706, 1996.

RAMOS, O. F.; SMITH, C. M.; FRITZ, A. K.; MADL, R. L. Salicylic Acid-Mediated Synthetic Elicitors of Systemic Acquired Resistance Administered to Wheat Plants at Jointing Stage Induced Phenolics in Mature Grains. **Crop Science**, v. 57, n. 6, p. 3122-3128, 2017.

- REBOUÇAS, T. N. H.; VALVERDE, R. M. V.; TEIXEIRA, H. L. Bromatologia da pimenta malagueta *in natura* e processada em conserva. **Horticultura Brasileira** v. 31, n. 1, p. 163-165, 2013.
- REIFSCHNEIDER, F. J. B.; NASS, L. L.; HENZ, G. P. (Orgs.). **Uma pitada de biodiversidade na mesa dos brasileiros**. 1. ed. Brasília. 2015. 156p.
- REIS, E. M.; BOARETTO, C.; DANELLI, A. L. D. *Macrophomina phaseolina*: density and longevity of microsclerotia in soybean root tissues and free on the soil, and competitive saprophytic ability. **Summa Phytopathologica**, v. 40, n. 2, p. 128-133, 2014.
- RIBEIRO, C. S. C.; SOUZA, O. B.; LOPES, D.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. Programa de melhoramento genético de *Capsicum* da EMBRAPA Hortaliças para processamento industrial. In: **Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas, 2. Trabalhos Técnicos...** Porto Seguro: SBMP, 2003.
- RUSSO, V. M. (Org.). **Peppers: Botany, Production and Uses**. 1ed.; CABI: Cambridge, UK, 2012.
- SAHANA, B.; MANJUNATHA REDDY, T. B.; ANJANEYA REDDY, B.; MUSHRIF, S. K.; DODDABASAPPA, B.; AMARANANJUNDESWARA, H. Screening of *Capsicum* varieties/hybrids against stem rot (*Sclerotium rolfsii* Sacc.) under poly house condition. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v. 9, n. 4, p. 1501-1504, 2020.
- SAKR, N. Silicon control of bacterial and viral diseases in plants. **Journal of Plant Protection Research**, v. 56, n. 4, p. 331-336, 2016a.
- SAKR, N. The role of silicon (Si) in increasing plant resistance against fungal diseases. **Hellenic Plant Protection Journal**, v. 9, n. 1, p. 1-15, 2016b.
- SAMUELS, A. L.; GLASS, A. D. M.; EHRET, D. L.; MENZIES, J. G. Distribution of silicon in cucumber leaves during infection by powdery mildew fungus (*Sphaerotheca fuliginea*). **Canadian Journal of Botany**, v. 69, n. 1, p. 140-146, 1991.
- SANTOS, C. F. M.; BRACHT, F.; CONCEIÇÃO, G. C. A carreira da malagueta: uso e disseminação das plantas do gênero *Capsicum* nos séculos XVI e XVII. **Revista IDeAS**, v.6, n.2, p. 134-169, 2012.
- SCHNATHORST, W. C.; MATHRE, D. E. Host range and differentiation of a severe form of *Verticillium albo-atrum* in cotton. **Phytopathology** v. 56, n. 10, p. 1155-1161, 1966.
- SCHURT, D. A.; CRUZ, M. F. A.; NASCIMENTO, K. J. T.; FILIPPI, M. C. C.; RODRIGUES, F. A. Silicon potentiates the activities of defense enzymes in the leaf sheaths of rice plants infected by *Rhizoctonia solani*. **Tropical Plant Pathology**, v. 39, n. 6, p. 457-463, 2014.

SCHOONHOVEN, A. van.; PASTOR-CORRALES, M. A. Standard system for the evaluation of bean germplasm. Colômbia, **CIAT**. 1987.

SEVERO, R.; SHIBUTANI, L. J. S.; BESERRA JÚNIOR, J. E. A.; MATOS, K. da SILVA.; MELO, M. P. de. Mancha zonada da pimenteira-do-reino: uma novidade sobre a etiologia. In: **51º CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA**, 2019, Recife. Anais do 51º Congresso Brasileiro de Fitopatologia. Recife. 2019.

SILVA, I. T.; RODRIGUES, F. A.; OLIVEIRA, J. R.; PEREIRA, S. C.; ANDRADE, C. C. L.; SILVEIRA, P. R.; CONCEIÇÃO, M. M. Wheat resistance to bacterial leaf streak mediated by silicon. **Journal of Phytopathology**, v. 158, n. 4, p. 253-262, 2010.

SOARES, J. V. C.; BENTES, J. L. da S.; GASPAROTTO, L. Reação de genótipos de *Capsicum* spp. à podridão do colo (*Sclerotium rolfsii*). **Summa Phytopathologica**, v. 43, n. 1, p. 58-59, 2017.

SONG, A.; XUE, G.; CUI, P.; FAN, F.; LIU, H.; YIN, C.; SUN, W.; LIANG, Y. The role of silicon in enhancing resistance to bacterial blight of hydroponic- and soil-cultured rice. **Scientific Reports**, v. 6, n. 24640, p.1-13, 2016.

STEVENS, F. L. A comparative study of *Sclerotium rolfsii* and *Sclerotium delphinii*. **Mycologia**, v. 23, n. 3, p. 204-222, 1931.

SUDRÉ, C. P.; GONÇALVES, L. S. A.; RODRIGUES, R.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; RIVA-SOUZA, E. M.; BENTO, C. S. Genetic variability in domesticated *Capsicum* spp. as assessed by morphological and agronomic data in mixed statistical analysis. **Genetics and Molecular Research**, v. 9, n. 1, p. 283-294, 2010.

SUN, W.; ZHANG, J.; FAN, Q.; XUE, G.; LI, Z.; LIANG, Y. Silicon-enhanced resistance to rice blast is attributed to silicon-mediated defence resistance and its role as physical barrier. **European Journal of Plant Pathology**, v. 128, n. 1, p. 39-49, 2010.

THOMMA, B. P. H. J.; EGGERMONT, K.; PENNINGCKX, I. A. M. A.; MAUCH-MANI, B.; VOGELSANG, R.; CAMMUE, B. P. A.; BROEKAERT, W. F. Separate jasmonate-dependent and salicylate-dependent defense-response pathways in *Arabidopsis* are essential for resistance to distinct microbial pathogens. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 95, p. 15107-15111, 1998.

TREMACOLDI, C.R. **Principais doenças fúngicas da pimenteira-do-reino no Estado do Pará e recomendações de controle**. Belém. Embrapa Amazônia Oriental. 2010. 23p. (Documentos, 367).

WANG, M.; GAO, L.; DONG, S.; SUN, Y.; SHEN, Q.; GUO, S. Role of Silicon on Plant-Pathogen Interactions. **Frontiers in Plant Science**, v. 8, n. 701, p. 1-14, 2017.

WANG, J.; ZHAO, B.; LIU, C.; LIU, H.; LIU, A. First report of *Sclerotium delphinii* on *Cynanchum paniculatum*. **Australasian Plant Disease Notes**, v. 12, n. 21, 2017.

XU, Z.; HARRINGTON, T. C.; GLEASON, M. L.; BATZER, J. C. Phylogenetic placement of plant pathogenic *Sclerotium species* among teleomorph genera. **Mycologia**, v. 102, n. 2, p. 337-346, 2010.

YOUSAF, A.; WU, J.; SHAKEEL, Q.; IFTIKHAR, Y.; ULLAH, M. I.; TAHIRA, U.; MUBEEN, M.; DONG, W. Evaluation of Resistance of *Capsicum annum* against *Meloidogyne incognita* and *Sclerotium rolfsii* and their Integrated Management. **Pakistan Journal of Zoology**, v. 49, n. 5, p. 1671-1682, 2017.

YU, Y.; SCHJOERRING, J. K.; DU, X. Effects of silicon on the activities of defense-related enzymes in cucumber inoculated with *Pseudoperonospora cubensis*. **Journal of Plant Nutrition**, v. 34, p. 243-257, 2010.

ZELLNER, W.; FRANTZ, J.; LEISNER, S. Silicon delays *Tobacco ringspot virus* systemic symptoms in *Nicotiana tabacum*. **Journal of Plant Physiology**, v. 168, n. 15, p. 1866-1869, 2011.

ZHANG, G.; CUI, Y.; DING, X.; DAI, Q. Stimulation of phenolic metabolism by silicon contributes to rice resistance to sheath blight. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v. 176, n. 1, p. 118-124, 2013.

ZHANG, Y.; LUBBERSTEDT, T.; XU, M. The genetic and molecular basis of plant resistance to pathogens. **Journal of Genetics and Genomics**, v. 40, n. 1, p. 23-35, 2013.

ZHAO, G.; ABLETT, G. R.; ANDERSON, T. R.; RAJCAN, I.; SCHAAFSMA, A. W. Inheritance and genetic mapping of resistance to *Rhizoctonia* root and hypocotyl rot in soybean. **Crop science**, v. 45, n. 4, p. 1441-1447, 2005.

ZHOU, X.; SHEN, Y.; FU, X.; WU, F. Application of sodium silicate enhances cucumber resistance to fusarium wilt and alters soil microbial communities. **Frontiers in Plant Science**, v. 9, p. 624, 2018.

APÊNDICE

APÊNDICE A - ANOVA para notas de avaliações em duas épocas, dos acessos de *Capsicum*, inoculados com o isolado COUFPI 206 de *Sclerotium delphinii*, do Experimento I. Teresina, PI – 2020

F.V.	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Bloco	4	45,88	11,470	4,4127	0,0019682
Acessos	23	291,89	12,691	4,8824	0,0000000
Épocas	1	56,24	56,241	21,6368	0,0000062
Acessos*Épocas	23	113,06	4,915	1,8911	0,0110873
Resíduo	188	488,67	2,599		
Total	239	995,73			

APÊNDICE B - ANOVA para notas de avaliações em duas épocas, dos acessos de *Capsicum*, inoculados com o isolado COUFPI 249 de *Sclerotium delphinii*, do Experimento I. Teresina, PI – 2020

F.V.	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Bloco	4	30,38	7,596	3,798	0,005397
Acessos	23	440,25	19,141	9,571	0,000000
Épocas	1	87,07	87,073	43,540	0,000000
Acessos*Épocas	23	102,50	4,456	2,228	0,001787
Resíduo	188	375,98	2,000		
Total	239	1036,18			

APÊNDICE C - ANOVA para dados de severidade (SEV) em duas épocas, dos acessos de *Capsicum*, inoculados em folha destacada com o isolado COUFPI 206 de *Sclerotium delphinii*, do Experimento II. Teresina, PI – 2020

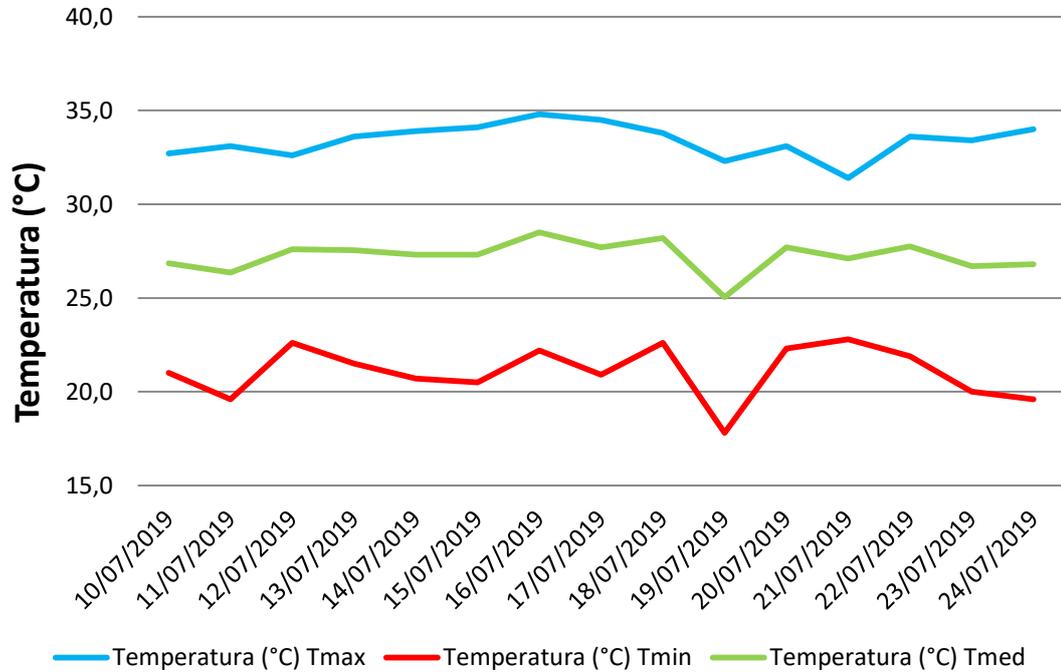
F.V.	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Acessos	23	131,99	5,74	5,06	0,000000
Épocas	1	899,39	899,39	792,86	0,000000
Acessos*Épocas	23	137,07	5,96	5,25	0,000000
Resíduo	192	217,80	1,13		
Total	239	1386,25			

APÊNDICE D - ANOVA para dados de severidade (SEV) em duas épocas, dos acessos de *Capsicum*, inoculados em folha destacada com o isolado COUFPI 249 de *Sclerotium delphinii*, do Experimento II. Teresina, PI – 2020

F.V.	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Acessos	23	107,67	4,68	5,03	0,000000
Épocas	1	517,50	517,50	555,80	0,000000
Acessos*Épocas	23	99,00	4,30	4,62	0,000000
Resíduo	192	178,77	0,93		
Total	239	902,94			

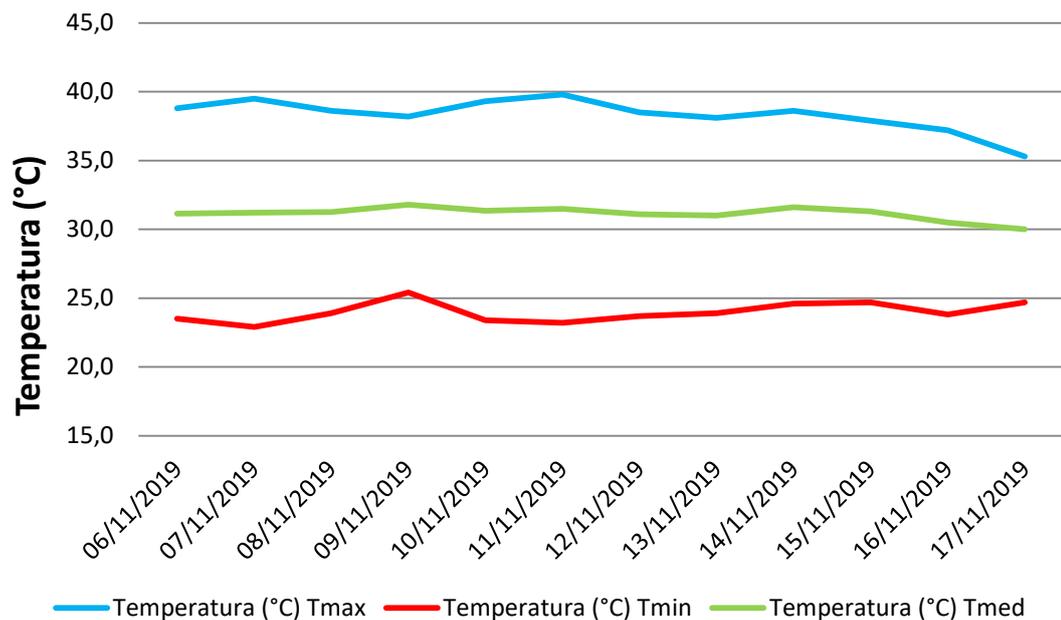
ANEXO

ANEXO A – Registro de temperatura mínima, média e máxima durante o período de desenvolvimento do Experimento I, primeira época (julho de 2019). Teresina, PI – 2020



Fonte: INMET (2019)

ANEXO B - Registro de temperatura mínima, média e máxima durante o período de desenvolvimento do Experimento I, segunda época (novembro de 2019). Teresina, PI – 2020



Fonte: INMET (2019)