

FERNANDA LARISSE DOS SANTOS LIMA

RESISTÊNCIA DE GERMOPLASMA DE *Cucurbita* spp. AO FUNGO *Macrophomina* spp.

Serra Talhada – PE

2020

FERNANDA LARISSE DOS SANTOS LIMA

RESISTÊNCIA DE GERMOPLASMA DE *Cucurbita* spp. AO FUNGO *Macrophomina* spp.

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientadora: Prof. Dra. Lindomar Maria da Silveira

Co-orientadora: Prof. Dra. Neilza Reis Castro de Albuquerque.

Serra Talhada – PE

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

732r

Lima, Fernanda Larisse dos Santos
RESISTÊNCIA DE GERMOPLASMA DE Cucurbita spp. AO FUNGO *Macrophomina* spp. / Fernanda Larisse dos Santos Lima. - 2020.
46 f. : il.

Orientador: Lindomar Maria da Silveira.
Coorientador: Neilza Reis Castro de Albuquerque.
Inclui referências.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Serra Talhada, 2020.

1. Cucurbita moschata. 2. Cucurbita maxima. 3. Patógeno habitante do solo. I. Silveira, Lindomar Maria da, orient. II. Albuquerque, Neilza Reis Castro de, coorient. III. Título

CDD 581.15

FERNANDA LARISSE DOS SANTOS LIMA

**RESISTÊNCIA DE GERMOPLASMA DE *Cucurbita* spp. AO FUNGO *Macrophomina*
spp.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

APROVADA em ____/____/_____.

Banca Examinadora

Profa. Dra. Lindomar Maria da Silveira – UFERSA

Orientador

Profa. Dra. Márcia Michelle de Queiroz Ambrósio – UFERSA

Prof. Dr. Glauber Henrique de Sousa Nunes - UFERSA

*Aos meus pais, Lucineide e Fernando,
minha avó, Luzinete e meus irmãos,
Luís e Vitória, por todo o apoio
incondicional nos momentos em que
mais precisei,*

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, dando-me discernimento para chegar até aqui.

À minha família, de maneira especial aos meus pais, irmãos e avó, que sempre foram meu alicerce, estando ao meu lado nos momentos difíceis, por toda a educação e amor.

Ao meu namorado Paulo Roberto, por toda a paciência, carinho e amor, por sempre ter as palavras corretas de conforto pra me dar, por me dar amparo sempre que as dificuldades surgiam.

À professora Lindomar, pela confiança, paciência e compreensão em diversos momentos e por ter sido muito mais que uma orientadora durante todo o curso, o meu profundo respeito e admiração.

Ao professor Aurélio, que acompanhou todas as etapas do trabalho, dando todo apoio quando necessário.

À professora Márcia Michelle, pelo auxílio durante as avaliações do trabalho.

À professora Neilza, pela coorientação, por estar sempre disponível para sanar quaisquer dúvidas que surgissem ao longo do percurso.

Ao professor Glauber, pela ajuda durante as análises estatísticas.

Ao GEEPARG, que durante toda a minha estadia em Mossoró sempre foram tão carinhosos e atenciosos, como uma verdadeira família. Os levarei sempre comigo.

Ao pessoal da casa da ciência, pela recepção, acolhimento e amizade durante todo o ano em que convivemos.

À Michele Barboza, que foi de grande ajuda durante a execução do trabalho, sem a qual com certeza eu não teria conseguido.

Aos meus colegas de turma do PGPV, em especial a Regina e Philipe, que me acompanharam em todas as disciplinas, que compartilharam comigo as conquistas e dificuldades, mesmo no período de distância.

Ao pessoal da horta da UFERSA, por toda a ajuda e diversão.

A todos os professores que me acompanharam em toda a minha jornada, por compartilharem seus conhecimentos comigo e contribuírem para minha formação.

Aos demais que de maneira direta ou indireta fizeram parte deste trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal Rural de Pernambuco/ Unidade Acadêmica de Serra Talhada, pela oportunidade.

À CAPES, pela concessão da bolsa.

“É preciso que suporte duas ou três larvas se quiser conhecer as borboletas”.

(Antoine de Saint-Exupéry)

RESUMO

A família Cucurbitaceae inclui abóboras, cabaças, melões e melancias, entre outras. Dentre os gêneros que compõem a família destaca-se *Cucurbita*, de elevada importância socioeconômica. Devido a diversas características morfoagronômicas relevantes, associadas a sua elevada rusticidade, algumas cucurbitas, como abóbora e jerimum, além de uso alimentício, vêm sendo empregadas como porta-enxerto de outras culturas, sendo esta técnica ideal para aumentar o vigor e tolerância a doenças da planta. Este trabalho foi dividido em dois experimentos realizados simultaneamente, onde o objetivo foi avaliar genótipos de abóbora de leite e jerimum caboclo para resistência ao fungo *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. No primeiro experimento Foram utilizados 17 acessos de *Cucurbita moschata* Duchesne, pertencentes à Coleção de germoplasma de Cucurbitáceas da UFERSA (ABTOU 805 F1, ABO 168, ABPUN 206 F4, ABPUN 201 F6, ABTOU 805 F4, ABPUN 206 F6, ABPUN 206 F2, ABPUN 206 F1, ROÇA DE PAI, ABTOU 805 F4, P114-1, P160-2, P11-2, P114-6, P131-21, P114-02 e P97-1) e duas testemunhas comerciais, sendo uma cultivar comercial de polinização aberta, abóbora Maranhão, e uma cultivar comercial híbrida, Tetsukabuto. No segundo experimento, utilizou-se 20 genótipos de *Cucurbita maxima* Duchesne (ABPUN-213, ABCRN-304, ABTOU-802-F4, ABAPO-002, ABAPO-005, JCCM-2014, ABO-156, ABPUN-212, ABCRN-315, ABTOU-802 F1, ABAPO-007, JERIMUM LU, ABAPO-024, ABPUN-211, RGV 2011.1 01, ABCRN-306, ABBAR-101, ABCRN-302, ABTOU-802 F3 e JCCA) e também duas testemunhas comerciais, abóbora Hiroko e a híbrida Tetsukabuto. Em ambos os trabalhos, inoculou-se três isolados de *M. phaseolina*, que estão mantidos na Micoteca da UFERSA: MM1531 (GenBank: MN136199), ME249 e ME250. As plantas receberam inóculo do patógeno a partir do método do palito colonizado e foram avaliadas quanto a incidência e severidade da doença. Ambas as espécies apresentaram plantas resistentes, porém com frequências variadas para os acessos. Quando consideradas as espécies, as frequências observadas para *C. Moschata* foram superiores às observadas para *C. máxima*.

Palavras-chave: *Cucurbita moschata*. *Cucurbita maxima*. Patógeno habitante do solo.

ABSTRACT

The Cucurbitaceae family includes pumpkins, gourds, melons and watermelons, among others. Among the genders that make up the reduced family is *Cucurbita*, of high socioeconomic importance. Including several relevant morpho-agronomic characteristics, associated with its high rusticity, some cucurbits, such as pumpkin and jersey, in addition to food use, being used as rootstock of other crops, this technique being ideal to increase or reduce plants. This work was divided into two experiments carried out simultaneously, where the objective was evaluated in the genotypes of milk pumpkin and caboclo jersey for resistance to the fungus *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. No first experiment seventeen accessions of *Cucurbita moschata* Duchesne, belonging to the UFERSA Cucurbit Germplasm Collection (ABTOU 805 F1, ABO 168, ABPUN 206 F4, ABPUN 201 F6, ABTOU 805 F4, ABPUN 206 F6, ABPUN 206 F2, ABPUN 206 F1, ROÇA DE FATHER, ABTOU 805 F4, P114-1, P160-2, P11-2, P114-6, P131-21, P114-02 and P97-1) and two commercial witnesses, being a commercial pollination cultivar Maranhão pumpkin and a hybrid commercial cultivar, Tetsukabuto. In the second experiment, 20 genotypes of *Cucurbita maxima* Duchesne were used (ABPUN-213, ABCRN-304, ABTOU-802-F4, ABAPO-002, ABAPO-005, JCCM-2014, ABO-156, ABPUN-212, ABCRN- 315 , ABTOU-802 F1, ABAPO-007, JERIMUM LU, ABAPO-024, ABPUN-211, RGV 2011.1 01, ABCRN-306, ABBAR-101, ABCRN-302, ABTOU-802 F3 and JCCA) and are also defined, pumpkin Hiroko and the Tetsukabuto hybrid. In both works, inoculate three phases of *M. phaseolina*, which are being kept in the UFERSA Library: MM1531 (GenBank: MN136199), ME249 and ME250. As plants received within the pathogen circle using the colonized toothpick method and evaluated for disease incidence and severity. Both species are described as resistant plants, but with different frequencies for accessions. When used as species, the frequencies observed for *C. Moschata* were higher than those observed for *C. maxima*.

Keywords: *Cucurbita moschata*. *Cucurbita maxima*. Soil-dwelling pathogen.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Local de condução dos experimentos.....	21
Figura 2	Inoculação de <i>M. phaseolina</i> no colo da planta utilizando palito de dente infestado com o patógeno.....	24
Figura 3	Progressão de sintomas da podridão cinzenta do caule por <i>M. phaseolina</i> em colo de <i>Cucurbita</i> spp.....	26
Figura 4	Frequência absoluta de classes de reação por isolado de acessos de abóbora de leite 60 dias após inoculados com <i>Macrophomina</i> spp. utilizando o método do palito. Mossoró-RN, 2020.....	28
Figura 5	Frequência absoluta de classes de reação por isolado de acessos de jerimum caboclo 90 dias após inoculados com <i>Macrophomina</i> spp. utilizando o método do palito. Mossoró-RN, 2020.....	28
Figura 6	Frequência relativa de classes de reação de acessos de abóbora de leite 60 dias após inoculados com isolados de <i>Macrophomina phaseolina</i> utilizando o método do palito colonizado. Mossoró - RN, 2020.....	30
Figura 7	Frequência relativa de classes de reação de acessos de jerimum caboclo 90 dias após inoculados com isolados de <i>Macrophomina phaseolina</i> utilizando o método do palito colonizado em Mossoró – RN, 2020.....	31
Figura 8	Classe de reação de acessos de <i>C. maxima</i> e <i>C. moschata</i> a três isolados de com isolados de <i>Macrophomina</i> spp. utilizando o método do palito. Mossoró-RN, 2020.....	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Origem geográfica de genótipos de <i>C. moschata</i> pertencentes à Coleção de Germoplasma de Cucurbitáceas da UFERSA.....	21
Tabela 2	Origem geográfica de genótipos de <i>C. maxima</i> pertencentes à Coleção de Germoplasma de Cucurbitáceas da UFERSA.....	32
Tabela 3	Análise de Deviance (Tipo III) para severidade avaliada em acessos de Cucurbita moschata e Cucurbita máxima à <i>Macrophomina</i> spp. Mossoró-RN, 2020.....	31
Tabela 4	Resumo da análise de variância para severidade em acessos de <i>C. moschata</i> e <i>C. máxima</i> à <i>M. phaseolina</i>	32
Tabela 5	Ranks e severidades médias de acessos de <i>C. moschata</i> inoculados com três isolados de <i>M. phaseolina</i>	33
Tabela 6	Ranks e severidades médias de acessos de <i>C. maxima</i> inoculados com três isolados de <i>M. phaseolina</i>	34

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
2.1. CULTURA DE <i>Cucurbita spp.</i>	13
2.2. GERMOPLASMA.....	14
2.3. UTILIZAÇÃO DAS ESPÉCIES.....	27
2.4. PORTA-ENXERTO.....	16
2.5. O GÊNERO <i>Macrophomina</i>	18
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	20
3.1. LOCAL DE ESTUDO.....	20
3.2. MONTAGEM DO EXPERIMENTO.....	21
3.3. ISOLADOS.....	23
3.4. INOCULAÇÃO.....	24
3.5. AVALIAÇÃO DE RESISTÊNCIA.....	25
3.6. ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	26
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
CONCLUSÕES.....	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40

1. INTRODUÇÃO

A família Cucurbitaceae é constituída por mais de 800 espécies distribuídas em 130 gêneros, e suas espécies incluem abóboras, cabaças, melões, melancias, dentre outras, sendo uma família economicamente importante principalmente quanto ao seu fim alimentício, além de ser utilizada frequentemente para extração de óleos de sementes e fabricação de medicamentos (SALEHI et al., 2019).

Dentre os gêneros de Cucurbitaceae, destaca-se *Cucurbita*, de elevada importância socioeconômica, fazendo parte da alimentação de quase toda a América, abrangendo cerca de 20 a 27 espécies, dentre as quais, cinco foram domesticadas: *C. argyrosperma* Huber, *C. ficifolia* Bouché, *C. maxima* Duchesne, *C. moschata* Duchesne e *C. pepo* Linneaus (RODRIGUEZ, VALDEZ e ORTIZ, 2018), as três últimas com maior expressão econômica no Brasil.

Sua valorização se dá principalmente por possuir frutos e sementes ricos em vitaminas e nutrientes, como aminoácidos, compostos fenólicos, flavonoides e carboidratos, o que a torna importante para atividades medicinais, por exemplo, antidiabéticas, antioxidantes, anticarcinogênicas e anti-inflamatórias. Além disso, os frutos tem uma alta durabilidade, podendo ser conservados por meses sob armazenamento correto (GUO et al., 2018), o que desempenha um importante papel na manutenção dos níveis nutricionais durante longas estações secas (CHAUDHARI et al., 2017).

As cucurbitas, de maneira geral, possuem caráter monoico, flores conspícuas e solitárias, grande número de sementes por fruto e elevada variabilidade de rendimento, bem como tamanho e forma do fruto ideais para melhoramento (CHAUDHARI et al., 2017), sendo as variedades locais bastante importantes, por constituírem um acervo genético e cultural para agricultores familiares do Brasil (PRIORI et al., 2018).

Devido a essas características morfológicas e nutricionais, associadas a sua elevada rusticidade, algumas cucurbitas, além de serem utilizadas para finalidades alimentícias, também vem sendo empregadas como porta-enxerto para outras culturas da família Cucurbitaceae (PINHEIRO et al., 2019), buscando controlar diversos patógenos que habitam o solo (MONTEIRO et al., 2019). A técnica é ideal para aumentar o vigor da planta e a tolerância a estresses bióticos e abióticos, desde que sejam utilizados porta-enxertos resistentes a doenças sob diferentes condições ambientais (VILELA, 2016). Adotar cucurbitáceas não suscetíveis a doenças transmitidas por patógenos habitantes de solo como porta-enxertos, se torna uma alternativa eficaz quando outras estratégias de manejo, por exemplo o uso de cultivares

resistentes, não é possível (ZHOU et al., 2014). A técnica pode ainda impulsionar um melhor desenvolvimento da radícula e maior rusticidade para a planta enxertada (DEMARTELAERE et al., 2015), gerando modificações quanto à nutrição, desenvolvimento e produção de frutos com maior qualidade e promovendo tolerância a temperaturas adversas e salinidade do solo (MONTEIRO et al., 2019).

A enxertia vem sendo bastante buscada para cucurbitáceas no manejo de diversas doenças, dentre elas a podridão do carvão (COHEN; ELKABETZ e EDELSTEIN, 2016), causada pelo patógeno habitante do solo *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. (1947), que acomete várias culturas economicamente importantes da família, como o melão e a melancia e traz diversas perdas de produção (MEDEIROS et al., 2015). O patógeno ocorre em mais de 680 espécies de plantas, com grande distribuição geográfica, sobrevivendo nas mais adversas condições, no solo ou em restos de cultura, por anos, devido a formação de estruturas de resistência denominadas microescleródios (LINHARES et al., 2016), sendo capaz de afetar das raízes até as folhas, vagens e frutos de espécies vegetais (ISHIKAWA et al., 2018).

Embora as espécies *C. maxima* e *C. moschata* venham sendo usadas como porta-enxerto de diversas outras cucurbitáceas, como o melão (ZHOU et al., 2014), a melancia (SMITH et al., 2019) e o pepino (BAN et al., 2014), obtendo sucesso no controle de doenças relacionadas ao solo, é importante ressaltar que, por serem alógamas, a variabilidade genética da espécie é favorecida (PRIORI et al., 2018), podendo haver modificações em caracteres importantes como a resistência. Assim, se não forem selecionados porta-enxertos adequadamente, podem haver efeitos adversos quanto a qualidade dos frutos da planta enxertada (LIU et al., 2017), bem como ineficiência quanto ao controle do patógeno.

Além da variabilidade genética da planta é necessário considerar também que patógenos habitantes do solo podem apresentar variabilidade em seus diversos isolados e dentro de um mesmo isolado, variando quanto a severidade na interação com seus hospedeiros, como demonstrado por Ambrosio et al. (2015).

Por esta razão, é importante selecionar genótipos resistentes para a doença que se deseja controlar, levando em consideração a variabilidade da espécie, do patógeno, e as condições ambientais em que se irá produzir, minimizando assim os riscos de perdas de produção.

Com isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar genótipos de abóbora de leite e jerimum caboclo, conservados na Coleção de germoplasma da Universidade Federal do Semiárido (UFERSA) para resistência à *Macrophomina phaseolina*.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. CULTURA DE *Cucurbita* spp.

A família Cucurbitaceae é constituída por oito tribos, oito gêneros e 825 espécies, sendo *Cucurbita* um dos gêneros com maior variabilidade morfológica em todo o reino vegetal (KIRAMANA e ISUTSA, 2017). O gênero *Cucurbita* está disposto taxonomicamente na divisão Magnoliophyta, classe Magnoliopsida, subclasse Dilleniidae, ordem Violales, família Cucurbitaceae, possuindo 24 espécies, sendo cinco delas cultivadas: *C. argyrosperma* Huber., *C. ficifolia* Bouché, *C. maxima* Duchesne, *C. moschata* Duchesne e *C. pepo* L. (FERREIRA, 2008).

No Brasil, o termo abóbora muitas vezes é utilizado popularmente para designar todos os frutos de *Cucurbita*, porém, para alguns autores, há distinção entre as principais espécies, sendo *C. moschata* denominada abóbora, abóbora de leite ou jerimum de leite, *C. maxima*, jerimum, jerimum caboclo ou moranga e *C. pepo* Linnaeus, abobrinha ou abobrinha italiana (RAMOS et al., 2010).

As espécies de *Cucurbita* são diploides, com 20 pares cromossômicos ($2n=40$) e normalmente têm hábito de florescimento monoico (apresentam órgãos sexuais femininos e masculinos em unidades florais distintas de uma mesma planta) (FERREIRA, 2008), no entanto também podem ser encontradas flores andromonóicas, ginóicas, andróicas ou hermafroditas em algumas plantas (MARTINEZ et al., 2014). Uma característica bastante peculiar de *C. moschata* é a presença de cinco ângulos no pedúnculo semelhantes a costelas, que se alargam na inserção do fruto, enquanto *C. maxima* possui o pedúnculo mais arredondado (FERREIRA et al., 2017).

Por serem originárias de regiões tropicais da América, as abóboras e morangas são espécies de clima quente e seu cultivo é favorecido por baixas altitudes e climas elevados, possuindo ainda tolerância a temperaturas amenas, tendo o outono/inverno como a melhor época para plantio, desde que as baixas temperaturas do inverno não sejam um fator limitante (FILGUEIRA, 2007).

Segundo dados da Food Agriculture Organization of the United Nations (FAO) a produção mundial de abóbora no ano de 2016 foi superior a 26 milhões de toneladas, em uma área de aproximadamente 2 milhões de hectares cultivados, sendo a China destaque como maior produtora, cerca de 30% da produção total (FAO, 2016).

No Brasil, de acordo com dados do Censo Agropecuário 2017 realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), foi registrada uma produção de abóboras e morangas superior a 500.000 toneladas, onde a região Nordeste apresentou a segunda maior produção, 151,892 toneladas (IBGE, 2017).

A cultura de abóbora é bem ampla no Nordeste do Brasil e se destaca por sua produção com alta variabilidade, abrangendo espécies como *C. moschata* e *C. maxima* (BARBOSA et al., 2017). Estas espécies são manejadas principalmente em locais de altitude baixa, clima quente e umidade alta (FERREIRA, 2008) e seu cultivo normalmente ocorre em pequenas propriedades rurais e cultivos comerciais, comumente utilizada na alimentação humana e animal, devido, dentre outras coisas, a durabilidade dos frutos (RESENDE, BORGES e GONÇALVES, 2013). Estes são bastante usados na região para o preparo de diversos pratos locais e seu consumo vem sendo associado à proteção contra inúmeras doenças não transmissíveis (PRIORI et al., 2017).

As espécies *C. moschata*, *C. maxima* e *C. pepo* estão entre as cucurbitáceas de maior valor socioeconômico e para a nutrição humana, sendo rica em fibras alimentares, carboidratos, minerais, vitaminas do complexo B e carotenoides como beta-caroteno, alfa-caroteno e luteína (AMARO et al., 2017). Ainda são ricos em tocoferóis, polissacarídeos e minerais, nutrientes estes que conferem à planta função antidiabética, anti-hipertensiva, antitumoral, antioxidante, antibacteriana, antihipercolesterolêmica, antiparasitária intestinal, anti-inflamatória, antálgica, dentre outras (ZHONG et al., 2014).

2.2. GERMOPLASMA

Alguns autores acreditam que o centro de origem de *C. moschata* é na Colômbia, porém foram encontrados registros arqueológicos mais antigos da espécie no Noroeste do México e nas Américas do Sul e Central, sendo estes últimos seus centros de origem mais aceitos pela maioria dos pesquisadores e é sugerido por alguns autores que foi originada a partir de populações de *C. lundelliana* (FERREIRA, 2008).

Quanto a *C. maxima*, evidências arqueológicas sugerem que sua origem tenha se iniciado em regiões do Peru e Norte da Argentina, sendo a espécie a única da família com centro de origem restrito à América do Sul, onde *C. maxima phaseolina andreana* é o ancestral silvestre da espécie cultivada mais provável (OECD, 2012).

Atualmente, uma das questões consideradas mais importantes para a sobrevivência da humanidade é a preservação da variabilidade ou a conservação dos recursos genéticos, o que

pode ser feito de duas maneiras: *in situ*, em que o material genético é preservado no ambiente onde a espécie evoluiu e *ex situ*, em que essa conservação ocorre em bancos de germoplasma, sendo o germoplasma um conjunto de genótipos representativos de determinada espécie (RAMALHO, SANTOS e PINTO, 2008). Chang et al (1979) propuseram que o germoplasma pode ser dividido em três fontes: programas de melhoramento, centros de cultivo e centros de diversidade genética.

Os bancos de germoplasma são estruturas destinadas à conservação *ex situ* do recurso genético de plantas e agem como um *backup* para determinados segmentos de diversidade que poderiam ser perdidos na natureza e ecossistemas antropizados, garantindo tanto sua conservação quanto sua utilização (KIRAMANA e ISUTSA, 2017). É extremamente importante analisar a variabilidade genética dos acessos em bancos de germoplasma, para garantir a sua conservação de recursos genéticos e a viabilidade para uso direto por produtores bem como em programas de melhoramento (OLIVEIRA et al., 2016).

No Brasil, produtores rurais têm mantido diversas introduções de *Cucurbita* spp., especialmente *C. maxima* e *C. moschata*, *on farm*, o que representa um valioso recurso genético e pode possibilitar o aumento da diversidade fenotípica e genética de germoplasma para ser usada em programas de melhoramento genético através da exploração de variedades do gênero (AMARO et al., 2017), agregando valor ao material utilizado pelos pequenos e médios produtores, que anualmente cultivam, consomem e por vezes comercializam as variedades desses cultivares (FERREIRA et al., 2007).

É importante salientar, que embora já se disponha de informações sobre o germoplasma das espécies, faz-se necessário que as avaliações continuem, visto que o comportamento do germoplasma pode variar com o ambiente, principalmente no que se refere a resposta a patógenos, então esse germoplasma deve ser avaliado com ambiente em que será utilizado.

No Brasil, existem cinco principais bancos de germoplasma que armazenam coleções de Cucurbitaceae, quatro em unidades da Embrapa (Embrapa Hortaliças, Brasília, Distrito Federal; Embrapa Semiárido, Petrolina, Pernambuco; Embrapa Clima Temperado, Pelotas, Rio Grande do Sul; Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia) e uma na Universidade federal de Viçosa, totalizando mais de 4000 acessos de abóboras e morangas. (QUEIROZ, 2004).

Além destes bancos, existem também coleções conservadas nas universidades, como por exemplo a UFERSA, que conta com aproximadamente 100 acessos de *C. moschata* e 70 de *C. maxima*, além de coleções de trabalhos de melhoristas em empresas estaduais de pesquisa, bem como em empresas particulares.

2.3. UTILIZAÇÃO DAS ESPÉCIES

A polpa da abóbora, bem como do jerimum, de cor alaranjada, contém altos teores de macronutrientes essenciais para o desenvolvimento humano, como o β -caroteno, precursor da vitamina A, cujo déficit costuma ser um grande problema à saúde pública em países subdesenvolvidos e em desenvolvimento, especialmente quando se trata de mulheres e crianças (CARVALHO et al., 2014).

Além deste carotenoide, *C. moschata* também apresenta α -caroteno, luteína e zeaxantina, mas o teor encontrado pode variar bastante de acordo com a forma em que a abóbora é consumida. Cozida apresenta a quantidade diária adequada para a nutrição, mas durante o processo de cozimento, os carotenoides ficam suscetíveis à degradação, como oxidação, porém quando colocada em processo de secagem, por exemplo para fabricação de farinha, esses níveis tendem a ser afetados (CARVALHO et al., 2017).

A semente, rica em proteínas, gorduras e fibras, é muitas vezes descartada pelo consumidor, porém atualmente busca-se constantemente aproveitar o alimento como um todo, trazendo uma resposta financeiramente positiva para indústrias alimentícias e restaurantes (SILVA; ANDRADE e OLIVEIRA-FILHA, 2015). Ela pode ser utilizada por exemplo para fabricação de farinha, onde esta apresenta maiores teores lipídicos, proteicos e fibrosos do que a farinha feita a partir da casca do fruto, sendo uma potencial alternativa para a fabricação de produtos de panificação, o que aumenta a qualidade nutricional dos produtos e substitui parcialmente a tradicional farinha de trigo (ANJOS et al., 2017).

As sementes de abóbora são ainda importantes para o ramo farmacêutico e industrial, pois constitui uma fonte rica em óleo, composto por substâncias bioativas, como ácidos graxos essenciais, tocoferóis, compostos fenólicos, dentre outras, com capacidade de tratar ou prevenir doenças e melhorar o funcionamento do organismo, além de serem usadas tradicionalmente na região Nordeste como vermífugo natural (VERONEZI e JORGE, 2012).

As abóboras têm seu uso mais comum na alimentação básica humana em diversas regiões do país, porém ela também é bastante usada na agricultura familiar para alimentação animal (SAMPAIO et al., 2015).

As espécies também vêm sendo adotadas como porta-enxerto para outras cucurbitáceas. Embora *C. moschata* venha sendo utilizada em maior escala, *C. maxima* também apresenta sua importância nesse segmento de utilização principalmente por ser bastante utilizada para obtenção de híbridos interespecíficos com *C. moschata*, sendo o híbrido Tetsukabuto bastante

utilizado como porta-enxerto para melão (EDELSTEIN et al., 2017), melancia (ATTAVAR et al., 2020) e outras cucurbitáceas, devido sua maior resistência a alguns patógenos de solo.

A técnica de enxertia é aceita como método não químico para lidar com doenças relacionadas à patógenos presentes no solo, desde que seja feita a escolha do porta-enxerto adequado, sendo que este método se mostra bastante eficaz para ser empregado também por pequenos produtores que não possam adotar sistemas de produção de custos mais elevados, como o sistema hidropônico de cultivo (BAN et al., 2014).

2.4. PORTA-ENXERTO

As raízes de uma planta a ancoram no solo, adquirindo e armazenando água e nutrientes deste, sendo a principal área de contato com os organismos do solo; como tal, são de grande importância na coordenação das respostas das plantas a estresses bióticos e abióticos, como presença de patógenos, escassez ou excesso de água e nutrientes e substâncias tóxicas (WARSCHEFSKY et al., 2016).

A enxertia, realizada em culturas perenes e algumas anuais, consiste na junção de sistema radicular (porta-enxerto) e broto (rebento) de diferentes plantas, que se regeneram, unem seus tecidos, passam a se desenvolver como um único indivíduo e podem produzir o fruto derivado da parte superior (WARSCHEFSKY et al., 2016); seu sucesso depende de fatores que causem a formação de calos, como a limpeza e velocidade do corte dos tecidos, evitando a perda de umidade destes e as condições do ambiente, que deve estar preferencialmente quente e úmido após a prática (RIZZO et al., 2004).

Um dos objetivos de se usar plantas enxertadas é evitar os problemas acarretados por pragas e patógenos gerados a partir do solo, em casos onde a abordagem genética ou química do manejo da doença não seja viável, sendo que essas plantas normalmente são mais tolerantes a estresses abióticos, tais como temperatura e salinidade (EDELSTEIN et al., 2017). A técnica da enxertia confere à planta, além de maior resistência, um melhor desenvolvimento da radícula e maior rusticidade (DEMARTELAERE et al., 2015).

A escassez de alternativas viáveis para o controle de alguns patógenos habitantes do solo, ausência de variedades resistentes ou quebra da resistência, uso excessivo do solo, uso de fertilizantes e contaminantes dos vegetais, dentre outros problemas, tornam a enxertia uma ótima alternativa para o manejo integrado de doenças e solos contaminados (VILELA, 2016).

Cucurbitáceas podem ser enxertadas de maneira intraespecífica e interespecífica, em que na primeira situação, o enxerto e o porta-enxerto são da mesma espécie e, no segundo caso,

são de espécies diferentes, porém de linhas compatíveis (EDELSTEIN et al., 2017). *Cucurbita moschata*, *Cucurbita maxima*, *Cucurbita pepo* e *Cucurbita ficifolia* têm sido relatadas como porta-enxertos compatíveis para outras cucurbitáceas, como o *Cucumis melo* (melão), espécie suscetível a algumas doenças transmitidas por patógenos presentes no solo, como fusariose (DAVIS et al., 2008), mas em geral o porta-enxerto mais utilizado para esta situação é a combinação entre *Cucurbita moschata* e *Cucurbita maxima*, que costuma apresentar bons resultados na redução da incidência da doença e melhora a produção da planta enxertada nos locais onde o solo é afetado (ZHOU et al., 2014).

A técnica da enxertia vem sendo buscada para melão e melancia no manejo da podridão do carvão, doença ocasionada pelo fungo *M. phaseolina*, presente no solo, que causa murcha do fruto e perda de massa fresca da sua parte aérea (COHEN; ELKABETZ e EDELSTEIN, 2016).

2.5. O GÊNERO *Macrophomina*

Segundo Almeida et al. (2014), *Macrophomina* é pertencente ao filo Ascomycota, família Botryosphaeriaceae e acreditava-se que o gênero era constituído por apenas um representante, *M. phaseolina*. O gênero foi descrito pela primeira vez em 1923, pelo pesquisador Petrak, como *M. philippinensis* da matéria seca; foi apenas em 1947 que o autor Goidanich alterou o nome da espécie para *M. phaseolina* (Tassi.) Goid., o qual foi amplamente aceito na literatura (KAUR et al., 2012).

Sarr et al. (2014) descreveram uma nova espécie do gênero, *M. pseudophaseolina* em estudo que teve por objetivo determinar a variação genética de 189 isolados de *M. phaseolina* em 23 hospedeiros e 30 amostras de solo em 30 países; a nova espécie foi encontrada ocorrendo em *Abelmoschus esculentus*, *Arachis hypogaea*, *Hibiscus sabdariffa* e *Vigna unguiculata*, em Senegal, porém os autores destacaram que sua distribuição pode ser muito mais ampla. Além destas espécies, Machado et al. (2019), ao realizar estudos filogenéticos em oleaginosas no Brasil, relataram o surgimento de uma nova espécie, *M. euphorbiicola*, associado às euforbiáceas *Ricinus communis* e *Jatropha gossypifolia*.

Zhao et al. (2019) descreveram também uma nova espécie de *Macrophomina*, *M. vaccinii*, que apresenta características morfológicas distintas das demais, como conídeos e picnídeos maiores, sendo este agente causador da praga do mirtilo na China.

M. phaseolina apresenta micélio uninucleado e produção de picnídios marrom escuros solitários ou agregados, com tamanho que varia entre 100 e 200 µm de diâmetro, de acordo com

o seu local de desenvolvimento; estes se instalam em tecido vivo e em algumas partes de plantas esterilizadas, porém nem todos os isolados produzem picnídios (ALMEIDA et al., 2014). Possui formação de microescleródios, que se instalam em tecidos corticoides do hospedeiro e ficam envolvidos nestes tecidos até a sua decomposição ou após a colheita (MICHEREFF, PERUCH e ANDRADE, 2005), o que lhes confere resistência e garante sua sobrevivência em sementes, no solo ou em restos de cultura por anos (BROETTO et al., 2014).

Em laboratório, pode-se observar o desenvolvimento de colônias de cor que varia do cinza ao preto dependendo do meio, micélios aéreos com crescimento completo ou parcial, ramificação do micélio em ângulo reto, crescimento concêntrico e produção de microesclerócios abundantes com hifas incolores que se tornam marrons na velhice; esses microesclerócios são lisos e irregulares, de coloração preta, ricos em óleos (GUPTA, SHARMA e RAMTEKE, 2012).

O fungo *M. phaseolina* é um grave patógeno que habita o solo e tem grande potencial prejudicial no mundo inteiro como causador da doença conhecida por podridão do carvão ou podridão cinzenta do caule, que tem por consequência, a redução do rendimento e qualidade de diversos frutos, tais como o melão (AMBROSIO et al., 2015).

O nome podridão do carvão é devido à sua coloração que se assemelha ao carvão nos tecidos colonizados; o patógeno apresenta distribuição não uniforme no solo, tem capacidade de afetar tanto monocotiledôneas quanto dicotiledôneas e é transmitido através das sementes (KAUR et al., 2012).

A doença ocorre em mais de 500 espécies de plantas e este patógeno infecta as raízes em período de estiagem, sendo seguida por períodos chuvosos; as raízes afetadas ou mortas no período seco se tornam substrato para o fungo, que entra em atividade no período úmido (BROETTO et al., 2014). A infecção de *M. phaseolina* causa mortalidade antes ou após a emergência das plantas e os sintomas pós emergência são geralmente o desenvolvimento de lesões fusiformes com borda escurecida e centro acinzentado (KAUR et al., 2012).

Além da podridão do carvão, espécies de *Macrophomina* também causam cancro da haste, ferrugem da plântula, ferrugem da folha, ferrugem pré emergência, podridão da raiz, murcha da planta, podridão de árvores de florestas coníferas, dentre outras, sendo um problema especialmente em países tropicais e subtropicais com climas de árido a semiárido localizados na África, Ásia, Europa, América do Norte e América do Sul (KAUR et al., 2012).

Esse fungo apresenta diversas plantas daninhas como hospedeiros alternativos e as condições ambientais ideais para a sua ocorrência são temperaturas elevadas (25 a 35°C) e

solos com baixo nível de umidade (LINHARES et al., 2016). Ocorre em vários locais, desde ambientes com clima tropical, até desérticos e temperados quentes e, no Brasil, sua maior distribuição se dá na região Nordeste, devido as suas condições climáticas (MICHEREFF, PERUCH e ANDRADE, 2005).

O controle da podridão do carvão é feito principalmente a partir da seleção de sementes saudáveis e do tratamento destas e, em alguns casos, é empregado o controle químico com uso dos fungicidas carboxina (carboxanilida) + tiram (dimetildiocarbamato), fludioxonil (fenilpirrol) ou difenoconazol (triazol) (SANTOS, 2018). Uma estratégia bastante utilizada no manejo de patógenos é a seleção de cultivares resistentes, mas por conta da elevada quantidade de espécies hospedeiras do patógeno, é difícil encontrar fontes de resistência genética (BROETTO et al., 2014).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. LOCAL DE ESTUDO

A pesquisa foi conduzida em Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil, na Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Centro de Ciências Agrárias (CCA), Departamento de Ciências Agrônômicas e Florestais (DCAF), em casa de vegetação, inserida geograficamente nos pontos $5^{\circ}12'27.92''S$ e $37^{\circ}19'03.86''O$ (Figura 1), entre os meses de janeiro a agosto de 2019.

Figura 1: Local de condução dos experimentos



Fonte: Google Earth, 2019.

3.2. MONTAGEM DO EXPERIMENTO

Foram instalados dois experimentos simultaneamente, em casa de vegetação, em delineamento em blocos casualizados, com seis repetições, onde o primeiro foi em esquema fatorial 19 x 3, constituídos respectivamente por 19 acessos de abóbora e três isolados de *M. phaseolina* e o segundo em esquema fatorial 22 x 3, constituídos respectivamente por 22 acessos de jerimum e três isolados de *M. phaseolina*. Cada parcela foi representada por um vaso de capacidade para um litro de substrato contendo uma planta.

De acordo com a necessidade da cultura, após um período inicial de trinta dias, foram realizadas adubações contendo Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K), seguindo as quantidades recomendadas pela Sociedade Brasileira de Ciências do Solo (SBCS), visto que o substrato não seria suficiente para nutrir a planta durante todo o período de avaliações.

O germoplasma utilizado (Tabelas 1 e 2) pertence a Coleção de Germoplasma de Cucurbitáceas da UFERSA e é conservado em câmara fria a temperatura 10 °C, com variação de +- 2°C e umidade relativa de 50%.

Tabela 1: Origem geográfica de genótipos de *C. moschata* pertencentes à Coleção de Germoplasma de Cucurbitáceas da UFERSA.

GENÓTIPO	ORIGEM	LOCALIZAÇÃO
ABTOU 805 F1	Touros (Sítio Boqueirão)	5° 11' 56" S 35° 27' 39" W
ABO 168	Macaíba (Assentamento Quilombo dos Palmares)	05° 56' 31" S 35° 22' 04" W
ABPUN 206 F4	Rio do Fogo (Punaú - Lote)	5° 16' 22" S 35° 22' 59" W
ABPUN 201 F6	Rio do Fogo (Punaú - Lote)	5° 16' 22" S 35° 22' 59" W
ABO 09	Touros (Sítio Boqueirão)	5° 11' 56" S 35° 27' 39" W
ABPUN 206 F6	Rio do Fogo (Punaú - Lote)	5° 16' 22" S 35° 22' 59" W
ABPUN 206 F2	Rio do Fogo (Punaú - Lote)	5° 16' 22" S 35° 22' 59" W
ABPUN 206 F1	Rio do Fogo (Punaú - Lote)	5° 16' 22" S 35° 22' 59" W
ROÇA DE PAI	Origem desconhecida	-
ABTOU 805 F4	Touros (Sítio Boqueirão)	5° 11' 56" S 35° 27' 39" W
P114-1	Assú	5° 34' 56" S 36° 56' 40" W
P160-2	Origem desconhecida	-
P11-2	Mossoró	5° 12' 12" S 37° 21' 08" W

P114-6	Assú	5°34' 56" S 36° 56' 40" W
P131-21	Ipanguaçu	5° 28' 31" S 36° 51' 58" W
P114-02	Assú	5°34' 56" S 36° 56' 40" W
P97-1	Origem desconhecida	-
ABÓBORA MARANHÃO ¹	Feltrin sementes [®]	Comercio local Mossoró (RN)
HÍBRIDO TETSUKABUTO ¹	Topseed [®]	Comercio local Mossoró (RN)

¹ Testemunhas comerciais

Quanto ao segundo experimento, foram utilizados 20 genótipos de *C. maxima* da coleção de germoplasma de Cucurbitáceas da UFERSA (Tabela 1) e duas testemunhas comerciais, sendo uma cultivar de polinização aberta, abóbora Hiroko e uma cultivar híbrida, Tetsukabuto.

Tabela 2: Origem geográfica de genótipos de *C. maxima* pertencentes à Coleção de Germoplasma de Cucurbitáceas da UFERSA.

GENÓTIPO	ORIGEM	LOCALIZAÇÃO
ABPUN- 213	Rio do fogo (Loteamento Punaú)	5° 16' 22" S 35° 22' 59" W
ABCRN-304	Sítio Serra Vermelha (Currais Novos)	6° 15' 47" S 36° 31' 4" W
ABTOU-802 F4	Sítio Boqueirão (Touros)	5° 11' 56" S 35° 27' 39" W
ABAPO-002	Santa Rosa II (Apodi)	5° 38' 58" S 37° 47' 45" W
ABAPO-005	Santa Rosa II (Apodi)	5° 38' 58" S 37° 47' 45" W
JERIMUM CABOCLO COBAL 2014	Cobal (Mossoró)	5° 12' 12" S 37° 21' 08" W
ABO-156	Origem desconhecida	-
ABPUN-212	Rio do fogo (Loteamento Punaú) NE	5° 16' 22" S 35° 22' 59" W
ABCRN-315	Vazia dos Bois (Currais Novos)	6° 15' 47" S 36° 31' 4" W
ABTOU-802 F1	Sítio Boqueirão (Touros)	5°11' 56" S 35° 27' 39" W
ABAPO-007	Sítio Bico Torto (Apodi)	5° 38' 58" S 37° 47' 45" W
JERIMUM LURUGADO	Origem desconhecida	-

ABAPO-024	Assentamento Sítios dos Gois (Apodi)	5° 38' 58" S 37° 47' 45" W
ABPUN-211	Rio do fogo (Loteamento Punaú) NE	5° 16' 22" S 35° 22' 59" W
RGV 2011.1 (01)	Origem desconhecida	-
ABCRN-306	Sítio Totoro de Baixo (Currais Novos)	6° 15' 47" S 36° 31' 4" W
ABBAR-101	Baraúna	5° 4' 14" S 37° 37' 2" W
ABCRN-302	Povoado Cruz (Currais Novos)	6° 15' 47" S 36° 31' 4" W
ABTOU-802-F3	Sítio Boqueirão (Touros)	5° 11' 57" S 35° 27' 40" W
JERIMUM CABOCLO ALMINO AFONSO	Almino Afonso	6° 9' 8" S 37° 45' 58" W
ABÓBORA HIROKO ¹ HÍBRIDO TETSUKABUTO ¹	Feltrin sementes® Topseed®	Comercio local Mossoró (RN) Comercio local Mossoró (RN)

¹ Testemunhas comerciais

As sementes dos genótipos foram previamente selecionadas quanto à qualidade, onde foram descartadas as que apresentaram algum tipo de dano que poderia comprometer a germinação e, em seguida, foram desinfestadas em hipoclorito de sódio (NaClO) 1,5% durante dois minutos, lavadas em água destilada e colocadas para secar em temperatura ambiente sob papel absorvente durante 24 horas, segundo metodologia adaptada à Michereff et al., (2008). Estes genótipos foram semeados em vasos plásticos, com capacidade de um litro, contendo substrato comercial Tropstrato HT hortaliças vida verde®, previamente esterilizado em autoclave por duas horas, durante uma hora por dia, com intervalo de 24 horas.

3.3. ISOLADOS

Foram utilizados três isolados de *M. phaseolina* coletados de raízes de melão sintomático, sendo eles: MM1531 (identificação GenBank MN136199), ME249 e ME250. Os isolados MM1531 e ME250 foram coletados em campos do Rio Grande do Norte e Ceará, respectivamente. O ME249 foi coletado em um campo experimental da UFERSA. Todos os isolados estão preservados na micoteca da UFERSA. Para seleção destes isolados, inicialmente realizou-se um teste de patogenicidade, onde foram inoculados 10 isolados do patógeno nas espécies de cucurbita estudadas e, dentre estes, os três escolhidos para o estudo foram os que se mostraram mais agressivos nestas espécies. Posteriormente, foi feita repicagem dos isolados em meio de cultura Batata Dextrose Ágar (BDA) com tetraciclina (0,05 g/L) e, posteriormente, cada isolado foi mantido em estufa do tipo *Biological Oxygen Demand* (BOD) a $28 \pm 2^\circ\text{C}$,

durante sete dias, para que pudessem ser utilizados no preparo do inóculo (MEDEIROS et al., 2015).

3.4. INOCULAÇÃO

A inoculação foi realizada pelo do método do palito de dente infestado, 15 dias após a semeadura, onde o palito contendo o isolado foi inserido na haste da planta, abaixo do cotilédone, cerca de um centímetro próximo ao solo (Figura 2), técnica que, segundo Krause, Rogrigues e Leal (2009), permite melhor distinguir genótipos suscetíveis e resistentes.

Para preparação do inóculo, utilizaram-se extremidades de palitos de dente com aproximadamente 1,0 cm, que foram inseridos verticalmente em disco de papel de filtro com dimensão equivalente ao diâmetro interior da placa de Petri e, após colocados nas placas, com a parte pontiaguda dos palitos para cima, foi realizada a esterilização em autoclave, durante 30 minutos a 121°C (MEDEIROS et al., 2015).

Em seguida, foi feita a colonização dos palitos por *M. phaseolina*, onde para tal, verteu-se meio de cultivo BDA, com exposição de 2 mm da extremidade dos palitos e, após solidificação deste, foram repicados três discos com aproximadamente 0,5 mm de diâmetro contendo micélios e microescleródios do fungo, com distribuição equidistante, incubados por uma semana em estufa BOD a $28 \pm 2^\circ\text{C}$ (MEDEIROS et al., 2015).

Por fim, 15 dias após a semeadura dos genótipos, quando os palitos estavam completamente colonizados pelos isolados do patógeno, foi realizada a inoculação do patógeno (Figura 2). Neste processo, os palitos colonizados com os isolados foram inseridos no hipocótilo (0,5 mm do solo) das plantas. Vale salientar que, embora todos os acessos tenham sido inoculados com os três isolados de *M. phaseolina*, as inoculações foram realizadas em plantas diferentes, sendo que o mesmo acesso pode apresentar resistência aos três isolados, porém não na mesma planta.

O procedimento foi realizado para ambas as espécies.

Figura 2 – Inoculação de *M. phaseolina* no colo da planta utilizando palito de dente infestado com o patógeno.



Foto: Autor.

3.5. AVALIAÇÃO DE RESISTÊNCIA

As plantas de cada acesso foram avaliadas quanto a incidência e severidade da doença, sendo 60 dias após a inoculação para *C. moschata* e 90 dias para *C. maxima*, utilizando-se a escala adaptada proposta por Ravf e Ahmad (1998), onde foram atribuídas notas de 0 a 5 de acordo com a severidade visual de sintomas presentes no hipocótilo da planta, sendo: 0 – ausência de sintomas (Figura 3A); 1 – menos de 3% dos tecidos infectados, com pequenas lesões (Figura 3B); 2 – entre 3 a 10% dos tecidos da parte aérea infectados, com lesões medianas (Figura 3C); 3 – entre 11 a 25% dos tecidos da parte aérea infectados (Figura 3D); entre 26 a 50% dos tecidos da parte aérea infectados, podendo haver tombamento da planta (Figura 3E); mais de 50% dos tecidos da parte aérea infectados ou necrose da planta (Ambrósio et al., 2015) (Figura 3F).

Figura 3: Progressão de sintomas da podridão cinzenta do caule por *M. phaseolina* em colo de *Cucurbita* spp. A: ausência de sintomas; B: menos de 3% dos tecidos infectados; C: 3-10% dos tecidos infectados; D: 11-25% dos tecidos infectados; E: 26-50% dos tecidos infectados; F: mais de 50% dos tecidos infectados.



Fonte: Autor.

Os dados da severidade da doença foram utilizados para agrupar os genótipos em classes de resistência, conforme escala proposta por Salari et al. (2012), sendo: 0 - imune; de 0,1 a 1 - altamente resistente; de 1,1 a 2 - moderadamente resistente; de 2,1 a 4 - suscetível e de 4,1 a 5 - altamente suscetível.

Após realizada a avaliação, os genótipos com notas superiores a zero foram levados ao laboratório de Fitopatologia do CCA/DCAF para confirmação da presença do fungo na planta, onde foram retirados fragmentos da parte limítrofe (entre a parte sintomática e a sadia) da lesão e, em câmara de fluxo laminar, foi feita a desinfestação em álcool 70% por 30 segundos e em NaClO 2% durante um minuto, processo seguido de lavagem em água destilada e esterilizada. Os fragmentos devidamente desinfestados foram colocados em meio BDA + tetraciclina (0,05 g/L), para ser feita a classificação morfológica *in vitro* do patógeno, confirmando sua identidade.

3.6. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados foram tabulados no programa Microsoft Office Excel 2019[®] e, para melhor interpretação dos dados, foi realizada análise descritiva, onde foi calculada as frequências

absoluta e relativa de cada genótipo para os diferentes níveis de reação, permitindo observar o efeito dos isolados em cada genótipo separadamente e selecionar os mais resistentes dentre eles.

Como a resposta variável têm resíduos que não apresentam distribuição normal porque os valores são oriundos de uma escala diagramática, os valores originais foram transformados de acordo com a metodologia da Aligned Rank Transform (ART) para análises fatoriais não paramétricas. A transformação de classificação alinhada permite testes não paramétricos para interações e efeitos principais usando técnicas padrão de ANOVA. Para a transformação dos dados originais foi utilizado o software (ARTool) (Wobbrock et al. 2011). A ANOVA para estudar os efeitos do genótipo (acessos), isolados e suas interações foi realizada com o programa R (R Core Team, 2020). Utilizou-se a metodologia descrita por Scott-Knott (1974) para agrupar as classificações médias de acessos. Foi realizada ainda a análise deviance tipo III pelo teste de Wald, que se baseia na distribuição normal de estimadores de verossimilhança dos parâmetros analisados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Seis dias após a inoculação já foi possível visualizar os primeiros sintomas da podridão do caule por *M. phaseolina* no jerimum caboclo, ao passo em que só foi possível realizar essa observação no jerimum de leite 20 dias após inoculação. Os sintomas evoluíram continuamente até o final das avaliações, com diferenças visíveis na severidade, que se apresentaram nas formas de amarelecimento, rachadura, murcha e tombamento da planta. A doença em algumas plantas não se manifestou no local de inserção do palito, porém o sintoma surgiu em outra parte do caule da planta.

Em termos de frequência absoluta, *C. maxima* obteve uma maior quantidade de plantas imunes, sendo 67, 53 e 60 plantas, respectivamente, para os isolados MM1531, ME249 e ME250 (Figura 4). Houve ainda uma quantidade considerável de plantas altamente resistentes, sendo 5, 17 e 34, nesta sequência, quando inoculados com os isolados MM1531, ME249 e ME250, além de 1 planta moderadamente resistente ao isolado MM1531 e 1 ao ME249 (Figura 4).

O oposto foi observado em *C. maxima*, que apresentou um maior número de plantas altamente suscetíveis, sendo, respectivamente para os isolados MM1531, ME249 e ME250, 110, 119 e 111 plantas (Figura 5). Foram classificadas ainda plantas imunes em cada acesso, sendo 19 plantas inoculadas com o isolado MM1531, 13 com o isolado ME249 e 21 com o

isolado ME250. O isolado ME249 apresentou ainda uma planta altamente resistente. Não foram classificadas plantas moderadamente resistentes ou suscetíveis (Figura 5).

Figura 4: Frequência absoluta de classes de reação por isolado de acessos de abóbora de leite 60 dias após inoculados com *Macrophomina* spp. utilizando o método do palito. Mossoró-RN, 2020.

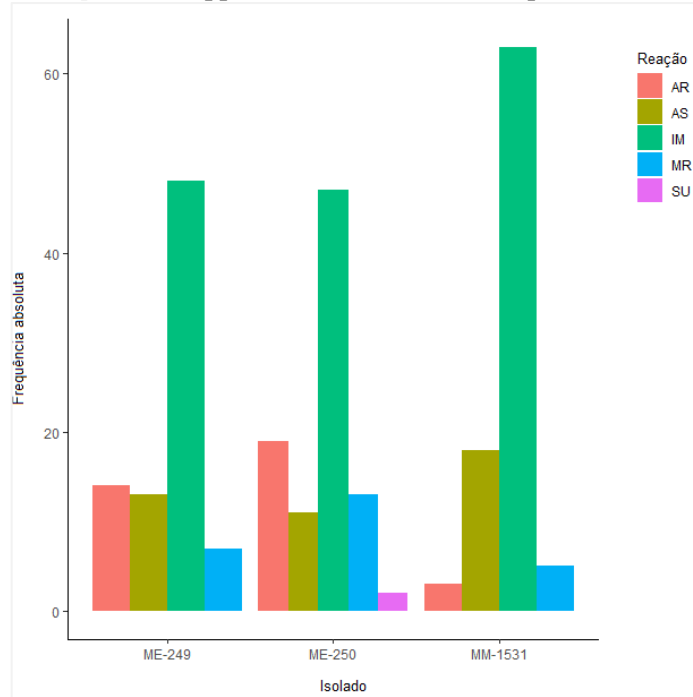
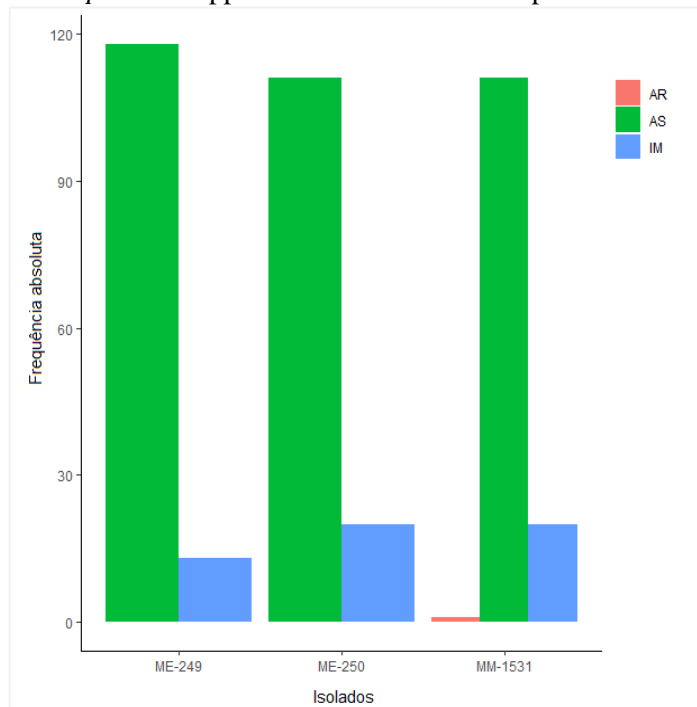


Figura 5: Frequência absoluta de classes de reação por isolado de acessos de jerimum caboclo 90 dias após inoculados com *Macrophomina* spp. utilizando o método do palito. Mossoró-RN, 2020.



Dentre os 19 genótipos de *C. moschata*, os acessos ABTOU 805 F1, ABO 168, ABO 09, ABPUN 206 F6, ABPUN 206 F2, ABPUN 206 F1, ROÇA DE PAI, ABTOU 805 F4, P114-1, P160-2, P11-2, P114-6, P131-21, P114-02, P97-1 e as cultivares comerciais foram resistentes ao isolado MM1531 e todos os genótipos apresentaram resistência em pelo menos uma planta aos isolados ME249 e ME250, porém, quando considerada a reação dos genótipos aos isolados, observou-se frequência variada quanto a classificação da resistência (Figura 6).

Em relação ao isolado MM1531 (Figura 6), os acessos ABPUN 206 F2, ABPUN 206 F1, ROÇA DE PAI, ABTOU 805 F4, P114-6, P114-02 e P97-1 foram os mais resistentes, com 100% de imunidade e ABPUN 201 F6 foi o mais suscetível, com morte em 100% das plantas. Os acessos ABTOU 805 F4, ABPUN 206 F6, P114-1, P160-2, P131-21, a cultivar comercial de polinização aberta e a cultivar comercial híbrida, apresentaram imunidade igual ou superior a 50%, o que é um resultado relevante se tratando do uso para seleção em programas de melhoramento genético.

Quanto ao isolado ME249, (Figura 6), os acessos ABO 168, P11-2, P97-1 e a cultivar comercial híbrida apresentaram 100% de imunidade, a cultivar comercial apresentou 87% das plantas imunes e 17% altamente resistentes. Para o acesso P114-1, observou-se 80% de imunidade e 20% de alta resistência, P114-6 e P160-2 tiveram 87% de plantas imunes e 33% altamente resistentes.

O isolado ME250 foi o que ocasionou mais mortes de plantas em todos os genótipos (Figura 6), sendo, ainda assim, o acesso P160-2 imune em todas as repetições e o ABO 168 altamente resistente. Os acessos ABTOU 805 F1, ABTOU 805 F4, ABPUN 206 F1, ROÇA DE PAI, ABTOU 805 F4, P114-1, P11-2, P114-6, P131-21, P114-02, P97-1 e o híbrido Tetsukabuto apresentaram frequências de imunidade iguais ou superiores a 50% (Figura 5).

No que diz respeito aos genótipos de *C. maxima*, a maior frequência quanto a imunidade foi observada na cultivar comercial híbrida para os isolados ME249 e ME250, com 50 e 66,67%, respectivamente. Quanto ao isolado MM1531 (Figura 6), dentre os acessos, ABAPO-007 e JERIMUM LU apresentaram resistência igual ou superior a 50%, em diferentes níveis. JERIMUM LU apresentou 50% de imunidade, ABAPO-007 e ABTOU-802 F3, 33,33% e os acessos ABCRN-304, JCCM-2014, ABCRN-315, ABCRN-306, ABCRN-302 e as cultivares comerciais obtiveram 16,67% de imunidade (Figura 6).

Quanto ao isolado ME249, o acesso ABCRN-315 apresentou 33,33% de imunidade e os acessos ABTOU-802 F4, ABTOU-802 F1, JERIMUM LU, ABAPO-024 e ABCRN-302 obtiveram 16,67%. As cultivares comerciais atingiram imunidade de 50 e 33%

respectivamente. Além destes, o acesso ABAPO-007 apresentou resistência moderada na frequência de 16,67% (Figura 7).

Para o isolado ME250 (Figura 7), observou-se um genótipo com maior percentual imunidade, a cultivar comercial híbrida, com frequência >60%. Seguido a este, os acessos ABAPO-007 e JCAA apresentaram frequência de imunidade 33,33%. Os acessos ABAPO-005, JCCM-2014, ABCRN-315, ABTOU 802 F1, ABPUN 211, RGV 2011.1(01), ABCRN-306, ABCRN-302, ABTOU-802 F3 e a cultivar Hiroko obtiveram 16,67% de imunidade. Os genótipos ABCRN-315 e RGV2011.1(01) também apresentaram frequência de 16,67% de alta resistência.

Figura 6: Frequência relativa de classes de reação de acessos de abóbora de leite 60 dias após inoculados com isolados de *Macrophomina phaseolina* utilizando o método do palito colonizado. Mossoró - RN, 2020.

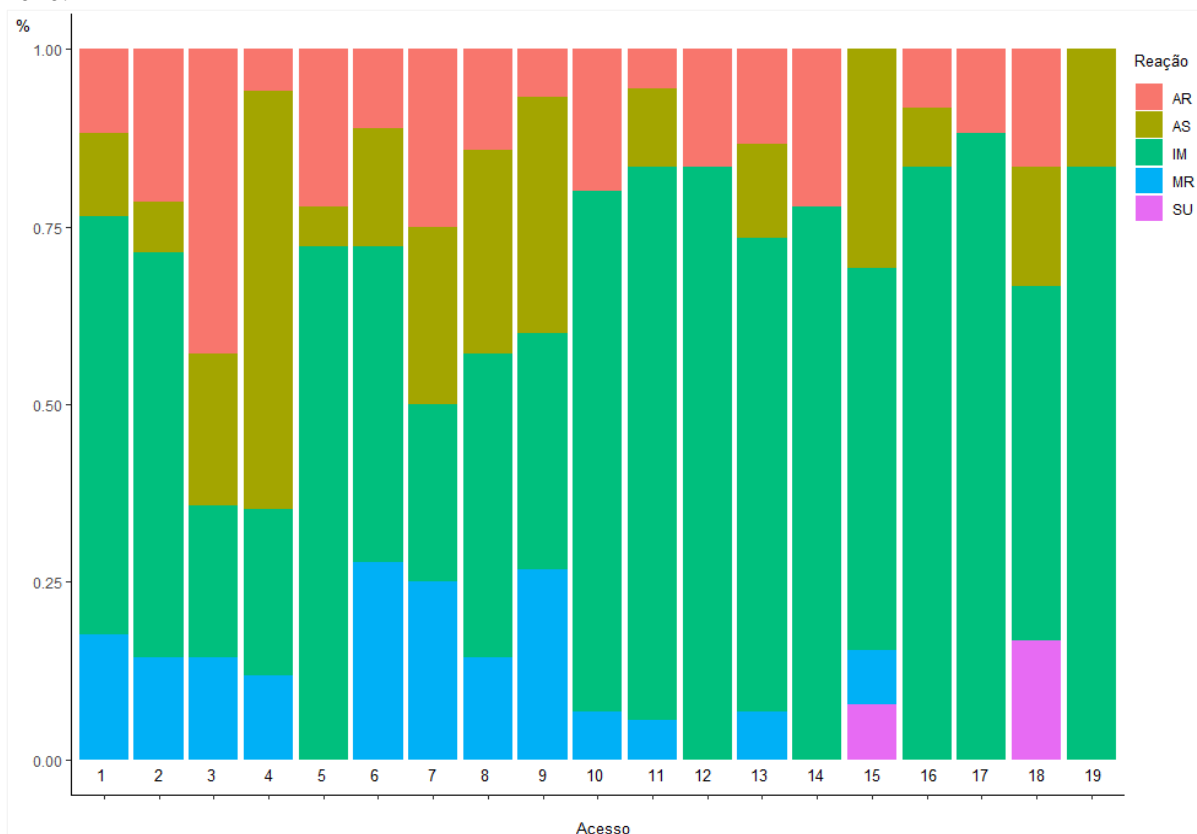
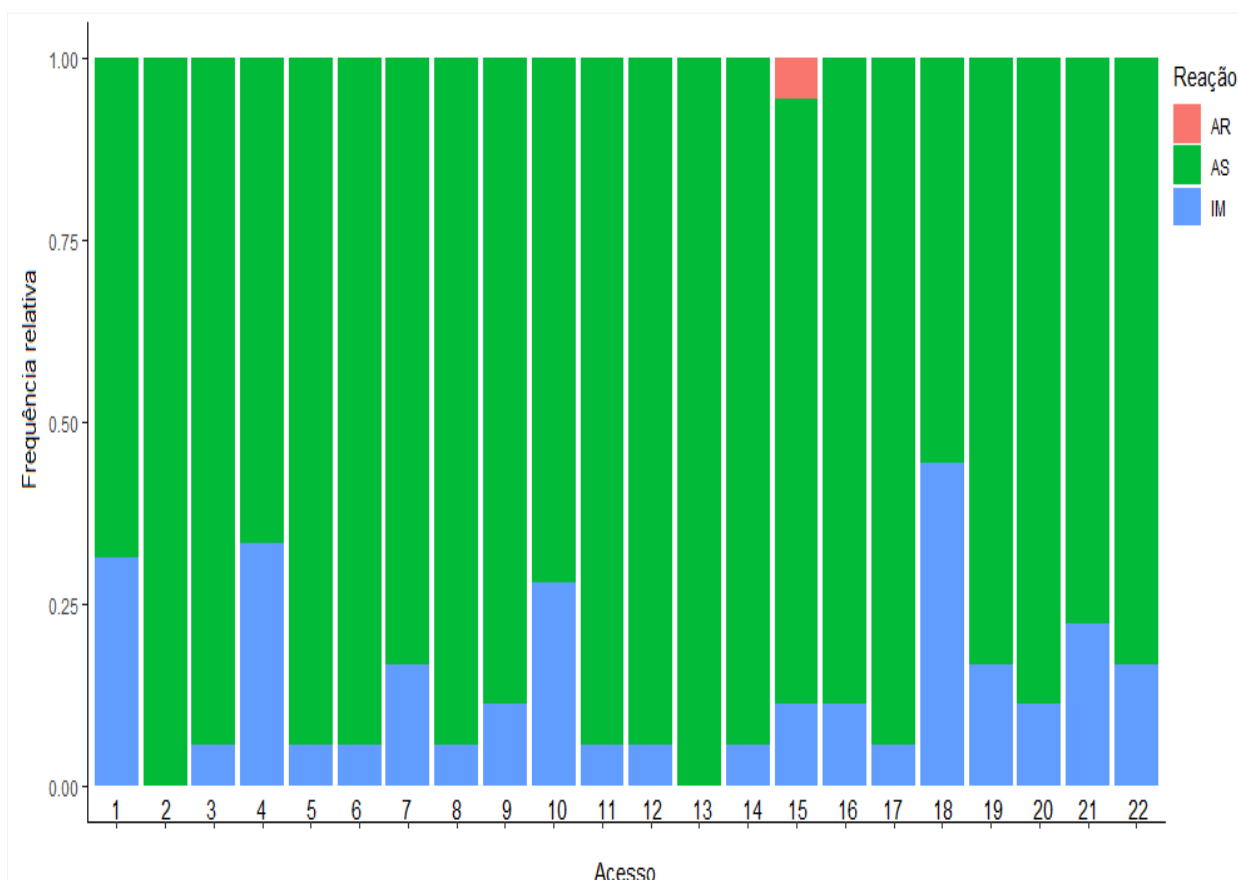


Figura 7: Frequência relativa de classes de reação de acessos de jerimum caboclo 90 dias após inoculados com isolados de *Macrophomina phaseolina* utilizando o método do palito colonizado em Mossoró – RN, 2020.



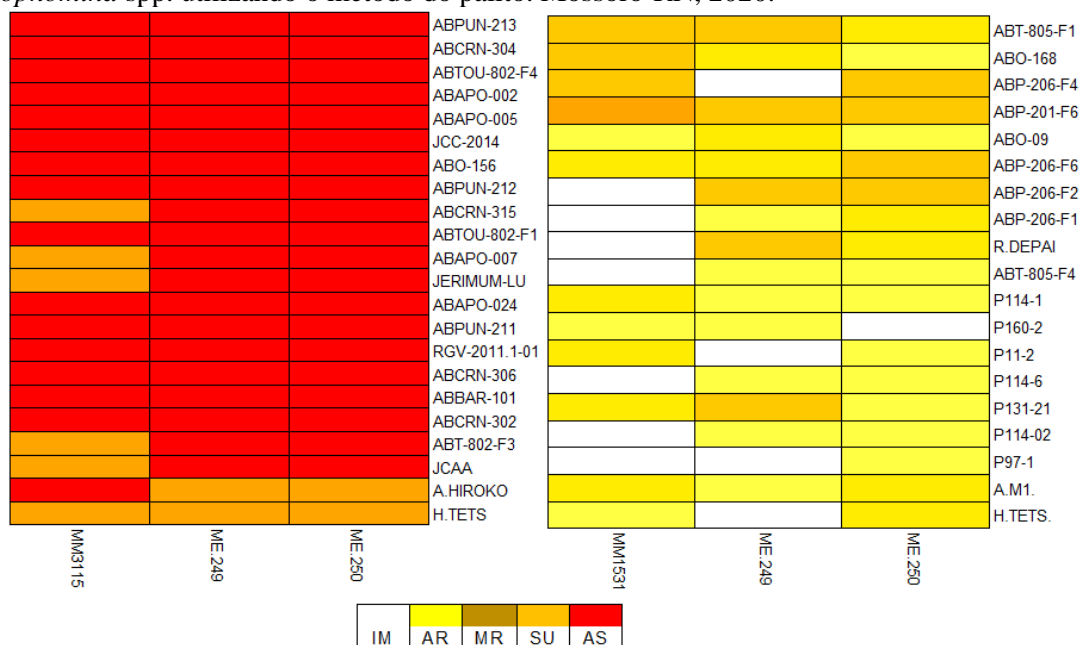
As classes de reação dos acessos de abóbora e jerimum de leite aos isolados de *M. phaseolina* podem ser observadas na Figura 8, em que é possível observar de forma clara o contraste em quanto a resistência entre as duas espécies, de forma que *C. moschata* apresenta um número significativamente maior de plantas resistentes em relação a *C. maxima*.

Tabela 3: Análise de Deviance (Tipo III) para severidade avaliada em acessos de *Cucurbita moschata* e *Cucurbita máxima* à *Macrophomina* spp. Mossoró-RN, 2020.

Efeito	Teste (Tipo III – Wald)							
	<i>C. moschata</i>				<i>C. maxima</i>			
	gl ₁	gl ₂	F	Pr(>F)	gl ₁	gl ₂	F	Pr(>F)
Acessos (A)	18	206	4,67	<0,001	21	328	1,88	0,001
Isolado (I)	2	206	0,09	0,064	2	328	12,61	<0,0001
A x I	36	206	1,79	0,012	42	328	1,07	<0,355

gl₁: graus de liberdade do numerador; gl₂:graus de liberdade do denominador.

Figura 8: Classe de reação de acessos de *C. maxima* e *C. moschata* a três isolados de com isolados de *Macrophomina* spp. utilizando o método do palito. Mossoró-RN, 2020.



Foram encontradas diferenças significativas pelo teste F de Snedecor ($p < 0,001$) entre acessos de ambas as espécies e entre isolados de *M. phaseolina* em *C. maxima*, porém não houve diferença entre isolados em *C. moschata* (Tabela 4). Houve interação entre acessos e isolados no jerimum de leite, não havendo diferença significativa quanto a esta interação no jerimum caboclo (Tabela 4).

Tabela 4: Resumo da análise de variância para severidade em acessos de *C. moschata* e *C. máxima* à *M. phaseolina*

FV	<i>C. moschata</i>		<i>C. maxima</i>	
	gl	QM	gl	QM
Acesso (A)	18	14559,97**	21	9470,76**
Isolado (I)	2	6900,31 ^{ns}	2	20150,49**
A x I	36	5819,54**	36	1536,67 ^{ns}
Erro	201	3451,18	33	4487,89
			1	
CV (%)		44,51		33,92
Média		132,00		197,51

** : Significativo a ($p < 0,001$) pelo teste F de Snedecor.

Quando inoculado com o isolado MM1531, os acessos de jerimum de leite ABPUN 206 F2, ABPUN 206 F1, ROÇA DE PAI, ABTOU 805 F4, P114-6, P114-02 e P97-1 ocuparam o último lugar no rank (Tabela 5), sendo os mais resistentes, ao passo em que ABPUN 201 F6 ocupou o primeiro lugar, seguido dos acessos ABPUN 206 F4, ABTOU 805 F1 e ABO 168, não diferindo estatisticamente entre si e diferindo de todos os demais, demonstrando menor resistência. Em relação ao isolado ME-249, ABPUN 206 F4, P11-2, P97-1 e a cultivar comercial híbrida Tetsukabuto ocuparam a última posição, não apresentando diferença estatística entre ABPUN 206 F1, P114-1, P160-2, P114-6, P114-02 e a cultivar comercial ABÓBORA MARANHÃO, classificadas como as mais resistentes para este isolado. Os acessos ABTOU 805 F1, ABO 09, ABPUN 206 F1, ROÇA DE PAI, ABTOU 805 F4, P114-1, P160-2, P11-2, P114-6, P131-21, P114-02 e a cultivar comercial híbrida Tetsukabuto, ocuparam as últimas posições do rank quando inoculadas com o isolado Me-250, apresentando resistência, diferindo estatisticamente dos demais acessos.

Pode-se notar ainda que, de acordo com o rank médio, os acessos ABPUN 206 F1, P114-1, P160-2, P11-2, P114-6, P114-02, P97-1 foram resistentes independente do isolado inoculado, ou seja, foram resistentes ao MM1531, ao ME-249 e ao ME-250, ainda que essa resistência esteja em níveis distintos (imune, altamente resistente, moderadamente resistente).

Tabela 5: Ranks e severidades médias de acessos de *C. moschata* inoculados com três isolados de *M. phaseolina*.

Acesso	Isolado					
	MM1531		ME-249		ME-250	
	Rank	Severidade	Rank	Severidade	Rank	Severidade
ABT 805 F1	189,00 ^a	2,6 (SU)	192,25 ^a	3,0 (SU)	148,25 ^b	1,5 (MR)
ABO 168	169,60 ^a	2,4 (SU)	175,70 ^a	1,8 (MR)	176,00 ^a	1,0 (AR)
ABP 206 F4	230,00 ^a	4,0 (SU)	79,00 ^b	0,0 (IM)	199,88 ^a	2,3 (MR)
ABP 201 F6	242,50 ^a	5,0 (AS)	181,75 ^a	2,8 (MR)	172,75 ^a	2,3 (MR)
ABO 09	103,25 ^b	0,3 (AR)	175,70 ^a	1,8 (MR)	123,60 ^b	0,6 (AR)
ABP 206 F6	119,88 ^b	1,3 (MR)	205,00 ^a	2,0 (MR)	209,25 ^a	3,0 (SU)
ABP 206 F2	79,00 ^b	0,0 (IM)	186,83 ^a	2,3 (SU)	192,33 ^a	2,3 (SU)
ABP 206 F1	79,00 ^b	0,0 (IM)	111,33 ^b	0,3 (AR)	138,58 ^b	1,2 (MR)
R. DE PAI	79,00 ^b	0,0 (IM)	209,25 ^a	3,0 (SU)	149,75 ^b	2,0 (MR)
ABT 805 F4	79,00 ^b	0,0 (IM)	153,33 ^a	1,0 (AR)	111,33 ^b	0,3 (AR)
P114-1	144,40 ^b	2,0 (MR)	98,40 ^b	0,2 (AR)	126,10 ^b	0,8 (AR)
P160-2	111,70 ^b	1,0 (AR)	111,33 ^b	0,3 (AR)	79,00 ^b	0,0 (IM)
P11-2	127,25 ^b	1,2 (MR)	79,00 ^b	0,0 (IM)	122,42 ^b	1,0 (AR)
P114-6	79,00 ^b	0,0 (IM)	111,33 ^b	0,3 (AR)	111,33 ^b	0,3 (AR)
P131-21	151,38 ^b	1,8 (MR)	177,10 ^a	3,0 (SU)	114,38 ^b	1,0 (AR)
P114-02	79,00 ^b	0,0 (IM)	127,50 ^b	0,5 (AR)	98,40 ^b	0,2 (AR)
P97-1	79,00 ^b	0,0 (IM)	79,00 ^b	0,0 (IM)	111,33 ^b	0,3 (AR)
A. MAR.	131,10 ^b	1,2 (MR)	95,17 ^b	0,2 (AR)	169,25 ^a	1,8 (MR)

H. TETS. 106,25^b 0,8 (AR) 79,00^b 0,0 (IM) 133,50^b 1,7 (MR)
Ranks médios seguidos pela mesma letra pertencem ao mesmo grupo (p>0,05) conforme Scott-Knott (1975). IM – imune; AR – altamente resistente; MS – moderadamente suscetível; S – suscetível; AS – altamente suscetível.

Os acessos de *C. maxima* foram visivelmente menos resistentes que *C. moschata*, onde quando inoculados com o isolado MM1531, ABCRN-315, ABAPO 007, JERIMUM LURRUGADO, ABTOU 802 F3 e as cultivares comerciais ocuparam os últimos lugares do ranking, diferindo estatisticamente dos demais (Tabela 6). Em relação ao isolado ME-249, não houve diferença estatística significativa entre os acessos e nenhum deles demonstrou médias de resistência. Para acessos inoculados com ME-250, ABCRN 315 e RGV 2011.1 (01) ocuparam o último lugar no rank, diferindo estatisticamente dos demais.

Deve-se observar que mesmo os acessos que ocuparam as últimas posições no rank, não apresentaram médias de resistência. Dessa forma, a partir deste método, não se pode selecionar genótipos para recomendação posterior, porém pode-se selecionar algumas plantas dentre estes acessos para tal finalidade (Tabela 6).

Tabela 6: Ranks e severidades médias de acessos de *C. maxima* inoculados com três isolados de *M. phaseolina*.

Acesso	Isolado					
	MM1531		ME-249		ME-250	
	Rank	Severidade	Rank	Severidade	Rank	Severidade
ABPUN- 213	224,50 ^a	5,0 (AS)	224,50 ^a	5,0 (AS)	191,58 ^a	4,2 (AS)
ABCRN-304	191,58 ^a	4,2 (AS)	224,50 ^a	5,0 (AS)	224,50 ^a	5,0 (AS)
ABTOU-802 F4	224,50 ^a	5,0 (AS)	191,58 ^a	4,2 (AS)	224,50 ^a	5,0 (AS)
ABAPO-002	224,50 ^a	5,0 (AS)	224,50 ^a	5,0 (AS)	224,50 ^a	5,0 (AS)
ABAPO-005	224,50 ^a	5,0 (AS)	224,50 ^a	5,0 (AS)	191,58 ^a	4,2 (AS)
JCC 2014	191,58 ^a	4,2 (AS)	224,50 ^a	5,0 (AS)	191,58 ^a	4,2 (AS)
ABO-156	191,58 ^a	4,2 (AS)	224,50 ^a	5,0 (AS)	224,50 ^a	5,0 (AS)
ABPUN-212	224,50 ^a	5,0 (AS)	224,50 ^a	5,0 (AS)	224,50 ^a	5,0 (AS)
ABCRN-315	158,67 ^b	3,3 (SU)	191,58 ^a	4,2 (AS)	158,67 ^b	3,3 (SU)
ABTOU-802 F1	224,50 ^a	5,0 (AS)	191,58 ^a	4,2 (AS)	191,58 ^a	4,2 (AS)
ABAPO-007	125,75 ^b	2,5 (SU)	191,58 ^a	4,2 (AS)	158,67 ^b	3,3 (SU)
JERIMUM LU	125,75 ^b	2,5 (SU)	191,58 ^a	4,2 (AS)	224,50 ^a	5,0 (AS)
ABAPO-024	224,50 ^a	5,0 (AS)	191,58 ^a	4,2 (AS)	224,50 ^a	5,0 (AS)
ABPUN-211	224,50 ^a	5,0 (AS)	224,50 ^a	5,0 (AS)	191,58 ^a	4,2 (AS)
RGV 2011.1 (01)	191,58 ^a	4,2 (AS)	224,50 ^a	5,0 (AS)	158,67 ^b	3,3 (SU)
ABCRN-306	191,58 ^a	4,2 (AS)	224,50 ^a	5,0 (AS)	191,58 ^a	4,2 (AS)
ABBAR-101	224,50 ^a	5,0 (AS)	191,58 ^a	4,2 (AS)	224,50 ^a	5,0 (AS)
ABCRN-302	191,58 ^a	4,2 (AS)	191,58 ^a	4,2 (AS)	191,58 ^a	4,2 (AS)
ABT 802 F3	163,17 ^b	3,5 (SU)	224,50 ^a	5,0 (AS)	191,58 ^a	4,2 (AS)
JCAA	158,68 ^a	4,2 (AS)	224,48 ^a	5,0 (AS)	191,58 ^a	4,2 (AS)
A. HIROKO	191,58 ^b	3,4 (SU)	145,48 ^a	3,0 (SU)	145,48 ^a	3,0 (SU)

H. TETS	158,72 ^b	2,8 (SU)	125,78 ^a	2,5 (SU)	125,78 ^a	2,5 (SU)
---------	---------------------	----------	---------------------	----------	---------------------	----------

Ranks médios seguidos pela mesma letra pertencem ao mesmo grupo ($p > 0,05$) conforme Scott-Knott (1975). IM – imune; AR – altamente resistente; MS – moderadamente suscetível; S – suscetível; AS – altamente suscetível.

Ambas as espécies estudadas são alógamas, ou seja, reproduzem-se preferencialmente por polinização cruzada, o que favorece a variabilidade genética (PRIORI et al., 2018). Considerando esta variabilidade, já descrita para diversos caracteres, pode-se sugerir que esta também ocorra para a resistência.

A variação na amplitude das plantas avaliadas para resistência evidencia que ocorreu uma elevada variabilidade dentro do genótipo. Por outro lado, não se pode deixar de considerar que isolados diferentes de *M. phaseolina* também podem apresentar virulências diferentes quando em associação com hospedeiros diferentes, ressaltando a importância de se avaliar e selecionar genótipos para condições específicas de uso.

Essa variabilidade na resposta de severidade, em especial quando relacionado ao mesmo genótipo e isolado, pode estar relacionada à heterogeneidade das espécies, devido ao modo de polinização, que se dá de maneira cruzada, levando por vezes a traços distintos em determinado caráter, nesse caso a resistência (PEREIRA et al., 2017). Tal característica, associada a identificação de genótipos com maiores frequências de resistência, possibilita a obtenção posterior de linhagens homogêneas para a resistência, através de sucessivas seleções de indivíduos e estudos sobre sua herança genética por parte de programas de melhoramento, como sugerido por Padley et al. (2008).

É importante observar que mesmo os genótipos que apresentaram maior resistência, quando considerados os isolados separadamente apresentam variação quanto a esse nível de resistência, o que ressalta a necessidade de considerar cada genótipo individualmente. Essa variabilidade encontrada é de elevada relevância para o melhoramento, pois a partir desta, pode-se selecionar os genótipos mais promissores para realização de cruzamentos, a fim de desenvolver novos cultivares resistentes à *M. phaseolina*.

Assim, para fins de seleção em programas de melhoramento, os acessos que demonstraram níveis de resistência apresentam grande potencial. Porém, visando o uso direto como porta-enxerto, pode-se inferir que seria prematuro fazer uma recomendação, visto que a variabilidade de reação, quando considerados isolados diferentes, bem como a variação nos níveis de resistência observada, poderá resultar em prejuízos econômicos se utilizados em campo. Dessa forma, denota-se a necessidade de realizar uma seleção para a característica de

resistência, mesmo que o objetivo seja utilizar o material genético como porta-enxerto de outras culturas.

Fatores ambientais, como precipitação, umidade, temperatura, dentre outros, impactam diretamente na severidade de doenças fúngicas (COSER et al., 2017), e, considerando que a *M. phaseolina* apresenta incidência e severidade maiores em ambientes quentes e secos, caracterizados por condições de estresse (ALMEIDA et al., 2014), o clima do local de estudo pode ter favorecido o seu desenvolvimento.

Medeiros et al. (2015), quando utilizaram diferentes métodos de inoculação de *M. phaseolina*, em meloeiro, constataram variabilidade entre e dentro do patógeno quando foi utilizado o método do palito colonizado. Estudos realizados em diversas culturas e diversas metodologias na Índia (BHUPATHI e THERADIMANI, 2018; SARKAR e MANDAL, 2016), Norte e Sul dos Estados Unidos (SEXON, HUGHES e WISE, 2016), Chile e Espanha (SANCHÉZ et al., 2017), dentre outros locais, relatam a elevada variabilidade genética do patógeno.

A maioria das pesquisas já realizadas para avaliar a resistência da podridão cinzenta do caule por *M. phaseolina* em distintas espécies, foi feita em campos que apresentaram histórico da doença (ISHIKAWA et al., 2018). No estado da Paraíba, Nordeste do Brasil, Soares et al. (2016) verificaram a ocorrência de diversos fungos habitantes do solo causadores de doenças em abóbora e melancia cultivadas em campos de diversos municípios produtores e, dentre os patógenos encontrados, *M. phaseolina* pode ser encontrado na melancia, o que comprova a sua presença nos solos estudados, no entanto, este não foi identificado para abóbora, sugerindo certa tolerância da espécie ao patógeno para as condições da localidade.

Dentre as espécies de *Macrophomina* conhecidas, *M. phaseolina* é a que possui maior gama de hospedeiros conhecida, sendo superior a 680 espécies e, devido a isso, além da variabilidade genética do próprio patógeno, seu controle é difícil (ISHIKAWA et al., 2018), acentuando a necessidade em se buscar fontes de resistência, visto que, até o momento, não há registros dessas fontes para *C. moschata* ou *C. maxima* na literatura.

A variabilidade genética de *M. phaseolina*, sua elevada capacidade de sobrevivência em situações de estresse através de estruturas de resistência e a grande gama de hospedeiros da espécie, bem como a quantidade limitada de fungicidas capazes de controlar a doença, faz com que o uso de cultivares resistentes seja a forma mais eficiente e ecologicamente correta para seu manejo (LIMA et al., 2017).

Quando considerada a espécie *C. maxima*, encontram-se poucos relatos na literatura sobre o uso como porta-enxerto, porém, quando associada a *C. moschata*, na obtenção de híbridos através de linhagens selecionadas, diversos trabalhos relatam seu sucesso para controle de doenças relacionadas a patógenos habitantes do solo, sendo bastante utilizados no controle de *Fusarium phaseolina* (ALVAREZ-HERNANDEZ et al., 2015; ZHOU et al., 2015) e outros patógenos.

As avaliações de *C. moschata* foram realizadas com trinta dias a menos que as de *C. maxima*, o que foi possível devido a esta primeira ter mostrado nesse período uma estabilização quanto a progressão dos sintomas, ao passo que a última continuou apresentando sintomas neste período.

Estudos com outros patógenos habitantes de solo sugerem que, dentre as cucurbitas, *C. maxima* é menos tolerante que *C. moschata*, sendo as fontes de resistência dessa espécie bastante escassas (PEREIRA et al., 2017), o que também pode ser observado neste trabalho (Figuras 4 e 5). Considerando este uso do híbrido como porta-enxerto, o presente estudo mostra que, para o controle de *M. phaseolina*, nem todos os cultivares podem ser utilizados, visto que, com a frequência de resistência que foi encontrada, seu uso pode implicar em problemas na produção.

Houve alta variabilidade nas frequências de severidade dos genótipos testados, não havendo estabilidade quanto a resistência, o que inviabiliza seu uso direto como porta-enxerto. Porém, sabendo-se que poucas são as fontes de resistência registradas para *M. phaseolina* em cucurbitáceas (AMBROSIO et al., 2015), os genótipos que demonstraram alguma resistência para cada um ou todos os isolados são valiosos para desenvolvimento de progênies endogâmicas mais resistentes ao patógeno.

Ambrósio et al. (2015) avaliando os isolados M1531, ME249 e ME250 em colo de meloeiro, observou que o primeiro apresentou maior agressividade. Para *C. moschata* esta distinção entre qual foi o mais agressivo não foi possível, pois os três isolados apresentaram comportamentos semelhantes (Tabela 5). Já em *C. maxima*, pode-se observar que o isolado ME-249 foi o que demonstrou maior agressividade quando analisado através do método de ranqueamento (Tabela 6). Essa diferença em agressividade em relação aos resultados de Ambrósio et al. (2015) pode ter ocorrido devido ao estudo ter sido realizado com outro hospedeiro e em outro local.

Considerando que pelo método do ranqueamento médio, os acessos de abóbora de leite ABPUN 206 F1, P114-1, P160-2, P11-2, P114-6, P114-02, P97-1 foram resistentes aos três

isolados inoculados, estes podem ser utilizados posteriormente para fins de seleção em programas de melhoramento. A partir deste mesmo método, é possível selecionar acessos de jerimum caboclo (Tabela 5), porém, tendo em vista a sua frequência de resistência (Figura 6), JERIMUM LU, ABAPO 007, ABTOU 802 F3, inoculados com MM1531, ABCRN-315 inoculado com ME249 e ABAPO-007 e JCAA inoculado com ME250, obtiveram algumas plantas que podem ser indicadas para seleção posterior, para a obtenção de progênie endogâmicas.

É importante salientar, que em programas de melhoramento genético, para desenvolvimento de genótipos resistentes a patógenos, é necessário previamente realizar estudos genéticos a fim de definir o melhor método a ser adotado, garantindo assim a eficiência do programa (LIMA et al., 2017).

CONCLUSÕES

- Há variabilidade dentro do Germoplasma dos genótipos estudados de *C. moschata* e *C. maxima* para resistência à *M. phaseolina*
- Os acessos de *C. Moschata*: ABPUN 206 F1, P114-1, P160-2, P11-2, P114-6, P114-02, P97-1, são resistentes em distintos níveis a MM1531, ME-249 e ME-250, sendo portanto fontes promissoras para uso posterior em seleção para programas de melhoramento genético vegetal.
- Não se pode neste momento recomendar acessos para seleção em programas de melhoramento genético, no entanto algumas plantas de JERIMUM LU, ABAPO 007, ABTOU 802 F3, inoculados com MM1531, ABCRN-315 inoculado com ME249 e ABAPO-007 e JCAA inoculado com ME250, podem ser selecionadas para uso posterior.
- *C. moschata* apresenta maior resistência que *C. maxima*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. M. R. et al. *Macrophomina phaseolina* em soja. Londrina: Embrapa Soja, 2014. 30 p.

ÁLVAREZ-HERNÁNDEZ, J. C. et al. Influence of rootstocks on fusarium wilt, nematode infestation, yield and fruit quality in watermelon production. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 39, n. 4, p. 323-330, 2015.

AMARO, G. B. et al. Desempenho agrônômico de híbridos experimentais de abóbora Tetsukabuto para características dos frutos, *Horticultura brasileira*, v. 35, n. 2, p. 180-185, 2017.

AMBROSIO, M. M. Q. et al. Screening a variable germplasm collection of *Cucumis melo* L. for seedling resistance to *Macrophomina phaseolina*. *Euphytica*, p. 206-300, 2015.

ANJOS, C. N. et al. Desenvolvimento e aceitação de pães sem glúten com farinhas de resíduos de abóbora (*Cucurbita moschata*). *Arquivos de Ciências da Saúde*, v. 24, n. 4, p. 58-62, 2017.

ATTAVAR, A. et al. Cucurbitaceae Germplasm Resistance to Verticillium Wilt and Grafting Compatibility with Watermelon. *HortScience*, v. 1, n. aop, p. 1-8, 2020.

BAN, S. G. et al. Growth and yield of grafted cucumbers in soil infested with root-knot nematodes. *Chilean Journal of Agricultural Research*, v. 74, n. 1, p. 29-34, 2014.

BARBOSA, G. D. S. et al. Sources of resistance accessions of *Cucurbita* spp. To virus species from the genus *Potyvirus*. *Revista Ciência Agrônômica*, v. 48, n. 4, p. 725-731, 2017.

BHUPATHI, P.; THERADIMANI, M. Studies on Pathogen Variability in Blackgram root rot by *Macrophomina phaseolina*. *The Pharma Innovation Journal*, v. 7, n. 6, p. 36-38, 2018.

BROETTO, L. et al. Crescimento micelial e produção de microescleródios de *Macrophomina phaseolina* confrontado com diferentes isolados de *Trichoderma* sp. *Scientia Agraria Paranaensis*, v. 13, n. 4, p. 310-317, 2014.

CARVALHO, L. M. J. et al. Assessment of carotenoids in pumpkins after different home cooking conditions. *Food Science and Technology*, v. 34, n. 2, p. 365-370, 2014.

CARVALHO, L. M. J. et al. Carotenoids in Yellow Sweet Potatoes, Pumpkins and Yellow Sweet Cassava. In: *Carotenoids*. InTech, 2017.

CHANG, T. T. et al. Crop genetic resources. In: SNEEP, J.; HENDRIKSEN, A. J. T.; HOLBEK, O. (ed). *Plant breeding perspectives*. Wageningen: Centre for Agricultural Publishing and Documentation, 1979. 435p.

CHAUDHARI, D. J. et al. Genetic divergence study in pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch. Ex. Poir). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, v. 6, n. 4, p. 744-747, 2017.

- COHEN, R.; ELKABETZ, M.; EDELSTEIN, M. variation in the responses of melon and watermelon to *Macrophomina phaseolina*. *Crop protection*, v. 85, p. 46-51, 2016.
- DAVIS, A. R. et al. Cucurbit grafting. *Critical Reviews in Plant Sciences*, v. 27, n. 1, p. 50-74, 2008.
- DEMARTELAERE, A. C. F. et al. Seleção de genótipos de cucurbitáceas resistentes a *Monosporascus cannonballus* e compatibilidade de porta-enxertos. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 28, n. 1, p. 13-18, 2015.
- EDELSTEIN, M. et al. Performance of interspecific *Cucurbita* rootstocks compared to their parental lines. *Scientia Horticulturae*, v. 216, p. 45-50, 2017.
- FERREIRA, M. A. J. F. Abóboras e morangas das Américas para o mundo. In: BARBIERI, R. L.; STUMPF, E. R. T. (Eds). *Origem e evolução de plantas cultivadas*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008, p. 59-88.
- FERREIRA, M. G. A cultura. In: NICK, C.; BOREM, A. (Eds). *Abóboras e morangas do plantio à colheita*. Viçosa: UFV, 2017, p. 9-15.
- FERREIRA, M. G. et al. Parâmetros genéticos, dissimilaridade e desempenho per se em acessos de abóbora. *Horticultura Brasileira*, v. 34, n. 4, 2016.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS - FAO. *Cultivos*. 2014. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>>. Acesso em 24 de julho de 2018.
- GAION, L. A.; BRAZ, L. T.; CARVALHO, R. F. Grafting in vegetable crops: a great technique for agriculture. *International Journal of Vegetable Science*, v. 24, n. 1, p. 85-102, 2018.
- GUO, W. L. et al. Transcriptome profiling of pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch.) leaves infected with powdery mildew. *PLoS One*, v. 13, n. 1, p. e0190175, 2018.
- GUPTA, G. K.; SHARMA, S. K.; RAMTEKE, R. Biology, epidemiology and management of the pathogenic fungus *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid with special reference to charcoal rot of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). *Journal of phytopathology*, v. 160, n. 4, p. 167-180, 2012.
- IBGE. *Censo agropecuário*, 2017. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6615#resultado>>. Acesso em: 13 de outubro de 2019.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. *Censo agropecuário*. 2006. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/3411#notas-tabela>>. Acesso em 24 de julho de 2018.
- ISHIKAWA, M. S. et al. Seleção de cultivares de soja para resistência à podridão negra da raiz (*Macrophomina phaseolina*). *Summa Phytopathologica*, v. 43, n. 4, p. 38-44, 2018.

- KAUR, S. et al. Emerging phytopathogen *Macrophomina phaseolina*: biology, economic importance and current diagnostic trends. *Critical Reviews in Microbiology*, v. 38, n. 2, p. 136-151, 2012.
- KIRAMANA, J. K.; ISUTSA, D. K. Morphological characterization of naturalised pumpkin (*Cucurbita moschata* (Lam) Poir.) accessions in Kenya. *African Journal of Horticultural Science*, v. 12, p. 61-83, 2017.
- KRAUSE, W.; RODRIGUES, R.; LEAL, N. R.. Identificação de fontes de resistência e avaliação de métodos de inoculação de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* em feijão-de-vagem. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 33, p. 1901-1907, 2009.
- LIMA, L. R. L. et al. Diallel crosses for resistance to *Macrophomina phaseolina* and *Thanatephorus cucumeris* on cowpea. *Embrapa Roraima-Artigo em periódico indexado (ALICE)*, 2017.
- LINHARES, C. M. S. et al. Efeito de coberturas do solo sobre a sobrevivência de *Macrophomina phaseolina* no feijão-caupi. *Summa Phytopathologica*, Botucatu, v. 42, n. 2, p. 155-159, 2016.
- LIU, Q. et al. Fruit quality of seedless watermelon grafted onto squash rootstocks under different production systems. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 97, n. 14, p. 4704-4711, 2017.
- MACHADO, A. R. et al. Bayesian analyses of five gene regions reveal a new phylogenetic species of *Macrophomina* associated with charcoal rot on oilseed crops in Brazil. *European journal of plant pathology*, v. 153, n. 1, p. 89-100, 2019.
- MARTÍNEZ, C. et al. Molecular and functional characterization of CpACS27A gene reveals its involvement in monoecy instability and other associated traits in squash (*Cucurbita pepo* L.). *Planta*, v. 239, n. 6, p. 1201-1215, 2014.
- MEDEIROS, A. C. et al. Métodos de inoculação de *Rhizoctonia solani* e *Macrophomina phaseolina* em meloeiro (*Cucumis melo*). *Summa Phytopathologica*, Botucatu, v. 41, n. 4, p. 281-286, 2015.
- MICHEREFF, S. J.; ANDRADE, D. E. G. T.; SALES-JÚNIOR, R. Reaction of melon genotypes to *Rhizoctonia solani*. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 26, n. 3, p. 401-404, 2008.
- MICHEREFF, S. J.; PERUCH, L. A. M.; ANDRADE, D. E. G. T. Manejo integrado de doenças radiculares. In: MICHEREFF, S. J.; MENEZES, M.; ANDRADE, D. E. G. T. (Eds.). *Ecologia e manejo de patógenos radiculares e solos tropicais*. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária, 2005, p. 366-388.
- MONTEIRO, G. C. et al. Grafting, Agrochemicals, and Oxidative Enzymes as Factor for Plant Biotic Resistance. In: *Plant Health Under Biotic Stress*. Springer, Singapore, 2019. p. 37-57.

OECD. ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. *Environment, Health and Safety Publications. Consensus 51 Document on the Biology of Cucurbita L. (Squashes, Pumpkins, Zucchini and Gourds)*. Series on Harmonisation of Regulatory Oversight in Biotechnology. n. 53 ENV/JM/MONO31. 77p. 2012.

OLIVEIRA, R. L. Genetic divergence among pumpkin landraces. *Samina: Ciências Agrárias*. Londrina, v. 37, n. 2, p. 547-556, 2016.

PADLEY, L. D. et al. Evaluation of Cucurbita pepo accessions for crown rot resistance to isolates of *Phytophthora capsici*. *HortScience*, v. 43, n. 7, p. 1996-1999, 2008.

PEREIRA, R. B. et al. Reação de genótipos de abóbora e morangas a *Phytophthora capsici*. *Horticultura Brasileira*, v. 35, n. 4, p. 599-603, 2017.

PINHEIRO, J. B. et al. Prospection of genetic resistance resources to root-knot nematodes in cucurbit genotypes. *Horticultura Brasileira*, v. 37, n. 3, p. 343-347, 2019.

PRIORI, D. et al. Caracterização morfológica de variedades crioulas de abóboras (*Cucurbita maxima*) do sul do Brasil. *Ceres*, v. 65, n. 4, p. 337-345, 2018.

PRIORI, D. et al. Characterization of bioactive compounds, antioxidant activity and minerals in landraces of pumpkin (*Cucurbita moschata*) cultivated in Southern Brazil. *Food Science and Technology*, v. 37, n. 1, p. 33-40, 2017.

QUEIROZ, M. A. Review: Germoplasm of *Cucurbitaceae* in Brazil. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, v. 4, p. 377-383, 2004.

R CORE TEAM. R: *A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>. 2020.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; PINTO, C. A. B. P. Variação e seu significado biológico. In: RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; PINTO, C. A. B. P. (Org.). *Genética na agropecuária*. 4 ed. Lavras: UFLA, 2008. p. 23-30.

RAMOS, S. R. R. et al. *Aspectos técnicos do cultivo da abóbora na região Nordeste do Brasil*. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros. 2010.

RAVF, B. A.; AHMAD, I. Studies on correlation of seed infection to field incidence of *Alternaria alternat* and *Macrophomina phaseolina* in Sunflower. *13th Iranian Plant Protection Congress-Karaj*, p. 113, 1998.

RESENDE G. M.; BORGES R. M. E.; GONÇALVES N. P. S. Produtividade da cultura da abóbora em diferentes densidades de plantio no Vale do São Francisco. *Horticultura Brasileira*, v.31, p.504-508, 2013.

RIZZO, A. A. N. et al. Avaliação de métodos de enxertia e porta-enxertos para melão rendilhado. *Horticultura Brasileira*, v. 22, n. 4, p. 808-810, 2004.

SALARI, M. et al. Reaction of melon (*Cucumis melo L.*) cultivars to soil-borne plant pathogenic fungi in Iran. *African Journal of Biotechnology*, v. 11, n. 87, p. 15324-15329, 2012.

SALEHI, B. et al. Cucurbits plants: A key emphasis to its pharmacological potential. *Molecules*, v. 24, n. 10, p. 1854, 2019.

SALES-JUNIOR, R. et al. Ervas daninhas como hospedeiras alternativas de patógenos causadores do colapso do meloeiro. *Revista Ciência Agrônômica*, Cidade, v. 43, p. 195-198, 2012.

SAMPAIO, L. R. et al. Pumpkin cultivation, supplemented with biofertilizer, in alleys cropping of leguminous trees. *Horticultura Brasileira*, v. 33, n. 1, p. 40-44, 2015.

SANTOS, J. S. et al. Compatibilidade com porta-enxertos, rendimento e qualidade de frutos em cultivares de melancia triploide. *Revista Caatinga*, v. 27, n. 2, p. 141-147, 2014.

SANTOS, P. L. Manejo de *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. em sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) com óleos essenciais e antagonistas. 2018. 76 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp, Botucatu, 2018.

SARKAR, S. K. et al. Variability of *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid in major jute growing areas of India. *Journal of Mycopathological Research*, v. 53, n. 2, p. 283-285, 2015.

SARR, M. P. et al. Genetic diversity in *Macrophomina phaseolina*, the causal agent of charcoal rot. *Phytopathologia Mediterranea*, v. 53, n. 2, p. 250-268, 2014.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A Cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. *Biometrics*, v.30, p.507-512, 1974.

SILVA, J. M. et al. Seleção *in vitro* populações de microrganismos antagonistas e relacionamento contra a fusariose-do-feijoeiro (*Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli*). *Global Science and Technology*, Rio Verde, v. 08, n. 01, p. 96-109, 2015.

SILVA, M. J.; ANDRADE, F. F.; OLIVEIRA-FILHA, A. M. Aproveitamento das sementes de abóbora: uso funcional em preparações culinárias. *Acta Tecnológica*, v. 10, n. 1, p. 53-57, 2015.

SMITH, C. L. et al. Screening Cucurbit Rootstocks for Resistance to *Meloidogyne phaseolina* and *Rotylenchulus reniformis*. *HortScience*, v. 54, n. 1, p. 125-128, 2019.

SOARES, M. G. F. O. et al. Ocorrência de patógenos em cultivos de melancia e abóbora no sertão da Paraíba. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 11, n. 1, p. 07-13, 2016.

VERONEZI, C. M.; JORGE, N. Aproveitamento de sementes de abóbora (*Cucurbita* sp) como fonte alimentar. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, v. 14, n. 1, p. 113-124, 2012.

VILELA, A. C. *Enxertia em hortaliças*. 2016. 60 f. Monografia (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2016.

WARSCHEFSKY, E. J. et al. Rootstocks: diversity, domestication, and impacts on shoot phenotypes. *Trends in plant Science*, v. 21, n. 5, p. 418-437, 2016.

WOBROCK, J.O.; FINDLATER, L.; GERGLE, D.; HIGGINS, J.J. The aligned rank transform for nonparametric factorial analyses using only ANOVA procedures. In: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, Vancouver, BC, Canada, 7-12 May 2011; pp. 143-146.

ZHAO, Lin et al. *Macrophomina vaccinii* sp. nov. causing blueberry stem blight in China. *MycKeys*, v. 55, p. 1, 2019.

ZHONG, Y. et al. A high-density linkage map and QTL mapping of fruit-related traits in pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch.). *Scientific reports*, v. 7, n. 1, p. 12785, 2017.

ZHOU, X. et al. Using *Cucurbita* rootstocks to reduce fusarium wilt incidence and increase fruit yield and carotenoid content in oriental melons. *HortScience*, v. 49, n. 11, p. 1365-1369, 2014.