



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA
MESTRADO EM FITOTECNIA

DARIANE MONTEIRO VIANA

**REAÇÃO DE *Luffa* spp. à *Monosporascus cannonballus* E *Macrophomina
pseudophaseolina***

MOSSORÓ

2023

DARIANE MONTEIRO VIANA

**REAÇÃO DE *Luffa* spp. à *Monosporascus cannonballus* E *Macrophomina
pseudophaseolina***

Dissertação apresentada ao Mestrado em Fitotecnia do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Fitopatologia

Orientador: Rui Sales Júnior, Prof. Dr.

Coorientador: Andréia Mitsa Paiva Negreiros, Prof^a. Dra.

Coorientador: Lindomar Maria da Silveira, Prof^a. Dra.

MOSSORÓ

2023

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

VD218 Viana, Dariane Monteiro.
r Reação de Luffa spp. à *Monosporascus*
cannonballus e *Macrophomina pseudophaseolina* /
Dariane Monteiro Viana. - 2023.
67 f. : il.

Orientadora: Rui Sales Júnior.
Coorientadora: Andréia Mitsa Paiva Negreiros.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em
Fitotecnia, 2023.

1. Bucha vegetal. 2. Reação de acessos. 3.
Cucurbitáceas. 4. Patógeno radicular. I. Sales
Júnior, Rui, orient. II. Negreiros, Andréia Mitsa
Paiva, co-orient. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

DARIANE MONTEIRO VIANA

REAÇÃO DE *Luffa* spp. à *Monosporascus cannonballus* E *Macrophomina pseudophaseolina*

Dissertação apresentada ao Mestrado em Fitotecnia do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Fitopatologia

Defendida em: 28/07/2023.

BANCA EXAMINADORA

Rui Sales Júnior, Prof. Dr. (UFERSA)
Presidente

Aurélio Paes Barros Júnior, Prof. Dr. (UFERSA)
Membro Examinador

Andréia Mitsa Paiva Negreiros, Dra. (UFERSA)
Membro Examinador

Hailson Alves Ferreira, Prof. Dr. (UFRN)
Membro Examinador

Naama Jessica de Assis Melo, Dra. (UFERSA)
Membro Examinador

*Dedico este trabalho aos meus amados pais,
Dario e Luzinete Viana, por seu total apoio e
amor incondicional. Sou profundamente grata
por tê-los como meus pais.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus que sempre iluminou a minha jornada acadêmica pois sem essa luz eu estaria perdida na escuridão.

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) e ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia pela oportunidade de ingresso e por fornecer à estrutura/insumos necessários para a realização deste trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa e todo o apoio financeiro.

Gostaria de expressar minha profunda gratidão ao meu comitê de orientação, professores Rui Sales Júnior, orientador, por seus valiosos ensinamentos, à Andréia Mitsa Paiva Negreiros, coorientadora, por esclarecer todas as minhas dúvidas, e à professora Lindomar Maria da Silva, coorientadora, por sua paciência e disponibilidade.

A todos os professores do Programa de Pós-graduação em Fitotecnia.

Um agradecimento especial para os professores Aurélio Paes Barros Júnior e Hailson Alves Ferreira pela ajuda na correção deste trabalho.

Ao Laboratório de Biologia Molecular da Universidade Federal do Cariri (UFCA).

Aos meus irmãos Josiane e Victor Monteiro, em especial aos meus sobrinhos Gustavo Eric e Laura Árthemis, obrigada por seu amor e apoio.

Aos meus amigos de longa data, José Lucas Andrade e Rovenne Luiza Silva, obrigada pelo grande empurrão rumo à pós-graduação, borahae vocês.

As minhas amigas, Allinny Cavalcante, Cynthia Patricia e Naama Jessica, obrigada por serem meu freio, minha inspiração e companhia nessa trajetória.

Aos amigos que fiz durante esses dois anos: Ana Santana, Lucilândia Bezerra, Sara Hellen, Sabrina Queiroz, Maria Moraes, Alisson Rocha, Franco Loyola, André Rebouças, Márcio Thalison, Moisés Bento, Maria Helena, Hiago Souza, Fernanda Santos, Letycia Lima, Juliana Oliveira e Gilmara Vitória, o apoio de cada um de vocês foi fundamental para mim.

“Recomeça... se puderes, sem angústia e sem
pressa e os passos que deres, nesse caminho
duro do futuro, dá-os em liberdade, enquanto
não alcances não descanses, de nenhum fruto
queiras só metade.”

Miguel Torga

RESUMO

A *Luffa* é um gênero pertencente as cucurbitáceas que vem despertando o interesse do setor agrícola devido à sua biodiversidade e capacidade de replicação. Essas características oferecem oportunidades promissoras para o desenvolvimento de novos materiais e sua utilização como porta-enxerto. No entanto, a falta de estudos sobre patossistemas radiculares associados a esta espécie representa uma limitação para seu uso. Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar a patogenicidade de dois gêneros fúngicos (*Macrophomina pseudophaseolina* e *Monosporascus cannonballus*) em acessos de *Luffa* spp., obtidos da coleção de germoplasma de cucurbitáceas da UFERSA. Para isto, foram realizadas duas ações de pesquisa. Na primeira ação, foi avaliada a reação dos 33 acessos de *Luffa* spp. à *M. cannonballus* (isolado - CMM2429), acrescido de dois controles positivos (culturas de melão e melancia) e um controle negativo (sem inoculação) para cada acesso/cultivar. A inoculação seguiu o método de infestação do solo com grãos de trigo. Para o segundo ensaio, foi avaliada a reação de acessos de *Luffa* spp. à *M. pseudophaseolina*, tendo sido realizado um estudo de prospecção de fungos associados a raízes de *Luffa* spp. em áreas dos estados do Rio Grande do Norte e Ceará. Foram identificados três isolados pertencente ao gênero *Macrophomina*, através das estruturas morfológicas, e em seguida submetidos a análises molecular, para confirmação da espécie, por meio de extração de DNA e amplificação por reação em cadeia da polimerase (PCR), utilizando primers específicos (MpTefF e MpTefR para *M. phaseolina*, MsTefF e MsTefR para *M. pseudophaseolina*, e MeTefF e MeTefR para *M. euphorbiicola*). Todos os isolados amplificaram para *M. pseudophaseolina*. Foi selecionado o isolado de *M. pseudophaseolina* (RO-II), e inoculados em 12 acessos de *Luffa* spp., acrescido de dois controles positivos (culturas de melão e melancia), e dois controles negativos (sem inoculação) para cada acesso/cultivar, utilizando o método do palito de dentes infestados. Para ambos os ensaios, após a inoculação, as plantas foram mantidas em condições de casa de vegetação, seguindo um delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições. Todos os ensaios foram repetidos. Aos 60 dias após a inoculação, foram avaliadas as variáveis, a incidência e severidade da doença, classe de reação, comprimento da parte aérea (CA) e da raiz (CR), peso fresco e seco da parte aérea (PFA e PSA, respectivamente) e da raiz (PFR e PSR, respectivamente). No primeiro ensaio com os acessos de *Luffa* spp. inoculados com *M. cannonballus*, foi observado que 21 acessos foram classificados como "similar à imune", 11 como "altamente resistentes" ao fungo e apenas um acesso mostrou-se altamente suscetível se assemelhando aos controles positivos. No segundo ensaio, para os acessos inoculados com *M. pseudophaseolina*, apenas um acesso TB39 mostrou-se imune ao fungo e apresentou melhores características de crescimento vegetativo em comparação com os demais acessos. Os resultados indicam a existência de variabilidade na resposta dos acessos de *Luffa* spp. a *M. cannonballus* e a *M. pseudophaseolina*. É possível ainda identificar que o acesso TB39 obteve as melhores respostas nos dois ensaios, sendo altamente resistente a *M. cannonballus* e imune a *M. pseudophaseolina*. Além disso, este é o primeiro relato de *Luffa* spp. atuando como hospedeira alternativa de *Macrophomina pseudophaseolina*.

Palavras-chave: Bucha vegetal; Reação de acessos; Cucurbitáceas; Patógeno radicular.

ABSTRACT

Luffa is a genus belonging to the Cucurbitaceae family that has been arousing the interest of the agricultural sector due to its biodiversity and replication capacity. These characteristics offer promising opportunities for the development of new materials and their use as rootstocks. However, the lack of studies on root pathosystems associated with this species represents a limitation for its use. Thus, the objective of this work was to evaluate the pathogenicity of two fungal genera (*Macrophomina pseudophaseolina* and *Monosporascus cannonballus*) in *Luffa* spp. accessions, obtained from the cucurbitaceous germplasm collection at UFERSA. For this, two research actions were carried out. In the first action, the reaction of 33 *Luffa* spp. accessions to *M. cannonballus* (isolate - CMM2429) was evaluated, plus two positive controls (melon and watermelon crops) and one negative control (no inoculation) for each access/cultivar. Inoculation followed the method of soil infestation with wheat grains. For the second trial, the reaction of *Luffa* spp. accessions to *M. pseudophaseolina* was evaluated, and a survey of fungi associated with *Luffa* spp. roots was carried out in areas of the states of Rio Grande do Norte and Ceará. Three isolates belonging to the genus *Macrophomina* were identified through morphological structures, and then submitted to molecular analysis, for species confirmation, through DNA extraction and amplification by polymerase chain reaction (PCR), using specific primers (MpTefF and MpTefR for *M. phaseolina*, MsTefF and MsTefR for *M. pseudophaseolina*, and MeTefF and MeTefR for *M. euphorbiicola*). All isolates amplified for *M. pseudophaseolina*. The *M. pseudophaseolina* isolate (RO-II) was selected and inoculated on 12 *Luffa* spp. accessions, plus two positive controls (melon and watermelon cultures), and two negative controls (no inoculation) for each accession/cultivar, using the infested toothpick method. For both trials, after inoculation, plants were maintained under greenhouse conditions, following a completely randomized design (CRD), with four replications. All trials were repeated. At 60 days after inoculation, the variables, disease incidence and severity, reaction class, shoot (SL) and root length (RL), fresh and dry weight of shoot (FRW and FSW, respectively) and root (DRW and DSW, respectively) were evaluated. In the first trial with *Luffa* spp. accessions inoculated with *M. cannonballus*, it was observed that 21 accessions were classified as "similar to immune", 11 as "highly resistant" to the fungus and only one accession was highly susceptible resembling the positive controls. In the second trial, for accessions inoculated with *M. pseudophaseolina*, only one accession TB39 was immune to the fungus and showed better vegetative growth characteristics compared to the other accessions. The results indicate the existence of variability in the response of *Luffa* spp. accessions to *M. cannonballus* and *M. pseudophaseolina*. It is also possible to identify that accession TB39 obtained the best responses in both trials, being highly resistant to *M. cannonballus* and immune to *M. pseudophaseolina*. In addition, this is the first report of *Luffa* spp. acting as an alternative host of *Macrophomina pseudophaseolina*.

Keywords: Loofah; Reaction of accessions; Cucurbitaceae; Root pathogens.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

- Figura 1 – Reação de acessos de *Luffa* inoculadas com *Monosporascus cannonballus*.
NC: controle negativo. I: planta inoculada34

CAPÍTULO 2

- Figura 1 – Fungos isolados a partir de raízes assintomáticas de *Luffa* nos meses de Fevereiro a Maio de 2022.....54
- Figura 2 – Sintomas da doença e características morfológicas de *Macrophomina pseudophaseolina* isolado de *Luffa*. (A) Sintomas da podridão cinzenta em planta do acesso TB50, (B) Picnídio do patógeno no tecido vegetal, (C) Picnídio e conídios e (D) Planta do acesso TB39 assintomática.....56
- Figura 3 – Reação de acessos de *Luffa* inoculadas com *Macrophomina pseudophaseolina*.
NC: controle negativo. I: planta inoculada.....57

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

| | | | |
|----------|---|---|----|
| Tabela 1 | – | Acessos de <i>Luffa</i> spp. utilizados no experimento..... | 29 |
| Tabela 2 | – | Incidência, severidade da doença e classe de reação de <i>Monosporascus cannonballus</i> em acessos de <i>Luffa</i> spp., <i>Cucumis melo</i> e <i>Citrullus lanatus</i> | 32 |
| Tabela 3 | – | Comprimento parte aérea e da raiz, no peso fresco e seco parte aérea e da raiz de acessos de <i>Luffa</i> spp., <i>Cucumis melo</i> e <i>Citrullus lanatus</i> inoculados com <i>Monosporascus cannonballus</i> | 33 |

CAPÍTULO 3

| | | | |
|----------|---|--|----|
| Tabela 1 | – | Acessos de <i>Luffa</i> spp. utilizados no experimento..... | 52 |
| Tabela 2 | – | Incidência, severidade da doença e classe de reação de <i>Macrophomina pseudophaseolina</i> em acessos de <i>Luffa</i> spp., <i>Cucumis melo</i> e <i>Citrullus lanatus</i> | 55 |
| Tabela 3 | – | Comprimento parte aérea e da raiz, no peso fresco e seco parte aérea e da raiz de acessos de <i>Luffa</i> spp., <i>Cucumis melo</i> e <i>Citrullus lanatus</i> inoculados com <i>Macrophomina pseudophaseolina</i> | 55 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|-------|--------------------------|
| μL | Microlitro |
| BA | Bahia |
| BDA | Batata Dextrose-Ágar |
| CE | Ceará |
| cm | Centímetro |
| CV | Coefficiente de variação |
| g | Gramma |
| Kg | Quilograma |
| L | Litro |
| NaClO | Hipoclorito de sódio |
| PE | Pernambuco |
| RN | Rio Grande do Norte |
| t | Toneladas |
| v | Volume |

LISTA DE SÍMBOLOS

| | |
|----|------------------|
| © | Copyright |
| % | Porcentagem |
| ® | Marca registrada |
| °C | Graus Celsius |

Sumário

| | | |
|----|---|-----------|
| 1 | | |
| 2 | CAPÍTULO I | 15 |
| 3 | 1 INTRODUÇÃO GERAL | 15 |
| 4 | REFERÊNCIAS | 19 |
| 5 | CAPÍTULO II | 26 |
| 6 | REAÇÃO DE <i>Luffa</i> spp. à <i>Monosporascus cannonballus</i> | 26 |
| 7 | 1 INTRODUÇÃO | 27 |
| 8 | 2 MATERIAL E MÉTODOS | 29 |
| 9 | 2.1 Acessos de <i>Luffa</i> spp. e isolado fúngico | 29 |
| 10 | 2.2 Montagem, condução e avaliações do ensaio | 30 |
| 11 | 2.3 Análise estatística | 31 |
| 12 | 3 RESULTADOS | 31 |
| 13 | 4 DISCUSSÃO | 36 |
| 14 | 5 CONCLUSÃO | 38 |
| 15 | CAPÍTULO III | 47 |
| 16 | REAÇÃO DE <i>Luffa</i> spp. à <i>Macrophomina pseudophaseolina</i> | 47 |
| 17 | 1 INTRODUÇÃO | 47 |
| 18 | 2 MATERIAL E MÉTODOS | 50 |
| 19 | 2.1 Obtenção dos isolados fúngicos | 50 |
| 20 | 2.2 Acessos de <i>Luffa</i> spp. utilizados no experimento | 51 |
| 21 | 2.3 Montagem, condução e avaliações do ensaio | 52 |
| 22 | 2.4 Análise estatística | 53 |
| 23 | 3 RESULTADOS | 53 |
| 24 | 3.1 Identificação dos isolados | 53 |
| 25 | 3.2 Patogenicidade de <i>Macrophomina pseudophaseolina</i> em acessos de <i>Luffa</i> spp. | 54 |
| 26 | 4 DISCUSSÃO | 58 |
| 27 | 5 CONCLUSÃO | 60 |
| 28 | REFERÊNCIAS | 61 |

CAPÍTULO I

29

1 INTRODUÇÃO GERAL

30

31 A família das cucurbitáceas desempenha um papel significativo na produção global de
32 alimentos e fibras, pois abrange mais de 120 gêneros e 850 espécies distribuídas em regiões
33 tropicais e subtropicais; tais como: melancia (*Citrullus lanatus* [Thunb] Matsum and Nakai),
34 melão (*Cucumis melo* L.), pepino (*Cucumis sativus* L.), abóboras, abobrinhas, jerimum
35 (*Cucurbita* spp.), bucha vegetal (*Luffa* spp.), dentre outras (Hora et al., 2018).

36 A *Luffa* é uma planta herbácea, anual, monóica, cultivada em clima tropical e
37 subtropical, entre 30 e 35 °C, exige longos períodos de luz e desenvolve-se bem na maioria
38 dos tipos de solo (Carvalho, 2007; Aguiar et al., 2014).

39 Em países da África e Ásia, onde é amplamente cultivada, as folhas, frutos e sementes
40 da *L. acutangula* (L.) Roxb. e *L. cylindrica* (L.) M. Roem, são utilizados na alimentação
41 humana (Dhillon et al., 2020), pois são fontes de nutrientes importantes como: carboidratos,
42 proteínas, vitaminas e minerais (Obboh & Aluyor, 2009; Zhang et al., 2019). Outros autores
43 indicam ainda seu potencial como fármaco, pois possui propriedades antimicrobiana,
44 antioxidantes, vermífugo, sendo largamente utilizada na medicina popular (Al-Snafi, 2019).
45 Os frutos quando secos possuem fibras biodegradáveis e atóxicas, que podem ser
46 incorporadas a compostagem e utilizada para a higiene pessoal (Kaewtatip & Thongmee,
47 2012; Castro et al., 2019). Contudo, o grande destaque para a *Luffa* está em seu crescente
48 envolvimento em diversos seguimentos da indústria, têxtil, automotiva, construção civil e
49 mais especialmente no setor agrícola (Rizzo et al., 2004; Dhillon et al., 2020).

50 No Brasil, as duas espécies mais difundidas do gênero são: *L. cylindrica*, originária do
51 continente asiático e introduzida no país no período da colonização, e a *L. operculata* (L.)
52 Cogn., de origem sul-americana (Ávila, 2002; Lima, 2020). Uma característica distintiva da *L.*
53 *cylindrica* é o tamanho de seus frutos que podem alcançar 150 cm de comprimento. Em
54 contraste, a espécie *L. operculata* possui frutos de pequeno porte e altamente amargos (Scalia
55 et al., 2015; Lima, 2020).

56 A *L. cylindrica* vem sendo retratada como um produto da agricultura familiar que
57 desempenha um importante papel socioambiental, contribuindo para a geração de emprego e
58 renda. O cultivo dessa hortaliça pode ser realizado por semeadura direta em campo ou por
59 mudas para posteriormente serem transplantadas. Como o mercado brasileiro ainda não
60 dispõe de sementes melhoradas para o cultivo comercial, muitos agricultores trocam sementes

61 entre si ou produzem suas próprias sementes, sendo denominada de cultivares varietais
62 (Marouelli et al., 2013, Aguiar et al., 2014; IBGE, 2023).

63 Naturalmente, essa hortaliça enfrenta diversos desafios relacionados a enfermidades,
64 que inclui doenças foliares, tombamento das mudas, queda dos frutos, deformações e
65 podridões de frutos e raízes, gerando prejuízos financeiros na produção e que afetam a
66 qualidade do produto ao final do ciclo (Ávila, 2002; Bindal et al., 2023).

67 Dentre os patógenos relatados nessa cultura, encontram-se: *Sclerotium rolfsii*,
68 causador da podridão do caule (Bellé et al., 2017), *Pythium aphanidermatum*, apontado como
69 promotor da podridão nas raízes (Siddiqui et al., 2022), *Fusarium* sp. e *Rhizoctonia solani*,
70 relatados como agentes da podridão das raízes, frutos e sementes (Aguiar et al., 2014; Sada
71 & Varma, 2014), *Monosporascus cannonballus* e *Acremonium cucurbitacearum* através de
72 inoculação artificial (Mertely et al., 1993; Armengol et al., 1998; Kwon et al., 2001).

73 Shakir et al. (1995) e Hilal et al. (2000), relataram a presença de *Macrophomina*
74 *phaseolina*, *Acremonium strictum* e *Colletotrichum dematium* em sementes e raízes de *L.*
75 *cylindrica* (sin. *L. aegyptiaca*) coletadas no Paquistão e Egito, onde; todos foram capazes de
76 inibir a germinação e causar podridões das sementes, além de reduzir o crescimento das
77 plantas.

78 Na região Nordeste brasileira, os patógenos mais relatados em campos de
79 cucurbitáceas pertencem aos gêneros *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Macrophomina* e
80 *Monosporascus*, patossistemas esses que fazem parte de uma síndrome complexa, em que as
81 raízes das plantas podem ser atacadas de forma conjunta ou isolada por esses fitopatógenos,
82 ocasionando doenças como a podridão de raízes e declínio de ramas (Martyn & Miller, 1996;
83 Andrade et al., 2005; Sales Júnior et al., 2018; Negreiros et al., 2019a).

84 Dentre os patógenos, destacam-se os gêneros *Monosporascus* e *Macrophomina*.

85 No mundo, foram relatadas nove espécies do gênero *Monosporascus*, até o momento:
86 *M. adenantherae* (S. D. Patil & C. Ramesh) A. Pande (Patil & Ramesh, 1987), *M. eutypoides*
87 (Petra) von Arx (Petra & Ahmad, 1954; Ben Salem et al., 2013), *M. ibericus* Collado, Ant.
88 González, Stchigel, Guarro & Peláez (Collado et al., 2002), *M. monosporus* (Malloch & Cain)
89 D. Hawksw. & Ciccar (Malloch & Cain, 1971), *M. brasiliensis* Negreiros, M. León, J.
90 Armengol & R. Sales Júnior, *M. caatinguensis* Negreiros, M. León, J. Armengol & R. Sales
91 Júnior, *M. mossoroensis* Negreiros, M. León, J. Armengol & R. Sales Júnior, *M. nordestinus*
92 Negreiros, M. León, J. Armengol & R. Sales Júnior e *M. semiaridus* Negreiros, M. León, J.
93 Armengol & R. Sales Júnior (Negreiros et al., 2019a).

94 *Monosporascus cannonballus* Pollack e Uecker (1974) é um fungo ascomiceto,
95 pirenomiceto, homotático, com hifas septadas e hialinas. Sendo termotolerante, este
96 fitopatígeno se adapta bem às condições encontradas em regiões de clima árido e semiárido,
97 sendo favorecido principalmente em temperaturas elevadas (30 a 35 °C) e baixa umidade.
98 Este patógeno completa seu ciclo de vida ao longo do tempo de cultivo do hospedeiro. Na
99 fase final do ciclo deste patógeno no hospedeiro formam-se peritécios, que são facilmente
100 visíveis a olho nu nas raízes afetadas (Martyn & Miller, 1996; Sales Júnior et al., 2002). Com
101 capacidade de sobreviver no solo por longos períodos, os peritécios produzem ascas que
102 contêm um ascósporo ou ocasionalmente dois (Sales Júnior et al., 2002). Entretanto, esse
103 patógeno não necessariamente depende de um hospedeiro para sua sobrevivência, pois se
104 mantém em sementes infectadas, como micélio, colonizando restos culturais, como saprófita,
105 ou em hospedeiros alternativos (Medeiros et al., 2006; Pereira et al., 2012).

106 Da mesma forma, outros patógenos associados a ocorrência de doenças em áreas
107 produtivas é o do gênero *Macrophomina* (Sales Júnior et al., 2018; Negreiros et al., 2019a).
108 Atualmente, cinco espécies desse gênero são conhecidas: *M. phaseolina* (Tassi) G. Goid, *M.*
109 *pseudophaseolina* Crous, Sarr & Ndiaye, *M. vaccinii* Y. Zhang ter & L. Zhao, sp. nov., *M.*
110 *euphorbiicola* A.R. Machado, D.J. Soares & O.L. Pereira, e *M. tecta* Vaghefi, B. Poudel &
111 amp; R.G. Shivas (Sarr et al., 2014; Zhao et al., 2019; Machado et al., 2018; Poudel et al.,
112 2022; Sanabria-Velazquez et al., 2023). Entretanto, no Brasil, apenas as espécies *M.*
113 *phaseolina* e *M. pseudophaseolina* foram indicadas com maior distribuição geográfica, além
114 de serem comprovadamente patogênicas a melão e melancia (Machado et al., 2018; Negreiros
115 et al., 2019b).

116 O gênero *Macrophomina* pertence à família Botryosphaeriaceae. De natureza
117 necrotrófica e mitospórica, esse patógeno se propaga através de microescleródios (estrutura de
118 resistência) ou em restos culturais como picnídios (estruturas de frutificação), que podem ser
119 facilmente observados como pontos negros nos tecidos infectados do hospedeiro (Viana,
120 1996; Babu et al., 2011; Grupta et al., 2012; Pereira et al., 2012; Farr & Rossman, 2019).

121 Até o momento, em território brasileiro, não há registros de ingredientes ativos
122 químicos para o controle de *M. cannonballus* e *M. phaseolina* em cucurbitáceas. No entanto,
123 para a *M. phaseolina*, existem produtos químicos registrados apenas para tratamento de
124 sementes na cultura de feijão, e outros produtos biológicos à base de *Trichoderma* spp. e
125 *Bacillus* spp. sem restrições de cultura (AGROFIT, 2023).

126 Considerando a inexistência de produtos agrotóxicos registrados para o manejo
127 químico desses patógenos e a rotação de cultura ser quase inviável, recomenda-se sempre

128 medidas preventivas, como evitar lesões durante as práticas culturais, o uso de sementes
129 tratadas, rotação de áreas cultivadas, genótipos resistentes, manejo de restos culturais e uso de
130 porta-enxertos (Cohen et al., 2000; Pereira et al., 2012; Sales Júnior et al., 2019).

131 O uso de porta-enxerto resistente é uma estratégia eficaz para minimizar os danos
132 causados por patógenos radiculares, retardando a progressão do patógeno, e permitindo que a
133 planta complete o seu ciclo de vida em campo (Jang et al., 2014; Cohen et al., 2022). A
134 literatura afirma que plântulas de *Luffa* spp. podem servir de porta-enxertos para outras
135 cucurbitáceas, como abóbora, pepino e melão (Yetişir et al., 2003; Liu et al., 2016), pois
136 apresentam resistência a fatores biótico e abióticos, tais como: ataque de micro-organismos e
137 estresse hídrico (Wu et al., 2020).

138 Portanto, acredita-se que a resistência genética em acessos de *Luffa* spp. pode servir de
139 estratégia eficaz para o manejo de *M. cannonballus* e *M. pseudophaseolina*. No entanto,
140 estudos que investigam esses fungos como patógenos do gênero *Luffa* são escassos. Dessa
141 forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a reação de *Luffa* spp. quando associadas à *M.*
142 *cannonballus* e *M. pseudophaseolina*.

REFERÊNCIAS

- AGROFIT.** Sistemas de agrotóxicos fitossanitários. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em 28 abr. 2023.
- AGUIAR, A. T. E.; GONÇALVES, C.; TUCCI, M. E. A. G. Z.; CASTRO, C. E. F. **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas.** 7ª Ed. rev. e atual. Campinas: Instituto Agrônomo, 2014, p. 73-79. (Boletim IAC, n° 200).
- AL-SNAFI, A. E. A review on *Luffa acutangula*: A potencial medicinal plant. **IOSRPHR Journal of Pharmacy.** v. 9, n. 9, p. 56-67, 2019.
- ANDRADE, D. E. G.T.; MICHEREF, S. F.; BIONDI, C. M.; NASCIMENTO, C. W. A.; SALES, R. JR. Frequência de fungos associados ao colapso do meloeiro e relação com características físicas, químicas e microbiológicas dos solos. **Summa Phytopathologica,** Botucatu, v. 31, n. 4, p. 327-333, 2005.
- ARMENGOL, J.; SANZ, E.; MARTÍNEZ-FERRER, G.; SALES JÚNIOR, R.; BRUTON, B. R.; GARCÍA-JIMÉNEZ, J. Host range of *Acremonium cucurbitacearum*, cause of *Acremonium* collapse of muskmelon. **Plant Pathology,** [s. l.] v. 47, p. 29-35, 1998.
- ÁVILA, G.A.C. **Cultura da bucha vegetal.** Informe EMATER, Belo Horizonte - MG, p. 27, 2002.
- BABU, B. K.; MESAPOGU, S.; SHARMA, A.; SOMASANI, S. R.; ARORA, D. K. Quantitative real-time PCR assay for rapid detection of plant and human pathogenic *Macrophomina phaseolina* from field and environmental samples. **Mycologia,** [s. l.] v. 103, p. 466-473, 2011.
- BELLÉ, C.; MOCCELLIN, R.; MENESES, P. R.; NEVES, C. G.; GROTH, M. Z.; KASPARY, T. E.; BARROS, D. R. de; FARIAS, C. R. de. First report of *Sclerotium rolfsii* causing stem rot of *Luffa cylindrica*. **Plant Disease,** v. 102, n. 1, p. 250, 2018.
- BEN SALEM, I.; CORREIA, K. C.; BOUGHALLED, N.; MICHEREFF, S. J.; LEÓN, M.; ABAD-CAMPOS, P.; GARCÍA-JIMÉNEZ, J.; ARMENGOL, J. *Monosporascus eutypoides*,

a cause of root rot and vine decline in Tunisia, and evidence that *M. cannonballus* and *M. eutypoides* are distinct species. **Plant Disease**, v. 97, n. 6, p. 737-743, 2013.

BINDAL, S.; SHEU, Z-M.; KENYON, L.; TAHER, D.; RAKHA, M. Novel sources of resistance to fusarium wilt in *Luffa* species. **Frontiers Plant Science**, [s.l.], n. 14, p. 1-7, 2023.

CARVALHO, J. D. V. **Dossiê Técnico: Cultivo de bucha vegetal**. Centro de apoio ao desenvolvimento tecnológico da Universidade de Brasília - CDT/UnB, 2007. Disponível em: <<http://www.sbrt.ibict.br>>. Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas (SBRT).

CASTRO, B. D.; RUBIO, C. V. C.; SANTOS, J. A.; VIEIRA, L. M. G.; RUBIO, J. C. C. Comportamento mecânico de compósitos verdes de matriz epóxi/poliéster reforçados com *Luffa cylindrica*. Atena Editora. **A interface essencial da engenharia de produção no mundo corporativo 3** [recurso eletrônico] Cp. 14. Ponta Grossa, Paraná, Brasil, 2019.

COHEN, R.; PIVONIA, S.; BURGER, Y.; EDELSTEIN, M.; GAMLIEL, A.; KATAN, J. Toward integrated management of *Monosporascus cannonballus* wilt of melons in Israel. **Plant Disease**, v. 84, n. 5, p. 496-505, 2000.

COHEN, R.; ELKABETZ, M.; PARIS, H.S.; GUR, A.; DAI, N.; RABINOVITZ, O.; FREEMAN, S. Occurrence of *Macrophomina phaseolina* in Israel: Challenges for disease management and crop germplasm enhancement. **Plant Disease**, v. 106, n. 1, p. 15-25, 2022.

COLLADO J., GONZÁLEZ A., PLATAS G., STCHIGEL A.M., GUARRO J., PELÁEZ F. *Monosporascus ibericus* sp. nov., an endophytic ascomycete from plants on saline soils, with observations on 48 the position of the genus based on sequence analysis of the 18S rDNA. **Mycological Research**, v. 106, n. 1, p. 118-127, 2002.

DHILLON, N. P. S.; LAENOI, S.; SRIMAT, S.; PRUANGWITAYAKUN, S.; MALLAPPA, A.; KAPUR, A.; YADAV, K. K.; HEGDE, G.; SCHAFLEITNER, R.; SCHREINEMACHERS, P.; HANSON; P. Sustainable Cucurbit Breeding and Production in Asia Using Public–Private Partnerships by the World Vegetable Center. **Agronomy**, v. 10, p. 1171, 2020.

FARR, D. F., & ROSSMAN, A. Y. Fungal Databases, U.S. **National Fungus Collections**, ARS, USDA, 2019. Disponível em: <<https://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/>> Acesso em: 10 ag. 2022.

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 Phytopathol.** v. 160, p. 167-180. 2012.

HILAL, A. A.; ABDEL-KADER, D. A.; ABO-EL-ELA, A. M.; NADA, M. G. A. Soilborne fungal diseases of loofa (*Luffa aegyptiaca* L.): new diseases in Egypt. **Egyptian Journal of Agricultural Research**, v. 78, n. 5, p. 1823-1839 ref. 25, 2000.

HORA, R.C.; CAMARGO, J.; BUZANINI, A.C. Cucurbitáceas e outras. In: BRANDÃO FILHO, J.U.T.; FREITAS, P.S.L.; BERIAN, L.O.S.; GOTO, R. comps. **Hortaliças-fruto** [online]. Maringá: EDUEM, p. 71-111, 2018.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (**IBGE**). Censo Brasileiro de Produção Agrícola Municipal, 2021. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/bucha-esponja-vegetal/br>> Acesso em: 21 mai. 2023.

JANG, Y.; HUH, Y.; PARK., D.; MUN, B.; GYU, S.; YEONGCHEOL, L. Greenhouse evaluation of melon rootstock resistance to *Monosporascus* root rot and vine decline as well as of yield and fruit quality in grafted 'inodorus' melons. **Korean Journal of Horticultural Science & Technology**, v. 32 n. 5, p. 614-622, 2014.

KAEWATIP, K. & THONGMEE, J. Studies on the structure and properties of thermoplastic starch/*Luffa* fiber composites **Materials & Design**, [s.l.], v. 40. p. 314-318, 2012.

KWON, MI-KYUNG; HONG, JEONG-RAE; KIM, YONG-HWAN; KIM, KI-CHUNG. Soil-Environmental factors involved in the development of root rot/vine on Cucurbits caused by *Monosporascus cannonballus*. **The Plant Pathology Journal**, [s.l.], v. 17, n. 1, p. 45-51, 2001.

LIMA, L.F.P. 2020. *Luffa* in **Flora do Brasil 2020**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB17090>>. Acesso em: 19 mar 2022.

LIU, S.; LI, H.; LV, X.; AHAMMED, G. J.; XIA, X.; ZHOU, L.; SHI, K.; ASAMI, T.; YU, J. ZHOU, Y. Grafting cucumber onto *Luffa* improves drought tolerance by increasing ABA biosynthesis and sensitivity. **Scientific Reports**, [s.l.], v. 6, n. 1, p. 20212, 2016.

MACHADO, A. R.; PINHO, D. B.; SOARES, D. J.; GOMES, A. A. M.; PEREIRA, O. L. 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, 2018.

MALLOCH D.; CAIN R. F. New cleistothecial Sordariaceae and a new family, Coniochaetaceae. **Canadian Journal of Botany**, v. 49, p. 869-880, 1971.

MAROUELLI, W. A.; SILVA, H. R.; LOPES, J. F. **Irrigação na cultura da bucha vegetal**. Brasília, DF: Embrapa, (Circular Técnica, 116) p. 2, 2013.

MARTYN, R. D. & MILLER, M. E. *Monosporascus* root rot and vine decline: an emerging disease of melon worldwide. **Plant Disease**, v. 80, n. 7, p. 716-725, 1996.

MEDEIROS, E. V.; SALES JÚNIOR, R.; MICHAREFF, S. J.; BARBOSA, M. R., Quantificação de ascósporos de *Monosporascus cannonballus* em solos não cultivados de Caatinga e em áreas de cultivo de melão. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, p. 500-504, 2006.

MERTELY, J. C.; MARTYN, R. D.; MILLER, M.E.; BRUTON, B. D. An expanded host range for the muskmelon pathogen, *Monosporascus cannonballus*. **Plant Disease**, v. 77, p. 667-673, 1993.

NEGREIROS, A. M. P.; SALES JÚNIOR, R.; RODRIGUES, A. P. M. S.; LEÓN, M.; ARMENGOL, J. Prevalent weeds collected from cucurbit fields in Northeastern Brazil reveal new species diversity in the genus *Monosporascus*. **Annual of Applied Biology**, v. 174, p. 349-363, 2019a.

NEGREIROS, A. M. P.; SALES JÚNIOR, R.; LEON, M.; MELO, N. J. A.; MICHEREFF, S. J.; AMBRÓSIO, M. Q. A.; MEDEIROS, H. L. S.; ARMENGOL, J. Identification and pathogenicity of *Macrophomina* species collected from weeds in melon fields in Northeastern Brazil. **Journal of Phytopathology**, v. 137, p. 326-337, 2019b.

- OBOH, I. O. & ALUYOR, E. O. *Luffa cylindrica* - an emerging cash crop. **African Journal of Agricultural Research** v. 4 n. 8, p. 684-688, 2009.
- PATIL S.D., RAMESH C. Notes on some fungi of *Pleosporaceae* (Loculoascomycetes) from Maharashtra (India). **Transactions of the Mycological Society of Japan**, v. 28, p. 229-236, 1987.
- PEREIRA, R. B., PINHEIRO, J. B., CARVALHO, A. D. F. **Identificação e manejo das principais doenças fúngicas do meloeiro**. Brasília, DF: Embrapa (Circular Técnica, 112), p. 5-6, 2012.
- PETRAK F., AHMAD S. Beiträge zur Pilzflora Pakistans. **Sydowia.**, v. 8, p. 162-185, 1954.
- POLLACK, F. G.; UECKER, F. A. *Monosporascus cannonballus*, an unusual ascomycete in cantaloupe roots. **Mycologia**, v. 66, p. 346-349, 1974.
- POUDEL, B.; PURUSHOTHAM, N. JONES, A.; NASIM, J.; ADORADA, D. L.; SPARKS, A. H.; SCHWESSINGER, B.; VAGHEFI, N. The first annotated genome assembly of *Macrophomina tecta* associated with charcoal rot of sorghum. **Genome Biology and Evolution**, v. 14 n. 6, 2022.
- RIZZO, A. N.; CHAVES, F. C. M.; LAURA, V. A.; GOTO, R. Avaliação de métodos de enxertia e porta-enxertos para melão rendilhado. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.4, p. 808-810, 2004.
- SADDA, N. & VARMA, R. Infection of *Rhizoctonia solani* seeds of gourd (*Luffa cylindrica* L. Roem). **Tech Journal of Microbiology**, v. 3, n. 2, p. 11-16, 2014.
- SALES JÚNIOR, R.; VICENT, A.; ARMENGOL, J.; GARCÍA-JIMÉNEZ, J. & KOBORI, R. F. Comportamento de cultivares de meloeiro e melancia inoculados com *Acremonium cucurbitacearum* e *Monosporascus cannonballus*. **Fitopatologia Brasileira** v. 27, p. 206-210, 2002.
- SALES JÚNIOR, R.; BALBINO, D. A. D.; NEGREIROS, A. M. P.; BARBOZA, H. S.; MEDEIROS, E. V.; ARMENGOL, J. Cotton, cowpea and sesame are alternative crops to cucurbits in soils naturally infested with *Monosporascus cannonballus*. **Journal of Phytopathology**, v. 166, p. 396-402, 2018.

- SALES JÚNIOR, R.; SENHOR, R. F.; MEDEIROS, E.V.; NEGREIROS, A. M. P.; BELTRAN, R.; MICHEREFF, S. J. Soils of tropical dry forest and with different crops presenting ascospores of *Monosporascus cannonballus*. **Notulae Botanicae Horti Argobotanici Cluj-Napoca**, v. 47, n. 1, p. 262-267, 2019.
- SANABRIA-VELAZQUEZ, A. D.; CUBILLA, A.; FLORES-GIUBI, M. E.; BARUA, J. E. ROMERO-RODRÍGUEZ, C. ENCISO-MALDONADO, G. A.; THIESSEN, L. D.; SHEW, H. D. First report de *Macrophomina euphorbiicola* causing charcoal roto of Stevia in Paraguay. **Plant Disease**, v. 107, n. 1, p. 229, 2023.
- SARR, M. P.; NDIAYE, M.; GROENEWALD, J. Z.; CROUS, P. W. Genetic diversity in *Macrophomina phaseolina*, the causal agent of charcoal rot. **Phytopathologia Mediterranea**, v. 53, n. 2, p. 250-268, 2014.
- SCALIA, R. A.; DOLCI, J. E. L.; UEDA, S. M. Y.; SASSAGAWA, S. M. In vitro antimicrobial activity of *Luffa operculata*. **Brazil Journal Otorhinolaryngol**, v. 81, p. 422-30, 2015.
- SIDDIQUI, Z. S.; HABIB, A.; UMAR, M.; SHAMS, Z. I. Effect of *Pythium aphanidermatum* (root rot pathogen) on teh physiology of *Luffa cylindrica* (Sponge gourd) and its management by microbial antagonists. **South African Journal of Botany**. v. 146 p. 614-623, 2022.
- SHAKIR, A. S.; MIRZA, J. H.; SAHI, S.T.; AHMAD, F. Detection of seed borne fungi association with sponge gourd (*Luffa cylindrica* (L.) Roem.) their localization in different seed components and their control [1995]. **Journal of Phytopathology of Pakistan**. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1999.
- VIANA, F. M. P. **Influência de fatores físicos e de material orgânico na germinação de microescleródios de *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goindanich**. 1996. 100f. Tese (Doutorado em Agronomia/Proteção de Plantas) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas. Botucatu, 1996.
- WU, H.; ZHAO, G.; GONG, H.; LI, J.; LUO, C.; HE, X.; LUO, S.; ZHENG, X.; LIU, X.; GUO, J.; CHEN, J.; LUO J. A high-quality sponge gourd (*Luffa cylindrica*) genome. **Horticulture Research**. v. 7, 128, 2020.

YETIŞİR, H., SARI, N. & YÜCEL, S. Rootstock resistance to *Fusarium* wilt and effect on watermelon fruit yield and quality. **Phytoparasitica** 31, 163-169, 2003.

ZHANG, L., SHI, M., JI, J., HU, X. & CHEN, F. Gut microbiota determines the prevention effects of *Luffa cylindrica* (L.) Roem supplementation against obesity and associated metabolic disorders induced by high-fat diet. Federation of American Societies for Experimental Biology (**FASEB JOURNAL**) v. 33, n. 9, p. 10339-10339, 2019.

ZHAO, L; CAI, J; HE, W.; ZHANG, Y. *Macrophomina vaccinii* sp. nov. causing blueberry stem blight in China. **Myckeys**, [s.l.], v. 55, p. 1-14, 19, 2019.

CAPÍTULO II

REAÇÃO DE *Luffa* spp. à *Monosporascus cannonballus*

RESUMO

O gênero *Luffa* pertence à família das cucurbitáceas, que desempenha um papel socioeconômico fundamental na geração de renda para a agricultura familiar brasileira. Não obstante, devido ao seu cultivo comercial ser pouco difundido, estudos de patossistemas radiculares são escassos. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a reação dos 33 acessos de *Luffa* spp. à *Monosporascus cannonballus*, esses acessos foram obtidos da coleção de germoplasma de cucurbitáceas da UFERSA. Foram utilizados dois controles positivos (meloeiro e melancia). Sementes das cucurbitáceas foram postas para germinar em bandejas, e posteriormente transferidas para vasos com capacidade de 1L, previamente preenchidos com uma mistura de solo autoclavado/substrato (3:1 v/v) e infestado com o isolado fúngico (CMM2429), previamente crescido em grãos de trigo por 15 dias. Após a infestação, as plantas foram mantidas em condições de casa de vegetação, em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. O ensaio foi repetido. Aos 60 dias, foram avaliadas as variáveis incidência e severidade da doença, classe de reação, comprimento da parte aérea (CA) e da raiz (CR), peso fresco e seco da parte aérea (PFA e PSA, respectivamente) e da raiz (PFR e PSR, respectivamente). Para todas as variáveis analisadas houve diferença estatística significativa entre os tratamentos, ao nível de 5% de probabilidade. Na incidência da doença, todos os tratamentos com *Luffa* (0 a 12,5%) apresentaram diferença dos TMelão e TMelancia (100%), com exceção dos TB02, TB10, TB31, TB41 e TB55 (25,0 a 37,5%), de acordo com o teste de Kruskal-Wallis ($p \leq 0,05$). Para a severidade da doença, todos os tratamentos com *Luffa* (notas variando de 0 a 0,1) também apresentaram diferença dos TMelão (2,4) e TMelancia (2,0), exceto os TB02, TB10, TB15, TB26, TB28, TB31, TB39, TB41, TB43, TB51, TB55 e TB56 (0,3 a 4,0). Dos acessos de *Luffa* testados, 21 apresentaram classificação para reação à doença de “similar à imune” (TB03, TB04, TB05, TB07, TB11, TB12, TB17, TB18, TB19, TB21, TB23, TB24, TB27, TB36, TB37, TB38, TB40, TB44, TB45, TB50 e TB52), e 11 “altamente resistentes” (TB02, TB10, TB15, TB26, TB28, TB31, TB39, TB41, TB43, TB51 e TB55) a *M. cannonballus*. Apenas o TB56 foi altamente suscetível ao patógeno, semelhante ao TMelão. O TMelancia foi classificado como moderadamente resistente. Para CA e CR, os tratamentos com *Luffa* (236,9 a 518,3 cm para CA e 29,1 a 41,0 para CR) diferiram dos tratamentos TMelão (133,8) e TMelancia (164,5), com exceção dos TB12 (194,4 cm) e TB38 (183,4 cm) para CA e TB05 (27,5 cm), TB19 (27,2 cm) e TB44 (27,5 cm) para CR, de acordo com o teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). No PFA, apenas TB56 (16,0 g) diferiu dos demais tratamentos. No PFR e PSR, os tratamentos com *Luffa* (5,0 a 15,2 g para PFR e 0,7 a 1,5 g para PSR) diferiram dos tratamentos TMelão e TMelancia, com exceção dos TB18 (3,8 g), TB31 (4,1 g), TB37 (4,1 g), TB40 (3,6 g) e TB56 (3,4 g) para PFR e TB56 (0,4 g) para PSR. Os resultados mostram a ocorrência de variação nas respostas dos diferentes acessos à inoculação por *M. cannonballus*, com 21 acessos se mostrando como semelhante à imune. Estes podem ser utilizados em programas de melhoramento genético para o desenvolvimento de cultivares resistentes a *Monosporascus*.

Palavras-chave: Bucha vegetal; Reação de acessos; Cucurbitáceas; Declínio de ramas.

1 INTRODUÇÃO

A *Luffa* é uma cucurbitácea originária do continente asiático que desempenha um papel importante na agricultura familiar brasileira. Ainda que seja cultivada em pequenas áreas, a mesma contribui para a geração de emprego e renda no país (Marouelli et al., 2013; Aguiar et al., 2014; Medeiros et al., 2019).

Além de seu potencial alimentício (Dhillon et al., 2020) e farmacêutico (Al-Snafi, 2019), esta planta apresenta elevada relevância ecológica. Isso se deve ao fato de que todas as suas partes podem ser aproveitadas, seja para a incorporação na ração para o gado, compostagem ou como produto de higiene pessoal, além de ser facilmente replicada. Sua biodiversidade oferece a possibilidade de desenvolver novos materiais como porta-enxerto, despertando o interesse do setor agrícola (Rizzo et al., 2004; Mazali & Alves, 2015; Blind et al., 2018).

No Nordeste brasileiro, o cultivo de cucurbitáceas é dominado pelas culturas do meloeiro e da melancia. Os estados da Bahia (BA) e Rio Grande do Norte (RN) registraram uma produção significativa dessas culturas (448,5 t de melão e 554,5 t de melancia, em 2021) (IBGE, 2023). Entretanto, a produção dessas culturas envolve a exploração intensiva do solo, a prática do monocultivo, irrigação por gotejamento, alta densidade de plantio, uso de "mulching", sementes híbridas, dentre outros insumos de alto rendimento, propiciando um microclima artificial, bem como um aumento da temperatura do solo (Figuerêdo et al., 2017; Sales Júnior et al., 2019; Cohen et al., 2022). Dessa forma, tem se observado um aumento na incidência e severidade das doenças radiculares, resultando na diminuição da produtividade e qualidade dos frutos (Bruton et al., 1998; Andrade et al., 2005; Senhor et al., 2009; Sales Júnior et al., 2019).

Monosporascus cannonballus é um ascomiceto, termotolerante adaptado às condições ambientais encontradas em regiões de clima árido e semiárido. Este patógeno faz parte de uma síndrome complexa causada em diferentes patossistemas que podem atacar de forma isolada ou em associação, ocasionando a podridão de raízes e declínio de ramas (PRDR), doença comum nas principais regiões de cultivo de melão do mundo (Martyn & Miller, 1996; Sales Júnior et al., 2002; 2004; 2018).

Até o momento, nove espécies do gênero *Monosporascus* foram relatadas no mundo: *M. cannonballus*, *M. adenantherae*, *M. eutypoides*, *M. ibericus*, *M. monosporus*, *M. brasiliensis*, *M. caatinguensis*, *M. mossaoroensis*, *M. nordestinus*, *M. semiaridus* (Petraik & Ahmad, 1954; Malloch & Cain, 1971; Pollack & Uecker, 1974; Patil & Ramesh, 1987; Collado et al., 2002; Ben Salem et al., 2013; Negreiros et al., 2019b). Não obstante, as últimas

cinco espécies foram encontradas somente no Nordeste brasileiro, e quando inoculadas em diferentes cucurbitáceas, se mostraram patogênicas (Cavalcante et al., 2020).

A infecção por *M. cannonballus* é caracterizada pela presença de necrose progressiva nas folhas e toda a parte aérea da planta, além de podridão na raiz principal, resultando na perda de raízes secundárias e terciárias. Em fase mais avançada da doença é possível observar a presença de peritécios nas raízes (Sales Júnior et al., 2003; Pereira et al., 2012). Este patógeno encontra-se presente em mais de 22 países, e possui uma ampla gama de hospedeiros, o que dificulta a adoção de estratégias de manejo (Martyn & Miller, 1996; Stanghellini et al.; 2004; Sales Júnior et al., 2010, 2019; Cohen et al., 2012; Markakis et al., 2018). No Brasil, até o presente momento não há ingredientes ativos registrados para o controle desse fungo em cucurbitáceas (AGROFIT, 2023). Dessa forma, uso de técnicas de manejo integrado e de forma preventivas, que inclui o uso de porta-enxerto resistentes, é a forma mais adequada de manejo (Jang et al. 2014; Cohen et al. 2022).

Estudos anteriores observaram que espécies de *Luffa* não apresentaram danos significativos nas raízes quando inoculadas artificialmente com *M. cannonballus* (Mertely et al. 1993; Armengol et al. 1998; Bruton et al. 2000; Kwon et al. 2001).

Além disso, pesquisas como as de Siqueira et al. (2009), Rizzo et al., (2004), Ito et al. (2019), Wu et al. (2020) e Namisy et al., (2022) mostram que plântulas de *L. acutangula* e *L. cylindrica* apresentam potencial para uso como porta-enxerto para outras cucurbitáceas, uma vez que são resistentes a fatores abiótico e abióticos, tais como: temperaturas elevadas, estresse hídrico e algumas doenças provocadas por micro-organismos. Além de serem eficientes na absorção de nutrientes em solos de baixa fertilidade natural. O uso de porta-enxerto é empregado na produção de melão-de-são-caetano (*Momordica charantia*) e abóbora-gila (*Cucurbita ficifolia*) no intuito de conferir resistência contra *Fusarium* spp. (Yetişir et al., 2003; Davis et al., 2008). As *Luffa* spp. estão sendo estudadas como porta-enxerto para as principais culturas cucurbitáceas comerciais, entretanto, pouco se sabe sobre sua resistência contra patógenos radiculares (Bindal et al., 2023).

Neste sentido, considerando que as *Luffa* spp. podem servir de material como porta-enxerto para o meloeiro e melanciaira conferindo resistência a patógenos radiculares como *M. cannonballus*, este trabalho teve por objetivo avaliar a patogenicidade de *M. cannonballus* a *Luffa* spp.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Acessos de *Luffa* spp. e isolado fúngico

Trinta e três acessos de *Luffa* spp. foram empregados neste estudo, provenientes dos estados de Pernambuco (PE), RN e CE (Tabela 1). Todos os acessos foram adquiridos da coleção de germoplasma de cucurbitáceas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA).

Tabela 1. Acessos de *Luffa* spp. utilizados no experimento

| CÓDIGO DO ACESSO* | IDENTIFICAÇÃO | LOCAL DE COLETA |
|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| TB02 | <i>Luffa cylindrica</i> | Apodi/RN |
| TB03 | <i>Luffa cylindrica</i> | Mossoró/RN |
| TB04 | <i>Luffa cylindrica</i> | Mossoró/RN |
| TB05 | <i>Luffa cylindrica</i> | Apodi/RN |
| TB07 | <i>Luffa cylindrica</i> | Apodi/RN |
| TB10 | <i>Luffa cylindrica</i> | Apodi/RN |
| TB11 | <i>Luffa cylindrica</i> | Apodi/RN |
| TB12 | <i>Luffa</i> sp. | Mossoró/RN |
| TB15 | <i>Luffa cylindrica</i> | Mossoró/RN |
| TB17 | <i>Luffa cylindrica</i> | Mossoró/RN |
| TB18 | <i>Luffa cylindrica</i> | Serra Talhada/PE |
| TB19 | <i>Luffa cylindrica</i> | Mossoró/RN |
| TB21 | <i>Luffa cylindrica</i> | Mossoró/RN |
| TB23 | <i>Luffa cylindrica</i> | Mossoró/RN |
| TB24 | <i>Luffa</i> sp. | Petrolina/PE |
| TB26 | <i>Luffa cylindrica</i> | Apodi/RN |
| TB27 | <i>Luffa cylindrica</i> | Felipe Guerra/RN |
| TB28 | <i>Luffa cylindrica</i> | Apodi/RN |
| TB31 | <i>Luffa cylindrica</i> | Mossoró/RN |
| TB36 | <i>Luffa cylindrica</i> | Serra Talhada/PE |
| TB37 | <i>Luffa cylindrica</i> | Cidade de Passagem/RN |
| TB38 | <i>Luffa cylindrica</i> | Mossoró/RN |
| TB39 | <i>Luffa cylindrica</i> | Petrolina/PE |
| TB40 | <i>Luffa cylindrica</i> | Gov. Dix-Sept Rosado/RN |
| TB41 | <i>Luffa cylindrica</i> | São José do Belmonte/PE |
| TB43 | <i>Luffa cylindrica</i> | Mossoró/RN |
| TB44 | <i>Luffa cylindrica</i> | Apodi/RN |
| TB45 | <i>Luffa cylindrica</i> | Apodi/RN |
| TB50 | <i>Luffa cylindrica</i> | Orocó/PE |
| TB51 | <i>Luffa cylindrica</i> | Monsenhor Tabosa/CE |
| TB52 | <i>Luffa cylindrica</i> | Serra Talhada/PE |
| TB55 | <i>Luffa cylindrica</i> | Serra Talhada/PE |
| TB56 | <i>Luffa operculata</i> | Orós/CE |

*Código dos acessos de trabalho.

Neste estudo, foi utilizado o isolado de *M. cannonballus* (CMM-2429), obtido a partir de raízes sintomáticas de meloeiro. Esse isolado foi disponibilizado pelo Laboratório de Fitopatologia II, da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), sendo sua virulência confirmada em meloeiro e outras cucurbitáceas (Cavalcante et al., 2020).

2.2 Montagem, condução e avaliações do ensaio

Para verificar a reação de *Luffa* spp. ao isolado CMM-2429 em *Luffa* spp., foi realizado um ensaio em casa de vegetação, localizada no campus Oeste da UFERSA, Mossoró/ RN, Brasil. O experimento seguiu um delineamento inteiramente casualizado (DIC) e foi composto por 33 acessos de *Luffa* spp., acrescidos da cultivar ‘Natal’ de meloeiro, e da cultivar ‘Crimson Sweet’ de melanciaira (controles positivos). Para cada acesso/cultivar foi acrescido um controle negativo (sem inoculação do fungo). Foram utilizadas quatro repetições/tratamento. O ensaio foi repetido.

As sementes de *Luffa* spp. foram imersas em solução de hipoclorito de sódio (1 mL.L⁻¹), detergente neutro (1 mL.L⁻¹) e água destilada para desinfestação. Posteriormente, foram submetidas a um corte com estilete na extremidade oposta ao hilo para a superação de dormência (Oliveira et al., 2012; Medeiros et al., 2019). A semeadura ocorreu em bandejas de polietileno contendo substrato comercial Tropstrato HT hortaliças® (Vida Verde, Brasil). As plântulas foram transferidas para vasos de 1 L contendo uma mistura de areia mais substrato autoclavados na proporção de 3:1 (v/v) assim que obtiveram três folhas definitivas.

Para avaliar a reação dos acessos de *Luffa* spp. à *M. cannonballus* empregou-se a metodologia descrita por Ben Salem et al. (2015) com modificações, que consistiu na infestação do solo com aproximadamente 6 g de sementes de trigo - anteriormente embebidas em água destilada e autoclavadas três vezes por uma hora no intervalo de 24 horas a 120° C - colonizadas com o isolado fúngico. O trigo infestado foi adicionado aos vasos contendo 1 kg da mistura solo-substrato previamente esterilizada. O controle negativo consistiu em grãos de trigo autoclavados não colonizados. Após uma semana da infestação do solo, transplantou-se uma plântula por vaso contendo solo infestado.

A irrigação foi efetuada diariamente até que o solo atingisse a capacidade de campo. A avaliação da doença foi conduzida aos 60 dias após a realização do transplântio das mudas. Para isso, as plantas foram delicadamente removidas dos vasos e os sistemas radiculares foram cuidadosamente lavados com água corrente.

As variáveis analisadas foram: incidência (INC) e severidade (SEV) da doença, reação das plantas a doença, comprimentos de raiz (CR) e parte aérea (CA), pesos frescos de raiz (PFR) e parte aérea (PFA) e pesos secos de raiz (PSR) e parte aérea (PSA).

A incidência da doença foi determinada através do número de plantas infectadas por tratamento, e expressa em porcentagem. A severidade da doença foi avaliada através de escala diagramática de notas. As plantas inoculadas com *M. cannonballus* foram avaliadas seguindo a escala de Bruton et al. (2000), cujas notas variam de 0 a 4, onde: 0 = raízes saudáveis, sem lesões ou descoloração; 1 = ligeira descoloração; 2 = descoloração moderada e/ou com lesões; 3 = descoloração moderada e/ou ligeira necrose; e 4 = descoloração severa e/ou raiz necrosada/morta.

Para a reação das plantas das plantas ao patógeno, utilizou-se a escala de Armengol et al. (1998), onde calculou-se a média das plantas por tratamento através da soma das notas atribuídas a cada uma delas e, em seguida, dividiu-se pelo número total de plantas avaliadas, e classificadas por notas que variaram de 0 a 4, onde: 0 = similar à imune (SI); 0.1-1.0 = altamente resistente (AR); 1.1-2.0 = moderadamente resistente (MR); 2.1-3.0 = suscetível (SU); 3.1-4.0 = altamente suscetível (AS).

Foram avaliados também, CR e CA, obtidos utilizando uma fita métrica graduada em cm, além do PFA, PFR, PSA e PSR obtidos por meio de uma balança analítica em g. Os pesos secos foram obtidos colocando as partes avaliadas de cada planta, individualmente, em sacos de papel, e submetendo-as à estufa de circulação de ar forçada a 70 °C até que o peso seco constante fosse alcançado.

2.3 Análise estatística

Os resultados de incidência e severidade foram analisados pelo teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis ao nível de 5% de probabilidade. Os dados de comprimento e peso fresco e seco da parte aérea e da raiz foram submetidos à ANOVA e as médias comparadas por teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. As análises foram realizadas utilizando o software Assistat 7.7 (Silva & Azevedo, 2016).

3 RESULTADOS

Não houve efeito significativo para as repetições do experimento (ANOVA, $p > 0,05$) em todas as variáveis respostas analisadas, portanto, os dados dos experimentos foram combinados. As cucurbitáceas inoculadas por *M. cannonballus* apresentaram diferenças estatisticamente significativas de acordo com o teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$) para incidência e severidade da doença (Tabela 2), assim como pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$) para CR, CA, PFR, PFA, PSR e PSA (Tabela 3).

Tabela 2. Incidência, severidade da doença e classe de reação de *Monosporascus cannonballus* em acessos de *Luffa* spp., *Cucumis melo* e *Citrullus lanatus*

| Tratamentos | Incidência da doença | | Severidade da doença | | Reação ³ |
|------------------|----------------------|-----------|----------------------|--------------------|---------------------|
| | Rank ¹ | Média (%) | Rank ¹ | Média ² | |
| TB02 | 173,0 ab | 37,5 | 167,1 ab | 0,4 | AR |
| TB03 | 120,5 a | 0,0 | 120,0 a | 0,0 | SI |
| TB04 | 120,5 a | 0,0 | 120,0 a | 0,0 | SI |
| TB05 | 120,5 a | 0,0 | 120,0 a | 0,0 | SI |
| TB07 | 120,5 a | 0,0 | 120,0 a | 0,0 | SI |
| TB10 | 155,5 ab | 25,0 | 151,4 ab | 0,3 | AR |
| TB11 | 120,5 a | 0,0 | 120,0 a | 0,0 | SI |
| TB12 | 120,5 a | 0,0 | 120,0 a | 0,0 | SI |
| TB15 | 138,5 a | 12,5 | 139,3 ab | 0,5 | AR |
| TB17 | 120,5 a | 0,0 | 120,0 a | 0,0 | SI |
| TB18 | 120,5 a | 0,0 | 120,0 a | 0,0 | SI |
| TB19 | 120,5 a | 0,0 | 120,0 a | 0,0 | SI |
| TB21 | 120,5 a | 0,0 | 120,0 a | 0,0 | SI |
| TB23 | 120,5 a | 0,0 | 120,0 a | 0,0 | SI |
| TB24 | 120,5 a | 0,0 | 120,0 a | 0,0 | SI |
| TB26 | 138,0 a | 12,5 | 139,3 ab | 0,5 | AR |
| TB27 | 120,5 a | 0,0 | 120,0 a | 0,0 | SI |
| TB28 | 138,0 a | 12,5 | 135,7 a | 0,1 | AR |
| TB31 | 155,5 ab | 25,0 | 154,9 ab | 0,6 | AR |
| TB36 | 120,5 a | 0,0 | 120,0 a | 0,0 | SI |
| TB37 | 120,5 a | 0,0 | 120,0 a | 0,0 | SI |
| TB38 | 120,5 a | 0,0 | 120,0 a | 0,0 | SI |
| TB39 | 138,0 a | 12,5 | 135,7 a | 0,1 | AR |
| TB40 | 120,5 a | 0,0 | 120,0 a | 0,0 | SI |
| TB41 | 155,5 ab | 25,0 | 154,6 ab | 0,5 | AR |
| TB43 | 138,0 a | 12,5 | 135,7 a | 0,1 | AR |
| TB44 | 120,5 a | 0,0 | 120,0 a | 0,0 | SI |
| TB45 | 120,5 a | 0,0 | 120,0 a | 0,0 | SI |
| TB50 | 120,5 a | 0,0 | 120,0 a | 0,0 | SI |
| TB51 | 138,0 a | 12,5 | 135,7 a | 0,1 | AR |
| TB52 | 120,5 a | 0,0 | 120,0 a | 0,0 | SI |
| TB55 | 155,5 ab | 25,0 | 155,0 ab | 0,6 | AR |
| TB56 | 260,5 b | 100,0 | 274,0 c | 4,0 | AS |
| TMelão | 260,5 b | 100,0 | 260,8 bc | 2,4 | SU |
| TMelancia | 260,5 b | 100,0 | 258,5 bc | 2,0 | MR |
| χ^2 | 179,3 | | 182,7 | | |

χ^2 = valores significativos do qui-quadrado a 5% de probabilidade; ¹valores seguidos pela mesma letra na mesma coluna não apresentam diferença estatística entre si pelo teste não-paramétrico Kruskal–Wallis ($p \leq 0,05$).

²Média das classificações para todas as observações dentro de cada amostra de acordo com a escala diagramática de notas onde: 0 (raízes saudáveis sem lesões ou descolorações) a 4 (planta morta), adaptada por Bruton et al. (2000). ³Reação à doença de acordo com Armengol et al. (1998): 0 = similar à imune (SI); 0.1-1.0 = altamente resistente (AR); 1.1-2.0 = moderadamente resistente (MR); 2.1-3.0 = suscetível (SU); 3.1-4.0 = altamente suscetível (AS). Os dados são valores médios de dois experimentos, cada um com quatro repetições (vasos) por tratamento e uma planta por vaso.

Tabela 3. Comprimento parte aérea e da raiz, no peso fresco e seco parte aérea e da raiz de acessos de *Luffa* spp., *Cucumis melo* e *Citrullus lanatus* inoculados com *Monosporascus cannonballus*

| Tratamentos | CA ¹ (cm) | CR ² (cm) | PFA ³ (g) | PFR ⁴ (g) | PSA ⁵ (g) | PSR ⁶ (g) |
|------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| TB02 | 284,6 c | 32,8 b | 44,4 a | 13,1 a | 7,9 a | 1,4 a |
| TB03 | 308,6 b | 37,0 a | 33,5 b | 13,6 a | 7,3 b | 1,3 a |
| TB04 | 337,5 b | 36,0 a | 36,3 b | 10,8 c | 7,9 a | 1,3 a |
| TB05 | 295,5 c | 27,5 c | 41,3 a | 9,5 c | 8,5 a | 1,2 b |
| TB07 | 236,9 c | 31,3 b | 41,9 a | 12,0 b | 6,5 c | 1,5 a |
| TB10 | 318,6 b | 29,9 b | 44,8 a | 11,2 b | 6,9 b | 1,1 b |
| TB11 | 277,3 c | 30,7 b | 46,9 a | 9,4 c | 7,0 b | 1,1 b |
| TB12 | 194,4 d | 33,5 b | 40,2 a | 15,2 a | 6,2 c | 1,5 a |
| TB15 | 375,9 b | 31,3 b | 40,5 a | 8,3 d | 7,7 a | 1,4 a |
| TB17 | 346,0 b | 30,0 b | 36,2 b | 8,4 d | 6,1 c | 1,1 b |
| TB18 | 356,8 b | 39,8 a | 34,7 b | 3,8 f | 6,7 b | 0,9 c |
| TB19 | 254,7 c | 27,2 c | 37,3 b | 6,0 e | 6,7 b | 1,0 c |
| TB21 | 332,7 b | 31,7 b | 42,8 a | 7,8 d | 7,3 b | 1,2 b |
| TB23 | 362,3 b | 35,7 a | 38,0 b | 6,3 e | 7,5 a | 1,1 b |
| TB24 | 382,9 b | 44,6 a | 42,9 a | 13,1 a | 7,2 b | 1,2 b |
| TB26 | 341,9 b | 47,5 a | 37,2 b | 7,8 d | 7,0 b | 1,1 b |
| TB27 | 314,0 b | 33,1 b | 34,3 b | 8,3 d | 5,7 d | 1,0 c |
| TB28 | 362,1 b | 29,8 b | 40,4 a | 5,4 e | 7,5 a | 1,0 c |
| TB31 | 370,8 b | 29,4 b | 34,5 b | 4,1 f | 7,7 a | 0,9 c |
| TB36 | 398,0 b | 32,6 b | 37,3 b | 5,0 e | 8,2 a | 1,2 b |
| TB37 | 275,9 c | 40,6 a | 34,3 b | 4,1 f | 7,3 b | 1,2 b |
| TB38 | 183,4 d | 41,0 a | 39,0 b | 13,8 a | 6,6 b | 1,4 a |
| TB39 | 290,3 c | 34,1 b | 44,4 a | 10,4 c | 7,6 a | 1,2 b |
| TB40 | 322,4 b | 39,6 a | 31,0 b | 3,6 f | 7,2 b | 1,1 b |
| TB41 | 295,5 c | 41,0 a | 38,1 b | 9,1 d | 7,4 a | 1,1 b |
| TB43 | 334,4 b | 40,8 a | 45,9 a | 11,2 b | 7,4 b | 1,1 b |
| TB44 | 327,3 b | 27,5 c | 42,4 a | 9,6 c | 7,1 b | 1,0 c |
| TB45 | 348,1 b | 29,1 b | 48,1 a | 9,0 d | 7,3 b | 1,0 c |
| TB50 | 352,4 b | 34,6 b | 44,1 a | 10,6 c | 6,9 b | 1,1 b |
| TB51 | 262,7 c | 39,0 a | 33,3 b | 9,5 c | 5,3 d | 0,9 c |
| TB52 | 251,8 c | 33,6 b | 35,9 b | 7,9 d | 6,3 c | 0,9 c |
| TB55 | 282,1 c | 29,3 b | 36,2 b | 6,1 e | 6,1 c | 0,7 d |
| TB56 | 518,3 a | 32,7 b | 16,0 c | 3,4 f | 4,7 d | 0,4 e |
| TMelão | 133,8 d | 21,8 c | 50,1 a | 3,0 f | 7,1 b | 0,4 e |
| TMelancia | 164,5 d | 23,6 c | 36,1 b | 2,6 f | 5,3 d | 0,5 e |
| CV (%) | 18,3 | 20,8 | 17,8 | 20,5 | 12,0 | 23,2 |

CV (%) = valores significativos do coeficiente de variação; valores seguidos pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença estatística entre si pelo teste Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Comprimento da parte aérea (CA)¹ e comprimento da raiz (CR)², peso fresco da parte aérea (PFA)³ e peso fresco da raiz (PFR)⁴, peso seco da parte aérea (PSA)⁵ e peso seco da raiz (PSR)⁶. Os dados são valores médios de dois experimentos, cada um com quatro repetições (vasos) por tratamento e uma planta por vaso.

Para à incidência da doença, os acessos de *Luffa* (incidência média variando de 0,0 a 12,5%) diferiram dos tratamentos controles (TMelão e TMelancia – 100% ambos), com exceção dos TB02, TB10, TB31, TB41, TB55 e TB56 (incidência média variando de 25 a 100%). A maior média de incidência da doença foi de 100% das plantas, observada nos

tratamentos TB56, TMelão e TMelancia (Tabela 2). Não houve incidência da doença para os controles negativos de acesso/cultivar (incidência média de 0,0%).

Para a severidade da doença, os acessos de *Luffa* (nota média variando de 0,0 a 0,1) também diferiram dos tratamentos controles (TMelão e TMelancia – 2,4 e 2,0, respectivamente), com exceção de oito tratamentos TB02, TB10, TB15, TB26, TB31, TB41, TB55 e TB56 (nota média variando de 0,3 a 4,0). A maior média de severidade da doença foi observada no tratamento TB56 com nota 4,0 (Tabela 2).

Dos 33 acessos de *Luffa* testados, 21 apresentaram classificação para reação à doença de “similar à imune” (TB03, TB04, TB05, TB07, TB11, TB12, TB17, TB18, TB19, TB21, TB23, TB24, TB27, TB36, TB37, TB38, TB40, TB44, TB45, TB50 e TB52), e 11 “altamente resistentes” (TB02, TB10, TB15, TB26, TB28, TB31, TB39, TB41, TB43, TB51 e TB55) a *M. cannonballus*. Apenas T56 foi classificado como “altamente suscetível”, em comparação com o controle negativa, que como esperado não apresentou doença, uma vez que não foi inoculada com o patógeno (Tabela 2) (Figura 1).



Figura 1. Reação de acessos de *Luffa* inoculadas com *Monosporascus cannonballus*. NC: controle negativo. I: planta inoculada.

Para o CA, todos os acessos de *Luffa* inoculados diferiram dos controles positivos, com exceção dos tratamentos TB12 e TB38 (194,4 e 183,4 cm, respectivamente). O TB56 foi superior aos demais tratamentos, apresentando comprimento de 518,3 cm. Os demais tratamentos variaram de 236,9 a 398,0 cm, sendo estatisticamente superiores aos observados nos controles positivos. Para o CR, os TB03, TB04, TB18, TB23, TB24, TB26, TB37, TB38, TB40, TB41, TB43 e TB51 apresentaram as maiores médias, variando de 35,7 a 47,5 cm. Entretanto, os TB05 (27,5 cm), TB19 (27,2 cm) e TB44 (27,5 cm) apresentaram as menores médias, e não diferiram estatisticamente de TMelão e TMelancia (21,8 e 23,6 cm, respectivamente).

Para o PFA, o TB56 (16,0 g) registrou o menor peso entre os acessos *Luffa* spp. inoculados com *M. cannonballus*. Os TB03, TB04, TB17, TB18, TB19, TB23, TB26, TB27, TB31, TB36, TB37, TB38, TB40, TB41, TB51, TB52 e TB55, com médias variando de 31,0 e 39,0 g, não diferiram estatisticamente do tratamento TMelancia (36,1 g). Já os TB02, TB05, TB07, TB10, TB11, TB12, TB15, TB21, TB24, TB28, TB39, TB43, TB44, TB45 e TB50 (40,2 a 48,1 g) não diferiram estatisticamente do TMelão (50,1 g).

Para PFR, os TB02, TB03, TB12, TB24 e TB38 apresentaram as maiores médias, com peso fresco da raiz variando entre 13,1 e 15,2 g. Os TB18, TB31, TB37, TB40, TB56 (3,4 a 4,1 g) registraram as menores médias, esses tratamentos não diferiram do controle positivo de TMelão (3,0 g) e TMelancia (2,6 g).

As maiores médias para PSA foram observadas nos TB02, TB04, TB05, TB15, TB23, TB28, TB31, TB36, TB39 e TB41 (7,4 a 8,5 g), esses tratamentos foram superiores estatisticamente a todos os demais tratamentos. No entanto, os menores valores de média para PSA foram observados nos TB27 (5,7 g), TB51 (5,3 g) e TB56 (4,7 g), onde esses acessos não diferiram estatisticamente de TMelancia (5,3 g). Os TB03, TB10, TB11, TB18, TB19, TB21, TB24, TB26, TB37, TB38, TB40, TB43, TB44, TB45 e TB50, variaram entre 6,6 e 7,4 g, não diferiram do TMelão (7,1 g). Os TB07, TB12, TB17, TB52 e TB55 (6,1 a 6,5 g) diferiram de todos os demais tratamentos.

Para o PSR, todos os tratamentos diferiram dos controles positivos, TMelão (0,4 g) e TMelancia (0,5 g), com exceção do TB56, que apresentou o menor peso seco de raiz, com 0,4 g. As maiores médias foram observadas nos TB02, TB03, TB04, TB07, TB12, TB15 e TB38 (1,3 a 1,5 g). Por fim, o TB55 foi o único que se diferenciou estatisticamente de todos os demais, com PSR de 0,7 g.

4 DISCUSSÃO

A infecção causada por *M. cannonballus* representa uma grande preocupação para diversas espécies de cucurbitáceas, especialmente em regiões produtoras de melão. A agressividade do patógeno nessa cultura, tem sido fator limitante na produção do melão (Martyn & Miller, 1996; Bruton et al., 2000; Kwon et al., 2001; Sales Júnior et al., 2002; Cavalcante et al., 2020).

A incidência da doença após a inoculação de *M. cannonballus* em *Luffa* spp. mostrou-se relativamente baixa entre os acessos avaliados, em comparação a TMelão e TMelancia (exceto para o TB56). Esses resultados se assemelham a pesquisa de Kwon et al. (2001) que também constataram baixa incidência da doença em *Luffa* sp. inoculada artificialmente com *M. cannonballus*. Apresentando uma porcentagem inferior a 40%, similar aos resultados obtidos nos acessos TB02, TB10, TB15, TB26, TB28, TB31, TB39, TB41, TB43, TB51 e TB55 (variando de 12,5 e 37,5%).

Quanto à severidade da doença, TB56 (*Luffa operculata*) foi o tratamento que mostrou a maior média, com nota máxima (4,0), diferenciando-se dos demais tratamentos com *Luffa*, e superior aos registados por TMelão e TMelancia, que apresentaram notas de 2,4 e 2,0, respectivamente. Este resultado indica que TB56 é o acesso mais suscetível ao patógeno dentre os testados. Sabe-se que a severidade da doença é fortemente influenciada pelas condições ambientais, tais como temperatura e umidade (Castro et al., 2020). Condições essas que também influenciam no desenvolvimento da espécie *L. operculata* que se submetida a temperaturas acima de 35 °C tem a germinação de suas sementes prejudicada, bem como seu desenvolvimento radicular (Araújo et al., 2020), ao passo que alguns genótipos de *L. cylindrica* podem suportar temperaturas de 40 °C (Li et al., 2016). É muito provavelmente que o acesso TB56 já estivesse sob estresse por estar sujeita a variação de temperatura na casa de vegetação. Este contexto, o ataque do patógeno intensificou ainda mais a situação em que este acesso se encontrava.

Por outro lado, os TB03, TB04, TB05, TB07, TB11, TB12, TB17, TB18, TB19, TB21, TB23, TB24, TB27, TB36, TB37, TB38, TB40, TB44, TB45, TB50 e TB52, apresentaram uma maior tolerância ao patógeno, tendo se desenvolvido normalmente apesar das limitações impostas pelo experimento em vaso.

Para a classe de reação, observou-se que 32 acessos receberam a classificação “similar à imune” e “altamente resistente”. Mertely et al. (1993), Armengol et al. (1998) e Bruton et al. (2000) observaram resultados semelhantes para a reação de acessos de *Luffa* à inoculação dos fungos *A. cucurbitacearum* e *M. cannonballus*, e verificaram que as espécies a apresentarem

maior resistência foram *L. acutangula* e *L. aegyptiaca*, enquanto o meloeiro e a melancia foram suscetíveis a esses fungos. No estudo de Namisy et al. (2022), os autores observaram que acessos de *Luffa* spp. foram capazes de obter resposta imune quando inoculados com o fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *luffae*.

Para comprimento de raiz, os acessos de *Luffa* apresentaram resposta distinta a inoculação de *M. cannonballus*. Alguns acessos (TB03, TB04, TB18, TB23, TB24, TB26, TB37, TB38, TB40, TB41, TB43 e TB51) mostraram um melhor desempenho em relação ao desenvolvimento radicular, enquanto os TB05, TB19 e TB44 apresentaram respostas semelhantes aos controles positivos. Variáveis como comprimento e peso de raiz, foram comprovadamente úteis para avaliar a severidade da doença causada por *M. cannonballus* em outras cucurbitáceas (Ben Salem et al., 2015; Castro et al., 2020). Cavalcante et al. (2020) estudando a patogenicidade do mesmo isolado utilizado em nosso estudo (CMM2429), observaram danos no sistema radicular das cucurbitáceas, e, no entanto, não houve a presença de peritécio nas plantas avaliadas.

Observamos ainda que em se tratando dos comprimentos radiculares, 30 dos 33 acessos apresentaram comprimentos superiores a TMelão e TMelancia. Segundo Siqueira (2009), o sistema radicular das plantas de *Luffa* são, em geral, muito ramificados e quando transplantada, pode chegar a explorar os primeiros 30 cm do solo, e por semeadura direta, pode atingir 50 cm de profundidade. Autores como Wolff (1995); Wolf & Miller (1998); Crosby et al. (2000); Iglesias et al. (2000b) descrevem que a tolerância ao declínio de ramas é tradicionalmente, em parte, atribuída ao tamanho, vigor e arquitetura do sistema radicular, e, portanto, são fatores que devem ser considerados.

No entanto, Fita et al. (2008) menciona que, apenas observar as maiores estimativas de médias para as variáveis analisadas nas raízes não prevê o desempenho da planta mediante a infecção. E que a escolha de um material de qualidade deve necessariamente obter características de desenvolvimento, como fisiológicas e fenológicas, itens esses que contribuem para reduzir os efeitos da infecção do patógeno nas plantas.

Wu et al. (2020) descrevem que devido ao enriquecimento de genes específicos de determinadas linhagens de *Luffa*, estas têm um bom desempenho de respostas aos estresses bióticos e/ou abiótico, tais como resposta de defesa, estímulos bióticos, interação planta-patógeno e de transdução hormônios vegetais. Assim, a planta é capaz de reconhecer a presença de patógenos, através de um sinal hormonal e desencadear uma série de respostas celulares e moleculares. Os autores verificaram ainda a partir da ampliação do genoma dessa cucurbitácea a presença de 462 dos genes Nucleotide-Binding Site (NBS) e Leucine-Rich

Repeat (LRR), sendo este um número muito maior do que os encontrados nos genomas de outras espécies de cucurbitáceas. Que de acordo com Morata & Puigdomènech (2017), esses números de genes seriam de, para a cultura do pepino (104), melão (89) e melancia (54).

Nesse contexto, os acessos TB03, TB04, TB05, TB07, TB11, TB12, TB17, TB18, TB19, TB21, TB23, TB24, TB27, TB36, TB37, TB38, TB40, TB44, TB45, TB50 e TB52 foram os que receberam a classificação de similar à imune, além de obter os melhores resultados para as análises biométricas, sendo os mais indicados para serem utilizados em programas de melhoramento genético para o desenvolvimento de cultivares tolerantes ao patógeno.

Na China e na África, plântulas de *Luffa* já estão sendo utilizadas como porta-enxerto para a cultura do pepino, visando aumento da produção, uma vez que são tolerantes à inundação, altas temperaturas e a doenças transmitidas por patógenos do solo (Li et al., 2016; Nordey et al., 2020).

Contudo, é necessário ressaltar que além de selecionar fontes genéticas de porta-enxertos, genótipos resistentes ou tolerante a patógenos radiculares, é preciso implementar estratégias de gestão complementares como o manejo integrado e preventivo, para aumentar a durabilidade da resistência desse material (Edelstein et al., 1999; Salari et al.; 2012; Sales Júnior et al., 2019).

5 CONCLUSÃO

Os acessos TB03, TB04, TB05, TB07, TB11, TB12, TB17, TB18, TB19, TB21, TB23, TB24, TB27, TB36, TB37, TB38, TB40, TB44, TB45, TB50 e TB52 apresentaram os menores índices de incidência e severidade da doença, bem como os maiores de CA, CR, PFA, PFR, PSA e PSR, recebendo a classificação de similar à imune, sendo também os tratamentos mais promissores para serem utilizados em programas de melhoramento genético. Somente o TB56 foi classificado como suscetível ao patógeno, mostrando uma maior incidência e severidade da doença, bem como menor PFA, PFR, PSA e PSR.

REFERÊNCIAS

- AGROFIT.** Sistemas de agrotóxicos fitossanitários. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em 28 abr. 2023.
- AGUIAR, A. T. E.; GONÇALVES, C.; TUCCI, M. E. A. G. Z.; CASTRO, C. E. F. **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas.** 7ª Ed. rev. e atual. Campinas: Instituto Agrônômico, p. 73-79 (Boletim IAC, nº 200), 2014.
- AL-SNAFI, A. E. A review on *Luffa acutangula*: A potencial medicinal plant. **IOSRPHR Journal of Pharmacy.** [s.l.], v. 9, n. 9, p. 56-67, 2019.
- ANDRADE, D. E. G.T.; MICHEREF, S. F.; BIONDI, C. M.; NASCIMENTO, C. W. A.; SALES, R. JR. Frequência de fungos associados ao colapso do meloeiro e relação com características físicas, químicas e microbiológicas dos solos. **Summa Phytopathologica,** Botucatu, v. 31, n. 4, p. 327-333, 2005.
- ARAUJO, P. C. et al. Effects of saline stress and temperatura on germination and seend vigor of *Luffa operculata* L. Cogn. **Australian Journal of Crop Science,** v. 11, p. 1779-1785, 2020.
- ARMENGOL, J.; SANZ, E.; MARTÍNEZ-FERRER, G.; SALES JÚNIOR, R.; BRUTON, B. R.; GARCÍA-JIMÉNEZ, J. Host range of *Acremonium cucurbitacearum*, cause of *Acremonium* collapse of muskmelon. **Plant Pathology,** [s.l.], v. 47, p. 29-35, 1998.
- BEN SALEM I., CORREIA K.C., BOUGHALLEB N., MICHEREFF S.J., LEÓN M., ABAD-CAMPOS P., GARCÍA-JIMÉNEZ J., ARMENGOL J. *Monosporascus eutypoides*, a cause of root rot and vine decline in Tunisia, and evidence that *M. cannonballus* and *M. eutypoides* are distinct species. **Plant Disease,** v. 97, p. 737-743, 2013.
- BEN SALEM, I.; ARMENGOL, J.; BERBEGEL, M.; BOUGHALLEB-M'HAMDI, N. Development of a screening test for resistance of cucurbits and Cucurbita hybrid rootstocks to *Monosporascus cannonballus*. **Tunisian Journal of Plant Protection,** v. 10, p. 23-33, 2015.
- BINDAL, S.; SHEU, Z-M.; KENYON, L.; TAHER, D.; RAKHA, M. Novel sources of resistance to fusarium wilt in *Luffa* species. **Frontiers Plant Science,** [s.l.], n. 14, p. 1-7, 2023.

BLIND, A. D.; VALENTE, M. S. F.; LOPES, M. T. G.; RESENDE, M. D. V. Estimativa de parâmetros genéticos, análise de trilha e seleção em bucha vegetal para caracteres agronômicos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 13, n. 2, p. 5522, 2018.

BRUTON, B. D. Soilborne diseases in cucurbitaceae: pathogen virulence and host resistance. In: McCREIGHT, J. (Ed.). **Cucurbitaceae 98**. Alexandria: International Society of Horticultural Science, p. 143-166, 1998.

BRUTON, B. D.; POPHAM, T. W.; GARCIA- JIMÉNDIZ, J.; ARMENGOL, J.; MILLER, M. E. Disease reaction among selected Cucurbitaceae to an *Acremonium cucurbitacearum* isolate from Texas. **Horticultural Science**. v. 35, n. 4, p. 677-680, 2000.

CASTRO, G.; PERPIÑÁ, G.; ESTERAS, C.; ARMENGOL, J.; PICÓ, B.; PÉREZ-DE-CASTRO, A. Resistance in melon to *Monosporascus cannonballus* and *M. eutypoides*: Fungal pathogens associated with *Monosporascus* root rot and vine decline. **Annals Applied Biology**, [s.l.], v. 1777, n. 1, p. 101-111, 2020.

CAVALCANTE, A. L. A.; NEGREIROS, A. M. P.; TAVARES, M. B.; BARRETO, E. S.; ARMENGOL, J.; JÚNIOR, R. S. Characterization of five new *Monosporascus* species: Adaptation to environmental factors, pathogenicity to cucurbits and sensitivity to fungicides. **Journal of Fungi**, [s.l.], v. 169, p. 11, 2020.

COHEN, R.; PIVONIA, S.; CROSBY, K. M.; MARTYN, R. D. Advances in the biology and management of *Monosporascus* vine decline and wilt of melons and other cucurbits. **Horticultural Reviews**, [s.l.], v. 39, p. 77-120. First Edition. Edited by Jules Janick, 2012.

COHEN, R.; ELKABETZ, M.; PARIS, H.S.; GUR, A.; DAI, N.; RABINOVITZ, O.; FREEMAN, S. Occurrence of *Macrophomina phaseolina* in Israel: Challenges for disease management and crop germplasm enhancement. **Plant Disease**, v. 106, n. 1, p. 15-25, 2022.

COLLADO J., GONZÁLEZ A., PLATAS G., STCHIGEL A.M., GUARRO J., PELÁEZ F. *Monosporascus ibericus* sp. nov., an endophytic ascomycete from plants on saline soils, with observations on 48 the position of the genus based on sequence analysis of the 18S rDNA. **Mycological Research**, [s.l.], v. 106, n. 1, p. 118-127, 2002.

CROSBY, K.; WOLFF, D.; MILLER, M. Comparisons of root morphology in susceptible and tolerant melon cultivars before and after infection by *Monosporascus cannonballus*.

Horticultural Science, [s.l.], v. 35, p. 681-683, 2000.

DAVIS, A. R.; PERKINS-VEAZIE, P.; SAKATA, Y. LÓPEZ-GALARZA, S.; MAROTO, J. V.; LEE, S.G.; HUH, Y.C.; SUN, Z.; MIGUEL, A.; KING, S. R.; COHEN, R.; LEE, J.M.;
Cucurbit Grafting, Critical Reviews in Plant Sciences, v. 27, n. 1, p. 50-74, 2008.

DHILLON, N. P. S.; LAENOI, S.; SRIMAT, S.; PRUANGWITAYAKUN, S.; MALLAPPA, A.; KAPUR, A.; YADAV, K. K.; HEGDE, G.; SCHAFLEITNER, R.;
SCHREINEMACHERS, P.; HANSON; P. Sustainable Cucurbit Breeding and Production in Asia Using Public–Private Partnerships by the World Vegetable Center. **Agronomy**, [s.l.], v. 10, p. 1171, 2020.

EDELSTEIN, M.; COHEN, R.; BURGER Y.; SHRIBER, S. Integrated Management of Sudden Wilt in Melons, Caused by *Monosporascus cannonballus*, Using Grafting and Reduced Rates of Methyl Bromide. **Plant Disease**, v. 83, n. 12, 1999.

FIGUEIREDO, M. C. B. de; GONDIM, R. S.; ARAGAO, F. A. S. de. **Produção de melão e mudanças climáticas: sistemas conservacionistas de cultivo para redução das pegadas de carbono e hídrica**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA-CNPAT, Brasília, DF. p. 302, 2017.

FITA, A.; PICÓ, R. C. S.; DIAS & F. NUEZ. Effects of root architecture on response to melon vine decline. **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, [s.l.], v. 83, n. 5, p. 616-623, 2008.

IGLESIAS, A.; PICO, B.; NUEZ, F. Pathogenicity of fungi associated with melon vine decline and selection strategies for breeding resistant cultivars. **Annals of Applied Biology**, [s.l.], v. 137, p. 141-151, 2000b.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (**IBGE**). Censo Brasileiro de Produção Agrícola Municipal, 2021. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612>> Acesso em: 2023.

ITO, L. A.; CHARLO, H. C. O.; CASTOLDI, R.; BRAZ, L. T.; CAMARGO, M. Seleção de porta-enxerto resistentes ao cancro da haste e seus efeitos na produtividade de melão ‘Bônus n° 2’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 1, p. 262-267, 2009.

JANG, Y.; HUH, Y.; PARK., D.; MUN, B.; GYU, S.; YEONGCHEOL, L. Greenhouse evaluation of melon rootstock resistance to *Monosporascus* root rot and vine decline as well as of yield and fruit quality in grafted 'inodorus' melons. **Korean Journal of Horticultural Science & Technology**, v. 32 n. 5, p. 614-622, 2014.

KWON, MI-KYUNG; HONG, JEONG-RAE; KIM, YONG-HWAN; KIM, KI-CHUNG. Soil-Environmental factors involved in the development of root rot/vine on Cucurbits caused by *Monosporascus cannonballus*. **The Plant Pathology Journal**. [s.l.], v. 17, n. 1, 45-51, 2001.

LI, H. AHAMMED, G. J.; ZHOU, G.; XIA, X.; ZHOU, J.; SHI, K.; YU, J.; ZHOU, Y. Unraveling main limiting sites of photosynthesis under below-and above-ground heat stress in Cucumber and the alleviatory role of Luffa rootstock. **Frontiers Plant Science**. [s.l.], v. 7, 2016.

MALLOCH D.; CAIN R. F. New cleistothecial Sordariaceae and a new family, Coniochaetaceae. **Canadian Journal of Botany**, v. 49, p. 869-880, 1971.

MARTYN, R. D.; MILLER, M. E. *Monosporascus* root rot and vine decline: an emerging disease of melon worldwide. **Plant Disease**, v. 80, n. 7, p. 716-725, 1996.

MARKAKIS, E. A.; TRANTAS, E. A.; LAGOIANNI, C.; MPALANTINAKI, E.; PAGOULATOU, M.; VERVERIDIS, F.; GOUMAS, D. E. First report of root rot and vine decline of melon caused by *Monosporascus cannonballus* in Greece. **Plant Disease**, v. 102, n. 5, p. 1036, 2018.

MAROUELLI, W. A.; SILVA, H. R.; LOPES, J. F. **Irrigação na cultura da bucha vegetal**. Brasília, DF: Embrapa, (Circular Técnica, 116) p. 2, 2013.

MARTYN, R. D. & MILLER, M. E. *Monosporascus* root rot and vine decline: an emerging disease of melon worldwide. **Plant Disease**, v. 80, n. 7, p. 716-725, 1996.

MAZALI, I. O.; ALVES, O. L. Morphosynthesis: high fidelity inorganic replica of the fibrous network of loofa sponge (*Luffa cylindrica*). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 77, n. 1, p. 25-31, 2005.

MEDEIROS, M. G., NETO, J. S. S. S., OLIVEIRA, G. B. S., TORRES, S. B., SILVEIRA, L. M. Physiological maturity of *Luffa cylindrica* (L.) Roem. Seeds, **Revista Ciência Agrônômica**, [s.l.], v. 50, n. 1, p. 76-82, 2019.

MERTELY, J. C.; MARTYN, R. D.; MILLER, M.E.; BRUTON, B. D. An expanded host range for the muskmelon pathogen, *Monosporascus cannonballus*. **Plant Disease**, v. 77, p. 667-673, 1993.

MORATA J. & PUIGDOMÈNECH P. Variability among *Cucurbitaceae* species (melon, cucumber and watermelon) in genomic region containing a cluster of NBS-LRR genes. **BMS Genomics**, [s.l.], v. 18, p. 138, 2017.

NAMISY, A.; HUANG, J. H.; RAKHA, M.; HONG, C. F.; CHUNG, W. H. Resistance to *Fusarium oxysporarum* f. sp. *Luffae* in *Luffa* germplasm despite hypocotyl colonization. **Plant Disease**, v. 0, 2022.

NEGREIROS, A. M. P.; SALES JÚNIOR, R.; LEON, M.; MELO, N. J. A.; MICHEREFF, S. J.; AMBRÓSIO, M. Q. A.; MEDEIROS, H. L. S.; ARMENGOL, J. Identification and pathogenicity of *Macrophomina* species collected from weeds in melon fields in Northeastern Brazil. **Journal of Phytopathology**, [s.l.], v. 137, p. 326-337, 2019b.

NORDEY, T.; SCHWARZ, D.; KENYON, L. MANICKAM, R.; HUAT, J. Tapping the potential of grafting to improve the performace of vegetable cropping systems in sub-Saharan Africa. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 40, n. 23, p. 1-18, 2020.

OLIVEIRA, F. S.; NUNES, M. C. C.; COSTA, F. M. C. D.; SILVA NETO, J. S. S.; SILVEIRA, L. M.; TORRES, S. B. Superação de dormência em diferentes acessos de bucha. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 2, p. 2656-2662, 2012.

PATIL S.D., RAMESH C. Notes on some fungi of *Pleosporaceae* (Loculoascomycetes) from Maharashtra (India). **Transactions of the Mycological Society of Japan**, v. 28, p. 229-236, 1987.

PEREIRA, R. B., PINHEIRO, J. B., CARVALHO, A. D. F. **Identificação e manejo das principais doenças fúngicas do meloeiro**. Brasília, DF: Embrapa (Circular Técnica, 112), p. 5-6, 2012.

PETRAK F., AHMAD S. Beiträge zur Pilzflora Pakistans. **Sydowia.**, [s.l.], v. 8, p. 162-185, 1954.

POLLACK, F. G.; UECKER, F. A. *Monosporascus cannonballus*, an unusual ascomycete in cantaloupe roots. **Mycologia**, [s.l.], v. 66, p. 346-349, 1974.

RIZZO, A. N.; CHAVES, F. C. M.; LAURA, V. A.; GOTO, R. Avaliação de métodos de enxertia e porta-enxertos para melão rendilhado. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 4, p. 808-810, 2004.

SALARI, M.; PANJEHKEH, N.; NASIRPOOR, Z.; ABKHOO, J. 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, 30, 2012.

SALES JÚNIOR, R.; VICENT, A.; ARMENGOL, J.; GARCÍA-JIMÉNEZ, J. & KOBORI, R. F. Comportamento de cultivares de meloeiro e melancia inoculados com *Acremonium cucurbitacearum* e *Monosporascus cannonballus*. **Fitopatologia Brasileira** v. 27, p. 206-210, 2002.

SALES JÚNIOR, R.; OLIVEIRA, O. F.; SENHOR, R. F.; ALVES, M. Z. *Monosporascus cannonballus* agente causal do colapso em plantas de melão no Rio Grande do Norte, Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, p. 567, 2003.

SALES JÚNIOR, R.; BEZERRA DO NASCIMENTO, J.; SOUZA FREITAS, L.; BELTRÁN, R.; ARMENGOL, J.; VICENT, A.; GARCÍA-JIMÉNEZ, J. First report of *Monosporascus cannonballus* on melon in Brazil. **Plant Disease**, v. 88, n. 1, p. 84, 2004.

SALES JÚNIOR, R.; SANTANA, C. V. S.; NOGUEIRA, D. R. S.; SILVA, K. J. P.; GUIMARÃES, I. M.; MICHEREFF, S. J.; ABAD-CAMPOS, P.; GARCÍA-JIMÉNEZ, J.; ARMENGOL, J. First report of *Monosporascus cannonballus* on watermelon in Brazil. **Plant Disease**, v. 94, n. 2, p. 278, 2010.

SALES JUNIOR R; GUIMARÃES I. M.; SENHOR R. F.; MICHEREFF S. J.; SILVA K. J. P.; NOGUEIRA, D. R. S. Quantificação de ascósporos de *Monosporascus cannonballus* em solos cultivados com fruteiras e não cultivados de caatinga. **Horticultura Brasileira** 28: S998-S993, 2010.

SALES JÚNIOR, R.; BALBINO, D. A. D.; NEGREIROS, A. M. P.; BARBOZA, H. S.; MEDEIROS, E. V.; ARMENGOL, J. Cotton, cowpea and sesame are alternative crops to cucurbits in soils naturally infested with *Monosporascus cannonballus*. **Journal of Phytopathology**, [s.l.], v. 166, p. 396-402, 2018.

SALES JÚNIOR, R.; SENHOR, R. F.; MICHEREFF, S. J.; NEGREIROS, A. M. P. Reaction of genotypes to the root's rot caused by *Monosporascus*. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 32, n.1, p. 288-294, 2019.

SENHOR, R. F.; SOUZA, P. A.; NETO, R. C. A.; PINTO, A. C.; SOARES, S. R. F. Revisão de literature Colapso do meloeiro associado a *Monosporascus cannonballus*. **Revista verde (GVAA)**, Mossoró – RN, Brasil, v. 4, n. 2, p. 06-14, 2009.

SILVA, F. A. Z.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal Agricultural Research**, v. 11, p. 3733-3740, 2016.

SIQUEIRA, R. G.; SANTOS, R. H. S.; MARTINEZ, H. E. P.; CECON, P. R. Crescimento, produção e acúmulo de nutrientes em *Luffa cylindrica* M. Roem **Revista Ceres**, v. 56, n. 5, p. 685-696, 2009.

STANGHELLINI M. E., WAUGH M. M., RADEWALD K. C.; KIM D. H.; FERRIN D. M., TURINI T. Crop residues destruction strategies that enhance rather than inhibit reproduction of *Monosporascus cannonballus*. **Plant Pathology**, [s.l.], v. 53, p. 50-53, 2004.

WOLF, D. W. Avaliação de germoplasma de melão para resistência à expressão de sintomas de podridão radicular de *Monosporascus/declínio de videiras em melão* (*Cucumis melo* L.). In: PROCEDIMENTOS, REUNIÃO DA EUCARPIA SOBRE GENÉTICA E CRIAÇÃO DE CUCURBIT, 6. **Anais...Málaga**, p. 224-228, 1995.

WOLFF, D.W., MILLER, M.E. Tolerance to *Monosporascus* root rot and vine decline in melon (*Cucumis melo* L.) germplasm. **Horticultural Science**, [s.l.], v. 33, p. 287-290, 1998.

WU, H.; ZHAO, G.; GONG, H.; LI, J.; LUO, C.; HE, X.; LUO, S.; ZHENG, X.; LIU, X.; GUO, J.; CHEN, J.; LUO J. A high-quality sponge gourd (*Luffa cylindrica*) genome. **Horticulture Research**. [s.l.], v. 7, n. 128, 2020.

YETIŞİR, H., SARI, N. & YÜCEL, S. Rootstock resistance to *Fusarium* wilt and effect on watermelon fruit yield and quality. **Phytoparasitica**, [s.l.], v. 31, p. 163-169, 2003.

CAPÍTULO III

REAÇÃO DE *Luffa* spp. à *Macrophomina pseudophaseolina*

RESUMO

O gênero *Macrophomina* é responsável por causar doenças em espécies da família cucurbitáceas. Dentro deste gênero, a espécie *Macrophomina pseudophaseolina* foi identificada em associação com plantas daninhas em campos comerciais de cucurbitáceas. Estudos que abordam a interação entre *M. pseudophaseolina* e a cucurbitácea *Luffa*, são inexistentes, sendo necessário investigar sua patogenicidade e impacto nessa cultura. Portanto, o objetivo desse trabalho foi investigar a patogenicidade da espécie *M. pseudophaseolina* em *Luffa* spp. Foi realizado um estudo de prospecção entre os meses de fevereiro a maio de 2022, para identificar fungos associados às raízes de *Luffa* spp., em áreas localizadas nos estados do Rio Grande do Norte e Ceará. Foram identificados três isolados pertencente ao gênero *Macrophomina*, através das estruturas morfológicas, e em seguida submetidos a análises molecular, para confirmação da espécie, por meio de extração de DNA e amplificação por reação em cadeia da polimerase (PCR), utilizando primers específicos (MpTefF e MpTefR para *M. phaseolina*, MsTefF e MsTefR para *M. pseudophaseolina*, e MeTefF e MeTefR para *M. euphorbiicola*). Os isolados amplificaram para *M. pseudophaseolina*, com o isolado RO-II utilizado para testar a patogenicidade em *Luffa* spp. Foram utilizados 12 acessos de *Luffa* spp., da coleção de germoplasma de cucurbitáceas da UFERSA, e duas testemunhas positivas, sendo estas, meloeiro e melanciaira, e para cada acesso/cultivar foi usado uma testemunha negativa. Sementes das cucurbitáceas foram postas para germinar em bandejas, e posteriormente transferidas para vasos com capacidade de 1L, previamente preenchidos com uma mistura de solo autoclavado/substrato (3:1 v/v). A inoculação das plantas foi realizada através do método de palitos de dentes. Após a inoculação, as plantas foram mantidas em condições de casa de vegetação, em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. O ensaio foi repetido. Aos 60 dias após a inoculação, foram avaliadas as variáveis incidência e severidade da doença, classe de reação, comprimento da parte aérea (CA) e da raiz (CR), peso fresco e seco da parte aérea (PFA e PSA, respectivamente) e da raiz (PFR e PSR, respectivamente). Para todas as variáveis analisadas houve diferença estatística significativa entre os tratamentos, ao nível de 5% de probabilidade. O acesso TB39 mostrou-se imune ao patógeno, com incidência média de 0% das plantas, além de ter apresentado os maiores valores de CA (163,9 cm), CR (43,4 cm), PFA (24,9 g), PFR (9,8 g), PSA (3,4 g) e PSR (0,5 g). Esses resultados indicam que a resistência imune do TB39 torna este acesso promissor, tanto em termos de tolerância à doença quanto de crescimento vegetativo, destacando-se como a melhor opção entre os acessos de *Luffa* avaliados. Além disso, este é o primeiro relato de *Luffa* spp. atuando como hospedeira alternativa de *Macrophomina pseudophaseolina*.

Palavras-chave: Bucha vegetal; Reação de acessos; Cucurbitáceas; Patógeno radicular.

1 INTRODUÇÃO

Macrophomina é um gênero fúngico pertence à família Botryosphaeriaceae, classe Dothideomycetes. Até o presente momento, cinco espécies do gênero são conhecidas: *M. phaseolina*, *M. pseudophaseolina*, *M. vaccinii*, *M. euphorbiicola* e *M. tecta* (Sarr et al., 2014; Machado et al., 2018; Zhao et al., 2019; Poudel et al., 2022; Sanabria-Velazquez et al., 2023).

A espécie *M. phaseolina* é amplamente disseminada mundialmente, sendo considerada economicamente mais importante em países subtropicais e tropicais de clima semiárido, pois está associada a enfermidades como à podridão do carvão, colo e sementes (Cohen et al., 2022; Wu et al., 2023; Wang et al., 2023). Em contrapartida, *M. pseudophaseolina* foi relatada recentemente causando danos em culturas, como amendoim (*Arachis hypogaea*), algodão (*Gossypium hirsutum*), mamona (*Ricinus communis*), feijão-de-corda (*Vigna unguiculata*), mandioca (*Manihot esculenta*), hibisco vinagreira (*Hibiscus sabdariffa*), batata doce (*Ipomoea batatas*), lentilha (*Lens culinaris*), melão e melancia (Sarr et al., 2014; Mbaye et al., 2015; Brito et al., 2019; Kouadri et al., 2021; Mello et al., 2021; Negreiros et al., 2022).

Os sintomas do ataque de *Macrophomina* spp. em plantas hospedeiras geralmente incluem lesões aquosas, marrom clara e presença de gotículas de exsudado translúcido, que posteriormente, escurecem, secam e se tornam esbranquiçadas, com fendas longitudinais (Dias & Terao, 2006; Pereira et al., 2012). Em casos severos, a planta morre prematuramente devido ao bloqueio do sistema vascular (xilema) ocasionada pela colonização das hifas fúngicas (Islam et al., 2012). Este gênero fúngico demonstra uma boa adaptação a climas árido e semiárido crescendo adequadamente em temperaturas entre 26 e 38 °C. Além de propagar-se por meio de microescleródios nos tecidos do hospedeiro ou em restos culturais como picnídios, observados como pontos negros nos tecidos infectados (Almeida et al., 2008; Grupta et al., 2012; Pereira et al., 2012; Sarr et al., 2014).

Machado et al. (2018) relataram a presença de *M. pseudophaseolina* pela primeira vez no Brasil causando podridão do carvão em oleaginosas e em sementes de pinhão-manso (*Jatropha curcas*). Posteriormente Negreiros et al. (2019b) encontraram esta espécie em raízes assintomáticas de plantas daninhas, tais como: bredo (*Trianthema portulacastrum*) e pega-pinto (*Boerhavia diffusa*), presentes em campos de produção de melão e melancia. Os autores verificaram ainda que essa espécie, juntamente com *M. phaseolina* são as mais prevalentes nessas regiões de cultivo.

Estudando a patogenicidade de *M. phaseolina* e *M. pseudophaseolina*, Negreiros et al. (2022) demonstram que ambas foram patogênicas em meloeiro com a *M. phaseolina* demonstrando maior agressividade.

Atualmente, não existem registros de ingredientes ativos sintéticos para o controle desses fitopatógenos em áreas de produção de melão e melancia no Brasil, no entanto, existem produtos biológicos registrados, à base de *Trichoderma* spp. e *Bacillus* spp., para o controle da espécie *M. phaseolina* em outras culturas: soja, sorgo, feijão e algodão

(AGROFIT, 2023). Não obstante, os riscos para a micro e microbiota do solo mediante o uso desses produtos ainda vem sendo estudado, devendo o seu uso ser considerado com cautela.

Diante desse cenário, o mais recomendado, seria o uso de sementes tratadas, rotação de áreas cultivadas, genótipos resistentes, manejo de restos culturais e uso de porta-enxertos (Cohen et al., 2000; Pereira et al., 2012; Sales Júnior et al., 2019).

O uso de porta-enxerto resistente é uma estratégia eficaz que permite que a planta complete o ciclo de vida em campo (Jang et al., 2014; Cohen et al.; 2022). Contudo, para que a técnica de enxertia seja efetiva, é necessário selecionar material vegetal que seja não apenas compatível com a cultura alvo a ser enxertada, mas também de fácil replicação e forneça resistência a esses patógenos (Davis et al., 2008). De acordo com Yetişir et al. (2003) e Bindal et al. (2023) plântulas de *Luffa* spp. podem servir de porta-enxertos para outras cucurbitáceas, como abóbora, pepino e melão.

Por se tratar de uma planta de natureza rústica, sendo cultivada livre de insumos químicos, pouco comercializada, e cuja seleção do material vegetal é praticada por pequenos agricultores em conjunto com a seleção natural, hibridização e fluxo gênico, possivelmente estes sejam o conjunto que confere a *Luffa* tolerância a determinados patógenos (Aumonde et al. 2011; Ferreira et al. 2013). Esse comportamento pode ter enriquecido genes específicos, melhorando sua capacidade de lidar com estresses biótico e/ou abiótico (Wu et al., 2020).

Hilal et al. (2000) realizando teste de patogenicidade com fungos isolados de raiz e sementes de *L. aegyptiaca*, observaram que a *M. phaseolina* não mostrou sintomas da doença nesta cultura. Estudos posteriores de Namisy et al. (2022) e Bindal et al. (2023) observaram a resistência de alguns acessos de *Luffa* a raças agressivas de *Fusarium* spp. Mertely et al. (1993), Armengol et al. (1998), Bruton et al. (2000) e Kwon et al. (2001), também verificaram que a *Luffa* sp., quando inoculada com *Monosporascus cannonballus* e *Acremonium cucurbitacearum*, apresentaram resistência aos fungos.

Entretanto, a falta de conhecimento sobre a influência das doenças transmitidas por patógenos radiculares, tem prejudicado a exploração desse material para possíveis fins agrícolas, tais como porta-enxerto para outras cucurbitáceas de acordo com Bindal et al. (2023). Dessa forma, destaca-se a necessidade de se realizar pesquisas adicionais para compreender melhor esses efeitos e desenvolver estratégias de manejo adequadas. Portanto, este trabalho teve por objetivo conhecer e avaliar a patogenicidade de *M. pseudophaseolina* em *Luffa*, a fim de identificar materiais resistentes entre os acessos avaliados, para que posteriormente possam ser utilizados em programas de melhoramento.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Obtenção dos isolados fúngicos

Foi realizado um estudo de prospecção de fungos associados às raízes de *Luffa* spp., entre os meses de Fevereiro a Maio de 2022, nos estados do CE e RN.

Foram coletadas 19 amostras de raízes de plantas assintomáticas. As raízes das plantas foram submetidas a uma lavagem em água corrente para remover resíduos de solo. Em seguida, as mesmas foram imersas em uma solução de hipoclorito de sódio (NaClO) a 1% por um minuto e, posteriormente, enxaguadas com água esterilizada para eliminar o excesso de cloro. Sete fragmentos de raízes foram colocados em placas de Petri contendo meio batata-dextrose-ágar (BDA), adicionado de 0,5 g.L⁻¹ de tetraciclina (Mello et al., 2011). As placas contendo os fragmentos das raízes foram incubadas em uma estufa tipo B.O.D., a uma temperatura de 28 ± 1 °C, no escuro, por um período de até sete dias. As colônias fúngicas que cresceram nos fragmentos das raízes foram transferidas para placas de Petri contendo meio BDA. Foi realizada a técnica de purificação monohifal para obter culturas puras, e estas foram preservadas usando o método de Castellani (1939). Os isolados obtidos foram depositados na coleção de culturas de fungos do Laboratório de Fitopatologia II da UFERSA.

Os isolados fúngicos foram identificados em nível de gênero, através do preparo de lâminas contendo as estruturas fúngicas coradas com lactofenol azul-algodão para observação em microscópio óptico, e comparadas com as descrições das chaves de identificação de fungos (Barnett; Hunter, 1998; Seifert et al., 2011).

Para a caracterização molecular das espécies de *Macrophomina*, empregou-se a técnica de reação em cadeia da polimerase (PCR) com primers específicos. Os isolados fúngicos foram cultivados em meio BDA com papel celofane sobreposto, para permitir a obtenção dos micélios e, posteriormente da extração do DNA de cada isolado. O DNA genômico foi extraído usando o kit de purificação de DNA genômico Wizard® (Promega Corporation, Madison, EUA), seguindo o protocolo do fabricante.

A amplificação por PCR foi realizada utilizando os seguintes componentes: 6,25 µl de GoTaq® Green Master Mix (2X) da Promega Corporation (Madison, EUA), 4,25 µl de Água Milli-Q®, 0,5 µl de cada primer (frente e reverso) e 1 µl de DNA (25 ng/µl). No controle negativo, a água foi usada em substituição ao DNA, enquanto no controle positivo, foram empregados isolados previamente identificados com primers específicos. Foram utilizados primers específicos do locus fator de alongamento de tradução-1alpha (*TEF1-α*) para *M. phaseolina* (MpTefF-AAACACACTTTTCGCACTCCTGC, MpTefR-TATGCTCGCAGAGAAGAACACGA), *M. pseudophaseolina* (MsTefF-

GCACACTTTTCGCGCTTCTGTA e MsTefR-TGTGCTCGCTGGGAAGAACATGA) e *M. euphorbiicola* (MeTefF-AAGCATACTTTTCGTGCTCCTGC, MeTefR-AAAGGAACATGAGTGGCCAAAAA) (Santos et al., 2020).

Foi utilizado um termociclador, o seguinte programa foi empregado: uma etapa de desnaturação inicial a 94 °C por dois minutos, seguida por 30 ciclos de desnaturação a 94 °C por um minuto, anelamento a 63 °C por 30 segundos, extensão a 72 °C por um minuto, e uma etapa final de extensão a 72 °C por dez minutos. Após a conclusão dos ciclos de amplificação, os produtos da PCR foram separados por eletroforese em gel. Carregados 5 µL do DNA amplificado juntamente com 3 µL de tampão de amostra + Gel Red 2X (Santos et al., 2020). Por fim, os resultados foram visualizados sob luz UV. A espécie do patógeno foi confirmada por meio da amplificação dos produtos utilizando os *primers* específicos para a espécie-alvo. Todas as técnicas moleculares para o auxílio da identificação dos isolados foram realizadas pelo Laboratório de Biologia Molecular da Universidade Federal do Cariri (UFCA), no estado do CE.

Para o teste subsequente de virulência, um isolado de *Macrophomina* foi selecionado, identificado como *M. pseudophaseolina* (RO-II). A escolha desse isolado foi baseada em uma avaliação preliminar de patogenicidade, onde o isolado RO-II apresentou maior agressividade em plantas de *Luffa cylindrica* e a meloeiro ‘Natal’ (dados não publicados).

2.2 Acessos de *Luffa* spp. utilizados no experimento

Para o desenvolvimento desta pesquisa foram utilizados 12 acessos de *Luffa* spp. provenientes dos estados de Pernambuco (PE), RN e CE (Tabela 1). Todos os acessos foram adquiridos da coleção de germoplasma de cucurbitáceas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA).

Tabela 1. Acessos de *Luffa* spp. utilizados no experimento

| CÓDIGO* | IDENTIFICAÇÃO | LOCAL DE COLETA |
|----------------|-------------------------|-------------------------|
| TB07 | <i>Luffa cylindrica</i> | Apodi/RN |
| TB24 | <i>Luffa</i> sp. | Petrolina/PE |
| TB26 | <i>Luffa cylindrica</i> | Apodi/RN |
| TB36 | <i>Luffa cylindrica</i> | Serra Talhada/PE |
| TB39 | <i>Luffa cylindrica</i> | Petrolina/PE |
| TB40 | <i>Luffa cylindrica</i> | Gov. Dix-sept rosado/RN |
| TB41 | <i>Luffa cylindrica</i> | São José do Belmonte/PE |
| TB44 | <i>Luffa cylindrica</i> | Apodi/RN |
| TB50 | <i>Luffa cylindrica</i> | Orocó/PE |
| TB51 | <i>Luffa cylindrica</i> | Monsenhor Tabosa/CE |
| TB52 | <i>Luffa cylindrica</i> | Serra Talhada/PE |
| TB55 | <i>Luffa cylindrica</i> | Serra Talhada/PE |

*Código dos acessos de trabalho.

2.3 Montagem, condução e avaliações do ensaio

Para verificar a reação das espécies de *Luffa* à *M. pseudophaseolina* (RO-II), foi realizado teste em casa de vegetação, em delineamento inteiramente casualizado (DIC), composto por 12 acessos de *Luffa* spp., acrescidos da cultivar de melão ‘Natal’, e outra de melancia ‘Crimson Sweet’ (controles positivos) inoculadas com o isolado fúngico, e um controle negativo para cada acesso/cultivar (sem inoculação do fungo), quatro repetições/tratamento. O experimento foi repetido.

As sementes de *Luffa* spp. passaram pelo processo de desinfestação e superação de dormência (Oliveira et al., 2012; Medeiros et al., 2019). A semeadura ocorreu em bandejas de polietileno contendo substrato comercial Tropstrato HT hortaliças® (Vida Verde, Brasil). As plântulas foram transferidas para vasos de 1 L contendo uma mistura de areia mais substrato autoclavados na proporção de 3:1 (v/v), assim que obtiveram três folhas definitivas.

A patogenicidade de *M. pseudophaseolina* foi verificada através do método descrito por Ambrósio et al. (2015), que consistiu em inserir palitos de dentes colonizados com micélio do isolado, 10 dias após a semeadura. Palitos de dente não infestados e autoclavados foram usados nos controles negativos.

A irrigação foi realizada diariamente, até que o solo atingisse a capacidade de campo. A avaliação do ensaio foi conduzida aos 60 dias após a realização do transplântio das mudas. Para isso, as plantas foram delicadamente removidas dos vasos e os sistemas radiculares foram cuidadosamente lavados com água corrente.

As variáveis analisadas foram: incidência (INC) e severidade (SEV) da doença, reação média das plantas a doença, comprimentos de raiz e parte aérea (CR e CA), pesos frescos de raiz e parte aérea (PFR e PFA) e pesos secos de raiz e parte aérea (PSR e PSA).

A incidência da doença foi determinada através do número de plantas infectadas por tratamento, e expressa em porcentagem. A severidade da doença foi avaliada através de escalas diagramáticas de notas. Para as plantas inoculadas com *M. pseudophaseolina* foi utilizada escala descrita por Ravf & Ahmad (1998) com notas variando de 0 a 5, onde: 0 = sem sintomas; 1 = menos de 3% dos tecidos infectados; 2 = 3-10% dos tecidos infectados; 3 = 11-25% dos tecidos infectados; 4 = 25-50% dos tecidos infectados; e 5 = mais de 50% dos tecidos infectados.

Para a reação média das plantas à doença, utilizou-se a escala descrita por Salari et al (2012), onde calculou-se a média das plantas por tratamento através da soma das notas atribuídas a cada uma delas e, em seguida, dividiu-se pelo número total de plantas avaliadas, e em seguida classificou-se por notas que variaram de 0 = imune (I); 0,1-1,0 = altamente resistentes (AR); 1,1-2,0 = moderadamente resistente (MR); 2,1-4,0 = suscetível (SU); e 4,1-5,0 = altamente suscetível (AS).

Também foram obtidos os CR e CA usando uma fita métrica (cm), além dos PFR, PFA, PSR e PSA com auxílio de balança analítica (g). Os pesos secos foram obtidos colocando cada planta individualmente em sacos de papel, e submetendo-as à estufa de circulação de ar forçada a 70 °C até que o peso seco constante fosse alcançado.

2.4 Análise estatística

Os resultados de incidência e severidade foram analisados pelo teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis ao nível de 5% de probabilidade. Os dados de comprimento e peso fresco e seco da parte aérea e da raiz foram submetidos à ANOVA e as médias comparadas por teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. As análises foram realizadas utilizando o software Assistat 7.7 (Silva & Azevedo, 2016).

3 RESULTADOS

3.1 Identificação dos isolados

Foram obtidos 19 isolados fúngicos a partir do isolamento de raízes assintomáticas de *Luffa* spp. Dentre estes, oito isolados foram identificados em nível de gênero, um de *Lasiodiplodia*, um de *Chaetomium*, três de *Rhizoctonia* e três de *Macrophomina* (Figura 1). No entanto, a identificação morfológica dos demais isolados fúngicos (11 deles no total) não foi possível utilizando a chave de identificação convencional.

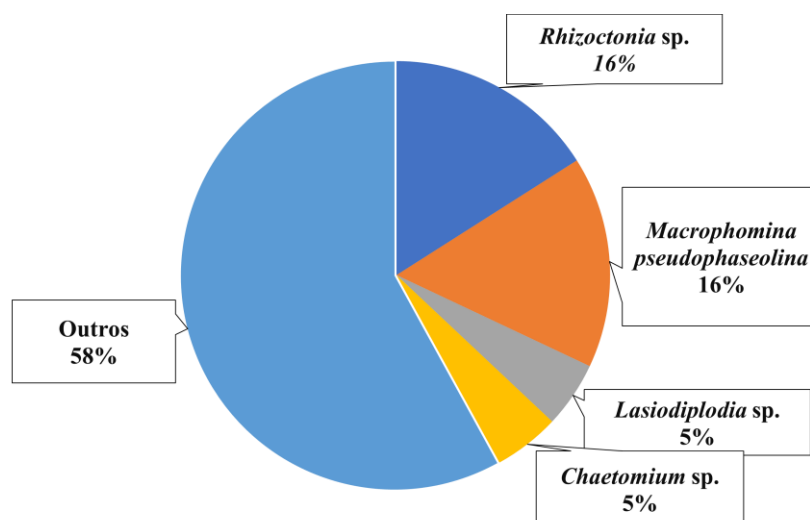


Figura 1. Fungos isolados a partir de raízes assintomáticas de *Luffa* spp. nos meses de Fevereiro a Maio de 2022.

Os três isolados de *Macrophomina* amplificaram para *M. pseudophaseolina*, com os primers MsTefF e MsTefR. Ademais, o estudo de prospecção indica a presença de uma diversidade de fungos associados às raízes de *Luffa* spp., incluindo alguns gêneros conhecidos por causar doenças em plantas de alto valor comercial. A identificação desses fungos foi importante para entender de quais microrganismos essa cucurbitácea é uma possível hospedeira.

3.2 Patogenicidade de *Macrophomina pseudophaseolina* em acessos de *Luffa* spp.

Não foi observado efeito significativo das repetições do experimento (ANOVA $p > 0,05$) para todas as variáveis analisadas, portanto, os dados foram combinados. A inoculação das cucurbitáceas por *M. pseudophaseolina* apresentou diferença estatística significativa para incidência e severidade da doença, de acordo com o teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$) (Tabela 2), assim como pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$) para CR, CA, PFR, PFA, PSR e PSA (Tabela 3).

Tabela 2. Incidência, severidade da doença e classe de reação de *Macrophomina pseudophaseolina* em acessos de *Luffa* spp., *Cucumis melo* e *Citrullus lanatus*

| Tratamentos | Incidência da doença | | Severidade da doença | | Reação ³ |
|-------------|----------------------|-----------|----------------------|--------------------|---------------------|
| | Rank ¹ | Média (%) | Rank ¹ | Média ² | |
| TB07 | 67,5 b | 100,0 | 45,1 a-d | 2,1 | SU |
| TB24 | 46,5 ab | 63,0 | 37,1 a-c | 1,7 | MR |
| TB26 | 67,5 b | 100,0 | 60,2 a-d | 3,1 | SU |
| TB36 | 67,5 b | 100,0 | 60,2 a-d | 3,1 | SU |
| TB39 | 11,5 a | 0,0 | 11,5 a | 0,0 | I |
| TB40 | 67,5 b | 100,0 | 85,4 cd | 4,5 | AS |
| TB41 | 67,5 b | 100,0 | 93,0 d | 5,0 | AS |
| TB44 | 67,5 b | 100,0 | 85,0 cd | 4,6 | AS |
| TB50 | 67,5 b | 100,0 | 93,0 d | 5,0 | AS |
| TB51 | 39,5 ab | 50,0 | 32,5 a-c | 1,5 | MR |
| TB52 | 67,5 b | 100,0 | 65,0 a-d | 3,5 | SU |
| TB55 | 53,5 b | 75,0 | 27,2 ab | 0,8 | AR |
| TMelão | 67,5 b | 100,0 | 75,4 b-d | 4,1 | AS |
| TMelancia | 32,5 ab | 38,0 | 21,1 ab | 0,5 | AR |
| χ^2 | 65,5 | | 80,3 | | |

χ^2 = valores significativos do qui-quadrado a 5% de probabilidade; ¹valores seguidos pela mesma letra na mesma coluna não apresentam diferença estatística entre si pelo teste não-paramétrico Kruskal–Wallis ($p \leq 0,05$). ²Média das classificações para todas as observações dentro de cada amostra de acordo com a escala diagramática de notas onde: 0 (sem sintomas) a 5 (mais de 50% dos tecidos infectados), Ravf & Ahmad (1998). ³Reação à doença de acordo com Salari et al. (2012): 0 = Imune (I); 0.1-1.0 = altamente resistente (AR); 1.1-2.0 = moderadamente resistente (MR); 2.1-4.0 = suscetível (SU); 4.1-5.0 = altamente suscetível (AS). Os dados são valores médios de dois experimentos, cada um com quatro repetições (vasos) por tratamento e uma planta por vaso.

Tabela 3. Comprimento parte aérea e da raiz, no peso fresco e seco parte aérea e da raiz de acessos de *Luffa* spp., *Cucumis melo* e *Citrullus lanatus* inoculados com *Macrophomina pseudophaseolina*

| Tratamentos | CA ¹ (cm) | CR ² (cm) | PFA ³ (g) | PFR ⁴ (g) | PSA ⁵ (g) | PSR ⁶ (g) |
|-------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| TB07 | 111,5 b | 25,5 c | 20,0 b | 6,7 b | 2,8 a | 0,4 b |
| TB24 | 139,5 a | 29,4 c | 14,7 c | 6,2 b | 2,6 a | 0,3 c |
| TB26 | 112,9 b | 25,7 c | 10,7 d | 4,0 d | 2,1 a | 0,2 d |
| TB36 | 122,0 b | 26,0 c | 16,6 c | 6,0 b | 2,5 a | 0,3 c |
| TB39 | 163,9 a | 43,4 a | 24,9 a | 9,8 a | 3,4 a | 0,5 a |
| TB40 | 58,5 c | 18,1 d | 4,2 e | 2,0 e | 1,2 b | 0,2 d |
| TB41 | 47,0 c | 16,3 d | 6,5 e | 0,5 f | 1,3 b | 0,1 e |
| TB44 | 69,1 c | 16,0 d | 6,7 e | 1,5 e | 1,4 b | 0,1 e |
| TB50 | 63,0 c | 24,5 c | 5,2 e | 2,3 e | 1,2 b | 0,2 d |
| TB51 | 156,5 a | 35,2 b | 21,4 b | 5,2 c | 3,0 a | 0,3 c |
| TB52 | 115,2 b | 23,0 c | 12,1 d | 5,2 c | 2,5 a | 0,3 c |
| TB55 | 113,2 b | 24,0 c | 16,0 c | 4,7 c | 2,0 b | 0,3 c |
| TMelão | 46,2 c | 21,0 d | 15,0 c | 2,3 e | 1,5 b | 0,1 e |
| TMelancia | 83,0 c | 26,6 c | 22,5 b | 2,6 e | 3,0 a | 0,2 d |
| CV (%) | 26,99 | 30,45 | 23,48 | 22,21 | 20,0 | 18,17 |

CV (%) = valores significativos do coeficiente de variação; valores seguidos pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença estatística entre si pelo teste Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Comprimento da parte aérea (CA)¹ e comprimento da raiz (CR)², peso fresco da parte aérea (PFA)³ e peso fresco da raiz (PFR)⁴, peso seco da parte aérea (PSA)⁵ e peso seco da raiz (PSR)⁶.

Para a incidência da doença, os TB24 (63,0%), TB39 (0,0%) e TB51 (50,0 %) não diferiram significativamente de TMelancia (38,0%). Todos os tratamentos não diferiram da TMelão, com exceção do TB39. O TB39 foi o único tratamento que não houve incidência da doença, ou seja, o acesso de *Luffa* não foi susceptível ao patógeno (Tabela 2).

Em relação a severidade da doença, todos os acessos de *Luffa* (severidade média variando de 0,0 a 3,5) não diferiram do TMelancia (0,5), com exceção dos TB40 (4,5), TB41 (5,0), TB44 (4,6) e TB50 (5,0). Entretanto, a *M. pseudophaseolina* não se mostrou agressiva ao TB39, diferindo-se do TMelão (4,1) (Tabela 2). A infecção por *M. pseudophaseolina* nos acessos (TB41, TB44 e TB50) de *Luffa* iniciou-se por volta do 19º dia após a inoculação, sendo encontradas estruturas como microescleródios e picnídios, localizados próximos ao colo da planta, além do surgimento de rachaduras no hipocótilo e o aparecimento de clorose nas folhas inferiores, culminando na morte das plantas (Figura 2).

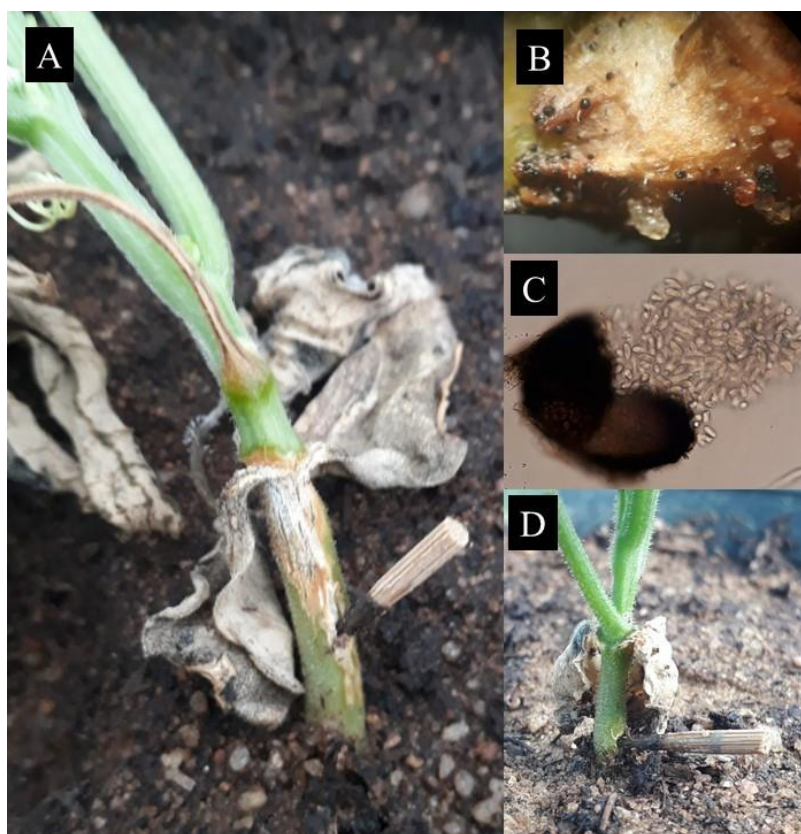


Figura 2. Sintomas da doença e características morfológicas de *Macrophomina pseudophaseolina* isolado de *Luffa* (A) Sintomas da podridão cinzenta em planta do acesso TB50, (B) Picnídios do patógeno no tecido vegetal, (C) Picnídio e conídios e (D) Planta do acesso TB39 assintomática.

Conforme a classificação de reação proposta por Salari et al. (2012), TB39 foi categorizado como “imune”, enquanto TB55 foi “altamente resistente” ao patógeno, se assemelhando ao controle positivo TMelancia. Os TB24 e TB51 foram classificados como

“moderadamente resistente”, já os TB07, TB26, TB36, TB52 foram “suscetível” ao patógeno. E por fim, os TB40, TB41, TB44, TB50 e TMelão foram “altamente suscetível” (Tabela 2) (Figura 3).



Figura 3. Reação de acessos de *Luffa* inoculadas com *Macrophomina pseudophaseolina*. NC: controle negativo. I: planta inoculada.

Para o CA, os TB24, TB39 e TB51 se mostraram estatisticamente superiores aos demais tratamentos, com média variando entre 139,5 e 163,9 cm, apresentando os maiores CA. Os TB07, TB26, TB36, TB52 e TB55 diferiram significativamente de TMelão e TMelancia, com comprimentos variando entre 111,5 e 122,0 cm. Por outro lado, TB40, TB41, TB44 e TB50 (47,0 a 69,1 cm) não diferiram significativamente de TMelão e TMelancia (46,2 e 83,0 cm respectivamente), exibindo os menores comprimentos.

O acesso TB39 se mostrou estatisticamente superior aos demais tratamentos para CR (43,4 cm), PFA (24,9 g), PFR (9,8 g) e PSR (0,5 g), demonstrando as maiores médias para essas variáveis analisadas.

Para CR, os TB40, TB41, TB44 e TMelão (16,0 a 21,0 cm) foram estatisticamente inferiores aos demais tratamentos, apresentando as menores médias, assim como uma maior redução da característica analisada. No que diz respeito ao PFA, os TB40, TB41, TB44 e TB50 apresentaram-se inferiores aos demais tratamentos, com as menores médias, variando de 4,2 a 6,7 g. Para o PFR, o TB41 se mostrou inferior aos demais tratamentos, com valor médio de 0,5 g, ocorrendo uma maior redução no sistema radicular. Em relação a PSR, o menor peso registrado foi 0,1 g para os tratamentos TB41, TB44 e TMelão.

Referente ao PSA, os acessos que se mostraram estatisticamente superiores foram TB07, TB24, TB26, TB36, TB39, TB51, TB52 e TMelancia, variaram de 2,1 a 3,4 g. Os TB40, TB41, TB44, TB50 e TB55, por sua vez, apresentaram valores médios que variaram de 1,2 a 2,0 g, diferindo-se significativamente de TMelancia mas não de TMelão.

4 DISCUSSÃO

Patógenos do gênero *Macrophomina* são uma preocupação recorrente entre os agricultores, especialmente porque podem ter um impacto direto na produção de cucurbitáceas de interesse econômico como melão e melancia, resultando em prejuízos significativos na renda dos produtores dessas hortaliças (Negreiros et al., 2022). Esse trabalho, investigou, portanto, a reação de diferentes acessos de *Luffa* spp. à *M. pseudophaseolina* com a finalidade de indicar materiais resistente a esse patógeno.

Os resultados de reação de *Luffa* spp. à *M. pseudophaseolina*, mostraram que nove dos 12 acessos apresentaram incidência superior a 75% da doença (TB07, TB26, TB36, TB40, TB41, TB44, TB50, TB52 e TB55). Apenas o acesso TB39 não apresentou doença. Entre os controles positivos, a melancieira foi a menos afetada. Negreiros et al. (2022) estudando a patogenicidade de dois isolados (CMM4771 e CMM4801) de *M. pseudophaseolina* observaram que a incidência da doença foi maior na cultura do meloeiro (40 e 80%, respectivamente) do que em melancieira (0 e 40%, respectivamente), provando que a cultura do melão é mais sensível a esta espécie, o que também foi possível verificar neste estudo.

Ao acesso TB39 de *Luffa cylindrica* foi atribuído nota média de 0 para a severidade da doença, com todas as plantas não apresentando sintomas, recebendo a classificação “imune” ao patógeno. Wu et al. (2020) observam que devido à grande variabilidade genética existente nessa cultura, alguns acessos de *Luffa* podem ter enriquecidos certos genes de resistência que confere melhoria na capacidade de resposta a estresses abióticos e bióticos, tais como estresse hídrico, temperatura, umidade e doenças. O acesso TB39 obteve ainda as maiores médias de CR, PFA, PFR e PSR entre todos os tratamentos. Para Katuuramu et al. (2020), o bom desenvolvimento radicular das plantas auxilia na absorção de nutrientes e água, bem como favorece a redução da severidade de doenças transmitidas por patógenos do solo.

Os TB55 e TMelancia se classificam como “altamente resistente” ao patógeno, com os demais acessos classificados de “moderadamente resistente” a “altamente suscetível”, assim como o meloeiro, “altamente suscetível”. Esses resultados refletem os observados por Namisy et al. (2022), que também observaram diferentes respostas entre os acessos inoculados com

Fusarium oxysporum f. sp. *luffae*. Para os autores, esses resultados podem ser atribuídos ao efeito do genótipo da planta.

Durante o ensaio foi observado a aparecimento de estruturas como microescleródios e picnídios nos acessos (TB41, TB44 e TB50) inoculados com *M. pseudophaseolina*, bem como rachaduras no hipocótilo e a seca nas folhas inferiores, o que culminou na morte das plantas. Por outro lado, no ensaio de Hilal et al. (2000), as plantas da espécie *L. aegyptiaca* inoculadas apenas com *M. phaseolina* não apresentaram sintomas, entretanto, quando associada a outro patógeno (*Phythium* sp.), sintomas aparentes puderam ser observados nas mesmas. É interessante esclarecer ainda que os autores relataram que o mesmo isolado de *M. phaseolina* (obtido de *L. aegyptiaca*), foi altamente patogênico quando inoculado em outras culturas, como: algodão ‘Giza 75’, pepino ‘Amira 2’, quiabo ‘Costa Dourada’, amendoim ‘Giza 4’, abóbora ‘Balady’, gergelim ‘Giza 32’, soja ‘Crawford’, abobrinha ‘Eskandarani’ e melancia ‘Giza 1’.

Estudos de reação desempenham um papel fundamental na identificação de material vegetal resistente, uma vez que o controle de *Macrophomina* é bastante complexo. Este se trata de fungo habitante natural do solo, que vive em constante interação com outros patossistemas, além das condições físicas e químicas do solo, qualquer abordagem de manejo da doença deve considerar o mínimo possível de alteração ou manipulação do ambiente e recursos naturais (Marquez et al., 2021). E por não existirem métodos de controle eficazes, é necessário adotar uma combinação de medidas para reduzir a pressão da doença (AGROFIT, 2023). Nesse contexto, a enxertia surge como uma alternativa viável. Cohen et al. (2022) destacam que a enxertia já é utilizada com sucesso em algumas áreas de Israel para o controle de *Macrophomina* nas culturas de meloeiro e melancieira em porta-enxerto de abóbora resistentes ao patógeno.

Contudo, para que a técnica de enxertia seja bem-sucedida, é necessário selecionar material vegetal que seja não apenas compatível com a cultura alvo, mas também de fácil replicação e forneça resistência a esses patógenos (Davis et al., 2008). Nesse sentido, a *Luffa* já vem sendo estudada como porta-enxerto em cucurbitáceas como abóbora, pepino e melão (Li et al., 2016; Shahiba & Chacko, 2019; Nordey et al., 2020; Guo et al., 2023). Dessa forma, o acesso TB39 é promissor para programas de melhoramento genético no desenvolvimento de cultivares resistentes.

Por fim, é relevante destacar que este é o primeiro relato de *Luffa* spp. atuando como hospedeira alternativa de *M. pseudophaseolina*, portanto, esses achados contribuem para o

conhecimento sobre a interação *M. pseudophaseolina-Luffa*, bem como oferece informações valiosas para o manejo da doença em outras cucurbitáceas.

5 CONCLUSÃO

O acesso TB39 destacou-se com o menor índice de incidência e severidade da doença entre os acessos avaliados, além de apresentar os maiores valores para todas as variáveis biométricas analisadas, sendo classificado como “imune” ao patógeno. Este é o primeiro relato de *Luffa* spp. atuando como hospedeira alternativa de *Macrophomina pseudophaseolina*.

REFERÊNCIAS

- AGROFIT**. Sistemas de agrotóxicos fitossanitários. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em 28 abr. 2023.
- ALMEIDA, A. M. R.; SOSA-GOMEZ, D. R.; BINNECK, E.; MARIN, S. R. R.; ZUCCHI, M. I.; ABDELNOOR, R. V.; SOUTO, E. R. Effect of crop rotation on specialization and genetic diversity of *Macrophomina phaseolina*. **Tropical Plant pathology**, [s.l.], v. 33, n. 4, p. 257-264, 2008.
- AMBRÓSIO, M. M. Q.; DANTAS, A. C. A.; MARTINEZ-PEREZ, E.; MEDEIROS, A. C.; NUNES, G. H. S.; PICÓ, M. B. Screening a variable germplasm collection of *Cucumis melo* L. for seedling resistance to *Macrophomina phaseolina*. **Euphytica**, v. 206, p. 287-300, 2015.
- ANDRADE, D. E. G.T.; MICHEREF, S. F.; BIONDI, C. M.; NASCIMENTO, C. W. A.; SALES, R. JR. Frequência de fungos associados ao colapso do meloeiro e relação com características físicas, químicas e microbiológicas dos solos. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 31, n. 4, p. 327-333, 2005.
- ARMENGOL, J.; SANZ, E.; MARTÍNEZ-FERRER, G.; SALES JÚNIOR, R.; BRUTON, B. R.; GARCÍA-JIMÉNEZ, J. Host range of *Acremonium cucurbitacearum*, cause of *Acremonium* collapse of muskmelon. **Plant Pathology**, [s.l.], v. 47, p. 29-35, 1998.
- AUMONDE, T. Z.; LOPES, N. F.; PEIL, R. M. N.; MORAES, D. M.; PEDÓ T.; PRESTES, S. L. C.; NORA, L. Enxertia, produção e qualidade de frutos do híbrido de mini melancia smile. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 17, n. 14, p. 42-50, 2011
- BARNETT, H. L.; HUNTER, B. B. Illustrated genera of imperfect fungi. 4th Ed. St. Paul, Minneapolis: **American Phytopathological Society Press**, 218 p. 1998.
- BINDAL, S.; SHEU, Z-M.; KENYON, L.; TAHER, D.; RAKHA, M. Novel sources of resistance to fusarium wilt in *Luffa* species. **Frontiers Plant Science**, [s.l.], n. 14, p. 1-7, 2023.
- BRITO, A. C. Q.; MELLO, J. F.; MICHEREFF, S. J.; SOUZA-MOTTA, C. M.; MACHADO, A. R. First report of *Macrophomina pseudophaseolina* causing stem dry rot in cassava in Brazil. **Journal Of Plant Pathology**, [s.l.], v. 101, n. 4, p. 1245-1245, 2019.

BRUTON, B. D.; POPHAM, T. W.; GARCIA- JIMÉNDIZ, J.; ARMENGOL, J.; MILLER, M. E. Disease reaction among selected Cucurbitaceae to an *Acremonium cucurbitacearum* isolate from Texas. **Horticultural Science**. v. 35, n. 4, p. 677- 680, 2000.

CASTELLANI, A. Viability of some pathogenic fungi in distilled water. **Journal of Tropical Medicine & Hygiene**, Baltimore, v. 24, p. 270-276, 1939.

COHEN, R.; PIVONIA, S.; BURGER, Y.; EDELSTEIN, M.; GAMLIEL, A.; KATAN, J. Toward integrated management of *Monosporascus cannonballus* wilt of melons in Israel. **Plant Disease**, v. 84, n. 5, p. 496-505, 2000.

COHEN, R.; ELKABETZ, M.; PARIS, H.S.; GUR, A.; DAI, N.; RABINOVITZ, O.; FREEMAN, S. Occurrence of *Macrophomina phaseolina* in Israel: Challenges for disease management and crop germplasm enhancement. **Plant Disease**, v. 106, n. 1, p. 15-25, 2022.

DAVIS, A. R.; PERKINS-VEAZIE, P.; SAKATA, Y. LÓPEZ-GALARZA, S.; MAROTO, J. V.; LEE, S.G.; HUH, Y.C.; SUN, Z.; MIGUEL, A.; KING, S. R.; COHEN, R.; LEE, J.M.; **Cucurbit Grafting**, Critical Reviews in Plant Sciences, v. 27, n. 1, p. 50-74, 2008.

DIAS, R. C. S.; TERAPO, D. **Patologia Pós-Colheita: Frutas, olerícolas e ornamentais topicais**, Doenças das cucurbitáceas, Brasília, DF: Embrapa Semiárido, Cap. 24, 612 p. (Circular Técnica), 2006.

FERREIRA, M. A. J. F.; LIRA, I. C. S. A. L.; SANTOS, D. S. S.; SENA, E. M. N. **Seleção de bucha vegetal por agricultores familiares**. Petrolina: EMBRAPA Semiárido, 2013.

GUO, Z.; QIN, Y.; LV, J.; WANG, X.; DONG, H.; DONG, X.; ZHANG, T.; DU, N.; PIAO, F. Luffa rootstock enhances salt tolerance and improves yield and quality of grafted cucumber plants by reducing sodium transport to the shoot. **Environmental Pollution**, v. 316, n. 1, p. 120-521, 2023.

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**, [s.l.], v. 160, p. 167-180, 2012.

- HILAL, A. A.; ABDEL-KADER, D. A.; ABO-EL-ELA, A. M.; NADA, M. G. A. Soilborne fungal diseases of loofa (*Luffa aegyptiaca* L.): new diseases in Egypt. **Egyptian Journal Of Agricultural Research**, v., 78 n., 5 p. 1823-1839, 2000.
- ISLAM, M. S. et al. Tools to kill: Genome of one of the most destructive plant pathogenic fungi *Macrophomina phaseolina*. **BMC Genomics**, Londres, v. 13, n. 493, 2012.
- JANG, Y.; HUH, Y.; PARK., D.; MUN, B.; GYU, S.; YEONGCHEOL, L. Greenhouse evaluation of melon rootstock resistance to *Monosporascus* root rot and vine decline as well as of yield and fruit quality in grafted 'inodorus' melons. **Korean Journal Of Horticultural Science & Technology**, [s.l.], v. 32 n. 5, p. 614-622, 2014.
- KATUURAMU, D. N.; WECHTER, W. P.; WASHINGTON, M. L.; HORRY, M.; CUTULLE, M. A.; JARRET, R. L.; LEVI, A. Phenotypic diversity for root traits and identification of superior germplasm for root breeding in watermelon. **Horticultural Science**, [s.l.], v. 55, n. 8, p. 1272-1279, 2020.
- KWON, MI-KYUNG; HONG, JEONG-RAE; KIM, YONG-HWAN; KIM, KI-CHUNG. Soil-Environmental factors involved in the development of root rot/vine on Cucurbits caused by *Monosporascus cannonballus*. **The Plant Pathology Journal**, [s.l.], v. 17, n. 1, p. 45-51, 2001.
- KOUADRI; M. E. A.; ZAIM, S.; BEKKAR, A. A. First report of *Macrophomina pseudophaseolina* infecting *Lens culinaris*. **Australasian Plant Disease Notes**, v. 16, n. 1, p. 1-3, 2021.
- LI, H. AHAMMED, G. J.; ZHOU, G.; XIA, X.; ZHOU, J.; SHI, K.; YU, J.; ZHOU, Y. Unraveling main limiting sites of photosynthesis under below-and above-ground heat stress in Cucumber and the alleviatory role of *Luffa* rootstock. **Frontiers Plant Science**. [s.l.], v. 7, 2016.
- MACHADO, A. R.; PINHO, D. B.; SOARES, D. J.; GOMES, A. A. M.; PEREIRA, O. L. 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**, [s.l.], v. 153, n. 1, p. 89-100, 2018.

MARQUEZ, N.; GIACHERO, M. L.; DECLERCK, S.; DUCASSE, D. A. *Macrophomina phaseolina*: General characteristics of pathogenicity and methods of control. **Frontiers in Plant Science**, [s.l.], v. 12, 2021

MBAYE, N; MAME, P S; NDIAGA, C; IBRAHIMA, N. Is the recently described *Macrophomina pseudophaseolina* pathogenically different from *Macrophomina phaseolina*? **African Journal of Microbiology Research**, [s.l.], v. 9, n. 45, p. 2232-2238, 2015.

MEDEIROS, M. G., NETO, J. S. S. S., OLIVEIRA, G. B. S., TORRES, S. B., SILVEIRA, L. M. Physiological maturity of *Luffa cylindrica* (L.) Roem. Seeds, **Revista Ciência Agrônômica**, Ceará, v. 50, n. 1, p. 76-82, 2019.

MELLO, S. C. M.; REIS, A.; SILVA, J. B. T. **Manual de curadores de germoplasma – Micro-organismos: fungos filamentosos**. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2011. 25 p. (Documentos / Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 335; Documentos / Embrapa Hortaliças, 134).

MELLO, J. F.; BRITO, A. C. Q.; VIEIRA, J. C. B.; CÂMARA, M. P. S.; MICHEREFF, S. J.; SOUZA-MOTTA, C. M.; MACHADO, A. R. Identification and pathogenicity of Botryosphaeriaceae species associated with root and stem rot of sweet potato in Brazil. **Plant Pathology**, [s.l.], v. 70, n. 7, p. 1601-1615, 2021.

MERTELY, J. C.; MARTYN, R. D.; MILLER, M.E.; BRUTON, B. D. An expanded host range for the muskmelon pathogen, *Monosporascus cannonballus*. **Plant Disease**, v. 77, p. 667-673, 1993.

NAMISY, A.; HUANG, J. H.; RAKHA, M.; HONG, C. F.; CHUNG, W. H. Resistance to *Fusarium oxysporarum* f. sp. *Luffae* in *Luffa* germplasm despite hypocotyl colonization. **Plant Disease**, v.0, n.0, p. 1-9, 2022.

NEGREIROS, A. M. P.; SALES JÚNIOR, R.; LEON, M.; MELO, N. J. A.; MICHEREFF, S. J.; AMBRÓSIO, M. Q. A.; MEDEIROS, H. L. S.; ARMENGOL, J. Identification and pathogenicity of *Macrophomina* species collected from weeds in melon fields in Northeastern Brazil. **Journal of Phytopathology**, v. 137, p. 326-337, 2019b.

NEGREIROS, A. M. P.; MELO, N. J. A.; AMBRÓSIO, M. M. Q.; NUNES, G. H. S.; SALES JÚNIOR, R. Growth rate, pathogenicity and fungicide sensitivity of *Macrophomina* spp. from

weeds, melon and watermelon roots. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 35, n. 3, p. 537-547, 2022.

NORDEY, T.; SCHWARZ, D.; KENYON, L. MANICKAM, R.; HUAT, J. Tapping the potential of grafting to improve the performance of vegetable cropping systems in sub-Saharan Africa. A review. **Agronomy For Sustainable Development**, [s.l.], v. 40, n. 23, p. 1-18, 2020.

OLIVEIRA, F. S.; NUNES, M. C. C.; COSTA, F. M. C. D.; SILVA NETO, J. S. S.; SILVEIRA, L. M.; TORRES, S. B. Superação de dormência em diferentes acessos de bucha. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 2, p. 2656-2662, 2012. (Suplemento CD- ROM).

PEREIRA, R. B., PINHEIRO, J. B., CARVALHO, A. D. F. **Identificação e manejo das principais doenças fúngicas do meloeiro**. Brasília, DF: EMBRAPA (Circular Técnica, 112), p. 5-6, 2012.

POUDEL, B.; PURUSHOTHAM, N. JONES, A.; NASIM, J.; ADORADA, D. L.; SPARKS, A. H.; SCHWESSINGER, B.; VAGHEFI, N. The first annotated genome assembly of *Macrophomina tecta* associated with charcoal rot of sorghum. **Genome Biology and Evolution**, v. 14 n. 6, 2022.

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

SALARI, M.; PANJEHKEH, N.; NASIRPOOR, Z.; ABKHOO, J. Reaction of melo'n (*Cucumis melo* L.) cultivars to soil-borne plant pathogenic fungi in Iran. **African Journal of Biotechnology**, v. 11 n. 87, 15324-15329, 2012.

SALES JÚNIOR, R.; SENHOR, R. F.; MICHEREFF, S. J.; NEGREIROS, A. M. P. Reaction of genotypes to the root's rot caused by *Monosporascus*. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 32, n.1, p. 288-294, 2019.

SANABRIA-VELAZQUEZ, A. D.; CUBILLA, A.; FLORES-GIUBI, M. E.; BARUA, J. E. ROMERO-RODRÍGUEZ, C. ENCISO-MALDONADO, G. A.; THIESSEN, L. D.; SHEW, H. D. First report de *Macrophomina euphorbiicola* causing charcoal roto of Stevia in Paraguay. **Plant Disease**, p. 229, 2023.

- SANTOS, K. M.; LIMA, G. S.; BARROS, A. P. O.; MACHADO, A. R.; SOUZA-MOTTA, C. M.; CORREIA, K. C.; MICHEREFF, S. J. Novel specific primers for rapid identification of *Macrophomina* species. **European Journal of Plant Pathology**, v. 156, n. 4, p. 1213-1218, 2020.
- SHAHIBA A. M.; ARUN CHACKO. Grafting as a tool to improve drought tolerance in plants. In: KUMAR, S. Ramesh *et al* (ed.). **Readers Shelf**. J. V. Publishing House, v. 16, p. 1-68, 2019.
- SARR, M. P.; NDIAYE, M.; GROENEWALD, J. Z.; CROUS, P. W. Genetic diversity in *Macrophomina phaseolina*, the causal agent of charcoal rot. **Pytopathologia Mediterranea** v. 53, n. 2, p. 250-268, 2014.
- SILVA, F. A. Z.; AZEVEDO, C. A. V. The Assisat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal Agricultural Research**, v. 11, p. 3733-3740, 2016.
- SEIFERT, K.; MORGAN-JONES, G.; GAMS, W.; KENDRICK, B. The Genera of Hyphomycetes. **CBS Biodiversity Series**. CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre, Utrecht, Netherlands, n. 9, p. 1-997, 2011.
- WANG, C.; TANG, Y. MA, X.; LI, H.; LI, J.; TANG, H.; LIU, Z. First report of *Macrophomina phaseolina* causing leaf blight of cassava in China. **Plant Disease**, v. 0, 2023
- WU, H.; LI, C.; CHAKRABORIT, P.; GUO, Z.; PENG, B.; GU, W.; KANG, B.; GU, Q. First report of watermelon charcoal rot (*Macrophomina phaseolina*) in China. **Plant Disease**, v. 106, n. 5, 2022
- WU, H.; ZHAO, G.; GONG, H.; LI, J.; LUO, C.; HE, X.; LUO, S.; ZHENG, X.; LIU, X.; GUO, J.; CHEN, J.; LUO J. A high-quality sponge gourd (*Luffa cylindrica*) genome. **Horticulture Research**. v. 7, n. 128, 2020.
- YETIŞİR, H., SARI, N. & YÜCEL, S. Rootstock resistance to *Fusarium* wilt and effect on watermelon fruit yield and quality. **Phytoparasitica** [s.l.], v. 31, p. 163-169, 2003.
- ZHAO, L; CAI, J; HE, W.; ZHANG, Y. *Macrophomina vaccinii* sp. nov. causing blueberry stem blight in China. **Myckeys**, [s.l.], v. 55, p. 1-14, 19, 2019.