

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA
FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS CÂMPUS
DE JABOTICABAL**

**SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE MELOEIRO PARA
RESISTÊNCIA A *Didymella bryoniae* E TRÊS ESPÉCIES DE
Meloidogyne E COMPATIBILIDADE DE COMBINAÇÕES DA
ENXERTIA**

Edicleide Macedo da Silva

Engenheira Agrônoma

2021

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA
FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS CÂMPUS
DE JABOTICABAL**

**SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE MELOEIRO PARA
RESISTÊNCIA A *Didymella bryoniae* E TRÊS ESPÉCIES DE
Meloidogyne E COMPATIBILIDADE DE COMBINAÇÕES DA
ENXERTIA**

Edicleide Macedo da Silva

Orientadora: Profa. Dra. Leila Trevisan Braz

Coorientador: Prof. Dr. Pedro Luiz Martins Soares

Coorientadora: Profa. Dra. Rita de Cássia Panizzi

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas).

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

EDICLEIDE MACEDO DA SILVA – filha de Hozenita Maria de Medeiros e José Macedo da Silva, nascida em 03 de março de 1989 em Currais Novos, interior do estado do Rio Grande do Norte. Ingressou no curso de Engenharia Agrônoma na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Câmpus de Mossoró, em agosto de 2008. Como aluna de graduação, estagiou nas áreas de melhoramento genético, práticas culturais, ciência do solo e recuperação de áreas degradadas, além de ter sido monitora da disciplina de horticultura geral e bolsista PIVIC, PICI e PIBIC do CNPq. Participou do projeto de extensão CAJUSOL (cadeias produtivas do caju e do girassol no RN: Tradição e inovação na perspectiva da economia solidária e da tecnologia social). Defendeu seu TCC no dia quatro de agosto de 2014, intitulado combinação de espécies arbóreas em consorciação com o milho, para controlar plantas daninhas, tendo como orientador o Prof. Dr. Paulo Sérgio Lima e Silva. Obteve o título de Engenheira Agrônoma no dia 26 de agosto de 2014. Coordenou as atividades do grupo Planta. Em março de 2015, ingressou no curso de Pós-graduação em Fitotecnia nível Mestrado, pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), quando trabalhou com interação genótipo x ambiente, adaptabilidade e estabilidade de híbridos de melão pele de sapo via modelo misto, sendo bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), tendo como orientador o Prof. Dr. Glauber Henrique de Sousa Nunes, obtendo o título de Mestre em fevereiro de 2017. Em março de 2017, ingressou no curso de Pós-graduação em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas), nível Doutorado, pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal (UNESP-FCAV), sendo bolsista CAPES, tendo como orientadora a Profa. Dra. Leila Trevisan Braz. É Coordenadora discente do Grupo de Estudos em Genética e Melhoramento de Plantas (GEMP-UNESP) e representante discente no Conselho do Programa de Pós-graduação em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas). Participou de organizações de eventos como simpósios, workshops e cursos. Participou de congressos, feiras e exposições. Publicou resumos e artigos científicos. Orientou alunos de graduação no trabalho final de iniciação científica.

"Não fui eu que lhe ordenei? Seja forte e corajoso! Não se apavore, nem se desanime, pois, o Senhor, o seu Deus, estará com você por onde você andar".

(Josué 1:9)

Dedico

Aos meus Pais, Hozenita Maria de Medeiros e José Macedo da Silva e às minhas irmãs, Enilma Jerônimo da Silva Santos e Maria Edivânia da Silva, por tudo que fazem por mim.

Ofereço

À minha amada avó (*in memoriam*) Maria Madalena de Medeiros, a Macarena, pela transformação que proporcionou em minha vida e a João Pedro Peixoto Fernandes, por toda dedicação.

S586s Silva, Edicleide Macedo da
Seleção de genótipos de meloeiro para resistência a *Didymella bryoniae* e três espécies de *Meloidogyne* e compatibilidade de combinações da enxertia / Edicleide Macedo da Silva. -- Jaboticabal, 2021
127 p. : tabs., fotos

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal
Orientadora: Leila Trevisan Braz
Coorientador: Pedro Luiz Martins Soares
Coorientadora: Rita de Cássia Panizzi

1. Resistência. 2. Nematoides. 3. Enxertia. 4. Parâmetros genético. 5. Seleção. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pela autora.

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE MELOEIRO PARA RESISTÊNCIA A *Didymella bryoniae* E TRÊS ESPÉCIES DE *Meloidogyne* E COMPATIBILIDADE DE COMBINAÇÕES DA ENXERTIA

AUTORA: EDICLEIDE MACEDO DA SILVA
ORIENTADORA: LEILA TREVISAN BRAZ
COORIENTADORA: RITA DE CÁSSIA PANIZZI
COORIENTADOR: PEDRO LUIZ MARTINS SOARES

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em AGRONOMIA (GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS), pela Comissão Examinadora:



Profa. Dra. LEILA TREVISAN BRAZ (Participação Virtual)
Departamento de Ciências da Produção Agrícola (Produção Vegetal) / FCAV / UNESP - Jaboticabal



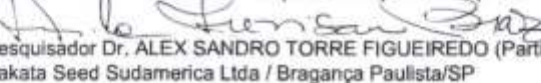
Prof. Dr. DILERMANDO PERECIN (Participação Virtual)
Departamento de Engenharia e Ciências Exatas (DECEX) / FCAV / UNESP - Jaboticabal



Prof. Dr. HAMILTON CÉSAR DE OLIVEIRA CHARLO (Participação Virtual)
Instituto Federal do Triângulo Mineiro / IFTM - Uberaba/MG



Prof. Dr. JAIME MAIA DOS SANTOS (Participação Virtual)
Departamento de Fitossanidade (Docente Aposentado) / FCAV / UNESP - Jaboticabal



Pesquisador Dr. ALEX SANDRO TORRE FIGUEIREDO (Participação Virtual)
Sakata Seed Sudamerica Ltda / Bragança Paulista/SP

Jaboticabal, 23 de fevereiro de 2021

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela dádiva da vida.

À Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal (UNESP-FCAV), do qual tive grande prazer em fazer parte.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de financiamento - 001. Meu agradecimento pela concessão de Bolsa de Estudo.

Ao Programa de Pós-graduação em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas) pela oportunidade em fazer parte dessa família.

À Empresa Sakata Seed Sudamerica pela parceria na realização dessa pesquisa.

Aos meus pais, José Macedo da Silva e Hozenita Maria de Medeiros, pelo cuidado e dedicação.

À Macarena, por me fazer entender o que é o amor, por proporcionar inúmeros momentos de alegria na minha vida e por me transformar como ser humano.

Ao João Pedro Peixoto Fernandes, pelo apoio, paciência, confiança e por sempre acreditar em mim.

Aos meus irmãos Edilson, Enilson, Enilda, Enilma, Edivan, Edivânia e Edivaneide, pelo amor e paciência.

Aos meus sobrinhos Lorena, Thaynara, Edilley, Thiago, Henrique, Rodrigo, Gustavo e Davi, pelos momentos maravilhosos que compartilhamos.

À minha orientadora, Profa. Dra. Leila Trevisan Braz, pela orientação, atenção, dedicação, encorajamento e valiosos ensinamentos que me proporcionou durante a realização deste trabalho.

À minha coorientadora, Profa. Dra. Rita de Cássia Panizzi, por todos os ensinamentos, por permitir que eu continue acreditando na gentileza das pessoas. A senhora é uma pessoa extraordinária, obrigada por tudo.

Ao meu coorientador Prof. Dr. Pedro Luiz Martins Soares pela capacidade e simplicidade de ensinar, por tudo que proporcionou de ensinamentos.

Ao coordenador do programa de Pós-graduação em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas), Prof. Dr. Vitor Fernandes Oliveira de Miranda, pelo trabalho que vem desenvolvendo no programa, por ser uma pessoa íntegra, coerente e competente.

Aos meus colegas do grupo de pesquisa NEOM (Núcleo de Estudos em Olericultura e Melhoramento) que estiveram comigo durante esses anos: Aline, Renan Furlan, Roberta Vidal, Marcos Cláudio, Renato Silva, Lívia Carvalho, Edgard Henrique, Carolina Franco e especialmente a Bruna Fukumoto e Lucas Matias, pela parceria nas pesquisas.

Aos professores da Unesp-FCAV, em especial aos do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas), com os quais tive a oportunidade de aprender muito durante as disciplinas que cursei.

Aos meus amigos Naiara Scarabelli, Daniel do Nascimento, Bruna Fukumoto e Lucas Matias, por tudo que fizeram por mim, pelos momentos compartilhados e pela incrível oportunidade de conhecer vocês.

Aos integrantes do Grupo de Estudos em Genética e Melhoramento de Plantas, (GEMP-UNESP) pela oportunidade de crescimento pessoal e profissional, especialmente a Amanda, Lígia, Naiara e Samanta.

Aos amigos do Laboratório de Nematologia (LabNema), Mariana Rodrigues, Suelen, Walmir, Júnior, Erick, Ilana e André Maurício.

Aos funcionários do Setor de Olericultura e Plantas Aromático-Medicinais, Inauro, Reinaldo, Silvio, Néia e Cláudio, por toda ajuda na condução dos ensaios, ensinamentos e paciência.

À Rosângela, técnica do laboratório de Fitopatologia, pela paciência de compartilhar seus conhecimentos.

A todos aqueles que colaboraram, direta ou indiretamente, na realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

RESUMO.....	iv
ABSTRACT.....	v
LISTA DE TABELAS.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	ix
CAPÍTULO 1 – Consideração gerais.....	1
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Importância econômica e melhoramento genético do meloeiro.....	3
2.2. <i>Didymella bryoniae</i> : Aspectos gerais.....	5
2.2.1. Ocorrência de <i>Didymella bryoniae</i> no Brasil e dificuldades no controle.....	7
2.3. <i>Meloidogyne</i> spp.....	9
2.3.1. Ocorrência de espécies de <i>Meloidogyne</i> em meloeiro no Brasil e medidas de controle.....	10
2.4. Enxertia como ferramenta no controle de doenças.....	12
3. REFERÊNCIAS.....	14
CAPÍTULO 2 – Seleção de genótipos de meloeiro com resistência a <i>Didymella bryoniae</i>.....	26
RESUMO.....	26
CHAPTER 2 – Selection of melon genotypes with resistance to <i>Didymella bryoniae</i>.....	27
ABSTRACT.....	27
1. INTRODUÇÃO.....	28
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	29
2.1. Caracterização da área experimental.....	30
2.2. Material genético.....	30
2.3. Implantação dos experimentos e condução experimental.....	32
2.4. Isolamento do fungo e inoculação de <i>Didymella bryoniae</i> nas plantas de meloeiro.....	32

2.5. Avaliação da resistência	34
2.6. Análise dos dados.....	34
3. RESULTADOS	35
3.1. Ensaio I.....	35
3.2. Ensaio II.....	39
4. DISCUSSÃO	42
5. CONCLUSÃO.....	44
6. REFERÊNCIAS.....	45
CAPÍTULO 3 – Parâmetros genéticos e predição da resistência a três espécies de <i>Meloidogyne</i> em genótipos de meloeiro	50
RESUMO.....	50
CHAPTER 3 – Genetic parameters and prediction of resistance to three <i>Meloidogyne</i> species in melon genotypes.....	51
ABSTRACT	51
1. INTRODUÇÃO	52
2. MATERIAL E MÉTODOS	53
2.2. Caracterização da área experimental	53
2.3. Material genético.....	53
2.4. Condução experimental	55
2.5. Obtenção dos inóculos iniciais, identificação das espécies e multiplicação....	55
2.6. Formação de mudas, preparo da suspensão e inoculação.....	57
2.7. Extração dos nematoides.....	57
2.8. Avaliação da resistência	58
2.9. Análises estatísticas.....	58
3. RESULTADOS	59
3.1. Ensaio I.....	59
3.2. Ensaio II.....	64
4. DISCUSSÃO	65
5. CONCLUSÕES	68
6. REFERÊNCIAS.....	69

CAPÍTULO 4 – Compatibilidade entre porta-enxertos e enxertos de meloeiro resistentes a <i>Didymella bryoniae</i> e três espécies de <i>Meloidogyne</i>	74
RESUMO.....	74
CHAPTER 4 – Compatibility between rootstocks and grafts of melon plant resistant to <i>Didymella bryoniae</i> and three species of <i>Meloidogyne</i>	75
ABSTRACT	75
1. INTRODUÇÃO	76
2. MATERIAL E MÉTODOS	77
2.1. Caracterização da área experimental	77
2.2. Material genético.....	78
2.3. Condução experimental	78
2.4. Produção de mudas e realização das enxertias	79
2.5. Avaliações.....	81
2.5.3. Avaliações biométricas nos porta-enxertos	81
2.5.1. Variáveis produtivas.....	82
2.5.2. Variáveis qualitativas	82
2.6. Análises estatísticas.....	83
3. RESULTADOS	83
3.1. Porcentagens de pegamento da enxertia e de brotação nos porta-enxertos..	83
3.2. Comparações entre pé-franco e plantas enxertadas	84
3.3. Compatibilidade das combinações de enxerto e porta-enxerto	88
4. DISCUSSÃO	92
5. CONCLUSÕES	97
6. REFERÊNCIAS.....	97
CAPÍTULO 5 – Considerações finais	105
APÊNDICE	106

SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE MELOEIRO PARA RESISTÊNCIA A *Didymella bryoniae* E TRÊS ESPÉCIES DE *Meloidogyne* E COMPATIBILIDADE DE COMBINAÇÕES DA ENXERTIA

RESUMO – *Didymella bryoniae*, que causa a gomoso do caule e os nematoides de galha (*Meloidogyne* spp.), tem provocado perdas consideráveis no rendimento da cultura do meloeiro, no Brasil e no mundo. Dificuldades associadas ao controle desses patógenos têm sido frequentemente relatadas, associadas na sua grande maioria às variações genéticas e patogênicas ocorridas nas populações, além da baixa eficiência dos produtos fitossanitários em atingir o alvo biológico. Uma alternativa que tem se mostrado eficiente é o uso da enxertia, por meio do uso de porta-enxertos resistentes. Essa técnica tem proporcionado melhoria em vários caracteres da planta e tem sido usada com sucesso para o controle de patógenos habitantes do solo. O objetivo geral do presente trabalho foi selecionar genótipos de meloeiro para resistência a *Didymella bryoniae*, *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne enterolobii* e, além disso, estimar a compatibilidade dos porta-enxertos selecionados por meio da enxertia e sua influência nas variáveis biométricas dos porta-enxertos e nas variáveis produtivas e qualitativas dos frutos. Foram avaliados 14 genótipos de meloeiro para as reações ao crestamento gomoso do caule e aos nematoides de galha. Os sintomas característicos da doença causados pelo crestamento gomoso do caule foram avaliados por meio de escala de notas (variando de 0-4), para posterior determinação das classes de reação à doença. Nos Ensaio realizados com os nematoides de galha, foram feitas contagens do número total de ovos e juvenis (NTOJ), com posterior cálculo do fator de reprodução (FR) e do índice de reprodução (IR). Para a estimativa das médias genotípicas, foi utilizada a abordagem REML/BLUP (máxima verossimilhança restrita/melhor preditor linear não viesado) e, para avaliação da resistência, foi utilizado o fator biológico FR (fator de reprodução). Para a avaliação da compatibilidade entre enxertos e porta-enxertos, o Ensaio foi conduzido em blocos ao acaso, com quatro repetições e 16 tratamentos, onde foram utilizados dois enxertos (híbridos: JAB20x11 e 'Olimpic express') e seis porta-enxertos (PI482398, PI140471, PI157082 e PI42045, AC-09, 'melão Ouro'), totalizando 12 combinações, dois tratamentos da autoenxertia e dois tratamentos com plantas controle não enxertadas. Os genótipos apresentaram variabilidade genética quanto à resposta dos sintomas ocasionados pelo crestamento gomoso do caule e aos nematoides de galha. Os PI's PI482398, PI140471, PI157082 e PI42045 foram considerados resistentes a *Didymella bryoniae*. Os genótipos AC-09, PI157082 e 'Melão Ouro' são fontes de resistência a *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne enterolobii*, respectivamente. As enxertias proporcionaram incrementos nas variáveis firmeza do epicarpo, firmeza do mesocarpo, índice de formato de fruto e espessura do mesocarpo.

Palavras-chave: Produtividade, melhoramento de plantas, diversidade fenotípica, seleção, nematoides.

SELECTION OF MELON GENOTYPES FOR RESISTANCE TO *Didymella bryoniae* AND THREE SPECIES OF *Meloidogyne* AND COMPATIBILITY OF GRAFT COMBINATIONS

ABSTRACT – *Didymella bryoniae*, which causes gummy stem blight and root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.), has caused considerable losses in the yield of the melon crop in Brazil and worldwide. Difficulties associated with the control of these pathogens have been frequently reported, mostly associated with genetic and pathogenic variations occurring in populations, in addition to the low efficiency of phytosanitary products in reaching the biological target. An alternative that has proven to be efficient is the use of grafting, through the use of resistant rootstocks. This technique has provided improvement in several plant characters and has been used successfully to control soil-dwelling pathogens. The general objective of the present work was to select melon genotypes for resistance to *Didymella bryoniae*, *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne javanica*, and *Meloidogyne enterolobii* and, in addition, to estimate the compatibility of the selected rootstocks through grafting and its influence on the biometric variables of the rootstocks and the productive and qualitative variables of the fruits. Fourteen melon genotypes were evaluated for reactions to gummy stem blight and root-knot nematodes. The characteristic symptoms of the disease caused by the gummy stem blight were evaluated using a grading scale (ranging from 0-4), for later determination of the classes of reaction to the disease. In the trials carried out with the root-knot nematodes, the total number of eggs and juveniles (TNEJ) were counted, with subsequent calculation of the reproduction factor (RF) and reproduction index (RI). The REML/BLUP approach (restricted maximum likelihood/best linear unbiased predictor) was used to estimate genotypic means, and the biological factor RF (reproduction factor) was used to assess resistance. To assess the compatibility between grafts and rootstocks, the trial was conducted in randomized blocks design, with four replications and 16 treatments, in which two grafts (hybrids: JAB20x11 and 'Olimpic express') and six rootstocks (PI482398) were used, PI140471, PI157082, and PI42045, AC-09, 'Ouro melon'), totaling 12 combinations, two autografting treatments, and two treatments with ungrafted control plants. The genotypes showed genetic variability regarding the response of symptoms caused by the gummy stem blight and root-knot nematodes. PI482398, PI140471, PI157082, and PI42045 were considered resistant to *Didymella bryoniae*. The genotypes AC-09, PI157082, and 'Melon Gold' are sources of resistance to *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne javanica*, and *Meloidogyne enterolobii*, respectively. Grafting provided increments in the variables of epicarp firmness, mesocarp firmness, fruit shape index, and mesocarp thickness.

Keywords: Productivity, plant breeding, phenotypic diversity, selection, nematodes.

LISTA DE TABELAS

Capítulo 2

- Tabela 1** Relação dos genótipos de meloeiro (*Cucumis melo* L.) submetidos à inoculação com *Didymella bryoniae*. Jaboticabal - São Paulo, Brasil, 2021. 31
- Tabela 2** Notas da resistência de genótipos de meloeiro a *Didymella bryoniae* em quatro avaliações, Ensaio I. UNESP-FCAV, Jaboticabal SP, 2021. 38
- Tabela 3** Notas da resistência de genótipos de meloeiro a *Didymella bryoniae* em três avaliações, Ensaio II. UNESP-FCAV, Jaboticabal SP, 2021. 41

Capítulo 3

- Tabela 1** Relação de genótipos de melão (*Cucumis melo* L.) submetidos à inoculação com *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne enterolobii*. UNESP-FCAV, Jaboticabal- SP, 2021. 54
- Tabela 2** Análise de variância para número total de ovos e juvenis (NTOJ), fator de reprodução (FR) e índice de reprodução (IR), para *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne enterolobii* em 11 genótipos de meloeiro. UNESP-FCAV, Jaboticabal- SP, 2021. 60
- Tabela 3** Estimativas dos componentes de variância e de parâmetros genéticos associados à resistência dos genótipos de meloeiro aos nematoides *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne enterolobii*. UNESP-FCAV, Jaboticabal- SP, 2021. 61
- Tabela 4** Efeitos genotípicos (g) e média genotípica (u + g) estimados via REML / BLUP, associados à resistência dos genótipos de meloeiro aos nematoides *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne enterolobii*. Ensaio I UNESP-FCAV, Jaboticabal- SP, 2021. (Foi realizada transformação ou não?) – A classificação dos genótipos é via fator biológico. A média genotípica é um valor verdadeiro. 63

Capítulo 4

- Tabela 1** Médias de rendimento do epicarpo (RE), firmeza do epicarpo (FE), firmeza do mesocarpo (FM), comprimento do fruto (CF), largura do fruto (LF), índice de formato do fruto 86

(IL), comprimento do lóculo (CL), largura do lóculo (LL), índice de formato do lóculo (IL) e espessura do epicarpo (EE) em diversas combinações enxerto/porta-enxerto e pé-franco, em genótipos de meloeiro. UNESP-FCAV, Jaboticabal- SP, 2021.

Tabela 2	Espessura do mesocarpo (EM), diâmetro do caule 1 cm abaixo da enxertia (DAE), diâmetro do caule no local da enxertia (DLE), diâmetro do caule 1 cm acima da enxertia (DCAE), número total de frutos (NTF), massa total de frutos (MTF), vitamina C (VTC), acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS) e índice de maturação (IM) em diversas combinações enxerto/porta-enxerto e pé-franco, em genótipos de meloeiro. UNESP-FCAV, Jaboticabal- SP, 2021.	87
Tabela 3	Resumo da análise de variância e estimativas dos efeitos da capacidade geral (C.G.C) e específica de combinação (C.E.C) em genótipos de meloeiro enxertados nos variáveis: rendimento do epicarpo (RE), firmeza do epicarpo (FE), firmeza do mesocarpo (FM), comprimento do fruto (CF), largura do fruto (LF), índice de formato do fruto (IF), comprimento do lóculo (CL), largura do lóculo (LL), índice de formato do lóculo (IL) e espessura do epicarpo (EE). UNESP-FCAV, Jaboticabal- SP, 2021.	90
Tabela 4	Resumo da análise de variância e estimativas dos efeitos da capacidade geral (C.G.C) e específica de combinação (C.E.C) de genótipos de meloeiro enxertadas nas variáveis: espessura do mesocarpo (EM), diâmetro do caule 1 cm abaixo da enxertia (DAE), diâmetro do caule no local da enxertia (DLE), diâmetro do caule 1 cm acima da enxertia (DCAE), número total de frutos (NTF), massa total de frutos (PTF), vitamina C (VTC), acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS) e índice de maturação (IM). UNESP-FCAV, Jaboticabal- SP, 2021.	91
 APÊNDICE		
Tabela A1	Análise de variância para a reação de genótipos de meloeiro a <i>Didymella bryoniae</i> , Ensaio I. UNESP-FCAV, Jaboticabal-SP, 2021.	107
Tabela A2	Análise de variância para a reação de genótipos de meloeiro a <i>Didymella bryoniae</i> , Ensaio II. UNESP-FCAV, Jaboticabal-SP, 2021.	107

Tabela A3	Análise de variância para a reação de genótipos de meloeiro a <i>Meloidogyne incognita</i> , Ensaio II. UNESP-FCAV, Jaboticabal- SP, 2021.	107
Tabela A4	Análise de variância para a reação de genótipos de meloeiro a <i>Meloidogyne javanica</i> , Ensaio II. UNESP-FCAV, Jaboticabal- SP, 2021.	107
Tabela A5	Análise de variância para a reação de genótipos de meloeiro a <i>Meloidogyne enterolobii</i> , Ensaio II. UNESP-FCAV, Jaboticabal- SP, 2021.	108

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 2

- Figura 1** (A) - Isolamento do fungo *Didymella bryoniae*; (B) - Palitos de dente utilizados na inoculação; (C) – Discos de BDA para inoculação nas testemunhas; (D) – Discos de BDA colonizados com o fungo; (E) - Inoculação do fungo na planta, através da inserção do palito de dente; (F) - Plantas inoculadas apenas com o palito e meio BDA, sem a presença do fungo; (G) – Acondicionamento das plântulas inoculadas na câmara úmida. 33
- Figura 2** (A) – Nota 0 (ausência de sintomas visíveis); (B) – Nota 1 (lesão encharcada na haste da planta até 1 cm de diâmetro); (C) – Nota 2 - lesão encharcada na haste da planta com mais de 1 cm de diâmetro; (D) – Nota 3 (lesão parcialmente necrosada na haste com murcha parcial da planta); (E) – Nota 4 (necrose da haste com murcha total e morte da planta). 34
- Figura 3** Médias das temperaturas e umidades relativas do ar, máxima e mínima no interior da câmara úmida (até os 3 DAI), e no interior da casa de vegetação (até 21 DAI) Ensaio I. UNESP-FCAV, Jaboticabal – SP, 2021. 36
- Figura 4** Médias das temperaturas e umidades relativas do ar, máxima e mínima no interior da câmara úmida (até os 3 DAI), e no interior da casa de vegetação (até 14 DAI), do Ensaio II, UNESP-FCAV, Jaboticabal – SP, 2021. 39

Capítulo 3

- Figura 1** (A) – Região labial do macho de *Meloidogyne enterolobii*; (B) – Região perineal de *Meloidogyne enterolobii*; (C) – Região labial do macho de *Meloidogyne incognita*; (D) – Região perineal de *Meloidogyne incognita*; (E) - Região labial do macho de *Meloidogyne javanica*; (F) - Região perineal de *Meloidogyne javanica*. 56
- Figura 2** Número total de ovos e juvenis (NTOJ), Fator de reprodução (FR) e Índice de reprodução (IR), estimados em meloeiro para determinação da resistência a *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne enterolobii*, Ensaio II. UNESP-FCAV, Jaboticabal – SP, 2021. Suscetível, IR>51%; LR = Levemente resistente, 26%<IR<50%; MoR = Moderadamente resistente, 11%<IR<25%; MR = Muito resistente, 1%<IR<10%; AR = Altamente resistente, 65

$0 < IR < 1\%$; I = Imune, IR = 0, conforme classificação de Taylor (1967).

Capítulo 4

- Figura 1** Relação das combinações/tratamentos das enxertias realizadas em genótipos de meloeiro (*Cucumis melo* L.) UNESP-FCAV, Jaboticabal- SP, 2021. 79
- Figura 2** (A) – Obtenção da cunha; (B) – Fenda realizada no porta-enxerto; (C-D) – Encaixe do enxerto no porta-enxerto; (E) – Colocação do clip de enxertia; (F) Cicatrização da enxertia. 80
- Figura 3** Porcentagem de pegamento das enxertias e porcentagem de brotações nos porta-enxertos em genótipos de meloeiro. UNESP-FCAV, Jaboticabal – SP, 2021. 84

CAPÍTULO 1 – Consideração gerais

1. INTRODUÇÃO

Didymella bryoniae e os nematoides de galha (*Meloidogyne* spp.) têm causado sérios problemas à cultura do meloeiro (*Cucumis melo* L.) no Brasil e no mundo. O meloeiro pertence à família das Cucurbitáceas (Fontes, 2005). Esta hortaliça ocupa lugar de destaque em volume e exportação, sendo incluída dentre as principais frutas produzidas e exportadas pelo Brasil, com destaque para a região Nordeste, conhecida como celeiro da produção dessa fruta no Brasil (Carvalho et al., 2020). Essa cultura apresenta vasta variação fenotípica, apresentando ampla variabilidade associada às características dos frutos (Valadares et al., 2018). Vários tipos de frutos são produzidos e comercializados no território nacional, dentre os quais se destacam os melões Amarelo, Pele de Sapo, Honey Dew, Cantaloupe, Gália e Charentais (Aragão, 2011).

Devido ao cultivo intensivo de melão em um mesmo local, seja em ambiente protegido ou campo aberto, tem sido observada a ocorrência de vários patógenos nos cultivos, o que tem causado preocupação entre os produtores. Dentre os principais problemas, *Didymella bryoniae* e os nematoides formadores de galha, (*Meloidogyne* spp.) têm ocasionado perdas significativas no rendimento (Sikora e Fernandez, 2005; Gasparotto et al., 2011; Nicol et al., 2011). No meloeiro, *meloidogyne incognita*, *meloidogyne javanica* e *Meloidogyne enterolobii* têm sido relatadas em áreas com plantios dessa cultura (Charchar, 1999; Zambolin, 1999; Santos et al., 2000; Bitencourt e Silva, 2010).

O controle de *D. bryoniae* em grande parte vem sendo realizado por meio da utilização de fungicidas químicos, que têm mostrado baixa eficiência para evitar a infecção e dano ocasionado pelo crestamento gomoso do caule (Dalcin et al., 2017). Para as espécies de nematoides citadas anteriormente e a cultura do meloeiro, não existem nematicidas químicos registrados no Brasil (Agrofit, 2021).

Além desses fatores citados anteriormente, a dificuldade em controlar esses patógenos pode estar relacionada à variabilidade genética e patogênica (Castagnone-Sereno, 2002), bem como à dificuldade em atingir o alvo biológico. Portanto, a busca por fontes de resistência em plantas, por meio do controle genético, é alternativa importante no manejo dessas doenças (Martínez-Medina et al., 2014), sendo considerado método eficiente e duradouro, além de não oferecer risco ao meio ambiente. Segundo Zitter et al. (1998), o método de controle mais seguro é o uso de plantas resistentes.

Embora esforços tenham sido feitos no sentido de identificar fontes de resistência a esses fitopatógenos na cultura do meloeiro, o tempo exigido para obtenção de cultivares aliando características comerciais à resistência é longa, e o processo é caro. No caso de espécies de *Meloidogyne*, as dificuldades estão associadas às poucas informações relacionadas ao controle genético. Além do mais, a resistência pode ser governada por um grande número de genes (poligênica), ocorrendo dificuldades em sua transferência para cultivares comerciais, com necessidade de vários ciclos de retrocruzamentos.

Cândido et al. (2017) realizaram estudo em melão para conhecer o controle genético do caráter para resistência a *Meloidogyne incognita*, concluindo que o controle genético da resistência é de caráter poligênico, governado por seis *loci*, com dominância incompleta do alelo de resistência e com a presença de interação gênica de epistasia entre os genes.

Dentro desse panorama, o uso da técnica da enxertia vem ganhando espaço por proporcionar ao enxerto menor incidência de doenças do solo (Cañizares et al., 1996), além de constituir alternativa de controle em curto prazo e ser de fácil manuseio, quando comparado com técnicas de melhoramento para transferência de genes de resistência. A enxertia tem contribuído para a melhoria de vários caracteres em diversas espécies, associadas, por exemplo, ao vigor vegetativo (Lee et al., 2010), aumento da tolerância da planta à seca (Maurya et al., 2019), estresse pelo frio (Shi et al., 2019) e resistência a estresses bióticos (Santos et al., 1999; Thies et al., 2010; Ito et al., 2014; Keinath et al., 2019; Silva et al., 2019; García-Mendivil e Sorribas, 2021).

Portanto, em decorrência da alta incidência de *D. bryoniae*, especialmente em cultivos protegidos e *M. incognita*, *M. javanica* e *M. enterolobii* nas áreas produtoras de melão, da importância econômica e social dessa cultura no Brasil e de dificuldades quanto às alternativas ao seu controle, o objetivo desse estudo é confirmar e selecionar genótipos de meloeiro resistentes à *D. bryoniae* e aos nematoides de galha *M. incognita*, *M. javanica* e *M. enterolobii* e, além disso, estimar a compatibilidade dos porta-enxertos selecionados por meio da enxertia e sua influência nas variáveis biométricas dos porta-enxertos e nas variáveis produtivas e qualitativas dos frutos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Importância econômica e melhoramento genético do meloeiro

O melão pertence à família das Cucurbitáceas, sendo importante cultura vegetal com ampla diversidade fenotípica (Liu et al., 2020). É considerada a cultura mais polimórfica dentro do gênero, apresentando variabilidade nas principais características associadas ao fruto (Valadares et al., 2018), como tipo e qualidade (Esteras et al., 2013).

O meloeiro é cultivado em todo o mundo com produção anual estimada em cerca de 30 milhões de toneladas, tendo a China como maior produtor (FAOSTAT, 2019). É cultura que se desenvolve bem em regiões com clima temperado, tropicais e subtropicais (Liu et al., 2020). No Brasil, esta hortaliça ocupa lugar de destaque em volume, sendo a fruta fresca mais exportada (Carvalho et al., 2020).

Os principais estados produtores no Brasil são Rio Grande do Norte e Ceará (Polo Jaguaribe-Açú), cuja área cultivada em 2019/2020 foi estimada em 13,4 mil ha, com volume exportado de 112 mil toneladas e receita de US\$ 72 milhões. Os principais destinos das exportações do melão brasileiro são países da Europa, que respondem por mais de 95% do volume total exportado. Além desses destinos, as exportações têm sido realizadas para a Ásia e o Oriente Médio, representando apenas 2% do total enviado (Carvalho et al., 2020).

Além dos Estados citados anteriormente, Bahia, Pernambuco (Vale do São Francisco), Piauí e Rio Grande do Sul contribuíram com quantias relevantes da fruta. Os embarques totais considerando todos os Estados produtores foi na ordem de 252 mil toneladas, com valor de US\$ 160,389 milhões (Carvalho et al., 2020). Os principais tipos de melões comercializados no território nacional são: Amarelo, Pele de Sapo, Honey Dew, Cantaloupe, Gália e Charentais (Aragão, 2011).

As razões pelas quais o Nordeste brasileiro se destaca na produção de melão se devem às condições edafoclimáticas favoráveis, como baixa precipitação pluviométrica (média anual de 700 mm a 800 mm), elevados níveis de radiação solar e altas temperaturas (acima de 30 °C) (Carvalho et al., 2017).

Apresentando menor expressão que a região Nordeste, na região Sul observa-se maior produção de melão do tipo caipira, cultivado em campo aberto, e na região Sudeste há predomínio dos cultivos de melões nobres, em ambientes protegidos (Carvalho et al., 2017). Os melões nobres apresentam como principais características a excelente qualidade nutricional, cor da polpa variando entre o verde-claro e o salmão, além de apresentarem rendilhamentos característicos em sua casca (Rizzo, 1999). Dentre as vantagens do seu cultivo, destaca-se a boa cotação comercial, o que permite alcançar boa lucratividade em pequenas áreas (Factor et al., 2000).

O centro de origem do meloeiro ainda não foi completamente elucidado, havendo discordância entre os autores (Kerje e Grum, 2000). A espécie *Cucumis melo* L. é classificada em duas subespécies, devido à presença e comprimento de pelos no ovário (Jeffrey, 1980; Kirkbride, 1993): *Cucumis melo* ssp. *melo* e ssp. *agrestis*. A origem de *C. melo* permanece em discussão, sendo a África e a Ásia os possíveis centros de origem (Diaz et al., 2017). Já para a subespécie *agrestis*, acredita-se que a Ásia, África e América Central sejam os centros de origem (Pitrat, 2013).

A subespécie *melo* compreende os seguintes grupos botânicos: *cantalupensis*, *inodorus*, *reticulatus*, *chandalak*, *ameri*, *flexuosus*, *chate* ou *dudaim*, sendo esses distribuídos principalmente na Índia, Ásia Central e Ocidental, África, Europa e Américas. A subespécie *agrestis* tem sua distribuição diversificada na África, Ásia Austrália, incluindo os grupos *momordica*, *acidulus*, *conomom*, *makuwa* e *chinensis*. Na África, é encontrado ainda o grupo *tibis* e na América Central, o grupo *chito* (Pitrat, 2008, Pitrat 2013, 2016). Em termos de importância econômica, os três grupos mais

importantes são *cantalupensis* (*C. melo* var. *cantalupensis* Naudin), *inodorus* (*C. melo* var. *inodorus* H. Jacq.) e *reticulatus* (*C. melo* var. *reticulatus* Naudin), conforme menção de Leida et al. (2015).

O meloeiro é uma espécie alógama (Nunes et al., 2016), diploide com $2n = 2x = 24$ cromossomos (Pitrat, 2008), com ampla variação genética quanto aos diferentes tipos de expressão sexual, podendo as plantas serem classificadas como monoicas (com flores masculinas e femininas separadas na mesma planta), andromonoicas (com flores masculinas e hermafroditas separadas na mesma planta) e ginoicas (apenas flores femininas) (Grumet et al., 2007). Esse fato tem sugerido que a classificação mais adequada para o meloeiro seria de reprodução mista com predominância de alogamia (Nunes et al., 2016).

O conhecimento das principais características do meloeiro tem contribuído para avanços significativos no melhoramento da cultura, associado principalmente às adversidades que têm contribuído para a redução na produtividade. Dentre os principais problemas enfrentados pela cultura, destacamos a ocorrência do ascomiceto *D. bryoniae* (causador do crestamento gomoso do caule) e os nematoides de galha (*Meloidogyne* spp.).

2.2. *Didymella bryoniae*: Aspectos gerais

O crestamento gomoso do caule, causado por *D. bryoniae*, está associado a três espécies de fungos morfologicamente relacionadas e geneticamente distintas, que envolve *Stagonosporopsis cucurbitacearum* (syn. *Didymella bryoniae* e *Phoma cucurbitacearum*), *S. citrulli* e *S. caricae*, sendo patogênicas para espécies de *Cucurbita*, *Cucumis* e *Citrullus* (Aveskamp et al., 2010; Brewer et al., 2015; Stewart et al., 2015).

Estima-se que esse fungo tenha a capacidade de infectar pelo menos 23 espécies de cucurbitáceas. Dentre as espécies que têm sofrido interferência em seus cultivos, destacam-se as culturas de melancia, pepino, abóbora, cabaças e melão (Keinath, 2011).

O crestamento gomoso do caule foi relatado pela primeira vez em 1869, recebendo a denominação de *Bryonia* sp. (*Bryonia* ou lúpulo selvagem) na Europa Central (Van Steekelenburg, 1986). Os danos decorrentes da sua presença em áreas de cultivo começaram a ser relatados na cultura do pepino na França, em 1891 (Chiu e Walker, 1949; Liu et al., 2017). Posteriormente, sua ocorrência foi relatada nos Estados Unidos (Flórida), em 1917 em frutos de melancia (Sherbakoff, 1917), na China e Japão (Wako et al., 2002) e na Índia (Sudisha et al., 2004). Sua ocorrência no Brasil tem sido evidenciada principalmente nas regiões Sul e Sudeste, ocasionando elevados prejuízos (Kimati et al., 1997), tendo sido os sintomas da doença inicialmente observados no Estado de São Paulo, na cidade de Campinas, em 1954, infectando plantas de melão do grupo Cantaloupe (Figueiredo e Cardoso, 1964; Tsutsumi, 2004).

A sobrevivência do fungo ocorre principalmente em restos culturais de cucurbitáceas, permanecendo viável de um a dois anos (Chiu e Walker, 1949; Keinath, 2002), podendo chegar até três anos (Santos et al., 2005). Além dos restos culturais, pode sobreviver em sementes e no solo (Camargo, 2018). Para que o fungo se mantenha viável, é necessário ter condições ambientais favoráveis. Nesse sentido, a umidade relativa é o fator que mais contribui para o aparecimento da doença (Santos et al., 2016). Além desse fator, temperaturas entre 20 e 30 °C favorecem seu crescimento e desenvolvimento (Lima et al., 2018).

O fungo produz dois tipos de estruturas. No início do seu crescimento, *D. bryoniae* produz picnídios (corpos de frutificação assexuados), onde são encontrados milhares de conídios em seu interior. Na fase sexuada, ocorre a formação dos chamados pseudotécios (corpos de frutificação sexual), contendo ascos com oito ascósporos (Van Steekelenburg, 1986; Paret et al., 2011).

Em trabalho realizado por Van Steekelenburg (1986), constatou-se que para o aparecimento dos corpos de frutificação, é necessária temperatura > 5°C. As condições ambientais também influenciam na dispersão das estruturas (ascósporos e conídios), sendo verificado que temperatura média entre 18 e 25°C é necessária à liberação dos ascósporos (Santos e Café-Filho, 2005). Em geral, a dispersão pode ocorrer por meio do vento, alcançando longas distâncias ou pela água (Camargo, 2018), ou até mesmo por meio de implementos agrícolas (Pereira et al., 2012).

O fungo pode infectar todas as partes da planta, em qualquer fase do crescimento e desenvolvimento (Ferrari et al., 2013). Seus sintomas estão associados ao aparecimento de goma no caule, com posterior exsudação (Frantz e Jahn, 2004). Nas folhas, os sintomas característicos são manchas necróticas (Keinath, 2014); nos frutos, o crestamento gomoso do caule causa a podridão negra (Brewer et al., 2015).

2.2.1. Ocorrência de *Didymella bryoniae* no Brasil e dificuldades no controle

A ocorrência de *D. bryoniae* no Brasil é frequente nas regiões Sul e Sudeste, devido as condições favoráveis ao seu aparecimento (Tsutsumi, 2004), associado ao cultivo em casa de vegetação, com perdas de até 100% (Gasparotto et al., 2011). No Nordeste, principal região produtora e exportadora de melão no Brasil (Carvalho et al., 2020), a ocorrência do fungo foi relatada pela primeira vez em 1973, em plantas de meloeiro, com perdas de rendimentos estimadas em 50% (Da Matta et al., 1974; Castro, 1994) e posteriormente em cultivos de melancia (Dias et al., 1996).

Nas regiões Sul e Sudeste, o sistema de cultivo e o tipo de meloeiro cultivado apresenta diferenças quanto ao que se pratica no Nordeste. Nessas regiões, se cultivam os chamados melões nobres (*Cucumis melo* L. var. *reticulatus*, *C. melo* var. *cantalupensis*), em casa de vegetação (Purquerio, 2002; Vida et al., 2004), cujas vantagens de cultivo têm relação com maior valor agregado, possibilidade de cultivos em pequenas áreas, além de ser o preferido dos consumidores (Rizzo e Braz, 2004). Devido principalmente ao sistema de cultivo adotado, bem como condições ambientais favoráveis, os melões rendilhados têm sofrido com a ocorrência de *D. bryoniae*, sendo relatadas dificuldades quanto ao seu controle (Castro, 1994; Santos et al., 2006; Li et al., 2019).

O método de controle amplamente utilizado para *D. bryoniae* é o químico (Keinath, 1995; Keinath, 2000; Dalcin et al., 2017). No entanto, no decorrer dos anos essa medida foi perdendo eficiência (Santos et al., 2017), o que provocou perdas significativas na cultura do meloeiro. A baixa eficiência do controle químico pode estar associada a três fatores. O primeiro deles pode ser atribuído à rápida infecção com

que essa doença atinge as folhas, o que dificulta seu controle (Arny e Rowe, 1991). O segundo fator está relacionado à proibição da utilização dos fungicidas à base de benzimidazóis (Keinath e Zitter 1998; Santos et al., 2005). Por último, pode-se citar a pressão de seleção exercida sobre a população com o uso recorrente de um mesmo princípio ativo. Exemplo disso foi o produto Tiofanato metílico (benzimidazóis), usado por mais de 15 anos nos Estados de Tocantins, Goiás e Distrito Federal (Santos et al., 2006).

Em trabalho realizado com 164 isolados de *D. bryoniae* da China e Flórida, Newark et al. (2020) avaliaram a resposta à sensibilidade aos fungicidas comumente recomendados como azoxistrobina, boscalide, tebuconazol e tiofanato-metila em genótipos de melão e melancia. Concluíram que a resistência é problemática para várias classes de fungicidas em ambos os locais.

Alternativamente ao controle químico, outras medidas, como uso da adubação, por meio da utilização de silício na cultura da melancia, aplicada via solo (na forma de pó e granulado) ou via foliar (na forma líquida), contribuiu para o aumento de produtividade da cultura da melancia e reduziu a severidade da doença causada pelo crestamento gomoso do caule (Santos et al., 2010).

A rotação de culturas, também usada como método de controle de *D. bryoniae* (Sitterly e Keinath, 1996; Paret et al., 2011), conjuntamente com o manejo da adubação, é parcialmente eficiente, pois o vento e outros agentes podem trazer novos inóculos às áreas de produção. O controle biológico também tem sido recomendado (Fiori et al., 2000). Além dessas medidas, o uso de cultivares resistentes tem ganhado espaço e despertado o interesse de empresas públicas e privadas. Dentre as vantagens da utilização de cultivares resistentes, pode-se citar menor impacto ao meio ambiente, pela eliminação ou redução da aplicação de produtos fitossanitários, contribuindo também para a redução nos custos de produção (Vokalounakis, 1995; Santos e Café-Filho, 2005; Mundt, 2014).

Em meloeiro, o controle genético da resistência a *D. bryoniae* foi definido nos estudos realizados por Zhang et al. (1997), Zuniga et al. (2007), Frantz e Jahn (2004), Wolukau et al. (2007) e Hu et al. (2017). Nesses estudos, foi possível chegar à conclusão de que a resistência genética de meloeiro ao crestamento gomoso do caule

é governada por cinco genes independentes, sendo quatro dominantes e um recessivo, denominados Gsb-1, Gsb-2, Gsb-3, Gsb-4 e gsb-5.

Pesquisas têm sido desenvolvidas em todo o mundo, com o objetivo de identificar genótipos resistentes e/ou que apresentem resistência moderada ao crestamento gomoso do caule (Sakata et al., 2000; Tsutsumi e Silva, 2004; Santos et al., 2017; Zhang et al., 2017; Gomes, 2018). Os resultados da resistência obtidos nessas pesquisas são importantes para a classificação da resistência. Dessa forma, é preciso confirmar a resistência desses genótipos, além de buscar novas fontes de resistência que possam ser selecionadas e incorporadas aos programas de melhoramento genético do meloeiro.

2.3. *Meloidogyne* spp.

Os nematoides de galha (*Meloidogyne* spp.) causam sérios problemas na produção de diversas culturas em todo mundo (Sasser, 1977; Chitanbo et al., 2019), reduzindo drasticamente o rendimento (Molinari e Baser, 2010). São considerados os nematoides mais prejudiciais economicamente (Jones et al., 2013; Forghani e Hajihassani, 2020) e de ocorrência mais frequente, apresentando maior gama de hospedeiros (Kaloshian e Teixeira, 2019). Mais de 100 espécies desse gênero já foram relatadas parasitando ampla faixa de hospedeiros (Hunt e Handoo, 2009, 2012; Elling, 2013).

Perdas causadas por esses parasitas em hortaliças são estimadas em torno de 12,3% nos países desenvolvidos e 14,6% nos países em desenvolvimento (Anwar e Mckenry, 2012). Essas perdas podem chegar a 100%, dependendo da espécie de nematoide, da cultura e condições edafoclimáticas associadas à sua multiplicação (Pinheiro, 2017).

Os danos dos nematoides às plantas se devem à capacidade de parasitarem o sistema radicular, por meio da introdução do estilete, cujo objetivo é retirar os alimentos de que necessitam para completar o ciclo de vida, permitindo ainda que sejam injetadas substâncias tóxicas (secreções das glândulas esofagianas), que podem contribuir para o aparecimento de doenças oportunistas (Charchar, 1999).

Com o parasitismo do sistema radicular, ocorre a formação de galhas e as plantas têm a absorção e transporte de água e nutrientes reduzidos, comprometendo a produtividade (Pinheiro et al., 2013), levando a planta, dependendo do grau de infecção, à morte.

As principais espécies de *Meloidogyne* são endoparasitas sedentários, cujas formas infectantes são os juvenis de segundo estágio (J2) (Ferraz e Monteiro, 2011). Após a penetração no hospedeiro, é estabelecido um sítio de alimentação, onde as fêmeas se tornam sedentárias pelo restante do ciclo de vida (Jones et al., 2013). Posteriormente ao estabelecimento do sítio de alimentação, se inicia o processo de hiperplasia e hipertrofia dos tecidos da raiz, em volta do corpo do nematoide, resultando na formação da galha (Freitas et al., 2012). A formação das células gigantes (nutridoras) no interior das galhas, necessárias à alimentação dos nematoides, resulta de um processo de cariocinese, promovendo a formação das estruturas hipertrofiadas (Kaloshian e Teixeira, 2019).

A reprodução dos nematoides de galha ocorre por via assexual, não ocorrendo meiose (Kaloshian e Teixeira, 2019) ou sexual, dependendo da espécie. O ciclo de vida dos nematoides de galha é composto por seis estádios fenológicos, começando com o ovo, passando por quatro fases juvenis (J1, J2, J3 e J4) e a fase adulta, durando em média 21 dias (Van Der Eycken et al., 1996; Tihohod, 2000). São espécies que apresentam dimorfismo sexual: as fêmeas são sedentárias e apresentam o formato de pêra, cabaça ou melão, ao passo que os machos são vermiformes e migradores (Hunt e Handoo, 2012).

Em média, a fêmea é capaz de produzir de 400 a 500 ovos (Arieira et al., 2008), podendo chegar a produzir entre 700 e 2.000 ovos (Saigusa, 1957). A fêmea deposita seus ovos em uma massa gelatinosa, que pode ficar exposta na superfície das raízes ou no seu interior. Se as condições ambientais forem favoráveis, ocorre maior formação de fêmeas na população. Mas caso ocorra, por exemplo, falta de água, temperaturas muito elevadas, ou ainda competição por alimento na raiz, ocorrerá maior formação de machos (Pereira, 2016).

2.3.1. Ocorrência de espécies de *Meloidogyne* em meloeiro no Brasil e medidas de controle

No Brasil, as espécies de nematoides de galha que ocorrem com maior frequência nas áreas com plantios de hortaliças são *M. incognita* e *M. javanica* (Charchar, 1999), sendo relatada ainda a ocorrência de *M. enterolobii* (Pinheiro et al., 2013). As perdas de rendimento ocasionadas pelos nematoides de galha são variáveis, pois dependem da infestação inicial, espécie de nematoide, cultura, do nível de suscetibilidade da cultivar e das condições edafoclimáticas associadas essencialmente à sua multiplicação (Pinheiro, 2017). Dentre as muitas hortaliças que são hospedeiras eficientes dos nematoides de galha, está o meloeiro (Sikora e Fernandes, 2005).

No Brasil, *Meloidogyne* spp. foram relatadas em plantios de meloeiro no Nordeste (Santos et al., 2000) e também em cultivos protegidos nas regiões Sul e Sudeste (Zambolim, 1999). No Rio Grande do Norte, principal estado produtor e exportador de melão no Brasil (Carvalho et al., 2020), Lima et al. (1995) relataram que as perdas ocasionadas pela presença de nematoides na região do baixo-Assú, podem chegar a 100%. Densidades populacionais de 5.000 J2/100 cm³ de solo das espécies de *M. incognita* e *M. javanica* foram identificadas em plantios de melão do tipo amarelo nos municípios de Mossoró e Assú, no RN (Moura et al., 2002). A ocorrência de altas populações de *Meloidogyne* spp., associada à ausência de cultivares resistentes, tem causado sérias preocupações aos produtores, visto que a região Nordeste é considerada celeiro da produção de melões no Brasil.

Dada a importância econômica do meloeiro, o desenvolvimento de estratégias que impeçam ou reduzam a infestação nas áreas de produção é desejável. O controle dos nematoides de galha torna-se difícil, pois embora alternativas de controle estejam disponíveis, elas são pouco eficientes.

O controle cultural, por exemplo, embora seja comumente usado, enfrenta limitações em decorrência da ampla gama de hospedeiros, além da ocorrência de mais de uma espécie na mesma área (Xiang et al., 2018). A utilização de nematicidas foi durante muito tempo a estratégia adotada pelos produtores. No entanto, vários nematicidas tiveram seus registros suspensos, como o brometo de metila e o aldicarbe, devido às altas toxicidades (Kim et al., 2018). Atualmente, para a cultura do meloeiro, não há registro de nematicidas no Brasil (Agrofit, 2021). Além do mais, a

constante preocupação com o meio ambiente tem contribuído para o desenvolvimento de pesquisas apresentando estratégias de manejo sustentável.

Considerando esse panorama, a identificação de genótipos resistentes aos nematoides de galha pode ser ferramenta eficaz, para o manejo dessas pragas, além de não oferecer riscos ao meio ambiente. No entanto, não se tem até o presente momento relatos de cultivares comerciais de meloeiro resistentes aos nematoides de galha. A dificuldade na obtenção de genótipos resistentes pode estar relacionada à variabilidade genética e patogênica (Castagnone-Sereno, 2002) de cada espécie. Além do mais, o controle genético da característica pode ser poligênico, o que dificulta a transferência para cultivares elites usando ferramentas do melhoramento clássico.

Devido à variabilidade nos resultados em experimentos com nematoides, torna-se indispensável a utilização de metodologias que possibilitem as estimativas dos componentes de variância, dando mais segurança na hora de indicar os genótipos resistentes.

Para a estimativa dos parâmetros genéticos, a utilização da metodologia REML/BLUP (máxima verossimilhança restrita/melhor preditor linear não viesado) tem permitido obter resultados satisfatórios na seleção de genótipos resistentes a nematoides, nas pesquisas desenvolvidas por Fatobene et al. (2017), Resende et al. (2019) e Santos et al. (2019), nas culturas da videira e do café, estudando *Pratylenchus brachyurus* e *Meloidogyne paranaensis*, respectivamente.

O sucesso da utilização dessa metodologia na seleção de plantas resistentes é explicado porque essa permite a predição dos valores genéticos e a maximização da acurácia seletiva (Resende, 2000; Viana e Resende, 2014). Na seleção de genótipos de meloeiro resistentes a nematoides, essa metodologia ainda não foi utilizada.

2.4. Enxertia como ferramenta no controle de doenças

A técnica da enxertia vem sendo amplamente utilizada em hortaliças (Yamato e Dan, 2015; Peng et al., 2020) como método alternativo para se contornar a carência de cultivares resistentes das diferentes culturas aos principais patógenos do solo

(Tirapathamma et al., 2019), com utilização desde 1921, sendo Japão, Coréia e Espanha líderes em pesquisas com enxertia em hortaliças (Goto et al., 2003).

A técnica da enxertia permite a junção de um ramo de uma planta com o caule de outra planta, de modo que ocorra a conexão dessas duas, tornando-se uma planta completa (Sora, 2019). Para que se obtenha sucesso no processo de enxertia, é importante que ocorra a compatibilidade, envolvendo vários fatores relacionados às alterações morfológicas, fisiológicas e bioquímicas no momento da união do enxerto (Mo et al., 2017). Além da compatibilidade, fatores como temperatura e umidade durante e após o processo de enxertia influenciam diretamente o sucesso dessa técnica (Goto et al., 2003).

A enxertia tem sido difundida em todo o mundo, associada à melhoria em várias características das plantas enxertadas. Dentre as muitas vantagens da utilização da enxertia, pode-se citar melhor adaptação das plantas às épocas de plantio (Goto et al., 2003), melhoria na qualidade dos frutos (Canizares e Goto, 1999; Kyriacou et al., 2015), melhoria da tolerância à seca (Muurya et al., 2019), rendimentos (Tirapathamma et al., 2019) e estresse salino (Bie et al., 2017).

Outra vantagem da utilização da enxertia está associada à melhoria na atividade do sistema radicular. Peng et al. (2020), estudando os efeitos da enxertia no crescimento das raízes e atividade enzimática da respiração anaeróbica e aerênquima em *Momordica charantia* L., concluíram que a enxertia pode contribuir para expandir o aerênquima de raízes adventícias, além de aumentar a atividade de enzimas respiratórias anaeróbicas nas raízes axiais e raízes adventícias.

Além da melhoria do sistema radicular, uma das principais utilizações da enxertia se dá no controle de patógenos do solo, tais como os nematoides de galha (*Meloidogyne* spp.). Exemplo disso foi a pesquisa realizada por García-Mendível e Sorridas (2021), que, estudando o efeito da enxertia em porta-enxertos resistentes de acessos de *Citrullus amarrus* sobre a dinâmica populacional de *M. incognita* e *M. javanica*, verificaram que a densidade populacional das espécies de nematoides foram menores nas plantas enxertadas.

No controle de *D. bryoniae*, essa técnica foi utilizada com sucesso por Gasparotto et al. (2016), estudando o efeito da enxertia no controle do crestamento gomoso do caule em quatro híbridos de melão nobre. O uso de porta-enxertos

resistentes proporcionou redução de até 46,9% da infecção ocasionada por *D. bryoniae*.

Demais estudos em que o objetivo foi utilizar a enxertia como medida de controle a estresses bióticos foram realizados por Santos et al. (1999), Thies et al. (2010), Ito et al. (2014), Keinath et al. (2019) e Silva et al. (2019). A vantagem da utilização dessa técnica visando ao controle de patógenos habitantes do solo está associada à utilização de porta-enxertos resistentes, pois evita que o enxerto suscetível entre em contato com solo infestado. Além do mais, a utilização da enxertia oferece ainda possibilidade de se reduzir a dependência da utilização de produtos fitossanitários e constitui alternativa em curto prazo.

A enxertia pode ser considerada técnica efetiva para controlar agentes do solo como *D. bryoniae* e nematoides. Espera-se que a incorporação da técnica da enxertia seja cada vez maior no Brasil, em decorrência da possibilidade de automação, o que promoverá produção em larga escala, atendendo a demanda em curto prazo e reduzindo os custos operacionais empregados.

3. REFERÊNCIAS

AGROFIT 2021: Sistema de agrotóxicos e fitossanitários. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 02 jan. 2021.

Anwar SA, Mckenry MV (2012) Incidence and Population Density of Plant-Parasitic Nematodes Infecting Vegetable Crops and Associated Yield Losses in Punjab, Pakistan. **Pakistan Journal. Zoology** 44:327-333.

Aragão FAZ (2011) **Divergência genética de acessos e interação genótipo x ambiente de famílias de meloeiro**. 107 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Ufersa, Mossoró.

Arieira CRD, Mollina RO, Costa AT (2008) Nematóides causadores de doenças em frutíferas. **Revista Agro@mbiente On-line** 2:48-56.

Arny CJ, Rowe RC (1991) Effects of temperature and duration of surface wetness on spore production and infection of cucumbers by *Didymella bryoniae*. **Phytopathology** 81:206-209. doi: 10.1094/Phyto-81-206.

Aveskamp MM, Gruyter J, Woudenberg JHC, Verkleyand GJM, Crous PW (2010) Highlights of the Didymellaceae: A polyphasic approach to characterize Phoma and related pleosporalean genera. **Studies in Mycology** 65:1-60. doi: 10.3114 / sim.2010.65.01

Bie Z, MA Nawaz Y, Huang JM Lee, Colla G (Eds.) (2017) Introduction to vegetable grafting. China:CAB International p. 1-21.

Bitencourt NV, Silva GS (2010) Reprodução de *Meloidogyne enterolobii* em olerícolas. **Nematologia Brasileira** 34:181-183.

Brewer MT, Rath M, Li HX (2015) Genetic diversity and population structure of cucurbit gummy stem blight fungi based on microsatellite markers. **Phytopathology** 105: 815-824. doi: 10.1094 / PHYTO-10-14-0282-R

Camargo LEA (2018) Genética da interação patógeno-hospedeiro. In: Amorim L, Rezende JAM, Bergamin Filho A (Eds.) **Manual de Fitopatologia**. Ouro Fino: Agronômica Ceres Ltda, p. 85-92.

Candido WS, Castoldi C, Santos LS, Tobar-Tosse, Soares PLM, Braz LT (2017) Genetic parameters of resistance to *Meloidogyne incognita* in melon. **Ciência Rural** 47:1-6. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20151147>

Canizares KAL, Goto R (1999) Evaluación de tres métodos de injerto en pepino tipo japonés. In: CONGRESO PANAMEÑO, 1, Y CONGRESO IBEROAMERICANO DE APLICACIÓN DE LOS MATERIALES PLÁSTICOS EN LA AGRICULTURA. **Anales...** Madrid: CEPLA (Comité Español de Plásticos en la Agricultura), p.140-145.

Cañizares KAL, Lozi RN, Stripari PC, Goto R (1996) Enxertado, japonês fica mais brilhante. In.: FNP, Consultoria e Comércio. **Agrianual 97**: anuário estatístico da agricultura brasileira. São Paulo. p. 332-333.

Carvalho CC, Kist BB, Beling RR (2020) Anuário brasileiro de Horti e fruti. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 96p.

Carvalho ADF et al. (Eds.) (2017) Produção de melão e mudanças climáticas: Sistemas conservacionistas de cultivo para redução das pegadas de carbono e hídrica. Brasília: Embrapa, 302p.

Castagnone-Sereno P (2002) Genetic variability of nematodes: a threat to the durability of plant resistance genes?. **Euphytica** 124:193-199.

Castro RM (1994) Seleção “in vitro e in vivo” de fungicidas e agentes biológicos para controle de *Didymella bryoniae* (Auersw.) Rehm. em melão (*Cucumis melo* L.). 120 f. Dissertação (mestrado em Fitopatologia), USP, Piracicaba. doi: <https://doi.org/10.11606/D.11.2019.tde-20191218-162256>

Charchar JM (1999) Nematoides em hortaliças. Brasília: Embrapa hortaliças, p. 12 (Circular técnica, 18).

Chitambo O, Haukeland S, Fiaboe KKM, Grundler FMW (2019) African Nightshade and African Spinach Decrease Root-Knot Nematode and Potato Cyst Nematode Soil Infestation in Kenya. **Plant Disease** 103:1621-1630. doi: <https://doi.org/10.1094/PDIS-07-18-1193-RE>

Chiu WF, Walker JC (1949) Physiology and pathogenicity of the cucurbit black-rot fungus. **Journal of Agrcultural Research** 78:589–615.

Dalcin MS, Tschoeke PH, Aguiar RWS, Fidelis RR, Didonet J, Santos GR (2017) Severity of gummy stem blight on melon in relation to cultivars, use of fungicides and growing season. **Horticultura Brasileira** 35:483-489. doi: <https://doi.org/10.1590/s0102-053620170403>

Da Mata EAF, Luna AMF, Benevides LE (1974) Ocorrência de *Mycosphaerella melonis* no Nordeste, na região do médio São Francisco, em cultivos de melão (*Cucumis melo* L.). Bahia: Boletim do instituto Biológico da Bahia, 5 p. (Documentos, 71).

Dias RCS, Queiroz MA, Menezes M (1996) Identificação de fontes de resistência em melancia a *Didymella bryoniae*. **Horticultura Brasileira** 14:15-17.

Díaz A, Hernández AMM, Sanjuan RD, Claver AG, Álvarez JM, Mas JG, Picó B, Monforte AJ (2017) Quantitative trait loci analysis of melon (*Cucumis melo* L.) domestication-related traits. **Theoretical and Applied Genetics** 130:1837–1856. doi: [10.1007/s00122-017-2928-y](https://doi.org/10.1007/s00122-017-2928-y)

Elling AA (2013) Principais problemas emergentes com espécies menores de *Meloidogyne*. **Phytopathology** 103:1092-1102.

Esteras C, Formisano G, Roig C, Díaz A, Blanca J, Garcia-Mas J, Gómez-Guillamón ML, López-Sesé AI, Lázaro A, Monforte AJ, Picó B (2013) SNP genotyping in melons: genetic variation, population structure, and linkage disequilibrium. **Theoretical Applied Genetics** 126:1285–1303. doi: [10.1007/s00122-013-2053-5](https://doi.org/10.1007/s00122-013-2053-5)

FAOSTAT 2019: Organização das Nações Unidas para Alimentação e a Agricultura (2019) Disponível em <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em: 01 out. 2020.

Factor TL, Araújo JAC, Araújo JPC (2000) Produção de melão rendilhado em ambiente protegido, inverno-primavera, na região de Jaboticabal- SP. **Horticultura Brasileira** 18:201-202.

Fatobene BJR, Andrade VT, Aloise GS, Silvarolla MB, Filho OG, Gonçalves W, Guerreiro Filho OW (2017) Wild *Coffea arabica* resistant to *Meloidogyne paranaenses*

and genetic parameters for resistance. **Euphytica** 213:1-6. doi: doi 10.1007/s10681-017-1986-1

Ferrari GN, Suguino E, Martins NA, Compagnol R, Furlaneto FPB, Minami K (Eds.) (2013) A cultura da melancia. Piracicaba: ESALQ, 62p.

Ferraz LCCB, Monteiro AR (1995) Nematoides. In: Bergamim Filho A, Kimati H, Amorim L (Eds.) **Manual de Fitopatologia**. Minas Gerais: Editora Agronômica, Ceres, Brasil, p.168-201.

Figueiredo MB, Cardoso RMG, Abrahão J (1964) Perdas causadas pelo fungo *Mycosphaerella melonis* em aboboreira de moita. **O Biológico** 32:203-205.

Fiori ACG, Schwan-Estrada KRF, Stangarlin JR, Vida JB, Scapim CA, Cruz MES, Pascholati SF (2000) Antifungal Activity of Leaf Extracts and Essential Oils of some Medicinal Plants against *Didymella bryoniae*. **Journal of Phytopathology** 148:483-487. doi: <https://doi.org/10.1046/j.1439-0434.2000.00524.x>

Fontes PCR (2005) **Olericultura: Teoria e pratica**. Viçosa: UFV, 486p.

Forhani F, Hajihassani A (2020) Recent Advances in the Development of Environmentally Benign Treatments to Control Root-Knot Nematodes. **Frontiers in plant science** 11:1125 doi: 10.3389/fpls.2020.01125

Frantz JD, Jahn MM (2004) Five independent loci each control monogenic resistance to gummy stem blight in melon (*Cucumis melo* L.) **Theoretical and Applied Genetics** 108:1033-1038. doi: 10.1007/s00122-003-1519-2

Freitas LG, Oliveira RDLO, Ferraz S (2012) Nematoides como patógenos de plantas. In.: Zambolim L, Jesus Junior WC, Pereira OL (Eds.) **O essencial da fitopatologia: agentes causais**. Viçosa: UFV, 417 p.

Garcia-Mendivil HA, Sorribas FJ (2021) Effect of *Citrullus amarus* accessions on the population dynamics of *Meloidogyne incognita* and *M. javanica* and watermelon yield. **Scientia Horticulturae** 275:109680. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109680>

Gasparotto F, Oliveira RR, Penharbel MP, Tessmann DJ, Nascimento JF, Vida JB (2016) Effect of grafting on the control of gummy stem blight in muskmelons. **Semina: Ciências Agrárias** 37:2859-2866. doi: 10.5433/1679-0359.2016v37n5p2859

Gasparotto F, Vida JB, Tessmann DJ, Alves TCA (2011) Infecção latente de *Didymella bryoniae* em meloeiro nobre. **Summa Phytopathologica** 37:62-64. doi:10.1590/S0100-54052011000100010

Gomes LM (2018) **Reação de genótipos de meloeiro a *Didymella bryoniae* e ajuste na metodologia de avaliação**. 39 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia- Genética e Melhoramento de Plantas) – Unesp, Jaboticabal.

Goto R, Santos HS, Cañizares KAL (Eds.) (2003) **Enxertia em hortaliças**. São Paulo: Editora UNESP, 19p.

Grumet R, Katzir NL, Little HA, Portnoy V, Burger Y (2007) New insights into reproductive development in melon (*Cucumis melo* L.). **International Journal of Plant Developmental Biology** 1:253-264.

Hunt DJ, Handoo ZA (2009) Taxonomy, identification and principal species. In.: Perry RN, Moens M, Starr JL (eds.) **Root-knot nematodes**. Wallingford: CAB International, p. 55-88.

Hunt DJ, Handoo ZA (2012) Root-knot nematodes. In.: Manzanilla-López RH, Marbán-Mendoza N (eds.). **Practical Plant Nematology**. Madrid: BBA. P.359-409.

Hu Z, Deng G, Mou H, Xu Y, Chen L, Yang J, Zhang MA (2017) Re-sequencing-based ultra-dense genetic map reveals a gummy stem blight resistance-associated gene in *Cucumis melo*. **DNA Research** 25:1-10. doi: <https://doi.org/10.1093/dnares/dsx033>

Ito LA, Gaion LA, Galatti FS, Braz LT, Santos JM (2014) Resistência de porta-enxertos de cucurbitáceas a nematóides e compatibilidade da enxertia em melão. **Horticultura Brasileira** 32:297-302. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362014000300010>

jeffrey C (1980) A review of the cucurbitaceae. **Botanic Journal Linneus Society** 81:233-247. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.1980.tb01676.x>

Jones JT, Haegeman A, Danchin EGJ, Gaur HS, Johannes H, Jones MGK, Kikuchi T, Manzanilla-López R, Palomares-Rius JE, Wesemael WML, Perry RN (2013) Top 10 plant-parasitic nematodes in molecular plant pathology. **Molecular Plant Pathology** 14:946-961. doi: 10.1111/mpp.12057

Kaloshian I, Teixeira M (2019) Advances in Plant–Nematode Interactions with Emphasis on the Notorious Nematode Genus *Meloidogyne*. **Plant Disease** 109:1988-1996. doi:<https://doi.org/10.1094/PHYTO-05-19-0163-IA>

Keinath AP (2014) Reproduction of *Didymella bryoniae* on Nine Species of Cucurbits Under Field Conditions. **Plant Disease** 10:1379-1386. doi: <http://dx.doi.org/10.1094/PDIS-02-14-0139-RE>

Keinath AP (2011) From native plants in central Europe to cultivated crops worldwide The emergence of *Didymella bryoniae* as a cucurbit pathogen. **HortScience** 46:532–535. doi: 10.21273/HORTSCI.46.4.532

Keinath AP (2002) Survival of *Didymella bryoniae* in buried watermelon vines in South Carolina. **Plant Disease** 38:32-38.

Keinath AP (2000) Effect of protectant fungicide application schedules on gummy stem blight epidemics and marketable yield of watermelon. **Plant Disease** 84:254-260.

Keinath AP (1995) Fungicide timing for optimum management of gummy stem blight epidemics on watermelon. **Plant Disease** 79:354-358.

Keinath AP, Wechter WP, Rutter WB, Agudelo PA (2019) Cucurbit Rootstocks Resistant to *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* Remain Resistant When Coinfected by *Meloidogyne incognita* in the Field. **Plant Disease** 103:1383-1390. doi: <https://doi.org/10.1094/PDIS-10-18-1869-RE>

Keinath AP, Zitter TA (1998) Resistance to Benomyl and Thiophanate-methyl in *Didymella bryoniae* from South Carolina and New York. **Plant Disease** 82:479-84. doi: <https://doi.org/10.1094/PDIS.1998.82.5.479>

Kerje T, Grum M (2000) A origin of melon, *Cucumis melo*. A review of the literature. **Acta Horticulture** 510:37-44. doi: 10.17660/ActaHortic.2000.510.5

Kimati H, Amorim L, Bergamin Filho A, Camargo LEA, Rezende JAM (Eds.) (1997) **Manual de fitopatologia: doenças de plantas cultivadas**. São Paulo: Ceres, 331-332p.

Kim TY, Jang JY, Yu NH, Chi WJ, Bae CH, Yeo JH, et al. (2018). Nematicidal activity of grammicin produced by *Xylaria grammica* KCTC 13121BP against *Meloidogyne incognita*. **Pest Management Science** 74:384–391. doi: 10.1002 / ps.4717

Kirkbride JH (Eds.) (1993) Biosystematic monograph of the genus *Cucumis* (*Cucurbitaceae*). Boone: Parkway Publishers, 162p.

Kyriacou MC, Soteriou GA, Roupheal Y, Siomos AS, Gerasopoulos D (2015) Configuration of watermelon fruit quality in response to rootstock-mediated harvest maturity and postharvest storage. **Journal of the Science of Food and Agriculture** 96-2400-2409. doi: 10.1002/jsfa.7356

Lee JM, Kubota C, Tsao, SJ, Bie Z, Echevarria PH, Morra L, Oda M (2010) Current status of vegetable grafting: diffusion, grafting techniques, automation. **Scientia Horticulturae** 127:93-105.

Leida C, Moser C, Esteras C, Sulpice R, Lunn JE, Langen F, Monforte AJ, Picó B (2015) Variability of candidate genes, genetic structure and association with sugar accumulation and climacteric behavior in a broad germplasm collection of melon (*Cucumis melo* L.). **BMC Genetics** 16: 1-17. doi: 10.1186/s12863-015-0183-2.

Li HX, Nuckols TA, Harris D, Stevenson KL, Brewer MT (2019) Differences in fungicide resistance profiles and multiple resistance to a quinone-oxidoreductase inhibitor (QoI), two succinate dehydrogenase inhibitors (SDHI), and a demethylation inhibitor (DMI) for two *Stagonosporopsis* species causing gummy stem blight of cucurbits. **Pest Management Science** 75: 3093–3101. doi: 10.1002/ps.5426

Lima LD, Silva WL, Freitas DCL, Pilar LA, Silva JC, Miranda FFR (2018) Diferentes respostas do controle químico de cancro das hastes (*Didymella bryoniae*) em cultivo de melancia. **Revista da 15° Jornada de Pós-graduação e Pesquisa** 15:1094-1103

Lima RD, Dias WP, Castro JMC (1995) Doenças causadas por nematóides em cucurbitáceas. **Informe Agropecuário** 17: 57–59.

Liu S, Gao P, Zhu Q, Zhu Zi, Liu H, Wang X, Weng Y, Gao M, Luan F (2020) Resequencing of 297 melon accessions reveals the genomic history of improvement and loci related to fruit traits in melon. **Plant Biotechnology Journal** 1-14. doi: <https://doi.org/10.1111/pbi.13434>

Liu S, Shi Y, Miao H, Wang M, Li B, Gu X, Zhang S (2017) Genetic analysis and QTL mapping of resistance to gummy stem blight in *Cucumis sativus* seedling stage. **Plant Disease** 101:1145-1152. doi: <http://dx.doi.org/10.1094/PDIS-08-16-1116-RE>

Lordello LGE (1992) Nematoides das plantas cultivadas. São Paulo: Nobel. 314 p.
Maurya D, Pandey AK, Kumar V, Dubey S

Prakash V (2018) Grafting techniques in vegetable crops: A review. **International Journal of Chemical Studies** 7:1664-1672.

Martínez-Medina A, Alguacil MDM, Pascual JÁ, Van Wees SCM (2014) Phytohormone Profiles Induced by Trichoderma Isolates Correspond with Their Biocontrol and Plant Growth-Promoting Activity on Melon Plants. **Journal Chemical Ecology** 40:804–815.

Moura RM, Pedrosa EMR, Guimarães LMP (2002). Nematoses de alta importância econômica da cultura do melão no Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Fitopatologia Brasileira** 27: 225.

Molinari S, Baser N (2010) Induction of resistance to root-knot nematodes by SAR elicitors in tomato. **Crop Protection** 29:1354-1362. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2010.07.012>

Mo Z, He H, Su W, Peng F (2017) Analysis of differentially accumulated proteins associated with graft union formation in pecan (*Carya illinoensis*). **Scientia Horticulturae** 224:126-134. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.06.005>

Mundt CC (2014) Durable resistance: A key to sustainable management of pathogen and pests. **Infection, Genetics and Evolution** 27:446-455. doi: <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2014.01.011>

Newark MJ, Li P, Yang XP, Paret ML, Dufault NS (2020) Comparing Stagonosporopsis spp. fungicide resistance profiles in Florida and East China cucurbit production systems. **Plant disease** 104:129-136. doi: <https://doi.org/10.1094/PDIS-02-19-0370-RE>

Nicol JM, Tumer SJ, Conyne D, Den Nijs L, Hockland S, Maafi ZT (2011) Current nematode threats to world agriculture. In.: Jones J, Gheysen G, Fenoll C (Eds.) **Genomics and molecular Genetics of plant-nematode interactions**. Dordrecht: Springer, p. 21-43.

Nunes GHS, Aragão FAS, Nunes EWLP, Costa JM, Ricarte AO (2016) Melhoramento de melão. In.: Nick C, Borém A (Eds.) **Melhoramento de Hortaliças**. Viçosa: Editora UFV. p. 331-362.

Paret ML, Dufault NS, Olson SM (2011) Management of Gummy Stem Blight (Black Rot) on Cucurbits in Florida. University of Florida. Institute of Food and Agricultural Sciences. p. 1-9. Disponível em: <<http://edis.ifas.ufl.edu/pp280>>. Acesso em: 16 out. 2020.

Peng Y, Zhu J, Li W, Gao W, Shen R, Meng L (2020) Effects of grafting on root growth, anaerobic respiration enzyme activity and aerenchyma of bitter melon under waterlogging stress. **Scientia Horticulturae** 261: 108977. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108977>

Pereira KC (2016) **Inter-relação de *Meloidogyne enterolobii* e *Pratylenchus brachyurus* em variedades de goiabeiras**. 143 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal) – UNESP, Jaboticabal.

Pereira RB, Pinheiro BJ, Carvalho ADF (2012) Identificação e manejo das principais doenças fúngicas do meloeiro. Brasília: Embrapa, 8 p. (Circular técnica 112).

Pinheiro JB (2017) **Nematoides em hortaliças**. Brasília: Embrapa. 194p.

Pinheiro JB, Reifschneider FJB, Pereira RB, Moita AW (2013) Reprodução de *Meloidogyne enterolobii* em pimentas *Capsicum* dos grupos Habanero e Murupi. **Nematologia Brasileira** 37: 61-65.

Pitrat M (2016) Melon Genetic Resources: Phenotypic Diversity and Horticultural Taxonomy. In.: Grumet R, Katzir N, Garcia-Mas J. (Eds.) **Genetics and Genomics of Cucurbitaceae**. Cham: Springer. p. 25-60. doi: https://doi.org/10.1007/7397_2016_10

Pitrat M. (2013) Phenotypic diversity in wild and cultivated melons (*Cucumis melo*). **Plant Biotechnol-Nar**. 30, 273– 278. doi: <https://doi.org/10.5511/plantbiotechnology.13.0813a>

Pitrat M (2008) Melon. In.: Prohens J, Nuez F (Eds.) **Handbook of plant breeding. Vegetables I: Asteraceae, Brassicaceae, Chenopodiaceae, and Cucurbitaceae**. New York: Springer. p. 283-315. doi:10.1007/978-0-387-30443-4

Purquerio LFV, Cecílio-Filho AB (2002) Concentração de nitrogênio na solução nutritiva e número de frutos por planta sobre a produção e qualidade dos frutos do

meloeiro. **Horticultura Brasileira** 23:831-836. doi:<https://doi.org/10.1590/S0102-05362005000300028>

Resende MDV (2000) Análise estatística de modelos mistos via REML/BLUP na experimentação em melhoramento de plantas perenes. Colombo: Embrapa Florestas, 101p. (Embrapa Florestas. Documentos, 47).

Resende RR, Andrada VT, Salgado SML, Rezende JC, Neto TGC, Carvalho GR (2019) Arabica coffee progenies with multiple resistant to root-knot nematodes. **Euphytica** 215:1-9. doi: <https://doi.org/10.1007/s10681-019-2385-6>

Rizzo AAN (1999) **Avaliação de caracteres agronômicos e qualitativos de cinco cultivares de melão rendilhado (*Cucumis melo* var. *reticulatus* Naud.) e da heterose em seus híbridos F1**. 60 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – UNESP, Jaboticabal.

Rizzo AAN, Braz LT (2004) Desempenho de linhagens de melão rendilhado em casa de vegetação. **Horticultura Brasileira** 22:784-788. doi: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362004000400024>

SAIGUSA T (1957) On the egg development and its morphological observation of the root-knot nematode, *Meloidogyne* spp. **Journal Applied Entomology and Zoology** 1:238–243. doi: <https://doi.org/10.1303/jjaez.1.238>

Sakata Y, Wako T, Sugiyama M, Morishita M (2000) Screening melons for resistance to gummy stem blight. **Acta Horticulturae** 510:171-177. doi: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2000.510.28>

Santos AA, Freire FCO, Lima JÁ, Cardoso JE (2000) Doenças do meloeiro em áreas irrigadas no Estado do Ceará. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 11 p (Embrapa Agroindústria Tropical. Boletim de Pesquisa, 35).

Santos AA, Vidal JC, Freire FCO, Paiva WO, Freitas ASM (1999) **Avaliação de genótipos de melão para resistência à Meloidoginose e ao oídio**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 55 p. (Folhetos, 55)

Santos GR, Café-Filho AC (2005) Reação de genótipos de melancia ao crestamento gomoso do caule. **Horticultura Brasileira** 23: 945-950.

Santos GR, Café-Filho AC, Reis A (2006) Resistência de *Didymella bryoniae* a fungicidas no Brasil. **Fitopatologia Brasileira** 31:476-482. doi:<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-41582006000500007>

Santos GR, Café-Filho AC, Saboya LMF (2005) Controle químico do crestamento gomoso do caule na cultura da melancia. **Fitopatologia Brasileira** 2:155-163.

Santos GR, Castro Neto MD, Carvalho ARS, Fidelis RR, Afférrri FS (2010) Fontes e doses de silício na severidade do crestamento gomoso e produtividade da melancia. **Bioscience Journal** 26:266-272.

Santos GR, Leão EU, Clebson GG, Cardon CH (2016) Manejo da adubação potássica e da irrigação no progresso de doenças fúngicas e produtividade da melancia. **Horticultura Brasileira** 31: 36-44.

Santos PR, Viana AP, Gomes VM, Preisigke SC, Santos EA, Cavalcanti NR, Almeida OF, Walker MA (2019) Resistance to *Pratylenchus brachyurus* in Vitis species population through multivariate approaches and mixed models. **Scientia Agricola** 76:424-433. doi: <https://doi.org/10.1590/1678-992x-2017-0387>

Santos SS, Cândido WS, Rabelo HO, Marin MV, Gaion LA, Gomes RF, Camargo M, Braz LT (2017) Reaction of melon genotypes to *Didymella bryoniae* (Fuckel) Rehm. **Chilean Journal of Agricultural Research** 77:71-77.

Sasser JN (1977) Worldwide dissemination and importance of the root-knot nematodes, *Meloidogyne* spp. **Journal of Nematology** 9:26-29.

Sikora RA, Fernandez E (2005) Nematodes parasites of vegetables. In.: Luc M, Sikora RA, Bridge J (Eds.) **Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture**. UK Wallingford: CAB International, p. 319-392.

Silva EH, Soares RS, Diniz GM, Carolina AF, Marin MV, Candido WS, Braz LT, Soares PLM (2019) Grafting as a management tool to control *Meloidogyne incognita* in okra: Identifying rootstocks candidates. **Scientia Horticulturae** 246:354-359. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.11.004>

Sitterly WR, Keinath AP (1996) Gummy stem blight. In.: Zitter TA, Hopkins DL, Thomas CE. (Eds.) **Compendium of Cucurbit Diseases**. St. Paul: American Phytopathological Society, p. 27–28.

Sora D (2019) Establishment of Technological Stages for Obtaining Some Grafted Tomato Seedlings (Dutch Scion x Romanian Rootstocks. **Bulletin UASVM Horticulture** 76:143-144. doi: 10.15835/buasvmcn-hort:2018.0020

Sudisha J, Kumar TV, Niranjana SR, Shetty S (2004) First report of gummy stem blight caused by *Didymella bryoniae* on muskmelon (*Cucumis melo*) in India. **Plant pathology** 53:364-369. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2004.01031.x>

Sherbakoff CD (1917) Some important diseases of truck crops in Florida. **Agricultural Experiment Station. Bull.** 139:269-273.

Shi X, Wang X, et al. (2019) iTRAQ-based quantitative proteomics analysis of cold stress-induced mechanisms in grafted watermelon seedlings. **Journal Proteomics** 192:311–320. doi: 10.1016/j.jprot.2018.09.012

Stewart JE, Turner NA, Brewer MT (2015) Evolutionary history and variation in host range of three *Stagonosporopsis* species causing gummy stem blight of cucurbits. **Fungal biology** 119:370-382. doi: 10.1016/j.funbio.2014.12.008.

Tihohod D (2000) **Nematologia agrícola aplicada**. Jaboticabal: FUNEP.372p.

Tirupathamma TL, Ramana CV, Naidu LN, Sasikala K (2019) Vegetable Grafting: A Multiple Crop Improvement Methodology. **Current Journal of Applied Science and Technology** 33-1-10. doi: 10.9734/CJAST/2019/v33i330076

Thies JA, Ariss JJ, Hassell RL, Olsen S, Kousik CS, Levi A (2010) Grafting for management of southern root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*, in watermelon. **Plant Disease** 94:1195-1199. doi: <https://doi.org/10.1094/PDIS-09-09-0640>

Tsutsumi CY, Silva N (2004) Screening of melon populations for resistance to *Didymella bryoniae* in greenhouse and plastic tunnel conditions. **Brazilian Archives of Biology and Technology** 47:171-177. doi: <https://doi.org/10.1590/S1516-89132001000500001>

Valadares RN, Melo RA, Sarinho IVF, Oliveira NS, Rocha FAT, Silva JW, Menezes D (2018) Genetic diversity in accessions of melon belonging to momordica group. **Horticultura Brasileira** 36: 253-258. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-053620180218>

Van Der Eycken W, Engler JA, Inzé D, Montagu MV, Cheysen G (1996) A molecular study of root-knot nematode-induced feeding sites. **Plant Journal** 9:45-54. doi: <https://doi.org/10.1046/j.1365-313X.1996.09010045.x>

Van Steekelenburg Nam (1986) *Didymella bryoniae* on glasshouse cucumber. Wageningen University & Research, Laboratory of Phytopathology, 105p.

Viana AP, Resende MDV (2014) **Genética quantitativa no melhoramento de fruteiras**. Rio de Janeiro: Interciência. 296p.

Vida JB, Tessmann DJ, Zambolim L, Verzignassi JR, Brandão Filho JUT (2004) Controle da podridão gomosa em melão rendilhado em cultivo protegido por sanitização de ferramenta de poda. **Fitopatologia Brasileira** 29: 626-630. doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-41582004000600005>

Vokalounakis DJ (1995) Inheritance and linkage of resistance in cucumber line SMR-18 to races 1 and 2 of *Fusarium oxysporium* f. sp. *Cucumerinum*. **Plant Pathology** 44:169-172

Wako T, Sakata Y, Sugiyama M, Ohara T, Ishiuchi D, Kojima A (2002) Identification of melon accessions resistant to gummy stem blight and genetic analysis of the resistance using an efficient technique for seeding test. **Acta Horticulturae** 588:161-164. doi: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2002.588.24>

Wolukau JN, Zhou X, Li Y, Zhang Y, Chen J (2007) Resistance to gummy stem blight in melon (*Cucumis melo* L.) germplasm and inheritance of resistance from plant introductions 157076, 420145, and 323498. **HortScience** 42:215-221. doi: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.42.2.215>

Xiang N, Lawrence KS, Donald PA (2018). Potencial de controle biológico da supressão de rizobactérias promotoras de crescimento de plantas de *Meloidogyne incognita* em algodão e *Heterodera glycines* em soja: Uma revisão. **Journal of Phytopathology** 166:449-458. doi: 10.1111 / jph.12712

Yamato T, Dan K (2015) Improved Growth and Yield under High-temperature Conditions of *Cucurbita maxima* Duchesne ex Lam. cv. Kurokawa-delicious Grafted onto *Cucurbita moschata* Duchesne ex Poir. cv. Shima-kabocha as Rootstock. **Horticulture Research** 14:171–177. doi: 0.2503/hrj.14.171

Zambolim L, Costa H, Lopes CA, Vale FXR. Doenças de hortaliças em cultivo protegido. **Informe Agropecuário** 20:114-125.

Zitter TA, Hopkins DL, Thomas CE (1998) **Compendium of cucurbit diseases**. St. Paul: APS Press. p. 27.

Zuniga TL, Jantz JP, Zitter TA, Jahn MK (2007) Monogenic Dominant Resistance to Gummy Stem Blight in Two Melon (*Cucumis melo*) Accessions. **Plant Disease** 83:1105-1107. doi: <https://doi.org/10.1094/PDIS.1999.83.12.1105>

Zhang Y, Kyle M, Anagnostou K, Zitter TA (1997) Screening melon (*Cucumis melo*) for resistance to gummy stem blight in the greenhouse and field. **HortScience** 32:117-121.

Zhang N, Xu Bing-Hua, Bi Yan-Fei, Lou Qun-Feng, Chen Jin-Feng, Qian Chun-Tao, Zhang Yong-Bing, Yi Hong-Ping (2017) Development of a muskmelon cultivar with improved resistance to gummy stem blight and desired agronomic traits using gene pyramiding. **Czech Journal Genetics and Plant Breeding** 53:23-29. doi: <https://doi.org/10.17221/84/2016-CJGPB>

CAPÍTULO 2 – Seleção de genótipos de meloeiro com resistência a *Didymella bryoniae*

RESUMO – O crestamento gomoso do caule é uma doença destrutiva causada pelo fungo *Didymella bryoniae* que tem causado sérios prejuízos à cultura do meloeiro em todo o mundo. O objetivo do presente estudo foi selecionar e confirmar a resistência de genótipos de meloeiro a *D. bryoniae*. Dois ensaios foram conduzidos em ambiente protegido, em delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições e oito plantas por parcela. Os sintomas característicos da doença causados pelo crestamento gomoso do caule foram avaliados por meio de escala de notas, para posterior determinação das classes de reação da doença. Para a inoculação nos dois Ensaios, foi utilizado o método do palito de dente, ocorrendo a inserção direta do palito contendo o disco de colônia do fungo, de 5 mm de diâmetro, inserido diretamente na haste da planta (1 cm abaixo das folhas). Foram avaliados 12 genótipos no primeiro ensaio e 14 no segundo ensaio. Em ambos os ensaios, os genótipos apresentaram variabilidade genética quanto à resposta dos sintomas ocasionados pelo crestamento gomoso do caule, sendo formadas várias classes de reação a *D. bryoniae*. Os PI's PI482398, PI140471, PI157082 e PI42045, mostraram estabilidade quanto à resistência a *D. bryoniae*, sendo esses classificados como altamente resistentes nos dois ensaios, confirmando resultados anteriores. Esses podem ser indicados para serem avançados nos programas de melhoramento genético da cultura como valiosa fonte de resistência.

Palavras-chaves: *Cucumis melo*, gomoso do caule, resistência, seleção

CHAPTER 2 – Selection of melon genotypes with resistance to *Didymella bryoniae*

ABSTRACT – Gummy stem blight is a destructive disease caused by the fungus *Didymella bryoniae* that has caused serious damage to melon crops worldwide. The present study aimed to select and confirm the resistance of melon genotypes to *D. bryoniae*. Two trials were carried out in a protected environment, in a randomized block design, with four replications and eight plants per plot. The characteristic symptoms of the disease caused by the gummy stem blight were evaluated using a grading scale, for later determination of the disease reaction classes. For inoculation in both trials, the toothpick method was used, with the direct insertion of the toothpick containing the fungus colony disk, 5 mm in diameter, inserted directly into the plant stem (1 cm below the leaves). Twelve genotypes were evaluated in the first trial and 14 in the second trial. In both assays, the genotypes showed genetic variability regarding the response of symptoms caused by the gummy stem blight, forming several classes of reaction to *D. bryoniae*. The PI's PI482398, PI140471, PI157082, and PI42045, showed stability regarding resistance to *D. bryoniae*, which were classified as highly resistant in both assays, confirming previous results. These can be indicated to be advanced in the crop genetic improvement programs as a valuable source of resistance.

Keywords: *Cucumis melo* L., gummy stem blight, resistance, selection.

1. INTRODUÇÃO

Didymella bryoniae (Auersw.) Rehm é um dos principais patógenos de cucurbitáceas em todo o mundo. Essa doença, também conhecida como crestamento gomoso do caule, tem ocasionado perdas significativas na produtividade nas áreas de cultivo (Santos e Café Filho, 2005; Dalcin et al., 2017), especialmente em ambientes úmidos (Café-Filho et al., 2010; Brewer et al., 2015). As perdas econômicas podem variar de 30% a 60% (Frantz e Jahn, 2004), podendo chegar a 100%, quando se cultivam melões nobres, em ambiente protegido (Gasparotto et al., 2011). Sua ocorrência é mais frequente nas culturas do melão, melancia, pepino, abóboras e cabaças (Keinath et al., 1995; Keinath, 2011; Li et al., 2015).

O patógeno tem a capacidade de sobreviver em restos de cultura, sementes e solo (Gasparotto et al., 2011; Lima et al., 2018), mantendo-se viável de um a três anos (Santos et al., 2005), por meio das suas estruturas picnídios e peritécios. Além disso, o cultivo em casa de vegetação, influenciado pelas condições de alta temperatura e alta umidade relativa, tem favorecido a agressividade do patógeno (Vida et al., 2001; Gasparotto et al., 2009).

Sua infecção pode ocorrer em qualquer tecido da planta, em qualquer estágio de desenvolvimento (Ferrari et al., 2013). No caule, surgem lesões necróticas e encharcadas, resultando na formação do cancro da haste, produzindo um exsudato de goma de cor marrom (Frantz e Jahn, 2004). Nas folhas, produz sintomas como manchas (Keinath, 2014), e nos frutos a doença causa o que é conhecido como podridão negra (Chiu e Walker, 1949; Brewer et al., 2015). Seus sintomas também têm sido observados em sementes (Neergard 1989; Somai et al., 2002; Keinath, 2011). Em genótipos suscetíveis, as lesões continuam sua expansão no caule, levando ao murchamento e posterior morte da planta (Sitterly e Keinath, 1996).

Embora existam várias medidas disponíveis para reduzir os danos ocasionados pelo crestamento gomoso do caule, como, por exemplo, rotação de culturas (Paret et al., 2011) e manejo da adução (Santos et al., 2010), o controle geralmente é realizado por meio de fungicidas químicos, que têm mostrado pouca eficiência para reduzir ou eliminar o inóculo inicial (Malathrakis e Vakalounakis, 1983; Santos et al., 2017), devido à resistência de *D. bryoniae* a fungicidas sistêmicos principalmente à base de

benzimidazóis (Keinath e Zitter 1998; Santos et al., 2005). Devido à baixa eficiência dos produtos fitossanitários, além da importância agrícola da cultura do meloeiro para o Brasil, que no ano de 2019 teve exportação total de aproximadamente 252 mil toneladas, com valor de US\$ 160,389 milhões (Carvalho et al., 2020), pesquisas visando ao desenvolvimento de cultivares de melão resistentes ao crestamento gomoso do caule têm despertado interesse da comunidade científica e de empresas do setor privado.

A resistência genética de meloeiro ao crestamento gomoso do caule é condicionada por cinco genes independentes, sendo quatro desses dominantes e um recessivo, denominados de Gsb-1, Gsb-2, Gsb-3, Gsb-4 e gsb-5 (Frantz e Jahn, 2004; Wolukau et al., 2007; Hu et al., 2017). A procura por fontes de resistência a *D. bryoniae* passa pela existência da variabilidade genética em acessos com bancos disponíveis, sendo sua caracterização indispensável. Embora fontes de resistência ao crestamento gomoso do caule em meloeiro tenham sido relatadas, os resultados têm mostrado variações (Sakata et al., 2000; Tsutsumi e Silva, 2004; Zhang et al., 2017), podendo haver associação à agressividade do patógeno (Suh et al., 2013), capacidade que este tem de quebrar a resistência, bem como às diferenças dos isolados, sendo importante, sempre que possível, confirmar a resistência dos genótipos.

Nesse sentido, é importante a caracterização de novos genótipos de meloeiro, bem como a confirmação da resistência daqueles genótipos resistentes, mas que podem apresentar variação em virtude das diferenças nos isolados e das condições nas quais os ensaios são conduzidos, sendo que o objetivo principal é identificar potenciais variações nos genes que conferem resistência ao crestamento gomoso do caule, atualmente. Esses resultados vão auxiliar melhoristas de plantas na transferência destes para cultivares elites, reduzindo danos ocasionados por esse patógeno em todo mundo. Assim, o objetivo do presente estudo foi selecionar e confirmar a resistência de genótipos de meloeiro a *D. bryoniae*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização da área experimental

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação e no Laboratório de Fitopatologia, localizado em Jaboticabal, Estado de São Paulo, Brasil, 21° 14' 05 " Sul e 48° 17' 09" Oeste, com altitude de 614 m. Dois ensaios foram realizados, sendo o Ensaio I de 05-03-2018 a 07-05-2018 e o Ensaio II de 29-09-2018 a 08-11-2018.

2.2. Material genético

No Ensaio I, avaliaram-se as reações de 12 genótipos de meloeiro ao crestamento gomoso do caule (Tabela 1). No ensaio II, além dos 12 genótipos, foram realizadas inoculações na linhagem de meloeiro JAB 11 e no híbrido de meloeiro 'Olympic Express', cedido pela Empresa Sakata Seed Sudamerica. Alguns dos genótipos avaliados nesse estudo já passaram por avaliação da resistência a *D. bryoniae* em outros trabalhos desenvolvidos pelo Grupo de Estudos em Olericultura e Melhoramento (NEOM), UNESP-FCAV (Gomes, 2018; Santos et al., 2019), além de estudos realizados em outros países estudando a herança da resistência (Sakata et al., 2000; Tsutsumi e Silva, 2004; Zhang et al., 2017), sendo de interesse confirmar a resistência para usar essas informações nas próximas etapas do Programa de Melhoramento genético do meloeiro, sendo importante pois, os isolados apresentam diferenças quanto à agressividade (Suh et al., 2013).

Tabela 1 – Relação dos genótipos de meloeiro (*Cucumis melo* L.) submetidos à inoculação com *Didymella bryoniae*. Jaboticabal - São Paulo, Brasil, 2021.

Genótipo	Origem	Expressão sexual	Natureza	Classificação
AC-09	Brasil	Monoica	*Indet. landrace	<i>Cucumis melo</i> var. <i>momordica</i>
AC-29	Brasil	Monoica	Indet. landrace	<i>C. melo</i> var. <i>momordica</i>
C-160	Brasil	Monoica	Indet. landrace	Indet. landrace
CNPH 111075	Brasil	Monoica	Indet. landrace	Indet. landrace
‘Ouro’	TOPSEED	Andromonoica	Comercial	<i>Cucumis melo</i> var. <i>inodorus</i>
Gaúcho’	TOPSEED	Andromonoica	Comercial	<i>Cucumis melo</i> var. <i>cantalupensis</i>
‘Caipira’	TOPSEED	Andromonoicas	Comercial	<i>Cucumis melo</i> var. <i>cantalupensis</i>
PI482398	Zimbabwe	Andromonoicas	Indet. landrace	<i>C. melo</i> subsp. <i>melo</i>
PI157082	China	Monoica	Indet. landrace	<i>C. melo</i> subsp. <i>melo</i>
PI140471	**NCRPIS - USDA	Andromonoica	Indet. landrace	<i>C. melo</i> subsp. <i>melo</i>
PI42045	Japão	Andromonoica	Indet. landrace	<i>C. melo</i> subsp. <i>melo</i>
JAB 11	***NEOM	Andromonoica	Indet. landrace	<i>Cucumis melo</i> var. <i>reticulatus</i>
JAB 20	NEOM	Andromonoica	Indet. landrace	<i>Cucumis melo</i> var. <i>reticulatus</i>
‘Olimpic Express’	Sakata Seed Sudamerica	Andromonoicas	Comercial	<i>Cucumis melo</i> var. <i>reticulatus</i>

* Indet. Landrace = Não comercial

** NCRPIS= North Central Regional Plant Introduction Station

***NEOM = Núcleo de Estudos em Olericultura e Melhoramento

2.3. Implantação dos experimentos e condução experimental

As plântulas foram produzidas em bandejas de poliestireno expandido contendo 128 células e substrato comercial Bioplant®, previamente autoclavado a 120°C e 1 ATM durante uma hora, sendo este suplementado com 5 g do fertilizante formulado 04-14-08 (NP2O5-K2O) por litro de substrato (Tsutsumi e Silva, 2004). A semeadura foi realizada em linhas de forma intercalada, com o objetivo de evitar a formação de microclima, o que pode favorecer o aparecimento de algumas doenças, além de dificultar o processo de inoculação e avaliação. Aos 43 dias da semeadura, procedeu-se à inoculação. O delineamento adotado nos dois ensaios foi em blocos casualizados com quatro repetições e 24 plantas por parcela, sendo 12 tratamentos no Ensaio I e 14 no Ensaio II.

As fileiras e plantas das extremidades foram usadas como bordaduras, sendo avaliadas as seis plantas centrais. Para verificar a ausência do efeito do ferimento feito pelo palito e do meio BDA, foi utilizada uma repetição como controle, onde todos os tratamentos foram inoculados apenas com o disco BDA, sem a presença do fungo. Como padrão de suscetibilidade no Ensaio I, foi usado o genótipo JAB 20 e no Ensaio II foram utilizados os genótipos JAB 11 e JAB 20.

2.4. Isolamento do fungo e inoculação de *Didymella bryoniae* nas plantas de meloeiro

O isolado de *D. bryoniae* utilizado nos Ensaios I e II foi proveniente de plantas de meloeiro infectadas de Ensaios anteriores, obtidas no setor de Olericultura e Plantas Aromático Medicinais da UNESP-FCAV. Para o isolamento do fungo, adotou-se a técnica de isolamento direto, e na superfície do caule foram retirados corpos de frutificação picnídios e/ou peritécios, posteriormente transferidos para placas de Petri contendo meio BDA (Batata Dextrose Ágar).

Para favorecer o crescimento do fungo, as placas foram acondicionadas em estufa B.O.D (*Biochemical Oxygen Demand*), sob temperatura controlada de 26°C e fotoperíodo de 12 horas, com duração de três dias. Após o crescimento micelial, foi realizada a repicagem para obtenção da cultura pura do fungo. Decorridos doze dias após a repicagem, o isolado de *D. bryoniae* tinha crescido em toda a placa, estando pronto para ser inoculado nas plântulas. Foram retirados discos de 5 mm de diâmetro do meio de cultura para serem utilizados no processo de inoculação (Figura 1).

Para a inoculação nos dois Ensaio, foi utilizado o método do palito de dente, ocorrendo a inserção direta do palito contendo o disco de colônia do fungo, de 5 mm de diâmetro, inserido diretamente na haste da planta (1 cm abaixo das folhas) (Verzignassi et al., 2004). Para eliminar possíveis contaminações, os palitos de dente foram submetidos a um processo de higienização, onde estes foram submetidos à fervura com água durante 30 minutos, procedendo-se à troca de água por três vezes. Após esse procedimento, os palitos foram acondicionados em placas de Petri e esterilizados em autoclave a 120°C e 1 ATM por 20 minutos (Siviero e Menten, 1995).

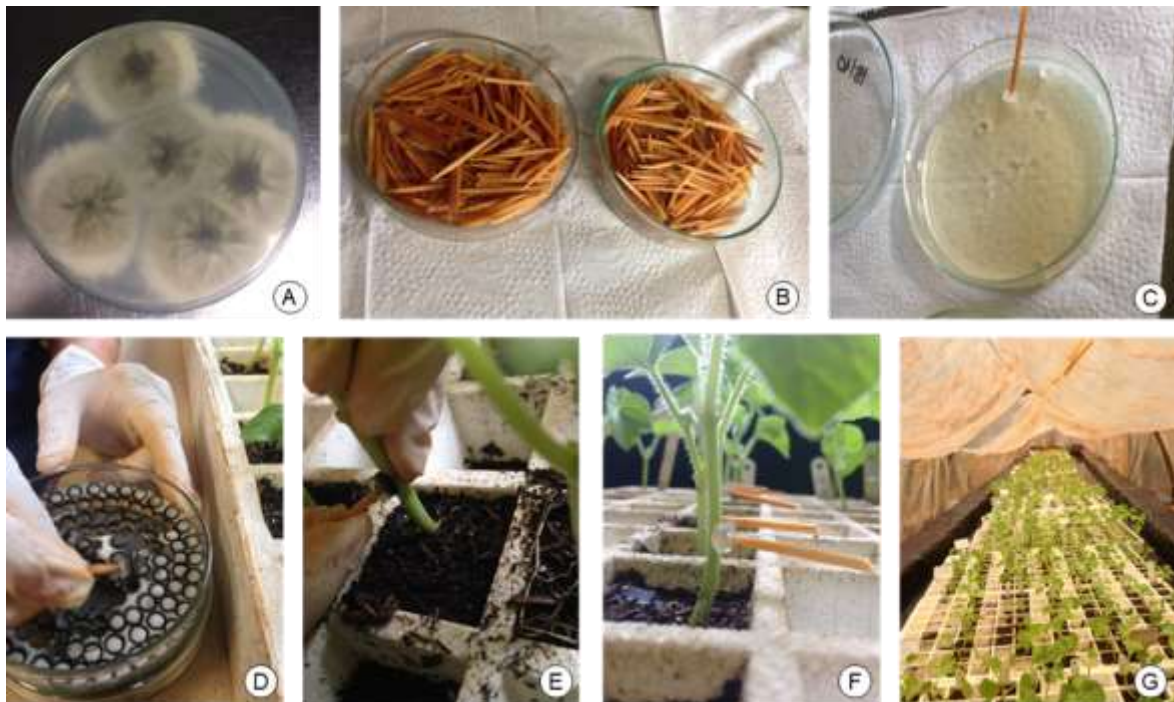


Figura 1 – (A) - Isolamento do fungo *Didymella bryoniae*; (B) - Palitos de dente utilizados na inoculação; (C) – Discos de BDA para inoculação nas testemunhas; (D) – Discos de BDA colonizados com o fungo; (E) - Inoculação do fungo na planta, através da inserção do palito de dente; (F) - Plantas inoculadas apenas com o palito e meio BDA, sem a

presença do fungo; (G) – Acondicionamento das plântulas inoculadas na câmara úmida.

2.5. Avaliação da resistência

Após inoculação, as plantas foram acondicionadas em câmara úmida do tipo “Flouting” (Oliveira et al., 2007) por 72 horas (três dias após a inoculação - DAI), sendo realizada a primeira avaliação. Logo após esse período, foram transferidas para casa de vegetação, permanecendo até o fim dos Ensaio. Na casa de vegetação, as mudas foram irrigadas por aspersão.

Para o Ensaio I, as avaliações foram realizadas aos 3; 7; 14 e 21 DAI. No Ensaio II, as avaliações prosseguiram até os 14 dias. Em ambos, foi utilizada a escala de notas proposta por Dusi et al. (1994) com variação de 0 a 4 (0 = ausência de sintomas visíveis; 1= lesão encharcada na haste da planta até 1 cm de diâmetro; 2 = lesão encharcada na haste da planta com mais de 1 cm de diâmetro; 3 = lesão parcialmente necrosada na haste com murcha parcial da planta; 4 = necrose da haste com murcha total e morte da planta) (Figura 2). Após essa avaliação, os genótipos foram agrupados em quatro classes de reação de resistência: 0,1-1,0 = altamente resistente (AR); 1,1-2,0 = medianamente resistente (MR); 2,1-3,0 = suscetível (SU); 3,1-4,0 = altamente suscetível (AS) (Noronha et al., 2006).

As avaliações foram encerradas quando uma das parcelas que continha o padrão de suscetibilidade expressou nota máxima (4) para todas as plantas.

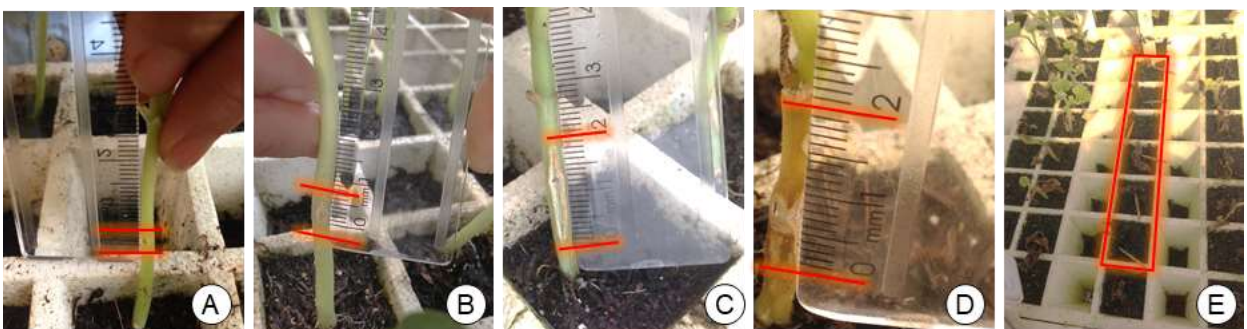


Figura 2 – (A) – Nota 0 (ausência de sintomas visíveis); (B) – Nota 1 (lesão encharcada na haste da planta até 1 cm de diâmetro); (C) – Nota 2 - lesão encharcada na haste da planta com mais de 1 cm de diâmetro; (D) – Nota 3 (lesão parcialmente necrosada na haste com murcha parcial da planta); (E) – Nota 4 (necrose da haste com murcha total e morte da planta).

2.6. Análise dos dados

Os dados foram submetidos à análise diagnóstica com base nos resíduos, utilizando-se o teste de homocedasticidade (Bartlett, 1937), normalidade (Shapiro-Wilk, 1965), aditividade do modelo pelo teste de Tukey (Snedecor e Cochran, 1967) e a autocorrelação (Fox e Weisberg, 2019). Na medida em que se observou a violação de ao menos um dos pressupostos, foram realizadas as transformações. Os dados de fenotipagem foram transformados em $\sqrt{X + 0,5}$ e submetidos à análise de variância. O esquema adotado foi o de parcelas subdivididas.

Os tratamentos principais foram os genótipos, e os dias de avaliação foram considerados como tratamentos secundários. Realizada a análise de variância, os genótipos foram comparados quanto à significância dos efeitos e interações e realizados os desdobramentos. Em seguida, foi utilizado o teste de múltiplas comparações de médias LSD ($\alpha = 0,05$). Todas as análises estatísticas foram realizadas no Ambiente Estatístico R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2020), utilizando-se dos pacotes Stats (normalidade e homogeneidade das variâncias), Car (autocorrelação) (Fox e Weisberg, 2019), Asbio (aditividade do modelo) (Aho, 2014) e Exp.Des (análise de variância) (Ferreira et al., 2014).

3. RESULTADOS

3.1. Ensaio I

Nas primeiras 72h, período em que as plântulas ficaram na câmara úmida, as temperaturas mínimas e máximas foram de 17,1 a 47,6°C, e as umidades relativas mínima e máxima foram de 15,9 e 97%, respectivamente. No interior da casa de vegetação, as temperaturas mínimas e máximas foram de 11,4 e 37,5°C, e as umidades relativas mínima e máxima foram de 16 e 96%, respectivamente (Figura 3).

Os resultados dessa pesquisa evidenciaram existência de variabilidade genética quanto à resposta dos genótipos à reação da infecção causada por *D. bryoniae*, validada pela análise de variância, que evidenciou efeito significativo para

genótipo (G), dias após a inoculação (D) (Tabela 2) e interação G x DAI (Tabela A1 - Apêndice), ($P \leq 0,01$).

Na avaliação do potencial de danos ocasionados pelo isolado de *D. bryoniae* em todos os genótipos de meloeiro desse estudo, foram observados níveis variados de infecção, sendo as maiores notas observadas para o genótipo JAB 20, com nota >3 cm na última avaliação, classificado como suscetível (SU). Esse resultado evidencia que o isolado de *D. bryoniae* mostrou-se patogênico às plântulas de meloeiro e as condições experimentais e ambientais foram favoráveis, já que o genótipo JAB 20 foi utilizado como padrão de suscetibilidade.

Em geral, os sintomas nesse genótipo evoluíram mais rápido, com o aparecimento progressivo de pequenas lesões encharcadas, evoluindo para a exsudação de goma no caule, com posterior murcha. Na primeira avaliação, algumas plântulas da parcela apresentaram notas superiores a 1 cm, continuando com a evolução da doença até os 21 DAI (Tabela 2). Foi observada ampla variação na severidade da doença ao analisar a evolução e as classes de reação, tendo sido formados três grupos, sendo sete genótipos considerados moderadamente resistentes (MR) e quatro considerados altamente resistentes (AR) (Tabela 2).

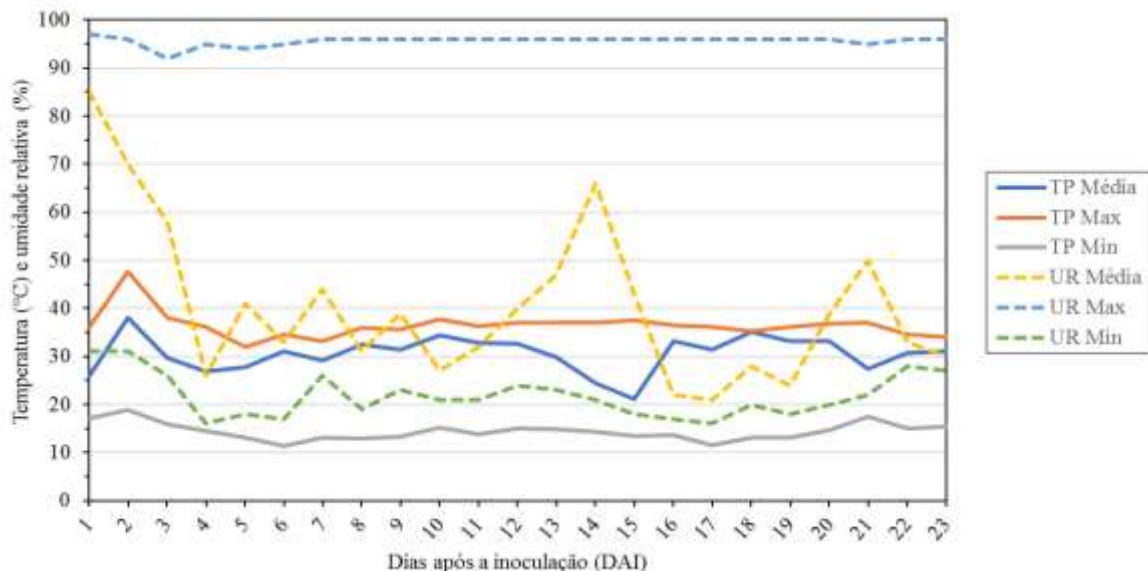


Figura 3 – Médias das temperaturas e umidades relativas do ar, máxima e mínima no interior da câmara úmida (até os 3 DAI), e no interior da casa de vegetação (até 21 DAI) Ensaio I. UNESP-FCAV, Jaboticabal – SP, 2021.

Ao considerar as notas médias das quatro avaliações, o genótipo PI482398 não apresentou progressão na evolução dos sintomas da doença durante os períodos de

avaliação, o que não foi observado para os demais genótipos (Tabela 2). Sua estabilidade começa a ser observada a partir da segunda avaliação, sem diferenças nas notas médias da doença aos 7 DAI e 14 DAI (Tabela 2).

Os genótipos PI482398, PI140471, PI157082 e PI42045 não apresentaram evolução dos sintomas da doença, cuja nota média foi <1 cm, sendo classificados como AR. Os demais genótipos foram classificados como MR, com notas >1 cm e níveis crescentes da doença em todas as avaliações. Exemplo disso foi o 'Caipira', com nota média 0,38 cm na avaliação aos 3 DAI, mantendo-se <1 cm aos 7 DAI. No entanto, na última avaliação (21 DAI), sua nota média foi de 2,49 cm (Tabela 2).

Tabela 2 – Notas da resistência de genótipos de meloeiro a *Didymella bryoniae* em quatro avaliações, Ensaio I. UNESP-FCAV, Jaboticabal SP, 2021.

Genótipo G	3 DAI ¹	7 DAI	14 DAI	21DAI	Teste F	Médias	Reação
JAB 20	1,45 ³ (1,61) ⁴ aC ²	1,74 (2,52) aB	1,82 (2,82) aAB	1,91 (3,13) aA	14,97**	2,52	SU ⁵
‘OURO’	1,31 (1,22) abC	1,53 (1,83) abB	1,70 (2,39) abA	1,79 (2,72) abA	17,46**	2,04	MR
AC-29	1,29 (1,16) abcC	1,44 (1,58) bcB	1,54 (1,86) bcAB	1,66 (2,26) abcdA	9,57**	1,72	MR
C-160	1,18 (0,89) bcdC	1,45 (1,60) bcB	1,54 (1,87) bcB	1,70 (2,38) abcdA	18,44**	1,69	MR
CNPH111075	1,15 (0,82) bcdC	1,43 (1,54) bcB	1,50 (1,74) bcdAB	1,63 (2,15) bcdA	15,71**	1,56	MR
‘GAÚCHO’	1,10 (0,70) bcdC	1,33 (1,28) bcdB	1,47 (1,66) bcdAB	1,53 (1,83) cdA	14,19**	1,37	MR
‘CAIPIRA’	0,94 (0,38) deD	1,10 (0,71) defC	1,44 (1,57) cdB	1,73 (2,49) abcA	48,04**	1,20	MR
AC-09	1,13 (0,77) bcdC	1,22 (1,00) cdeBC	1,35 (1,33) cdeAB	1,47 (1,66) deA	8,75**	1,19	MR
PI482398	1,13 (0,78) bcdA	1,25 (1,06) cdeA	1,25 (1,06) deA	1,27 (1,11) efA	1,56 ^{ns}	1,00	AR
PI140471	1,04 (0,59) cdeB	1,17 (0,87) defAB	1,17 (0,87) eAB	1,26 (1,10) efA	3,24*	0,86	AR
PI157082	1,00 (0,51) deB	1,07 (0,66) efAB	1,15 (0,83) eA	1,21 (1,00) fA	3,26*	0,74	AR
PI42045	0,84 (0,21) eB	0,95 (0,40) fB	1,15 (0,83) eA	1,22 (1,00) efA	12,08**	0,61	AR
Teste F	3,66**	6,47**	6,13**	7,64**			
CV % (G)	19,37						
CV % (DAI)	6,53						

**Significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de F; * Significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de F; ^{ns}Não significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de F; ¹DAI – Dias após a inoculação. ²Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste LSD (*Least Significance Difference*), ao nível de 5% de probabilidade; ³Notas transformadas em $\sqrt{X + 0,5}$; ⁴Nota média original, sem transformação; ⁵Classes de reação baseada nas notas originais:0,0-1,0=Altamente Resistente (AR); 1,1-2,0=Medianamente Resistente (MR); 2,1-3,0 = suscetível (SU); 3,1-4,0 = Altamente Suscetível (AS) (Noronha et al., 2006).

3.2. Ensaio II

Com o objetivo de verificar a estabilidade dos genótipos quanto à reação da resistência a *D. bryoniae*, foi realizado o Ensaio II. As temperaturas mínimas e máximas no interior da câmara úmida foram de 22 a 48,7°C, com umidade relativa mínima e máxima de 11 e 90%, respectivamente. Quando as plântulas foram transferidas para a casa de vegetação, após 72h, a temperatura mínima foi de 15°C, com máxima de 48,5°C, apresentando UR mínima de 13% e máxima de 97% (Figura 4).

A análise de variância revelou efeito significativo para genótipo (G), avaliação de dias após a inoculação (D) (Tabela 3) e interação G x DAI (Tabela A2 - Apêndice) ($P \leq 0,01$), indicando variabilidade da resposta dos genótipos quanto à infecção causada pelo crestamento gomoso do caule. Foram observadas diferenças quanto à evolução dos sintomas da doença nas três avaliações. O genótipo CNPH111075 foi o único que apresentou nota 0 na avaliação aos 3 DAI. No entanto, aos 14 DAI, sua nota média foi > 3 , sendo classificado como moderadamente resistente (MR). A JAB 20, testemunha de suscetibilidade, apresentou maiores notas médias em todas as avaliações (Tabela 3).

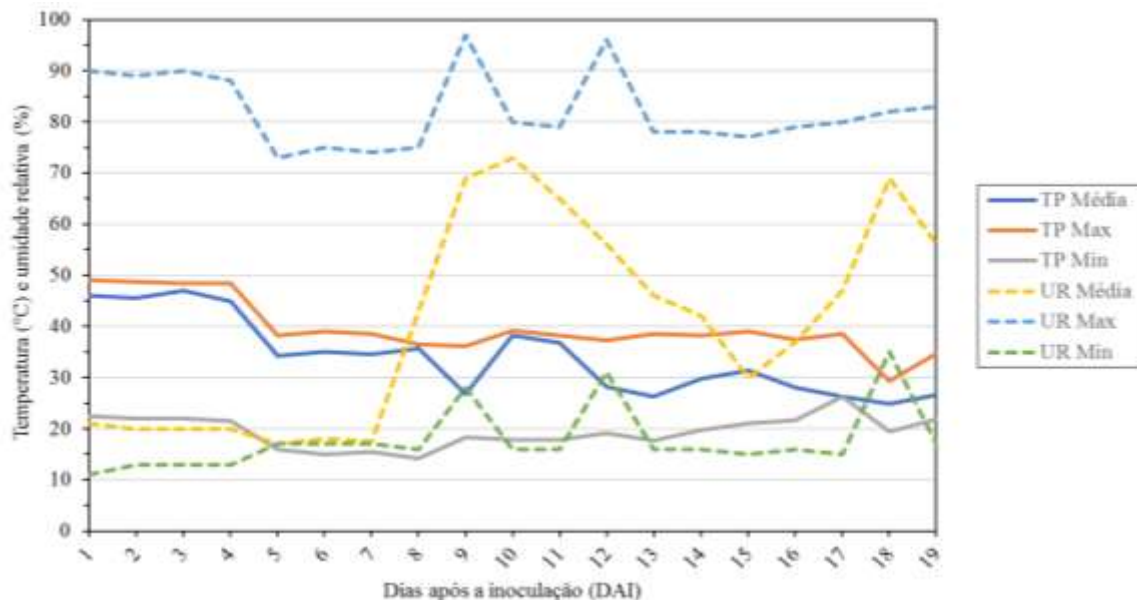


Figura 4 – Médias das temperaturas e umidades relativas do ar, máxima e mínima no interior da câmara úmida (até os 3 DAI), e no interior da casa de vegetação (até 14 DAI), do Ensaio II, UNESP-FCAV, Jaboticabal – SP, 2021.

A doença não evolui significativamente nos genótipos AC-29, PI482398, PI140471, PI42045 e PI157082, o que não foi verificado para os demais, mostrando que esses apresentam mecanismos de resistência para conter o avanço da doença. O genótipo PI157082 apresentou as menores notas médias de infecção em todas as avaliações, seguido pelo PI42045 (Tabela 3).

Os dados (Tabela 3) indicam a formação de três grupos de genótipos quanto à classe de reação a *D. bryoniae*. Os padrões de suscetibilidade JAB 20 e JAB 11 desenvolveram lesões nos caules, que rapidamente progrediram para murcha e morte das plântulas (nota 4), na última avaliação. Esses resultados são indicativos da virulência do isolado e de que as condições ambientais foram ideais para o desenvolvimento do fungo. Além dos padrões de suscetibilidade, os híbridos 'Olimpic Express', 'Ouro' e 'Gaúcho' foram agrupados na mesma classe de reação da doença como SU (Tabela 3). Observa-se que os níveis dos sintomas da doença, para esses genótipos ocorreram de forma semelhante, permanecendo com crescimento até o último dia de avaliação (21 DAI).

Os genótipos PI482398, PI140471, PI42045 e PI157082 foram classificados como altamente resistentes, resultado semelhante ao encontrado no Ensaio I (Tabela 1, 2), evidenciando estabilidade da resistência quanto à resposta dos genótipos de meloeiro a *D. bryoniae*, quando comparados com os demais.

Além desses genótipos, o AC-29, relatado anteriormente no Ensaio I como moderadamente resistente (MR) (Tabela 2), foi classificado como altamente resistente (AR) no Ensaio II, com nota <1 cm. Devido à instabilidade desse genótipo quanto à classificação da resistência, são necessários ensaios adicionais para que se possa efetuar recomendações seguras. Portanto, apesar desse genótipo ter apresentado o segundo menor nível médio de infecção aos 3 DAI, a doença pode alcançar níveis elevados ao final da avaliação (Tabela 3), o que pode comprometer o máximo potencial da planta durante seu ciclo. Diferenças quanto à classe de reação da doença nos dois Ensaios podem ser observadas para os genótipos 'Ouro' e 'Gaúcho'. No ensaio I, esses genótipos foram classificados como MR, sendo classificados no Ensaio II como suscetíveis (Tabela 2 e 3). As plantas utilizadas como controle não desenvolveram sintomas do crestamento gomoso do caule, indicando a ausência do efeito do ferimento feito pelo palito e do meio BDA.

Tabela 3 – Notas da resistência de genótipos de meloeiro a *Didymella bryoniae* em três avaliações, Ensaio II. UNESP-FCAV, Jaboticabal SP, 2021.

Genótipo G	3 DAI ¹	7 DAI	14 DAI	Teste F	Médias	Reação
JAB 20	1,54 ³ (1,87) ³ aB ²	1,97 (3,39) aA	2,12 (4,00) aA	17,02**	3,09	SU ⁵
´Olimpic Express`	1,47 (1,65) abB	1,96 (3,33) aA	2,12 (4,00) aA	21,74**	2,99	SU
JAB 11	1,44 (1,59) abC	1,90 (3,10) aB	2,12 (4,00) aA	22,27**	2,89	SU
´OURO`	1,22 (0,99) bcC	1,82 (2,82) abB	2,08 (3,83) aA	36,52**	2,55	SU
´GAÚCHO`	0,96 (0,42) cdeC	1,60 (2,05) bcB	2,08 (3,83) aA	59,16**	2,10	SU
´CAIPIRA`	1,10 (0,71) cdC	1,63 (2,14) bcB	1,95 (3,32) abA	34,60**	2,06	MR
C-160	0,96 (0,42) cdeC	1,45 (1,61) cB	2,02 (3,59) abA	52,91**	1,87	MR
AC-09	0,78 (0,11) eC	1,15 (0,83) dB	1,81 (2,78) bA	51,03**	1,24	MR
CNPH111075	0,71 (0,00) eB	0,87 (0,26) eB	1,91 (3,15) abA	79,98**	1,14	MR
AC-29	0,74 (0,11) eB	1,15 (0,83) eB	1,81 (2,78) cA	19,00**	0,52	AR
PI482398	0,94 (0,38) deA	0,94 (0,38) deA	0,98 (0,46) dA	0,09 ^{NS}	0,41	AR
PI140471	0,89 (0,30) deA	0,93 (0,36) deA	0,93 (0,36) dA	0,07 ^{NS}	0,34	AR
PI42045	0,78 (0,11) eA	0,84 (0,21) eA	0,87 (0,26) dA	0,41 ^{NS}	0,19	AR
PI157082	0,74 (0,05) eA	0,82 (0,18) eA	0,82 (0,18) dA	0,40 ^{NS}	0,14	AR
Teste F	9,55**	24,77**	32,55**			
CV % (G)	16,23					
CV % (DAI)	9,46					

**Significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de F; * Significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de F; ^{NS}Não significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de F.

¹DAI - Dias após a Inoculação

²Médias seguida da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste LSD (*Least Significance Difference*), ao nível de 5% de probabilidade.

³Notas transformadas em $\sqrt{X + 0,5}$

⁴(¹)Nota média original, sem transformação

⁵Classes de reação baseada nas notas originais:0,0-1,0=Altamente Resistente (AR); 1,1-2,0=Medianamente Resistente (MR); 2,1-3,0=Suscetível (SU); 3,1-4,0=Altamente Suscetível (AS) (adaptada de Noronha et al., 2006).

4. DISCUSSÃO

Crestamento gomoso do caule, causado por *D. bryoniae*, é uma doença altamente destrutiva, que causa perdas significativas no rendimento de várias culturas, em todo o mundo (Li et al., 2015). Para contornar esse problema, é importante a seleção de genótipos resistentes, sendo indispensável conhecer seu patossistema e como esse fungo comporta-se quando em contato com os genótipos. Para isso, é importante conhecer a classificação da reação da doença, a evolução dos sintomas durante o período de infecção e as condições ideais para crescimento e desenvolvimento do patógeno.

Didymella bryoniae necessita de temperaturas entre 20 a 30°C, com ótimo de 25°C e umidade relativa do ar (UR), de 95% para favorecer seu desenvolvimento, sendo observado que em condições de UR inferiores a 40%, também pode ocorrer o aparecimento da doença (Santos et al., 2011; Ferrari et al., 2013; Lima et al., 2018). Essas condições ambientais, nos dois Ensaio (Figuras 3 e 4), foram favoráveis para o aparecimento dos sintomas característicos da doença, onde foram observados na superfície dos caules, a formação dos corpos de frutificação picnídios e/ou peritécios nos genótipos suscetíveis e moderadamente resistentes. Resultados semelhantes, foram observados nos trabalhos desenvolvidos por Santos et al. (2017) e Gomes (2018) ao estudarem a reação de genótipos de meloeiro ao crestamento gomoso do caule.

Essa pesquisa confirmou relatos anteriormente abordados de que alguns genótipos apresentam variação quanto a resposta da infecção ocasionada pelo crestamento gomoso do caule. Em estudo realizado por Santos et al. (2017), os genótipos JAB 11 e JAB 20, foram classificados como suscetíveis, e os genótipos PI482398 e PI420145, como altamente resistentes. No entanto, foi possível observar diferenças, em que genótipos considerados altamente resistentes nessa pesquisa, como PI157082 e PI140471 (Tabelas 2 e 3), foram considerados MR, no estudo citado anteriormente. Resultados contrastantes foram observados também, para o genótipo C-160 e AC-29, classificados como altamente resistentes, nos ensaios realizados por Santos et al. (2017). No estudo realizado por Wolukau et al. (2007), os PI's 420145,

140471 e 157082, foram classificados como resistentes. PI482398 e PI420145, são amplamente aceitos no mundo, expressando resistência a *D. bryoniae* (Zhang et al., 1997).

Diferenças também foram observadas nos dois Ensaio para o genótipo AC-29 (Tabelas 2 e 3). Essas diferenças podem estar associadas às condições ambientais, bem como, ao próprio isolado, que embora seja proveniente do mesmo local, foi retirado de plantas diferentes e em épocas distintas, o que pode contribuir para uma maior agressividade e/ou patogenicidade do isolado em relação ao outro. Outra questão, pode estar relacionada a instabilidade do genótipo quanto sua genética, indicando que esse pode estar segregando para os alelos dos genes que conferem resistência. Embora o genótipo AC-29 tenha sido classificado como altamente resistente, no Ensaio II, observa-se evolução da nota média da doença, podendo essa progredir para outra escala de notas, caso fosse realizada nova avaliação (Tabelas 2 e 3). Essas variações na resposta ao crestamento gomoso do caule em diferentes genótipos e em diferentes ambientes pode ser resultado das diferenças presentes nos isolados (diferenças na virulência), ou mesmo o resultado das diferenças nas interações patógeno x ambientes x genótipos (Zuniga et al., 2007; Suh et al., 2013; Zhang et al., 2017).

Alguns estudos têm apoiado que as diferenças observadas na resposta da resistência de genótipos de meloeiro a *D. bryoniae*, pode envolver variabilidade na agressividade dos isolados. Em trabalho realizado por Santos et al. (2009) ao estudarem a reação de 86 genótipos de meloeiro, testados com sete isolados, verificaram que todos foram patogênicos. No entanto, foram observadas diferenças na agressividade dos isolados, sendo o isolado BRSb o mais agressivo, provocando lesões no caule > 1 cm o que ocasionou o tombamento das plântulas.

Zhang et al. (2014) testaram cinco isolados de *D. bryoniae* com base em sua capacidade de decomposição em frutos de melão. Todos os cinco isolados de *D. bryoniae* causaram decomposição nos frutos e variaram na severidade. Verificaram também, que a taxa média de crescimento micelial é maior nos isolados mais agressivos, com correlação significativa entre a severidade e o crescimento micelial.

Além disso, essas variações observadas nos resultados, podem ser explicadas pelo fato, que tanto o surgimento da doença, quanto sua evolução, envolvem uma

série de fatores relacionados à interação planta-patógeno-ambiente, e a interação entre esses fatores é condicionada por mudanças ambientais presentes em cada Ensaio, cujas particularidades contribuem para as diferenças nos resultados (Camargo, 2018). Portanto, há necessidade de refazer as avaliações naqueles genótipos considerados instáveis, antes da sua recomendação para programas de melhoramento genético.

É observado que em termos de evolução da doença, os genótipos classificados como suscetíveis e moderadamente resistentes, nos dois Ensaios, apresentaram níveis crescentes da doença em todas as avaliações, não apresentando estabilidade. Nos genótipos suscetíveis JAB 11, Ensaio I, e JAB 11, JAB 20, 'Olympic Express', 'Ouro' e 'Gaúcho', no Ensaio II, os sintomas evoluíram até a última avaliação, fato semelhante é observado nos genótipos moderadamente resistentes (Tabelas 2 e 3).

Esses resultados permitem inferir, que genótipos moderadamente resistentes que não apresentam estabilidade nos sintomas, devem ser melhor avaliados, através do avanço de gerações para possível recomendação. Pois esses, não apresentam mecanismos de resistência suficientes para impedir o desenvolvimento do patógeno. A utilização de genótipos, que ainda sim, sejam MR a *D. bryoniae*, pode levar à perda total do estande, seja nas fases iniciais ou no decorrer do desenvolvimento da cultura. É necessário, dessa forma, avaliar os níveis futuros da doença nesses genótipos, até completar o ciclo. Resultados contrastantes para a classificação da resistência em genótipos de meloeiro à *D. bryoniae*, foram obtidos por Santos et al. (2017) e Gomes (2018) ao avaliarem os genótipos em mais de um ensaio.

Resultados obtidos em estudos de avaliação de resistência de meloeiro, citados anteriormente, indicam que é possível avaliar genótipos e selecionar aqueles com maior nível de resistência à doença, para serem disponibilizados aos programas de melhoramento genético.

5. CONCLUSÃO

A presente pesquisa confirmou a resistência dos PI482398, PI157082, PI140471 e PI420145 a *Didymella bryoniae*, agente causal do crestamento gomoso do caule, podendo esses, serem disponibilizados aos programas de melhoramento genético da cultura.

6. REFERÊNCIAS

Aho K (Eds.) (2014) Foundational and Applied Statistics for Biologists using R. Boca Raton: FL, 233p.

Bartlett MS (1937) Properties of sufficiency and statistical tests. **Proceedings of the Royal Society A** 160:268-282. doi: <http://dx.doi.org/10.1098/rsp>

Brewer MT, Rath M, Li HX (2015) Genetic diversity and population structure of cucurbit gummy stem blight fungi based on microsatellite markers. **Phytopathology** 105:815-824. doi: 10.1094 / PHYTO-10-14-0282-R

Café-filho AC, Santos GR, Laranjeira FF (2010) Temporal and spatial dynamics of watermelon gummy stem blight epidemics. **European Journal of Plant Pathology** 128:473-482. doi:<http://dx.doi.org/10.1007/s10658-010-9674-1>

Camargo LEA (2018) Genética da interação patógeno-hospedeiro. In.: Amorim L, Rezende JAM, Bergamin Filho A (Eds.) **Manual de Fitopatologia**. Ouro Fino: Agronômica Ceres Ltda., p. 85-92.

Carvalho C, Kist BB, Beling RR (2020) Anuário brasileiro de Horti e fruti. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 96p.

Chiu WF, Walker JC (1949) Physiology and pathogenicity of the cucurbit black-rot fungus. **Journal of Agricultural Research** 78:589–615.

Dalcin MS, Tschoeke PH, Aguiar RWS, Fidelis RR, Didonet J, Santos GR (2017) Severity of gummy stem blight on melon in relation to cultivars, use of fungicides and growing season. **Horticultura Brasileira** 35: 483-489. doi: <https://doi.org/10.1590/s0102-053620170403>

Dusi AN, Tasaki S, Vieira SV (1994) Metodologia para avaliação de resistência à *Didymella bryoniae* em melão. **Horticultura Brasileira** 12:43-44.

Ferrari GN, Suguino E, Martins NA, Compagnol R, Furlaneto FPB, Minami K (Eds.) (2013) A cultura da melancia. Piracicaba: ESALQ, 62p.

Ferreira E, Cavalcanti P, Nogueira D (2014) ExpDes: An R Package for ANOVA and Experimental Designs. **Applied Mathematics** 5:2952-2958. doi: 10.4236/am.2014.519280.

Fox J, Weisberg S (2019) An R Companion to Applied Regression, Thousand Oaks CA: Sage. Disponível em <https://socialsciences.mcmaster.ca/jfox/Books/Companion/>. Acesso em: 29 ago. 2020.

Frantz JD, Jahn MM (2004) Five independent loci each control monogenic resistance to gummy stem blight in melon (*Cucumis melo* L.) **Theoretical and Applied Genetics** 108:1033-1038. doi: 10.1007/s00122-003-1519-2

Gasparotto F, Vida JB, Tessmann DJ, Alves TCA (2011) Infecção latente de *Didymella bryoniae* em meloeiro nobre. **Summa Phytopathologica** 37:62-64. doi:10.1590/S0100-54052011000100010

Gasparotto F, Vida JB, Tessmann DJ, Bonaldo SM, Aguiar RL, Penharbel MP (2009) Eficiência de métodos para detecção de *Didymella bryoniae* associado a sementes de híbridos de meloeiros nobres. **Acta Scientiarum Agronomy** 31:397-402. doi: <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v31i3.360>

Gomes LM (2018) **Reação de genótipos de meloeiro à *Didymella bryoniae* e ajuste na metodologia de avaliação**. 39 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Genética e Melhoramento de Plantas) – Unesp, Jaboticabal.

Hu Z, Deng G, Mou H, Xu Y, Chen L, Yang J, Zhang MA (2017) Re-sequencing-based ultra-dense genetic map reveals a gummy stem blight resistance-associated gene in *Cucumis melo*. **DNA Research** 25:1-10. doi: <https://doi.org/10.1093/dnares/dsx033>

Keinath AP (2014) Reproduction of *Didymella bryoniae* on nine species of cucurbits under field conditions. **Plant Disease** 98:1379-1386. doi: <https://doi.org/10.1094/PDIS-02-14-0139-RE>

Keinath AP (2011) From native plants in central Europe to cultivated crops worldwide The emergence of *Didymella bryoniae* as a cucurbit pathogen. **HortScience** 46:532–535. doi: 10.21273/HORTSCI.46.4.532

Keinath AP, Zitter TA (1998) Resistance to Benomyl and Thiophanate-methyl in *Didymella bryoniae* from South Carolina and New York. **Plant Disease** 82:479-84. doi: <https://doi.org/10.1094/PDIS.1998.82.5.479>

Keinath AP, Farnham MW, Zitter TA (1995) Morphological, pathological, and genetic differentiation of *Didymella bryoniae* and *Phoma* spp. isolated from cucurbits. **Phytopathology** 85:364–369. doi: 10.1094/phyto-85-364

Lima LD, Silva WL, Freitas DCL, Pilar LA, Silva JC, Miranda FFR (2018) Diferentes respostas do controle químico de cancro das hastes (*Didymella bryoniae*) em cultivo de melancia. **Revista da 15ª Jornada de Pós-graduação e Pesquisa** 15:1094-1103.

Li PF, Ren RS, Yao XF, Xu JH, Babu B, Paret ML, Yang XP (2015) Identification and characterization of the causal agent of gummy stem blight from muskmelon and watermelon in East China. **Journal Phytopathology** 163:314–319. doi: 10.1111/jph.12277

Malathrakis NE, Vakalounakis DJ (1983) Resistance to benzimidazole fungicides in the gummy stem blight pathogen *Didymella bryoniae* on cucurbits. **Plant Pathology** 32:395-399. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.1983.tb02853.x>

Neergaard E (1989) Histological investigation of flower parts of cucumber infected by *Didymella bryoniae*. **Canadian Journal of Plant Pathology** 11:28–38. DOI: 10.1080/07060668909501143

Noronha MA, Michereff SJ, Xavier Filha MS, Moreira PAA, Reis A, Sales Junior R (2006) Reação de genótipos de meloeiro a *Myrothecium roridum*. **Horticultura Brasileira** 24:495-498. doi: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362006000400020>

Oliveira CD, Braz LT, Santos JM, Banzatto DA, Oliveira PR (2009) Resistência de pimentas a nematóides de galha e compatibilidade enxerto/ porta-enxerto entre híbridos de pimentão e pimentas. **Horticultura Brasileira** 27: 520-526.

Paret ML, Dufault NS, Olson SM (2011) Management of Gummy Stem Blight (Black Rot) on Cucurbits in Florida. University of Florida. Institute of Food and Agricultural Sciences. p. 1-9. Disponível em: <<http://edis.ifas.ufl.edu/pp280>>. Acesso em: 16 out. 2020.

R Core Team (2020) A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>. Acesso em: 20 set. 2020.

Sakata Y, Wako T, Sugiyama M, Morishita M (2000) Screening melons for resistance to gummy stem blight. **Acta Horticulturae** 510:171-177. doi: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2000.510.28>

Santos GR, Café-Filho AC (2005) Reação de genótipos de melancia ao crestamento gomoso do caule. **Horticultura Brasileira** 23: 945-950.

Santos GR, Castro Neto MD, Carvalho ARS, Fidelis RR, Afférrri FS (2010) Fontes e doses de silício na severidade do crestamento gomoso e produtividade da melancia. **Bioscience Journal** 26:266-272. doi: <https://www.researchgate.net/publication/242560587>

Santos GR, Castro Neto MD, Ramos LN, Café-Filho AC, Reis A, Momente VG, Pelúzio JM, Ignácio M (2009) Reaction of melon genotypes to the gummy stem blight and the downy mildew. **Horticultura Brasileira** 27: 160-165. doi: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362009000200007>

Lucas da Silva Santos LS, Diniz GMM, Gomes RF, Silva EHC, Silva AJ, Braz LT (2019) Selection of melon genotypes with resistance to *Didymella bryoniae* using a diallel approach. *Acta Scientiarum Agronomy* 41:1-8. doi:<https://doi.org/10.4025/actasciagr.v41i1.42600>

Santos SS, Cândido WS, Rabelo HO, Marin MV, Gaion LA, Gomes RF, Camargo M, Braz LT (2017) Reaction of melon genotypes to *Didymella bryoniae* (Fuckel) Rehm. **Chilean Journal of Agricultural Research** 77:71-77.

Santos GR, Café-Filho AC, Saboya LMF (2005) Controle químico do crestamento gomoso do caule na cultura da melancia. **Fitopatologia Brasileira** 2:155-163.

Santos GR, Leão EU, Castro HG, Nascimento IR, Sarmiento RA, Sarmiento-Brum RBC (2011) Crestamento gomoso do caule da melancia: Etiologia, epidemiologia e medidas de controle. *Journal of Biotechnology and Biodiversity* 2:52-58. doi: 10.20873/jbb.uft.cemaf.v2n2.rodriguessantos

Sitterly WR., Keinath AP (1996) Gummy stem blight. In.: Zitter TA, Hopkins DL, Thomas CE. (Eds.) **Compendium of Cucurbit Diseases**. St. Paul: American Phytopathological Society, p. 27–28.

Siviero A, Menten JOM (1995) Uso de método do palito para inoculação de *Diaporthe phaseolorum* f. sp. meridionalis, em soja. **Summa Phytopathologica** 21:259-260.

Somai BM, Keinath AP, Dean RA (2002) Development of PCR-ELISA for Detection and Differentiation of *Didymella bryoniae* from Related Phoma species. **Plant Disease** Jul;86(7):710-716. doi: 10.1094/PDIS.2002.86.7.710.

Suh JP, Jeung JU, Noh TH, Cho YC, Park SH, Shin MS, Kim CK, Jena KK (2013) Development of Breeding lines with three pyramided resistance genes that confer broad-spectrum bacterial blight resistance and their molecular analysis in rice. **Rice Science** 6:1–11. doi: 10.1186/1939-8433-6-5

Shapiro SS, Wilk MB (1965) An analysis of variance test for normality (complete sample). **Biometrika** 52:591-611. doi: 10.2307 / 2333709

Snedecor GW, Cochran WG (Eds.) (1967) *Statistical methods*. Ames: Iowa State University, 593p.

Tsutsumi CY, Silva N (2004) Screening of melon populations for resistance to *Didymella bryoniae* in greenhouse and plastic tunnel conditions. **Brazilian Archives of Biology and Technology** 47:171-177. doi: <https://doi.org/10.1590/S1516-89132001000500001>

Verzignassi JR, Vida JB, Gasparotto F, Cortez GLS, Lorenzetti ER, Faria GSF, Tessmann DJ, Severino JJ (2004) Método do palito para inoculação de *Didymella bryoniae* em melão-nobre e pepino- “japonês”. **Fitopatologia Brasileira** 29:154.

Vida JB, Zambolim L, Vale FXR, Costa H (2001) Manejo de doenças em cultivos protegidos. In.: Zambolim L. (Eds.) **Manejo integrado: fitossanidade – cultivo protegido, pivô central e plantio direto**. Viçosa: UFV, p. 53-118.

Wolukau JN, Zhou X, Li Y, Zhang Y, Chen J (2007) Resistance to gummy stem blight in melon (*Cucumis melo* L.) germplasm and inheritance of resistance from plant introductions 157076, 420145, and 323498. **HortScience** 42:215-221. doi: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.42.2.215>

Zhang J, Bruton BD, Biles CL (2014) Cell wall-degrading enzymes of *Didymella bryoniae* in relation to fungal growth and virulence in cantaloupe fruit. **European Journal of Plant Pathology** 139:749-761. doi: 10.1007/s10658-014-0429-2

Zhang N, Xu Bing-Hua, Bi Yan-Fei, Lou Qun-Feng, Chen Jin-Feng, Qian Chun-Tao, Zhang Yong-Bing, Yi Hong-Ping (2017) Development of a muskmelon cultivar with improved resistance to gummy stem blight and desired agronomic traits using gene pyramiding. **Czech Journal Genetics and Plant Breeding** 53:23-29. doi: <https://doi.org/10.17221/84/2016-CJGPB>

Zhang Y, Kyle M, Anagnostou K, Zitter TA (1997) Screening melon (*Cucumis melo*) for resistance to gummy stem blight in the greenhouse and field. **HortScience** 32:117-121. doi: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI>.

Zuniga TL, Jantz JP, Zitter TA, Jahn MK (2007) Monogenic Dominant Resistance to Gummy Stem Blight in Two Melon (*Cucumis melo*) Accessions. **Plant Disease** 83:1105-1107. doi: <https://doi.org/10.1094/PDIS.1999.83.12.1105>

CAPÍTULO 3 – Parâmetros genéticos e predição da resistência à três espécies de *Meloidogyne* em genótipos de meloeiro

RESUMO – Os nematoides de galha (*Meloidogyne* spp.) são considerados um dos principais problemas nas áreas com plantios de hortaliças em todo o mundo, estando amplamente distribuído nos campos cultivados com meloeiro no Brasil, não se tendo relatos de cultivares resistentes, até o presente momento. O objetivo desse estudo, é estimar os componentes de variância, selecionando genótipos de meloeiro com resistência a *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne enterolobii*. Foram realizados dois experimentos, em delineamento inteiramente casualizado, com 14 e 10 repetições, respectivamente, onde foram testados 11 genótipos. Em ambos os experimentos foram feitas estimativas do número total de ovos e juvenis (NTOJ), com posterior cálculo do fator de reprodução (FR) e do índice de reprodução (IR). Os genótipos de meloeiro apresentaram ampla variabilidade genética quanto à reação da resistência às três espécies de nematoides, fato que contribuiu para altas estimativas de herdabilidade (92%) e acurácia (96%), o que possibilita progresso genético com a seleção. Os genótipos AC-09, PI157082 e 'Melão Ouro' são fontes de resistência à *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne enterolobii*, respectivamente. A estratégia utilizada (REML/BLUP) foi eficaz na estimativa dos componentes de variância e, na seleção de genótipos de meloeiro resistentes as espécies de *Meloidogyne*.

Palavras-chaves: *Cucumis melo.*, nematoide de galha, porta-enxerto, progresso genético, resistência genética.

CHAPTER 3 – Genetic parameters and prediction of resistance to three *Meloidogyne* species in melon genotypes

ABSTRACT – Root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) are considered one of the main problems in areas with vegetable plantations around the world, generally distributed in fields cultivated with melon in Brazil, with no reports of resistant cultivars, so far. This study aims to estimate the variance components, choose melon genotypes with resistance to *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne javanica*, and *Meloidogyne enterolobii*. Two experiments were carried out, in a completely randomized design, with 14 and 10 repetitions, respectively, where 11 genotypes were tested. In both experiments, the total number of eggs and juveniles (TNEJ) were identified, with subsequent calculation of the reproduction factor (RF) and reproduction index (RI). The melon genotypes increased genetic variability regarding the resistance reaction to the three nematode species, a fact that contributed to high heritability (92%) and accuracy (96%) characteristics, enabling genetic progress with selection. The genotypes AC-09, PI157082, and 'Melão Ouro' are sources of resistance to *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne javanica*, and *Meloidogyne enterolobii*, respectively. The strategy used (REML / BLUP) was effective in estimating the components of variation and in selecting resistant melon genotypes such as *Meloidogyne* species.

Keywords: *Cucumis melo.*, root-knot nematode, rootstock, genetic progress, genetic resistance

1. INTRODUÇÃO

O meloeiro apresenta expressão econômica (Pires et al., 2013; Carvalho et al., 2017) e importância social, devido a mão de obra que é requerida em seus cultivos no Brasil. Em volume, é a fruta fresca mais exportada, apresentando destaque principalmente na região Nordeste, onde concentram-se os maiores volumes, produzidos e exportados (Carvalho et al., 2020). Essa região, representada principalmente pelos Estados do Rio Grande do Norte e Ceará, foi responsável por área cultivada em 2019/2020 de 13,4 mil ha, com volume exportado de 112 mil toneladas e receita de US\$ 72 milhões (Carvalho et al., 2020).

No Brasil, dentre as muitas hortaliças que têm sua produtividade reduzida em decorrência do ataque dos nematoides, está o meloeiro (*Cucumis melo* L.). Estima-se que *Meloidogyne* spp., são responsáveis por perdas que variam de 18 a 33% na cultura (Sikora e Fernandez, 2005; Nicol et al., 2011), sendo as espécies de *M. incognita* e *M. javanica* as mais frequentemente encontradas, com ampla distribuição no Brasil (Charchar, 1999). Outra espécie desse grupo, a saber, *M. enterolobii*, também é citada como patógeno importante da cultura (Bitencourt e Silva, 2010).

A variabilidade genética e patogênica (Castagnone-Sereno, 2002), a ocorrência de mais de uma espécie na mesma área, e a ausência de nematicidas registrados, para a cultura do meloeiro no Brasil (Agrofit, 2021) estão entre as principais dificuldades para o manejo de nematoides nessa cultura. Atualmente, as estratégias para o manejo dos nematoides de galha, na maioria das culturas, estão pautadas na aplicação de nematicidas e na resistência genética, sendo essa última estratégia, considerada a mais segura (Zitter et al., 1998) e ambientalmente correta (Clark e Moyer, 1988; Castagnone-Sereno, 2002; Steffenson e Smith, 2006).

A resistência genética a nematoides tem papel fundamental na redução das populações presentes nas áreas de cultivo, uma vez que plantas que expressam resistência, têm a capacidade de impedir que essas pragas completem seus ciclos de vida (Williamson e Roberts, 2009). A importância da identificação de fontes de resistência, está associada, a disponibilização dessas informações para serem exploradas nos programas de melhoramento genético, direcionando trabalhos

relacionados ao controle genético, por exemplo, passo fundamental, para se obter sucesso no processo de seleção.

Em geral, a seleção de genótipos resistentes a nematoides apresenta variação nos resultados, relacionados à interação planta – nematoide. Dessa forma, faz-se necessário o uso de metodologias que possibilitem as estimativas dos componentes de variância e a predição de valores genéticos.

Entre as metodologias usadas na seleção de genótipos resistentes, o REML/BLUP (Máxima Verossimilhança Residual ou Restrita / Melhor Previsão Linear Não viciado) é o procedimento padrão que tem sido aplicado, possibilitando seleção ideal em várias espécies (Resende, 2016; Lopes et al., 2018; Oliveira et al., 2018; Kanju et al., 2019; Woyann et al., 2019; Hernandez et al., 2020) conferindo maior acurácia nas estimativas dos parâmetros genéticos (Viana e Resende, 2014).

Em meloeiro, métodos estatísticos utilizando REML/BLUP na seleção de genótipos resistentes a nematoides não têm sido explorados. Portanto, o objetivo desse estudo, é estimar os componentes de variância, selecionando genótipos de meloeiro com resistência a *M. incognita*, *M. javanica* e *M. enterolobii*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.2. Caracterização da área experimental

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação, localizada em Jaboticabal, Estado de São Paulo, Brasil, 21° 14' 05 " Sul e 48° 17' 09" Oeste, com altitude de 614 m. Dois ensaios foram realizados, sendo o primeiro de 28-09-2018 à 21-01-2019 e, o segundo de 01-03-2019 à 13-06-2019.

2.3. Material genético

Para avaliação da resistência 11 genótipos de meloeiro foram submetidos a inoculação com três espécies de nematoides, separadamente (*M. incognita*, *M. javanica* e *M. enterolobii*) (Tabela 1).

Tabela 1 –. Relação de genótipos de melão (*Cucumis melo* L.) submetidos à inoculação com *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne enterolobii*. UNESP-FCAV, Jaboticabal- SP, 2021.

Genótipo	Origem	Expressão sexual	Natureza	Classificação
AC-09	Brasil	Monoica	*Indet. landrace	<i>Cucumis melo</i> var. <i>momordica</i>
AC-29	Brasil	Monoica	Indet. landrace	<i>C. melo</i> var. <i>momordica</i>
C-160	Brasil	Monoica	Indet. landrace	Indet. landrace
CNPH 111075	Brasil	Monoica	Indet. landrace	Indet. landrace
´Ouro`	TOPSEED	Andromonoica	Comercial	<i>Cucumis melo</i> var. <i>inodorus</i>
Gaúcho`	TOPSEED	Andromonoica	Comercial	<i>Cucumis melo</i> var. <i>cantalupensis</i>
´Caipira`	TOPSEED	Andromonoicas	Comercial	<i>Cucumis melo</i> var. <i>cantalupensis</i>
PI482398	Zimbabwe	Andromonoicas	Indet. landrace	<i>C. melo</i> subsp. <i>melo</i>
PI157082	China	Monoica	Indet. landrace	<i>C. melo</i> subsp. <i>melo</i>
PI140471	**NCRPIS - USDA	Andromonoica	Indet. landrace	<i>C. melo</i> subsp. <i>melo</i>
PI42045	Japão	Andromonoica	Indet. landrace	<i>C. melo</i> subsp. <i>melo</i>
JAB 11	***NEOM	Andromonoica	Indet. landrace	<i>Cucumis melo</i> var. <i>reticulatus</i>
JAB 20	NEOM	Andromonoica	Indet. landrace	<i>Cucumis melo</i> var. <i>reticulatus</i>

* Indet. Landrace = Não comercial

** NCRPIS= North Central Regional Plant Introduction Station

***NEOM = Núcleo de Estudos em Olericultura e Melhoramento

2.4. Condução experimental

Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado sendo o primeiro em esquema fatorial 11 x 3 (11 genótipos de meloeiro e três espécies de nematoides) com 14 repetições. No segundo, foi usado o esquema fatorial 6 x 3 (seis genótipos de meloeiro e três espécies de nematoides), com dez repetições. As parcelas foram compostas por um vaso de dois litros contendo uma planta. Para atestar a viabilidade do inóculo dos experimentos, foram utilizadas mudas de tomateiro do grupo Santa Cruz 'Kada' no primeiro Ensaio e, o genótipo de meloeiro PI482398 no Ensaio II.

2.5. Obtenção dos inóculos iniciais, identificação das espécies e multiplicação

O inóculo inicial de *M. incognita* e *M. javanica* foram provenientes de plantas infectadas, de tomateiro do grupo Santa Cruz 'Kada'. Para *M. enterolobbi* foram usadas raízes de goiabeira infectadas. Todos os inóculos foram provenientes da coleção do LabNema (Laboratório de Nematologia) da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (UNESP-FCAV), Câmpus de Jaboticabal. A identificação das espécies de nematoides foi realizada no LabNema, com base nos caracteres morfológicos da configuração perineal (Figura 1) (Taylor e Netscher, 1974), na morfologia da região labial dos machos (Eisenback, 1981) e no fenótipo isoenzimático de esterase (Esbenshade e Triantaphyllou, 1990). A contagem de ovos e juvenis de segundo estágio (J2) foi realizada com auxílio da câmara de Peters ao microscópio fotônico.

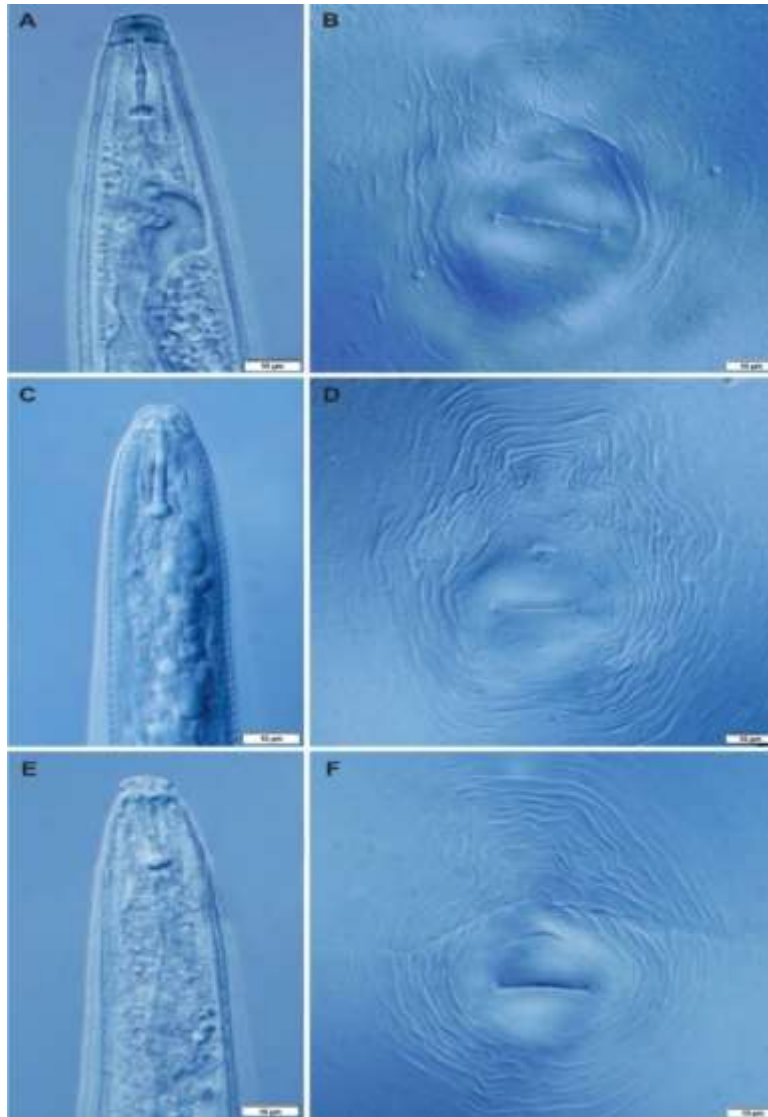


Figura 1 – (A) – Região labial do macho de *Meloidogyne enterolobii*; (B) – Região perineal de *Meloidogyne enterolobii*; (C) – Região labial do macho de *Meloidogyne incognita*; (D) – Região perineal de *Meloidogyne incognita*; (E) - Região labial do macho de *Meloidogyne javanica*; (F) - Região perineal de *Meloidogyne javanica*.

As subpopulações das referidas espécies foram inoculadas, separadamente, em mudas de tomateiro ‘Santa Cruz Kada’, com uma suspensão contendo 5.000 ovos e J2 (juvenis de segundo estágio) de cada subpopulação dos nematoides, para a manutenção e multiplicação. Os inóculos foram mantidos em casa de vegetação, em vasos de cinco litros por 90 dias, quando foi realizada a extração seguindo o protocolo proposto por Hussey e Barker (1973) e Coolen e D’Herde (1972).

2.6. Formação de mudas, preparo da suspensão e inoculação

As mudas foram cultivadas em bandejas de poliestireno expandido de 128 células preenchidas com substrato comercial Bioplant[®] à base de fibra da casca de coco previamente autoclavado (120°C e 1 ATM por 30 minutos) e mantidas em casa de vegetação sob sistema de irrigação por aspersão. As mudas foram transplantadas quando apresentaram duas folhas totalmente desenvolvidas, cerca de 30 dias após a semeadura, em vasos plásticos de dois litros, preenchidos com a mistura de 3:1:1, terra:areia:esterco, previamente autoclavados (120°C e 1 ATM por 1 hora).

Para a preparação da suspensão de inoculação, as raízes das plantas de tomateiro foram lavadas, e procedeu-se a extração e estimativa da população de ovos e J2 dos respectivos nematoides nas suspensões obtidas. No momento do transplante, foi realizada a inoculação com auxílio de pipeta graduada, sendo aplicados 10 mL da suspensão, cuja concentração foi ajustada para 300 ovos e J2 por mililitro, por muda, perfazendo 3.000 ovos e J2 por planta, para cada espécie de nematoide, sendo essa a população inicial (PI). O transplante e inoculação ocorreram no dia 08-11-2018 para o primeiro ensaio e no dia 1^o-04-2019 para o segundo. As plantas foram irrigadas via gotejo e a adubação foi fornecida por meio de solução nutritiva (Castellane e Araújo 1995).

2.7. Extração dos nematoides

A extração dos nematoides nas plantas de meloeiro ocorreu aos 75 dias após a inoculação. A parte aérea de todas as plantas foram eliminadas, as raízes coletadas, acondicionadas individualmente em sacos plásticos devidamente identificados, com posterior lavagem cautelosa das mesmas, visando manter nas raízes as galhas e as massa de ovos. Posteriormente, todas as raízes foram pesadas, sendo armazenadas em câmara fria (8-10°C) até o momento da extração.

2.8. Avaliação da resistência

A resistência foi definida com base na reprodução do nematoide em cada genótipo. Inicialmente, foi realizada a estimativa do número de ovos e juvenis (NTOJ). Os valores médios de FR (fator de reprodução) foram obtidos pela relação entre PF (população final) e PI (população inicial). Genótipos resistentes são aqueles com valores de $FR < 1$ e suscetíveis os que exibiram valores de $FR \geq 1$ (Oostenbrink, 1966).

$$\text{Fator de reprodução (FR)} = \frac{\text{População final (PF)}}{\text{População inicial (PI)}}$$

Foi determinado também, o índice de reprodução (IR). O valor do índice de reprodução (IR) foi calculado levando em consideração a testemunha suscetível (PI 482398), considerando 100% em relação à reprodução dos nematoides obtidos nos genótipos de meloeiro (Taylor, 1967).

$$\text{Índice de reprodução (IR \%)} = \frac{\text{População final do genótipo avaliado}}{\text{População final da testemunha suscetível}} \times 100$$

2.9. Análises estatísticas

Todas as análises estatísticas foram realizadas no Ambiente Estatístico R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2020), utilizando-se do pacote *lme4* (Bates et al., 2015). Todos os dados foram transformados via Box-Cox, como sugerido e aplicado por Hawkins e Weisberg (2017). Para os valores médios, foram mantidos os dados originais.

No primeiro ensaio, foi realizada análise de variância para verificar se ocorria interação dos genótipos com as espécies de nematoides. Adotou-se o modelo estatístico: $Y_{ijk} = m + G_i + N_j + GN_{ij} + E_{ijk}$, em que Y é o vetor de dados, m é o escalar referente à média geral (efeito fixo), G é o vetor dos efeitos genotípicos (assumidos como aleatórios), N é o vetor do efeito dos nematoides (assumidos como fixo), GN é

vetor dos efeitos da interação genótipo x nematoide (aleatórios) e E é os resíduos (aleatórios).

Atestado o efeito da interação genótipo x nematoide, foram realizadas análises para cada espécie de nematoide, obtendo assim, as estimativas de componentes de variância, herdabilidade e valores genéticos, seguindo o modelo: $Y_{ik} = m + G_i + E_{ik}$, em que Y é o vetor de dados, m é o escalar referente à média geral (efeito fixo), G é o vetor dos efeitos genotípicos (assumidos como aleatórios) e E é os resíduos (aleatórios).

O segundo ensaio foi realizado para confirmação da resistência dos genótipos selecionados. Os dados obtidos para a variável NTOJ foram submetidos a análise de variância e quando o teste F foi significativo, as médias foram comparadas utilizando-se o teste LSD (*Least Significant Difference*) ($P \leq 0,05$).

3. RESULTADOS

3.1. Ensaio I

A análise conjunta mostrou efeito significativo para nematoides e genótipos para os três caracteres (NTOJ, FR e IR) ($P \leq 0,01$), pelo teste F. Também se constatou efeito significativo da interação nematoides x genótipos para todos os caracteres, confirmando a heterogeneidade genética entre os genótipos de meloeiro ao considerar a avaliação das espécies de nematoides (Tabela 2).

Considerando a significância da interação (nematoides x genótipos), a seleção dos genótipos deve ser realizada individualmente para cada espécie de nematoide. Para isso, se faz necessário o conhecimento dos parâmetros genéticos da cultura, estratégico no processo de obtenção de nova cultivar e, até mesmo, indispensável. As estimativas das variâncias genotípicas (σ_g^2) foram altas, superiores à variância ambiental para os três caracteres (Tabela 3), revelando condição favorável à seleção.

Tabela 2 – Análise de variância para número total de ovos e juvenis (NTOJ), fator de reprodução (FR) e índice de reprodução (IR), para *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne enterolobii* em 11 genótipos de meloeiro. UNESP-FCAV, Jaboticabal- SP, 2021.

Fonte de variação	Graus de liberdade	Quadrado médio		
		NTOJ	FR	IR
Nematoide (N)	2	628,74**	1,6316**	19,514**
Genótipo (G)	10	1.097,80**	3,4292**	18,743**
N x G	20	355,61**	1,0744**	5,492**
Resíduo	429	78,11	0,2398	1,416
Média		15.861,00	5,29	43,42
Mínimo:		0,00	0,00	0,00
Máximo:		228.000,00	76,0	646,95
Coeficiente de variação (%)		35,21	52,53	43,17

** = significativo a 1% de probabilidade.

Além da variância genética, outro parâmetro considerado um dos mais importantes no processo seletivo é a herdabilidade (h^2m). Para o presente estudo, as estimativas mostraram efeitos genotípicos superiores a 91% para *M. incognita*, 77% para *M. javanica* e 80% para *M. enterolobii*, para todas as variáveis (Tabela 3). Os altos valores dessas variáveis mostram grande potencial de progresso genético na seleção de indivíduos resistentes às espécies de nematoides de galha. Esses resultados evidenciam que a maior parte da variação fenotípica é de natureza genética, sugerindo, portanto, possibilidade de sucesso com a seleção dos genótipos resistentes, o que proporcionará redução das perdas ocasionadas pela presença desses fitopatógenos nas áreas de plantio de meloeiro.

As estimativas obtidas de CV_g foram inferiores aos de CV_e para os três caracteres avaliados (NTOJ, FR e IR), nas três espécies de nematoides. A espécie de nematoide que apresentou maior estimativa de CV_g foi *M. incognita*. As menores estimativas foram verificadas para *M. enterolobii*, ao considerar todos os caracteres (Tabela 3).

Segundo Resende e Duarte (2007), é inadequado avaliar a qualidade dos experimentos com base apenas no coeficiente de variação experimental, uma vez que não é considerado o nível de variação genotípica expressa no caráter. Os autores sugerem a utilização da acurácia para inferir sobre a precisão experimental, visto que

esta contempla, simultaneamente, o coeficiente de variação experimental, o número de repetições e o coeficiente de variação genotípica. A acurácia foi de alta magnitude considerando todos os caracteres. Foi observado que a espécie *M. incognita* apresentou os melhores índices desse parâmetro, com Ac de 96% para todos os caracteres, seguido por *M. enterolobii* (Tabela 3).

Os resultados de CV_g/CV_e indicam que a espécie de *M. incognita* apresentou os melhores índices, com maior contribuição genética na manifestação fenotípica. *M. javanica* apresentou menor índice ao analisar os três caracteres NTOJ, FR e IR (Tabela 3).

Tabela 3 – Estimativas dos componentes de variância e de parâmetros genéticos associados à resistência dos genótipos de meloeiro aos nematoides *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne enterolobii*. UNESP-FCAV, Jaboticabal- SP, 2021.

1PG	NTOJ*			FR**			IR***		
	M. i. ²	M. j. ³	M. e. ⁴	M. i.	M. j.	M. e.	M. i.	M. j.	M. e.
Vf	63,730	40,265	16,737	0,244	0,069	0,093	0,740	0,946	0,438
Vg	58,296	31,365	13,692	0,223	0,055	0,075	0,678	0,737	0,354
Ve	5,435	8,900	3,044	0,021	0,015	0,017	0,062	0,208	0,084
h ² (%)	91,472	77,896	81,813	91,740	78,744	81,428	91,568	77,974	80,753
Ci (%)	43,380	20,110	24,317	44,240	20,924	23,849	43,685	20,183	23,059
CV _g (%)	29,770	20,623	16,847	43,239	29,897	28,493	37,641	23,261	22,157
CV _e (%)	34,010	41,105	29,721	49,126	50,121	50,914	43,685	46,257	40,473
CV _g /CV _e	0,875	0,502	0,567	0,891	0,514	0,561	0,881	0,503	0,547
Ac (%)	96,0	88,0	90,0	96,0	89,0	90,0	96,0	88,0	90,0
Média	8369,7	4728,1	6857,4	2,60	1,57	2,19	9,61	25,39	14,74
Tomate	575667,0	381988,0	60817,0	156,5	121,9	19,7	-	-	-

¹PG: Parâmetros genéticos; Vf: Variação fenotípica; Vg: Variação genética; Ve: Variação ambiental; h²m: Herdabilidade genética; Ci: Correlação Intraclasse; CV_g: Coeficiente de variação genético; CV_e: Coeficiente de variação experimental; Ac: Acurácia; ²M. i.: *Meloidogyne incognita*; ³M. j.: *Meloidogyne javanica* e ⁴M. e.: *Meloidogyne enterolobii*. *NTOJ= Número total de ovos e juvenis; **FR=Fator de reprodução; ***IR= Índice de reprodução. Herdabilidade ao nível de parcela.

Em ensaios de triagens de genótipos considerando resistência aos nematoides de galha, deve-se selecionar contra as variáveis NTOJ, FR e IR, pois, essa seleção indica menor desenvolvimento e multiplicação do nematoide. Nesse sentido, na estimativa dos efeitos genotípicos, foram observadas diferenças para os três caracteres (NTOJ, FR e IR), ao observar todos os parâmetros (Tabela 4).

Os valores genéticos estimados pelo BLUP consideram os valores observados, sendo os efeitos ambientais excluídos. Em estudos de reação de resistência, valores

genéticos preditos negativos (- g) sugerem inferioridade do genótipo à média geral, sendo este indicado para a seleção, haja vista redução da multiplicação do nematoide.

O genótipo AC-09 é resistente a *M. incognita*, tendo apresentado menor índice de multiplicação, considerando todos os parâmetros. Sua média genotípica ($u + g$), associada ao FR, foi < 1 (0,44). Além do FR, índice mais utilizado na classificação da resistência a nematoides, valores baixos para esse genótipo foram encontrados para NTOJ e IR, ao considerar todas as variáveis. Os demais genótipos são suscetíveis a *M. incognita*, visto que apresentaram médias genotípicas ($u + g$) de $FR > 1$ (Tabela 4). Para se ter ganhos genéticos na resistência a *M. javanica*, os genótipos 'Ouro' e PI157082 devem ser selecionados. Suas médias genotípicas ($u + g$) para FR foram de 0,79 e 0,81, sendo classificados como resistentes (Tabela 4).

Para *M. enterolobii*, o genótipo 'Ouro' é resistente, apresentando média genotípica associada ao FR de 0,88 (Tabela 4). Os demais genótipos, ao serem selecionados, não proporcionaram redução na multiplicação dos nematoides, apresentando estimativas do $FR > 1$. Esses resultados indicam que os genótipos de meloeiro selecionados para resistência podem ser utilizados e avançados para as próximas etapas nos programas de melhoramento genético ou ser utilizados como porta-enxertos.

Tabela 4 – Efeitos genotípicos (g) e média genotípica (u + g) estimados via REML / BLUP, associados à resistência dos genótipos de meloeiro aos nematoides *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne enterolobii*. Ensaio I UNESP-FCAV, Jaboticabal- SP, 2021.

Espécie	NTOJ ¹			FR ²			IR ³		
	Ordem	g	u+g	Ordem	g	u+g	Ordem	g	u+g
<i>M. incognita</i>	AC-09	-7939,87	796,96	AC-09	-2,25	0,44	AC-09	-8,72	1,32
	CNPH111075	-6353,27	2383,57	CNPH111075	-1,65	1,04	CNPH 111075	-6,24	3,81
	‘Ouro’	-5666,96	3069,87	‘Ouro’	-1,37	1,32	AC-29	-5,28	4,77
	AC-29	-5329,88	3406,96	AC-29	-1,33	1,35	‘Ouro’	-5,10	4,95
	PI42045	-2415,88	6320,96	PI42045	-0,60	2,09	PI42045	-2,72	7,33
	‘Caipira’	1557,57	10294,41	‘Caipira’	0,23	2,92	‘Caipira’	1,32	11,37
	PI140471	3474,63	12211,46	‘Gaúcho’	0,94	3,63	‘Gaúcho’	4,02	14,07
	‘Gaúcho’	3851,18	12588,02	PI140471	1,01	3,70	PI140471	4,48	14,53
	PI157082	7207,61	15944,44	PI157082	1,60	4,29	PI157082	6,93	16,97
	C-160	22008,74	30745,58	C-160	5,93	8,61	C-160	29,21	39,25
PI482398	45396,80	54133,63	PI482398	12,64	15,33	PI482398	53,28	63,32	
<i>M. javanica</i>	‘Ouro’	-2996,98	1731,15	PI157082	-0,78	0,79	‘Ouro’	-15,16	10,23
	PI157082	-2897,40	1830,73	‘Ouro’	-0,76	0,81	PI157082	-14,07	11,32
	‘Caipira’	-1370,94	3357,19	AC-29	-0,40	1,17	AC-29	-7,01	18,38
	AC-29	-1091,95	3636,18	‘Caipira’	-0,36	1,21	‘Caipira’	-6,68	18,72
	AC-09	-929,07	3799,06	AC-09	-0,25	1,32	AC-09	-4,63	20,76
	‘Gaúcho’	-412,17	4315,96	CNPH111075	-0,09	1,48	‘Gaúcho’	-1,70	23,70
	CNPH111075	-109,03	4619,10	‘Gaúcho’	-0,04	1,53	CNPH111075	-0,80	24,59
	PI42045	1127,46	5855,59	PI42045	0,20	1,77	PI42045	3,79	29,18
	PI482398	1963,77	6691,90	PI482398	0,75	2,32	PI482398	18,18	43,57
	C-160	3730,45	8458,59	C-160	0,89	2,46	C-160	18,74	44,13
PI140471	11691,46	16419,60	PI140471	2,94	4,51	PI140471	59,89	85,28	
<i>M. enterolobii</i>	‘Ouro’	-4854,06	2036,59	‘Ouro’	-1,33	0,88	‘Ouro’	-9,68	5,22
	PI42045	-3930,15	2960,50	PI42045	-1,13	1,08	PI42045	-2,53	12,38
	CNPH111075	-2359,88	4530,77	CNPH111075	-0,69	1,53	CNPH111075	-8,14	6,76
	‘Gaúcho’	-2079,13	4811,52	‘Gaúcho’	-0,51	1,70	PI157082	-4,79	10,11
	PI157082	-2018,53	4872,12	PI157082	-0,48	1,73	‘Gaúcho’	-4,19	10,72
	AC-09	758,45	7649,10	AC-09	0,21	2,42	AC-09	1,66	16,57
	PI140471	1803,20	8693,85	PI140471	0,47	2,68	PI140471	3,75	18,65
	‘Caipira’	2300,02	9190,67	‘Caipira’	0,60	2,82	‘Caipira’	4,65	19,55
	C-160	3851,86	10742,52	C-160	1,13	3,34	C-160	8,19	23,10
	AC-29	5635,98	12526,63	AC-29	1,55	3,76	AC-29	12,02	26,92
PI482398	13998,48	20889,13	PI482398	3,31	5,52	PI482398	26,51	41,41	

¹NTOJ= Número total de ovos e juvenis; ²FR=Fator de reprodução; ³IR= Índice de reprodução.

3.2. Ensaio II

Os genótipos classificados como resistentes no Ensaio I foram submetidos a nova avaliação. A análise de variância individual para cada espécie revelou efeito significativo para genótipos, para NTOJ, FR e IR ($P \leq 0,01$) (Tabelas A3, A4 e A5 - Apêndice). Os resultados mostram variação nas reações dos hospedeiros às três populações dos nematoides de galha (Figura 2). Em geral, pode-se observar que para a variável NTOJ, ao considerar *M. incognita*, os genótipos PI157082 e 'Ouro' apresentaram os maiores índices de multiplicação, não diferindo estatisticamente dos genótipos JAB 20 e PI482398.

A multiplicação nos genótipos JAB 20 e 'Ouro' foi significativamente maior para *M. javanica*. Essas diferenças ficam mais evidentes quando se analisa a multiplicação do PI157082, que diferiu dos demais. Houve alta taxa de multiplicação de *M. enterolobii*, nos genótipos PI482398 e PI157082 (Figura 2). Esses resultados indicam que esses genótipos são bons hospedeiros dos nematoides de galha, tendo sido possível observar a formação de grande quantidade de galhas nas raízes. Os menores índices de NTOJ foram obtidos para os genótipos AC-09, PI157082 e 'Ouro', para *M. incognita*, *M. javanica* e *M. enterolobii*, respectivamente, diferindo dos demais em todas as variáveis.

As diferenças entre as populações quanto às reações de resistência também foram indicadas pelo FR. Os genótipos AC-09, PI157082 e 'Ouro' apresentaram FR <1, sendo classificados como resistentes a *M. incognita*, *M. javanica* e *M. enterolobii*, respectivamente. Esses resultados confirmam aqueles obtidos no primeiro Ensaio (Tabela 4), demonstrando que esses genótipos são estáveis quanto à resistência, apresentando robustez nos resultados, podendo ser indicados com segurança em programas de melhoramento genético da cultura ou usados como porta-enxertos.

Ao analisar o IR, observa-se que os genótipos de destaque, com menores índices, foram os mesmos que apresentaram baixos valores para NTOJ e FR (AC-09, PI157082 e 'Ouro'), confirmando a capacidade que esses genótipos têm de suprimir o parasitismo e reprodução dos nematoides em suas raízes. Para atestar a viabilidade do inóculo, o genótipo PI157082 foi utilizado como padrão de suscetibilidade,

apresentando alto índice de multiplicação para as três populações. Esse resultado indica que as condições do Ensaio II foram ideais (Figura 2).

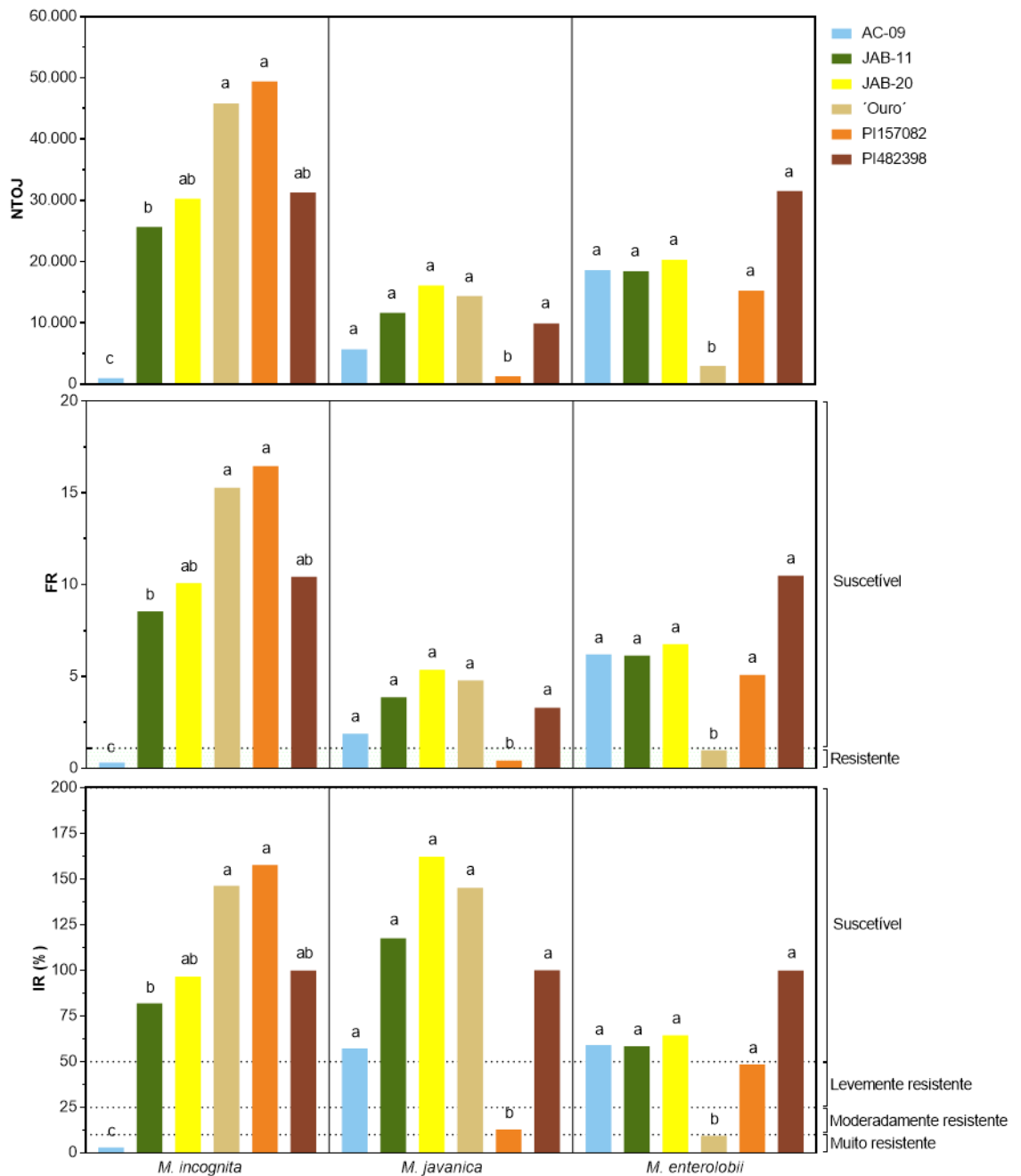


Figura 2 – Número total de ovos e juvenis (NTOJ), Fator de reprodução (FR) e Índice de reprodução (IR), estimados em meloeiro para determinação da resistência a *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne enterolobii*, Ensaio II. UNESP-FCAV, Jaboticabal – SP, 2021. Suscetível, $IR > 51\%$; LR = Levemente resistente, $26\% < IR < 50\%$; MoR = Moderadamente resistente, $11\% < IR < 25\%$; MR = Muito resistente, $1\% < IR < 10\%$; AR = Altamente resistente, $0 < IR < 1\%$; I = Imune, $IR = 0$, conforme classificação de (Taylor, 1967).

4. DISCUSSÃO

Observou-se nesse estudo que os genótipos diferiram significativamente em todas as variáveis avaliadas (NTOJ, FR e IR), para a interação genótipos x nematoides (Tabela 2), indicando comportamento diferencial dos genótipos quanto à resposta à resistência. Tal fato permite que as inferências feitas nas espécies sejam utilizadas para selecionar os genótipos individualmente, ao considerar cada espécie de nematoide.

Para se ter confiança nos resultados, é indispensável que os ensaios sejam bem conduzidos, a fim de reduzir o erro experimental, uma vez que quanto menor a estimativa do erro experimental maior a possibilidade de detectar diferenças entre os genótipos avaliados e, conseqüentemente, ter segurança na hora de selecioná-los.

O coeficiente de variação (CV) é a medida mais utilizada para aferir a precisão experimental (Sampaio, 1998), dependente apenas da variação residual, como proporção da média do experimento (Resende e Duarte, 2007). Nesse estudo, os valores para essa variável podem ser considerados altos para as três variáveis (NTOJ, FR e IR), não estando dentro da faixa observada para a cultura em trabalhos de avaliação de resistência a nematoides, realizados por Dinardo-Miranda e Fracasso (2010) e Diniz et al. (2016).

As altas estimativas nos CV, em experimentos com nematoides, podem estar associadas à variabilidade genética, interação planta-nematoide, espécie, fator de reprodução e patogenicidade do inóculo, envolvidos em experimentos com microrganismos em geral.

As estimativas dos parâmetros genéticos são indispensáveis nos programas de melhoramento genético visando à resistência aos nematoides, permitindo melhor direcionamento, pois auxiliam o processo seletivo, servindo como instrumento nas recomendações de genótipos superiores (Maia et al., 2009).

Dentre os muitos parâmetros usados para auxiliar o processo seletivo, a herdabilidade é considerado um dos mais importantes, pois permite a quantificação da fração da variação fenotípica herdável disponível para seleção, além de oferecer possibilidades de ganhos genéticos (Nyquist e Baker, 1991). A estimativa de herdabilidade direciona a intensidade de seleção que pode ser aplicada nas diferentes

fases do programa de melhoramento. Altos valores de herdabilidade (próximos de 1) permitem maior intensidade de seleção, em virtude da maior contribuição da variação genética em detrimento da variação relacionada ao ambiente (Braz et al., 2013). Esse parâmetro é indispensável à predição de ganhos genéticos, pois oferece suporte para a escolha dos melhores indivíduos (Vencovsky e Barriga, 1992).

O fator de reprodução e índice de reprodução para as espécies de *M. incognita* e *M. javanica* (*M. enterolobii*) permitem o melhor progresso genético da herdabilidade individual. Além disso, há boa chance de sucesso no avanço dessas variáveis por meio da seleção, considerando-se apenas o FR (Tabela 3) (Santos et al., 2017; Santos et al., 2019). Os ganhos genéticos podem ser maximizados (Kouassi et al., 2009; Piepho et al., 2009; Maia et al., 2014; Carvalho et al., 2016) selecionando genótipos com FR mais baixo (≤ 1).

As baixas estimativas do CV_g em relação ao CV_e são esperadas em experimentos com nematoides. Esse fato pode ser explicado principalmente pela citogenética de cada espécie e capacidade reprodutiva em diferentes hospedeiros, com ampla variação nas variáveis avaliadas (Roberts e Thompson, 1989).

O coeficiente de variação genotípico (CV_g) é indicador da ocorrência de variabilidade genética, condição indispensável à seleção (Braz et al., 2013), sendo que o índice de variação (CV_g/CV_e) próximo ou superior a um (1) indica maior contribuição das causas genéticas em detrimento das causas não genéticas, aumentando as chances de ganhos com a seleção de genótipos resistentes (Venkovsky, 1987).

Neste estudo, as condições são favoráveis à seleção, pois a maioria dos fenótipos é atribuída a causas genéticas. Assim, pode-se concluir que há possibilidades de ganhos, com boa eficiência de seleção. Esse fato pode ser comprovado ao analisarmos a acurácia seletiva, que foi de alta magnitude para todas as variáveis analisadas (Tabela 3). Esses resultados indicam possibilidade de seleção efetiva, pois mostra as relações entre os valores preditos e os reais, dando segurança para selecionar os genótipos resistentes aos nematoides (Torres Filho et al., 2017).

Para a seleção, ao considerar os componentes médios previstos pelo BLUP, os melhoristas de plantas devem dar mais atenção aos valores genotípicos, sendo necessária a utilização dos valores reais previstos para dar segurança sobre quais

genótipos devem ser selecionados. Assim, os genótipos selecionados devem ter $FR \leq 1$ (Tabela 4). O fator de reprodução para seleção demonstrou que a maioria dos genótipos é suscetível porque apresenta valores de $FR > 1$.

Os genótipos selecionados para resistência neste estudo apresentaram os menores valores genotípicos (Tabela 4), indicando que genótipos com valores mais baixos para o fator de reprodução podem ser utilizados como fontes de resistência em programas de melhoramento da cultura.

Os demais genótipos, com valores de $FR > 1$, são considerados suscetíveis. Esses indivíduos são considerados hospedeiros eficientes e favorecem o estabelecimento de altas populações de nematoides de galha, causando danos e reduzindo a produtividade do meloeiro. O uso desses genótipos em programas de melhoramento genético deve ser evitado.

A utilização da metodologia REML/BLUP permitiu selecionar genótipos de meloeiro potenciais, visando à resistência às espécies de nematoides de galha. Esse fato é importante na medida em que há grande dificuldade em selecionar genótipos resistentes, em virtude da variabilidade dos resultados e da falta de informações sobre metodologias mais eficientes para a seleção, capazes de proporcionar segurança na recomendação desses genótipos. Essa metodologia foi abordada com sucesso por Fatobene et al. (2017), Santos et al. (2019) e Resende et al. (2019), nas culturas da videira e do café, estudando *P. brachyurus* e *M. paranaensis*, respectivamente.

Nos últimos anos, têm sido realizados esforços para a identificação de genótipos de meloeiro com resistência a nematoides, embora sejam observadas variações nos resultados. Essa questão está relacionada ao fato da resistência genética aos nematoides de galha ser uma forma de controle promissora, sendo considerada uma das vertentes mais importantes na redução dos danos ocasionados por esses fitoparasitas em áreas de produção de meloeiro. Outro fator do uso da resistência genética está associado à busca cada vez mais presente por tecnologias que ofereçam menor impacto ao meio ambiente.

5. CONCLUSÕES

Os genótipos AC-09, PI157082 e 'Melão Ouro' são fontes de resistência a *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne enterolobii*, respectivamente. Esses genótipos podem ser testados como porta-enxertos ou utilizados em blocos de cruzamento pelos programas de melhoramento genético do meloeiro.

A estratégia utilizada (REML/BLUP) foi eficaz nas estimativas das médias genotípicas, considerando a seleção de genótipos de meloeiro resistentes a *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *M. enterolobii*.

6. REFERÊNCIAS

AGROFIT 2020: Sistema de agrotóxicos e fitossanitários. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 02 jan. 2021.

Bates D, Machler M, Bolker BM, Walker SC (2015) Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. **Journal of Statistical Software** 67:1:48. doi: 10.18637/jss.v067.i01
Bitencourt NV, Silva GS (2010) Reprodução de *Meloidogyne enterolobii* em olerícolas. **Nematologia Brasileira** 34:181-183.

Braz TGS, Fonseca DM, Jank L, Resende MDV, Martuscello JA, Simeão RM (2013) Genetic parameters of agronomic characters in *Panicum maximum* hybrids. **Revista Brasileira de Zootecnia** 42:231-237. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982013000400001>

Carvalho ADF, Salviano AM, et al. (Eds.) (2017) **Produção de melão e mudanças climáticas**: Sistemas conservacionistas de cultivo para redução das pegadas de carbono e hídrica. Brasília: Embrapa, 302p.

Carvalho CC, Kist BB, Beling RR (Eds.) (2020) **Anuário brasileiro de hortifruti**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 96p.

Carvalho LP, Farias FJC, Morello CL, Teodoro PE (2016) Uso da metodologia REML/BLUP para seleção de genótipos de algodoeiro com maior adaptabilidade e estabilidade produtiva. **Bragantia** 75:314-321. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4499.275>

Castagnone-Sereno P (2002) Genetic variability of nematodes: a threat to the durability of plant resistance genes? **Euphytica** 124:193-199.

Castellane PD, Araújo JAC (Eds.) (1994) **Cultivo sem solo**: hidroponia. Jaboticabal: FUNEP, 107p.

Coolen WA, D'Herde CJ (Eds.) (1972) **A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue**. Burg. Van Gansberghelaan: Belgium, 77p.

Charchar JM (1999) **Nematoides em hortaliças**. Brasília: Embrapa. Embrapa hortaliças, 12 p. (Circular técnica, 18).

Clark CA, Moyer JW (Eds) (1988) **Compendium of Sweet Potato Diseases**. U.S.A: APS Press, 74p.

Dinardo-Miranda LL, Fracasso JL (2010) **Spatial and temporal variability of plant-parasitic nematodes population in sugarcane**. *Bragantia* 69:14. doi: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052010000500006>

Diniz GMM, Candido WS, Soares RS, Santos LS, Marín MV, Soares PLM, Braz LT (2016) Reaction of melon genotypes to *Meloidogyne incognita* and *Meloidogyne javanica*. **Pesquisa Agropecuária Tropical** 46:111-115. doi: <https://doi.org/10.1590/1983-40632016v4639603>

Eisenback JD (1981) Diagnostic characters useful in the identification of the four most common species of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). In: Sasser JN, Carter CC (Eds.) **An advanced treatise on Meloidogyne: Biology and control**. Raleigh, North Carolina State University, p. 95-112.

Esbenshade JD, Triantaphyllou HH (1990) Root-Knot Nematodes: *Meloidogyne* species And Races In.: Nickle WR (Eds.) **Manual of Agricultural Nematology**. Marcel Dekker York, p. 281-286.

Fatobene BJR, Andrade VT, Aloise GS, Silvarolla MB, Filho OG, Gonçalves W, Guerreiro Filho OW (2017) Wild *Coffea arabica* resistant to *Meloidogyne paranaenses* and genetic parameters for resistance. **Euphytica** 213:1-6. doi 10.1007/s10681-017-1986-1

Hawkins DM, Weisberg S (2017) Combining the box-cox power and generalised log transformations to accommodate nonpositive responses in linear and mixed-effects linear models. **South African Statistical Journal** 51: 317-328.

Hernandez J, Blanco AD, Filichkin T, Fisk S, Gallagher L, Helgerson L, Meints B, Mundt C, Steffenson B, Hayes PA (2020) Genome-wide association study of resistance to *Puccinia striiformis* f. sp. *Hordei* and *P. graminis* f. sp. *Tritici* in Barley and development of resistance germoplasma. **Phytopathology** 110:1082-1092. doi: 10.1094/PHYTO-11-19-0415-R

Hussey SR, Baker KR (1973) A comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp., including a new technique. **Plant disease** 57:1025–1028.

Kanju E, Uzokwe VNE, Ntawuruhunga P, Tumwegamire S, Yabeja J, Pariyo A, Kawuki R (2019) Varietal response of cassava root yield components and root necrosis from cassava Brown streak disease to time of harvesting in Uganda. **Crop Protection** 120:58–66. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.02.013>

Kouassi AB, Durel C, et al. (2009) Estimation of genetic parameters and prediction of breeding values for apple fruit-quality traits using pedigreed plant material in Europe. **Tree Genetics and Genomes** 5:659-672. doi: 10.1007/s11295-009-0217-x

Lopes RR, Franke LB, Souza CHL, Bertoncilli P, Graminho LA, Pereira EA (2018) Genetic parameters and predicted gains with selection of interspecific hybrids of *Paspalum* for seed production. **Crop Breeding and Applied Biotechnology** 18:284-291. doi: <https://doi.org/10.1590/1984-70332018v18n3a42>

Maia MCC, Resende MDV, Paiva JR, Cavalcanti JJV, Barros LM (2009) Seleção simultânea para produção, adaptabilidade e estabilidade genotípicas em clones de cajueiro, via modelos mistos. **Pesquisa Agropecuária Tropical** 39:43-50.

Maia MCC, Resende MDV, Oliveira LC, Vasconcelos LFL, Lima Neto JFP (2014) Análise genética em genótipos de manga rosa via REML/BLUP. **Revista Agrotecnologia** 5:1-16.

Nicol JM, Tumer SJ, Conyne D, Den Nijs L, Hockland S, Maafi ZT (2011) Current nematode threats to world agriculture. In.: Jones J, Gheysen G, Fenoll C (Eds.) **Genomics and molecular Genetics of plant-nematode interactions**. Dordrecht: Springer, p. 21-43.

Nyquist WE, Baker R (1991) Estimation of heritability and prediction of selection response in plant populations. **Genetic Resources and Crop Evolution** 10:235–322. doi: <https://doi.org/10.1080/07352689109382313>

Oliveira JAA, Bruckner CH, Silva DFP, Santos CEM, Penso GA, Aquino CF (2018) Estimation of genetic parameters and selection for rooting capacity in peach. **Crop Breeding and Applied Biotechnology** 18:320-324. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1984-70332018v18n3a47>

Oostenbrink M (Eds.) (1966) **Major characteristics of the relation between nematodes and plants**. Wageningen: Veenman, 46p.

Piepho HP, Möhring J, Melchinger AE, Büchse A (2009) BLUP for phenotypic selection in plant breeding and variety testing. **Euphytica** 161:209-228. doi:10.1007/s10681-007-9449-8

Pires MML, Santos HA, Santos DF, Vasconcelos AS, Aragão CA (2013) Produção do meloeiro submetido a diferentes manejos de água com o uso de manta de tecido não tecido. **Horticultura Brasileira** 31:304-310. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362013000200021>

R Core Team (2020) **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: < <https://www.R-project.org/>>. Acesso em: 28 jul. 2020.

Resende MDV (2016) Software Selegen-REML/BLUP: a useful tool for plant breeding. **Crop Breeding and Applied Biotechnology** 16:330-339. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1984-70332016v16n4a49>

Resende RR, Andrada VT, Salgado SML, Rezende JC, Neto TGC, Carvalho GR (2019) *Arabica coffee* progenies with multiple resistant to root-knot nematodes. **Euphytica** 215:1-9. doi: <https://doi.org/10.1007/s10681-019-2385-6>

Resende MDV, Duarte JB, (2007) Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical** 37:182-194.

Roberts PA, Thomason IJ (1989) A review of variability in four *Meloidogyne* spp. measured by reproduction on several hosts including *Lycopersicon*. **Agricultural Zoology Review** 3:225-252.

Sampaio IBM (Eds.) (1998) **Estatística aplicada à experimentação animal**. Belo Horizonte: Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia, 221 p.

Santos PR, Preisigke SC, Viana AP, Cavalcante NR, Bezerra CM, Amaral Júnior AT (2017) Associations between vegetative and production traits in guava tree full-sib progenies. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 52:303-310. doi: <https://doi.org/10.1590/s0100-204x2017000500003>

Santos PR, Viana AP, Gomes VM, Preisigke SC, Santos EA, Cavalcanti NR, Almeida OF, Walker MA (2019) Resistance to *Pratylenchus brachyurus* in *Vitis* species population through multivariate approaches and mixed models. **Scientia Agricola** 76:424-433. doi: <https://doi.org/10.1590/1678-992x-2017-0387>

Sikora RA, Fernandez E (2005) Nematodes parasites of vegetables. In.: Luc M, Sikora RA, Bridge J (Eds) **Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture**. UK Wallingford: CAB International, p. 319-392.

Steffenson BJ, Smith KP (2006) Breeding barley for multiple disease resistance in the Upper Midwest region of the U.S.A. **Czech Journal Genetics and Plant Breeding** 42:79-85. doi: 10.17221/3646-CJGPB

Taylor DP, Netscher C (1974) An improved technique for preparing perineal patterns of *Meloidogyne* spp. **Nematologica** 20:1-4.

Taylor AL (Eds.) (1967) **Introduction to research on plant nematology: an FAO guide to the study and control of the plant-parasitic nematodes**. Rome: Food and Agricultural Organization of the United Nations, 133p.

Torres Filho J, Oliveira CNGS, Silveira LM, Nunes GHS, Silva AJR, Silva MFN (2017) Genotype by environment interaction in green cowpea analyzed via mixed models. **Revista Caatinga** 30:687-697. doi: <https://doi.org/10.1590/1983-21252017v30n317rc>

Vencovsky R (1987) Herança quantitativa. In.: Paterniani E, Viegas GP (Eds.) **Melhoramento e produção de milho**. Campinas: Fundação Cargill, p. 137-214.

Vencovsky R, Barriga P (1992) **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 496p.

Viana AP, Resende MDV (2014) **Genética quantitativa no melhoramento de fruteiras**. Viçosa: UFV, 232p.

Zitter TA, Hopkins DL, Thomas, CE (1998) **Compendium of cucurbit diseases**. St. Paul: APS Press, 27p.

Williamson VM, Roberts PA (2009) Mechanisms and genetics of resistance. In.: Perry RN, Moens M, Starr, JL (Eds.) **Root-knot Nematodes**. UK Wallingford: CAB International, p. 301-325.

Woyann LG, Zdziarski AD, Baretta D, Meira D, Dallacorte LV, Benin Giovani (2019) Selection of high-yielding, adapted and stable wheat lines in preliminary trials. **Crop Breeding and Applied Biotechnology** 19:412-419. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1984-70332019v19n4a58>

CAPÍTULO 4 – Compatibilidade entre porta-enxertos e enxertos de meloeiro resistentes a *Didymella bryoniae* e três espécies de *Meloidogyne*.

RESUMO – A enxertia tem sido amplamente encorajada como método rápido e eficiente para controlar patógenos em diversas culturas, inclusive no meloeiro, que tem seus rendimentos reduzidos pela ocorrência de agentes patogênicos como *Didymella bryoniae* e nematoides de galha (*Meloidogyne* spp.). Dessa forma, o objetivo desse ensaio foi testar a compatibilidade entre porta-enxertos e enxertos de meloeiro resistentes a *Didymella bryoniae*, *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne enterolobii* e verificar sua influência nas variáveis biométricas dos porta-enxertos e nas variáveis produtivas e qualitativas dos frutos. O experimento foi realizado em delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições, onde foram testadas 14 combinações e dois tratamentos com plantas controle não enxertadas, totalizando 16 tratamentos, com sete plantas em cada parcela. Foram avaliadas variáveis de produtividade, qualitativas e biométricas. Para a comparação entre as médias dos tratamentos foram elaborados contrastes utilizando-se o teste “t” de Student. Utilizou-se também o modelo adaptado de análise dialélica para avaliar a capacidade geral (CGC) e específica de combinação (CEC) do enxerto e do porta-enxerto. As enxertias proporcionaram incrementos nas variáveis firmeza do epicarpo, firmeza do mesocarpo, índice de formato de fruto e vitamina C. As enxertias reduziram o comprimento do fruto, largura do fruto e comprimento do lóculo. A análise de compatibilidade indicou variação nas variáveis quanto aos efeitos considerando a capacidade geral de combinação para os enxertos JAB 20x 11 e ‘Olimpic Express’.

Palavras-chaves: *Cucumis melo*, produtividade, enxertia, resistência

CHAPTER 4 – Compatibility between rootstocks and grafts of melon plant resistance to *Didymella bryoniae* and three species of *Meloidogyne*.

ABSTRACT – Grafting has been widely encouraged as a fast and efficient method to control pathogens in several crops, including melon, which has its yields reduced due to the occurrence of pathogens such as *Didymella bryoniae* and root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). Thus, this trial aimed to test the compatibility between rootstocks and melon grafts resistant to *Didymella bryoniae*, *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne javanica*, and *Meloidogyne enterolobii* and to verify their influence on the biometric variables of the rootstocks and the productive and qualitative variables of the fruits. The experiment was carried out in a randomized block design, with four replications, where 14 combinations and two treatments with ungrafted control plants, totaling 16 treatments, with seven plants in each plot. Productivity, qualitative and biometric variables were evaluated. To compare the means of the treatments, contrasts were created using the Student's "t" test. The adapted diallel analysis model was also used to assess the general (GCA) and specific combination (SCA) capacity of the graft and the rootstock. Grafting provided increments in the variables epicarp firmness, mesocarp firmness, fruit shape index, and vitamin C. Grafting reduced fruit length, fruit width, and loculus length, in some combinations. The diallel analysis indicated variation in the variables regarding the effects considering the general combining ability for the JAB 20x 11 and 'Olimpic Express' grafts.

Keywords: *Cucumis melo*, productivity, grafting, resistance

1. INTRODUÇÃO

O meloeiro (*Cucumis melo* L.) constitui uma das principais hortaliças cultivadas no mundo, tendo a China como maior produtor (FAOSTAT, 2019). No Brasil, ocupa lugar de destaque em volume e exportação, sendo a segunda fruta fresca mais exportada (Carvalho et al., 2020). O cultivo intensivo, seja em campo aberto ou ambiente protegido, tem favorecido o aparecimento e aumento de populações de agentes patogênicos na cultura, como *Didymella bryoniae*, causadora do crestamento gomoso do caule e os nematoides de galha (*Meloidogyne* spp.).

No Brasil, *M. incognita*, *M. javanica* e *M. enterolobii* são amplamente encontradas causando danos à cultura do meloeiro (Charchar, 1999; Zambolin, 1999; Santos et al., 2000; Bitencourt e Silva, 2010). A presença desses patógenos nas áreas de cultivo do meloeiro tem reduzido a produtividade da cultura, ocasionando perdas estimadas em 100% para *D. bryoniae*, quando se realiza o cultivo de melões nobres em ambiente protegido (Gasparotto et al., 2011) e de 18 a 33% para os nematoides de galha mencionados (Sikora e Fernandez, 2005, Nicol et al., 2011), sendo relatadas perdas de até 100% (Lima et al., 1995).

Existem dificuldades em controlar esses patógenos devido à variabilidade genética e patogênica (Castagnone-Sereno, 2002), além da variabilidade nas populações. Embora algumas medidas de controle sejam frequentemente citadas como rotação de cultura (Paret et al., 2011; Xiang et al., 2018) e controle químico (Dalcin et al., 2017), essas práticas não têm sido eficientes para reduzir a ocorrência e a infecção ocasionadas pelos patógenos. A busca cada vez mais frequente por tecnologias limpas, não oferecendo riscos ao meio ambiente, tem sido encorajada.

Dentre os métodos de controle, a resistência genética tem sido amplamente estudada para o crestamento gomoso do caule (Sakata et al., 2000; Tsutsumi e Silva, 2004; Santos et al., 2017; Zhang et al., 2017; Gomes, 2018) e nematoides de galha (Ito et al., 2014; Zhao et al., 2014; Diniz et al., 2016). No entanto, embora fontes de resistência tenham sido identificadas nesses estudos, é exigido longo tempo para transferência dos genes de resistência para cultivares elites, visto que a maioria delas

está disponível em acessos selvagens, que não apresentam características agronômicas desejáveis. Além do mais, o processo de transferência desses genes pode ser dificultado pelo controle genético da característica, sendo necessárias várias gerações de retrocruzamentos para se obter uma planta resistente, com características desejáveis. No caso, por exemplo, de *M. incognita* em meloeiro, o controle genético da resistência é de caráter poligênico, governado por seis loci gênicos, com dominância incompleta do alelo de resistência e com a presença de interação gênica de epistasia (Cândido et al., 2017).

Como alternativa de curto prazo, a utilização da enxertia pode ser considerada método eficiente e de fácil manuseio, quando comparada a outras técnicas (Peng et al., 2020). Além disso, a enxertia tem proporcionado melhoria nas variáveis associadas ao aumento da tolerância da planta à seca (Maurya et al., 2019), estresse pelo frio (Shi et al., 2019), resistência a estresses bióticos (Santos et al., 1999; Thies et al., 2010; Ito et al 2014; Keinath et al., 2019; Silva et al., 2019; García-Mendivil e Sorribas, 2021) e melhoria da atividade do sistema radicular (Peng et al., 2020).

Dentre os principais aspectos a serem considerados para o sucesso da enxertia, a compatibilidade é um dos mais importantes (Mo et al., 2017), sendo necessário que o porta-enxerto e o enxerto tenham boa combinação, pois a ausência de compatibilidade interfere diretamente na taxa de sobrevivência, redução do crescimento, além de interferir na floração, ocasionando perdas econômicas (Ren et al., 2018). Dessa forma, o objetivo deste ensaio foi testar a compatibilidade entre porta-enxertos e enxertos de meloeiro resistentes a *Didymella bryoniae*, *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne enterolobii* e verificar sua influência nas variáveis biométricas dos porta-enxertos, e nas variáveis produtivas e qualitativas dos frutos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização da área experimental

O Ensaio foi conduzido em casa de vegetação, localizada em Jaboticabal, Estado de São Paulo, Brasil, 21° 14' 05 " Sul e 48° 17' 09" Oeste, com altitude de 614 m de outubro de 2019 a março de 2020.

2.2. Material genético

Para a avaliação da compatibilidade, os genótipos de meloeiro PI482398, PI157082, PI140471 e PI42045, resistentes a *D. bryoniae* e 'Melão Ouro' (resistente a *M. enterolobii*), AC-09 (resistente a *M. incognita*) e PI157082 (resistente a *M. javanica* e *D. bryoniae*) foram usados como porta-enxertos. Como enxertos foi utilizado o cruzamento entre as linhagens JAB 20 e JAB 11 (Jab20 x 11), suscetível a *D. bryoniae* e a todas as espécies de nematoides testadas nesse estudo e o híbrido 'Olimpic Express', suscetível a *D. bryoniae*.

O genótipo PI482398 é proveniente do Zimbabwe, PI157082 da China, PI140471 do North Central Regional Plant Introduction Station (USDA) e PI42045 do Japão. AC-09 é proveniente da coleção do banco de germoplasma de Cucurbitáceas da Universidade Federal Rural do Semi-árido (Brasil). JAB 20 e JAB 11 foram desenvolvidas pelo grupo de estudos em olericultura e melhoramento (NEOM-Unesp). 'Melão Ouro' foi desenvolvido pela empresa TopSeed e o híbrido 'Olimpic Express', pela empresa Sakata Seed Sudamerica.

2.3. Condução experimental

O ensaio foi conduzido em blocos ao acaso, com quatro repetições, 16 tratamentos (Figura 1) e sete plantas por parcela. As plantas das extremidades de cada parcela foram consideradas bordaduras, e ao redor de todo o experimento foi utilizada bordadura geral (JAB20 x 11).

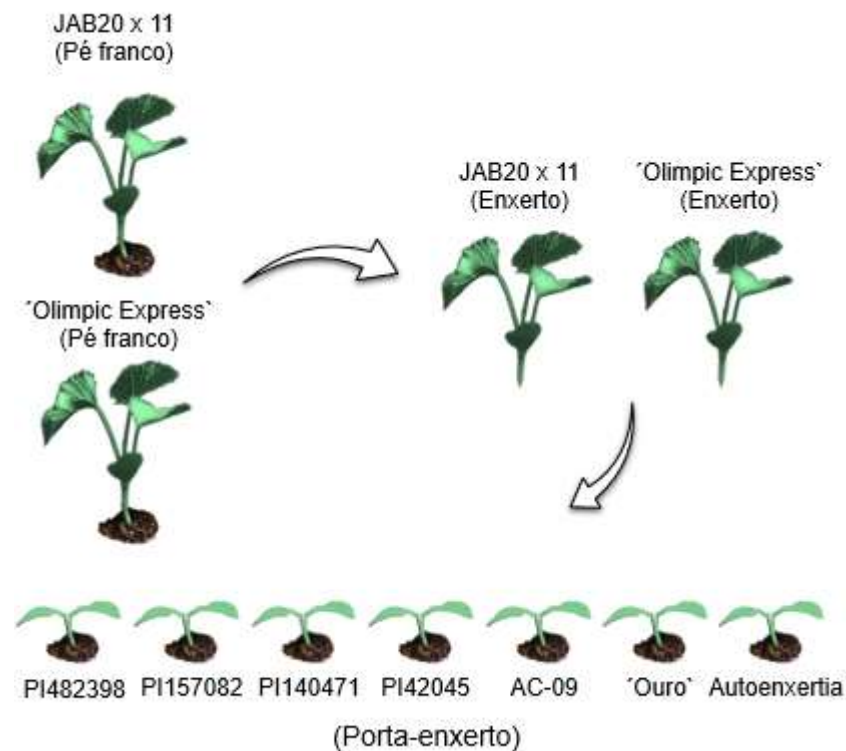


Figura 1 – Relação das combinações/tratamentos das enxertias realizadas em genótipos de meloeiro (*Cucumis melo* L.) UNESP-FCAV, Jaboticabal-SP, 2021.

2.4. Produção de mudas e realização das enxertias

As mudas foram cultivadas em bandejas de poliestireno expandido de 128 células preenchidas com substrato comercial Bioplant[®] à base de fibra da casca de coco, previamente autoclavado (120°C e 1 ATM por 30 minutos), mantidas em casa de vegetação sob sistema de irrigação por aspersão.

Devido às diferenças observadas nas características relacionadas à emergência, vigor e desenvolvimento das plântulas em ensaios anteriores, as sementeiras dos porta-enxertos e dos enxertos foram realizadas em datas diferentes, com o objetivo de garantir o ponto ideal da enxertia. As sementeiras dos enxertos e do 'Melão Ouro' ocorreram sete dias após a sementeira dos demais genótipos.

As enxertias (Figura 2) foram realizadas 28 dias após a sementeira. O tipo de enxertia utilizado foi o da fenda cheia, padronizado para 3 cm de comprimento do enxerto. Para garantir a conexão do porta-enxerto e do enxerto, foi utilizado clip

plástico até a cicatrização. Esses foram retirados no momento do transplante. Foram realizadas 60 enxertias de cada porta-enxerto com os enxertos (Jab20 x 11 e 'Olimpic Express'). Para a autoenxertia, devido à perda de estande em decorrência do aparecimento de *D. bryoniae* nas plântulas, só foi possível realizar 40 enxertias, totalizando 800 enxertias, com tempo médio de realização de dois dias. Depois de enxertadas, as plantas foram acondicionadas em câmara úmida, do tipo "Flouting" (Oliveira et al., 2007), permanecendo no local por 15 dias, onde gradativamente foram sendo adaptadas antes de serem levadas para a casa de vegetação.

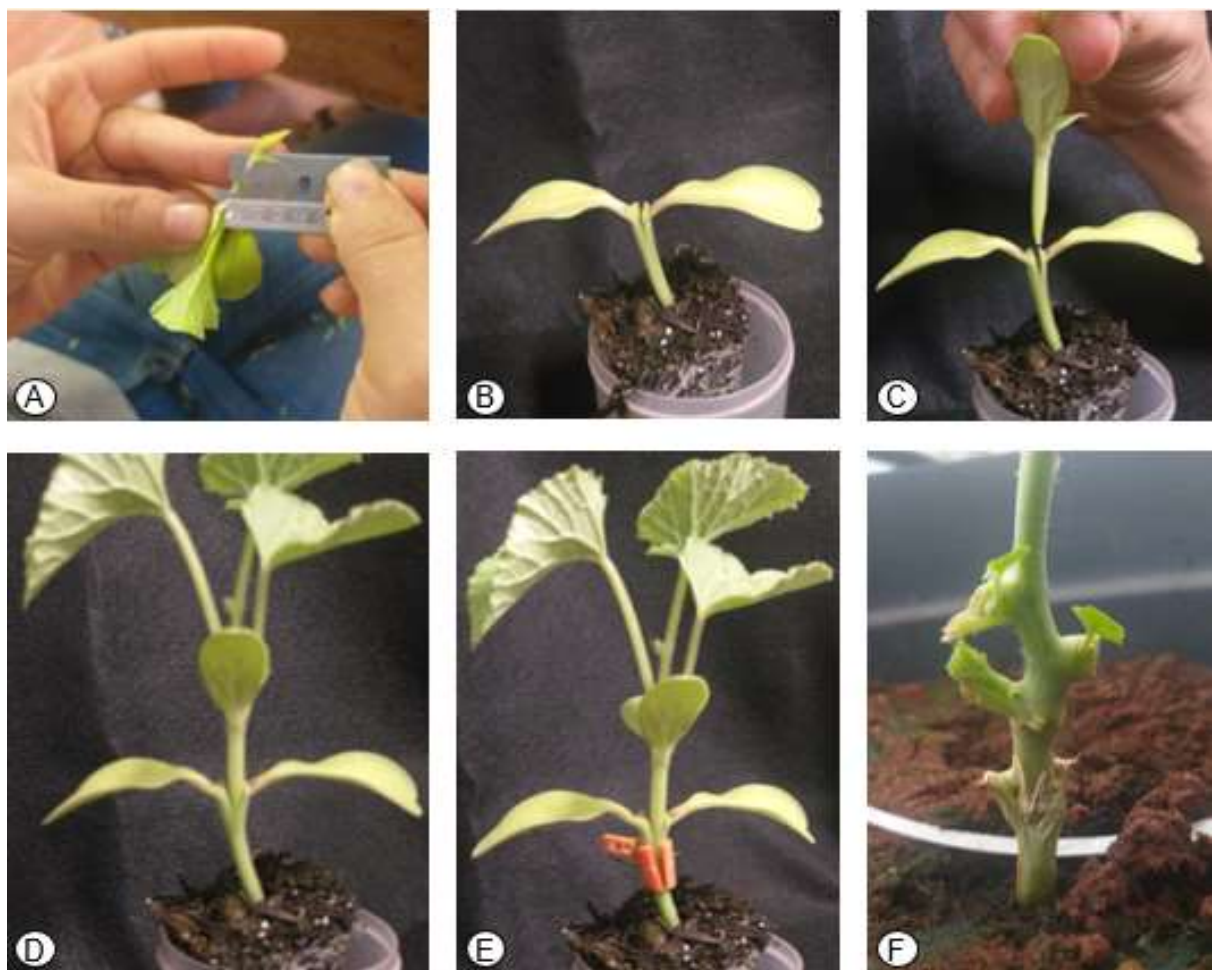


Figura 2 – (A) – Obtenção da cunha; (B) – Fenda realizada no porta-enxerto; (C-D) – Encaixe do enxerto no porta-enxerto; (E) – Colocação do clip de enxertia; (F) Cicatrização da enxertia.

Durante os primeiros 12 dias, a câmara úmida permaneceu completamente fechada; a partir do 13º dia foi iniciado o período de aclimação, quando a câmara úmida começou a ser aberta no período diurno e fechada no período noturno.

Como controle do estresse causado pelos ferimentos da enxertia, foi usada autoenxertia nos dois enxertos. Antes do transplante, foi realizada a avaliação da porcentagem de pegamento e da porcentagem de brotações nas plantas enxertadas. As plantas foram transplantadas para vasos com capacidade de 13 litros, preenchidos com a mistura de 3:1:1 (terra:areia:esterco bovino), previamente autoclavada (120°C e 1 ATM por 1 hora). As plantas foram irrigadas via gotejo e adubação, fornecida por meio de solução nutritiva (Castellane e Araújo, 1995). Os vasos foram distanciados no espaçamento de 50 cm entre vasos e 1 m entre linhas.

As plantas de meloeiro foram conduzidas tutoradas em fitilhos, onde foram realizadas podas semanalmente dos brotos até o 8º nó. Foram realizadas autofecundações em todas as plantas com o objetivo de se obter dois frutos por planta. As autofecundações foram realizadas entre o 9º e o 12º nó, como recomendado e aplicado por Maruyama et al. (2000), sendo posteriormente realizada a poda dos ramos após o pegamento dos frutos, além de realizado corte do meristema apical, após as plantas atingirem dois metros de altura.

2.5. Avaliações

As colheitas dos frutos das plantas enxertadas com o 'Olimpic Express' foram iniciadas no dia 27 de janeiro de 2020 e das plantas com o enxerto JAB 20 x 11 em 17 de fevereiro de 2020. Posteriormente, esses foram avaliados para as seguintes variáveis:

2.5.3. Avaliações biométricas nos porta-enxertos

Depois que as plantas de meloeiro atingiram dois metros, foram realizadas as seguintes avaliações biométricas: diâmetro do porta-enxerto a 1 cm abaixo do local da enxertia; diâmetro do porta-enxerto no local da enxertia e diâmetro do porta-enxerto a 1 cm acima do local da enxertia.

2.5.1. Variáveis produtivas

Massa total de frutos: obtida pela média aritmética da pesagem de todos os frutos em cada parcela (estimados em t/ha); Número total de frutos (estimados em t/ha); Comprimento do fruto: obtido pela aferição do diâmetro longitudinal do fruto (mm); Largura do fruto: obtida pela aferição do diâmetro transversal do fruto (mm); Índice de formato fruto: obtido pela razão entre médias dos diâmetros longitudinal e transversal; Comprimento do lóculo: obtido pela aferição do diâmetro longitudinal do lóculo (mm); Largura do lóculo: obtido pela aferição do diâmetro transversal do lóculo, estimados utilizando-se paquímetro digital (mm); Índice de formato do lóculo: obtido pela razão entre as médias dos diâmetros longitudinais e transversais do fruto e largura do epicarpo (LE), estimados utilizando-se paquímetro digital (mm).

2.5.2. Variáveis qualitativas

Espessura do mesocarpo (mm); Firmeza do epicarpo e firmeza do mesocarpo: obtida usando penetrômetro digital, e os resultados foram convertidos em Newton (N); Rendilhamento do epicarpo: determinado por avaliação visual de acordo com a escala de notas adotada por Rizzo e Braz (2004); Teor de sólidos solúveis (SS): obtido por meio de refratômetro digital corrigido para temperatura ambiente do dia e expressos em °Brix; Vitamina C: obtida por meio da titulação com 2,6 diclorofenol indofenol de sódio (2,6 DINA), sendo expressa em mg de ácido ascórbico por 100 mL de suco; Acidez titulável (AT): determinada por meio da solução de fenolftaleína 1%, sendo expressa em gramas de ácido cítrico e Índice de maturação: obtido por meio da

relação SS/AT. Para a determinação do teor de sólidos solúveis, vitamina C e acidez titulável, foi utilizada metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008).

2.6. Análises estatísticas

Todos os dados foram submetidos inicialmente à análise diagnóstica com base nos resíduos, usando o teste de homocedasticidade (Bartlett, 1937), normalidade (Shapiro-Wilk, 1965), aditividade do modelo pelo teste de Tukey (Snedecor e Cochran, 1967) e a autocorrelação (Fox e Weisberg, 2019). Todas as análises diagnósticas foram processadas no ambiente R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2020). Como não foi observada violação dos pressupostos, deu-se prosseguimento às análises.

Para a análise dos contrastes foi aplicado o teste “t” de Student, a 5% de probabilidade, para comparação entre médias dos tratamentos que correspondem aos pés-francos dos enxertos e às combinações das enxertias, tendo sido elaborados os contrastes. As análises foram processadas no programa GENES (Aplicativo Computacional em Genética e Estatística) (Cruz, 2013).

Utilizou-se também o modelo adaptado de análise dialélica de Griffing (1956), com teste F a 1% e 5% para avaliar a capacidade geral e específica de combinação (CGC) do enxerto e do porta-enxerto (Tomaz et al., 2006). O objetivo dessa análise é reforçar os resultados obtidos com os contrastes para identificar os melhores genótipos dos enxertos e dos porta-enxertos. O processamento foi feito utilizando-se o programa GENES (Aplicativo Computacional em Genética e Estatística) (Cruz, 2013).

3. RESULTADOS

3.1. Porcentagens de pegamento da enxertia e de brotação nos porta-enxertos

Os porta-enxertos PI140471 e PI157082 tiveram taxa de pegamento de 100% quando enxertadas com JAB20 x 11. Quando foi utilizado o enxerto 'Olimpic Express', a combinação desse com o PI157082 resultou em 100% de pegamento das plantas enxertadas (Figura 3).

Ao analisar a porcentagem de brotações, todos os porta-enxertos usados com a combinação de JAB20 x 11 tiveram menos de 10% de brotações, onde a autoenxertia não apresentou nenhuma brotação. Nas combinações com o 'Olimpic Express', os genótipos 'Melão Ouro', PI157082, PI482398 e PI420445 evidenciaram menor porcentagem de brotações.

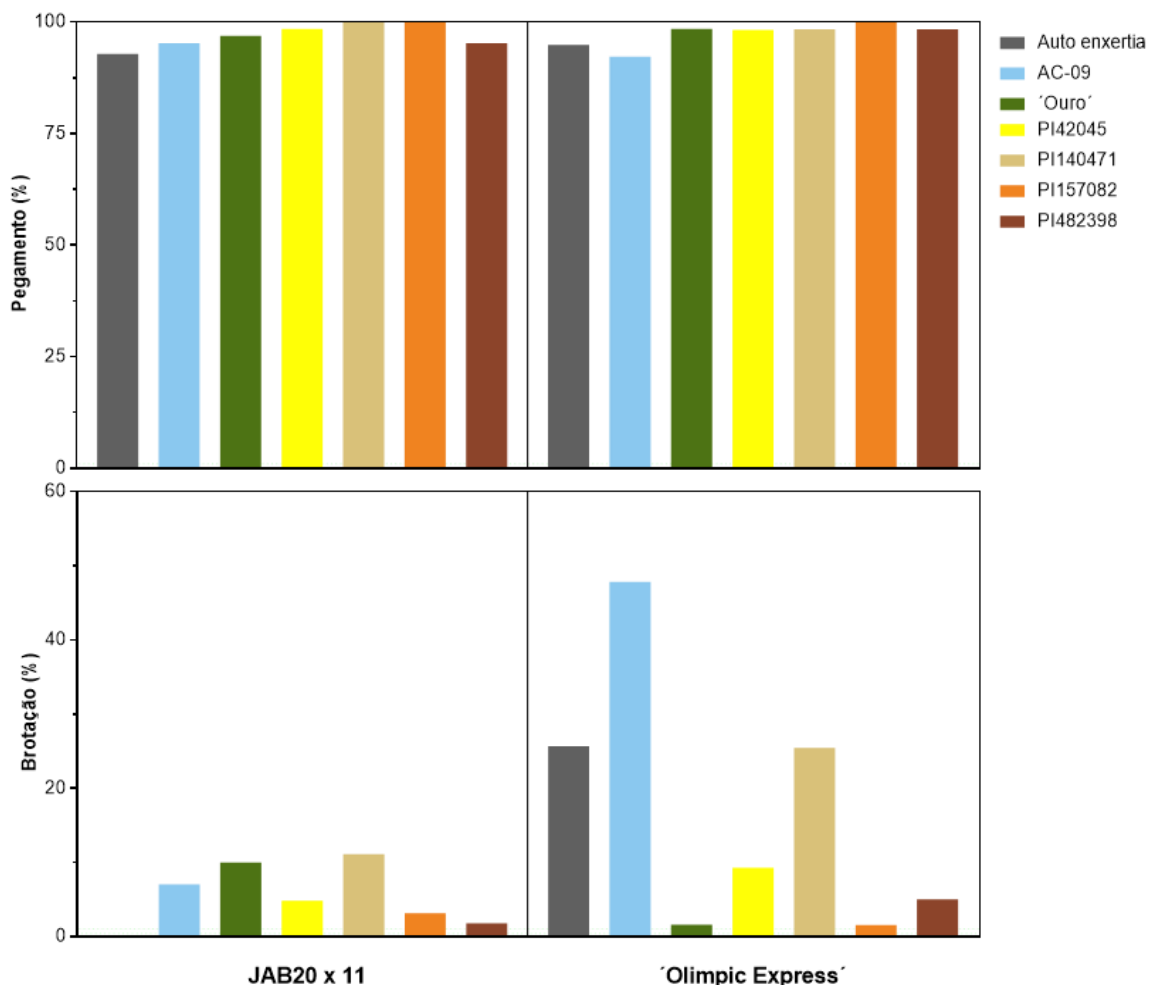


Figura 3 – Porcentagem de pegamento das enxertias e porcentagem de brotações nos porta-enxertos em genótipos de meloeiro. UNESP-FCAV, Jaboticabal – SP, 2021.

3.2. Comparações entre pé-franco e plantas enxertadas

A enxertia não proporcionou diferenças no rendimento do epicarpo (RE) ao analisar os pés-francos e todas as combinações usadas. Foi verificada maior resistência na variável firmeza do epicarpo (FE), tendo a combinação 'Olimpic Express' / PI42045 proporcionando melhor resultado ao ser comparado ao Pé-franco 'Olimpic Express'. Entre os Pés-francos, o contraste entre JAB20 x 11 vs. 'Olimpic Express' demonstrou epicarpo mais resistente (Tabela 1). Ao considerar a firmeza do mesocarpo (FM), a enxertia influenciou significativamente nas combinações de JAB20 x 11 / AC-09, JAB20 x 11 / PI140471, 'Olimpic Express' / Melão 'Ouro', 'Olimpic Express' / PI42045 e 'Olimpic Express' / PI482398 (Tabela 1).

Foi observada redução do comprimento do fruto (CF) e largura do fruto (LF) nas combinações JAB20 x 11 / 'Melão Ouro' e JAB20 x 11 / PI157082. A combinação 'Olimpic Express' / PI482398 proporcionou frutos mais compridos, quando comparado ao pé-franco. Na análise entre os pés-francos, 'Olimpic Express' mostrou resultado superior a JAB20 x 11. O maior índice de formato de fruto (IF) foi observado quando usada a combinação 'Olimpic Express' / PI140471 (Tabela 1).

Com relação ao comprimento do lóculo (CL), o pé-franco 'Olimpic Express' mostrou valores mais elevados do que a JAB20 x 11, mas exibiu médias menores do que todas as suas combinações enxertadas. A enxertia entre JAB20 x 11 / PI157082 reduziu o comprimento do lóculo. Para as variáveis largura do lóculo (LL) e espessura do epicarpo (EE), a enxertia não teve efeito significativo, resultado semelhante foi observado entre os pés-francos. Avaliando o índice de formato do lóculo (IL), não foram observados efeitos significativos entre as combinações (Tabela 1). Para a variável espessura do mesocarpo (EM), houve maior incremento na combinação 'Olimpic Express' / PI42045.

Ao analisar os sólidos solúveis (SS), foi observado que o pé-franco JAB20 x 11 mostrou melhor resultado do que o 'Olimpic Express'. No índice de maturação (IM), a combinação 'Olimpic Express' / PI157082, mostrou valor mais alto para essa variável do que o pé-franco 'Olimpic Express' (Tabela 2). Para as demais variáveis, não foram observados efeitos significativos entre as plantas enxertadas e entre os pés-francos (Tabela 2).

Tabela 1 – Médias de rendimento do epicarpo (RE), firmeza do epicarpo (FE), firmeza do mesocarpo (FM), comprimento do fruto (CF), largura do fruto (LF), índice de formato do fruto (IL), comprimento do lóculo (CL), largura do lóculo (LL), índice de formato do lóculo (IL) e espessura do epicarpo (EE) em diversas combinações enxerto/porta-enxerto e pé-franco, em genótipos de meloeiro. UNESP-FCAV, Jaboticabal- SP, 2021.

CONTRASTES	RE	FE Newton (N)	FM Newton (N)	CF (mm)	LF (mm)	IF	CL (mm)	LL (mm)	IL	EE (mm)
JAB20 x 11 (pé-franco)	1,349 ^{ns}	14,23 ⁺⁺⁺	0,7307 ^{ns}	125,3 ⁺	129,0 ^{ns}	0,9717 ⁺⁺⁺	75,34 ⁺⁺⁺	61,07 ^{ns}	1,239 ⁺⁺⁺	5,884 ^{ns}
vs. Auto enxertia JAB20 x 11	1,413 ^{ns}	14,49 ^{ns}	0,7714 ^{ns}	122,3 ^{ns}	125,5 ^{ns}	0,9745 ^{ns}	71,87 ^{ns}	57,54 ^{ns}	1,250 ^{ns}	5,770 ^{ns}
vs. JAB20 x 11 / AC-09 ¹	1,418 ^{ns}	15,04 ^{ns}	0,9387 [*]	125,3 ^{ns}	126,3 ^{ns}	0,9919 ^{ns}	72,88 ^{ns}	58,37 ^{ns}	1,250 ^{ns}	5,519 ^{ns}
vs. JAB20 x 11 / Melão 'Ouro'	1,424 ^{ns}	14,45 ^{ns}	0,9027 ^{ns}	117,8 [*]	120,0 [*]	0,9818 ^{ns}	69,62 ^{ns}	55,67 ^{ns}	1,251 ^{ns}	5,337 ^{ns}
vs. JAB20 x 11 / PI42045	1,700 ^{ns}	15,02 ^{ns}	0,8359 ^{ns}	122,6 ^{ns}	123,8 ^{ns}	0,9896 ^{ns}	72,17 ^{ns}	57,37 ^{ns}	1,258 ^{ns}	5,185 ^{ns}
vs. JAB20 x 11 / PI140471	1,83 ^{ns}	15,25 ^{ns}	1,0620 ^{***}	121,6 ^{ns}	123,1 ^{ns}	0,9885 ^{ns}	73,44 ^{ns}	56,76 ^{ns}	1,296 ^{ns}	5,331 ^{ns}
vs. JAB20 x 11 / PI157082	1,725 ^{ns}	15,33 ^{ns}	0,9020 ^{ns}	116,1 ^{**}	116,4 ^{***}	0,9983 ^{ns}	68,24 [*]	53,41 ^{ns}	1,280 ^{ns}	5,467 ^{ns}
vs. JAB20 x 11 / PI482398	1,662 ^{ns}	14,44 ^{ns}	0,9056 ^{ns}	124,7 ^{ns}	124,4 ^{ns}	1,002 [*]	72,39 ^{ns}	55,99 ^{ns}	1,295 ^{ns}	5,360 ^{ns}
'Olimpic Express' (pé-franco)	1,961 ^{ns}	5,692 ⁺⁺⁺	0,6253 ^{ns}	132,2 ⁺	125,1 ^{ns}	1,057 ⁺⁺⁺	87,43 ⁺⁺⁺	53,58 ^{ns}	1,634 ⁺⁺⁺	5,321 ^{ns}
vs. Auto enxertia 'Olimpic Express'	1,606 ^{ns}	6,186 ^{ns}	0,6626 ^{ns}	130,9 ^{ns}	121,2 ^{ns}	1,080 ^{ns}	88,16 ^{ns}	52,27 ^{ns}	1,690 ^{ns}	4,959 ^{ns}
vs. 'Olimpic Express' / AC-09	1,644 ^{ns}	5,852 ^{ns}	0,6614 ^{ns}	139,7 [*]	130,4 ^{ns}	1,070 ^{ns}	93,11 ^{ns}	57,71 ^{ns}	1,613 ^{ns}	5,614 ^{ns}
vs. 'Olimpic Express' / Melão 'Ouro'	1,708 ^{ns}	6,988 ^{ns}	0,8583 [*]	135,2 ^{ns}	125,9 ^{ns}	1,074 ^{ns}	89,99 ^{ns}	54,17 ^{ns}	1,664 ^{ns}	5,806 ^{ns}
vs. 'Olimpic Express' / PI42045	1,836 ^{ns}	7,374 [*]	0,8363 [*]	139,4 [*]	129,1 ^{ns}	1,080 ^{ns}	92,09 ^{ns}	52,95 ^{ns}	1,744 ^{ns}	5,667 ^{ns}
vs. 'Olimpic Express' / PI140471	1,444 ^{ns}	5,711 ^{ns}	0,6550 ^{ns}	141,0 [*]	127,5 ^{ns}	1,107 ^{***}	92,66 ^{ns}	55,80 ^{ns}	1,664 ^{ns}	5,565 ^{ns}
vs. 'Olimpic Express' / PI157082	1,630 ^{ns}	6,874 ^{ns}	0,7824 ^{ns}	140,8 [*]	131,3 ^{ns}	1,072 ^{ns}	94,26 [*]	55,74 ^{ns}	1,691 ^{ns}	5,464 ^{ns}
vs. 'Olimpic Express' / PI482398	1,936 ^{ns}	6,874 ^{ns}	0,8041 [*]	144,5 ^{***}	131,7 ^{ns}	1,097 ^{**}	96,97 ^{**}	56,92 ^{ns}	1,706 ^{ns}	5,662 ^{ns}
Quadrado médio do resíduo	0,0927 ^{ns}	1,223 ^{***}	0,0157 ^{***}	22,89 ^{***}	23,95 ^{**}	0,0004 ^{***}	18,06 ^{***}	13,57 ^{ns}	0,0065 ^{***}	0,2211 ^{ns}
Média geral	1,6436	10,6127	0,8086	129,9566	125,6634	1,0336	81,9147	55,9572	1,4702	5,4953
Coeficiente de variação (%)	18,5218	10,4262	15,4182	3,6821	3,8944	1,8615	5,1882	6,5858	5,4619	8,5528

¹Enxerto / porta-enxerto.

*Contrastes significativos, pelo teste "t" de Student a 5%;

**Contrastes significativos, pelo teste "t" de Student a 1%

***contrastes significativos, pelo teste "t" de Student a 0,1%.

ns - Contrastes não-significativos, pelo teste "t" de Student 0,1%.

+para contrastes entre os pés-francos.

Tabela 2 – Espessura do mesocarpo (EM), diâmetro do caule 1 cm abaixo da enxertia (DAE), diâmetro do caule no local da enxertia (DLE), diâmetro do caule 1 cm acima da enxertia (DCAE), número total de frutos (NTF), massa total de frutos (MTF), vitamina C (VTC), acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS) e índice de maturação (IM) em diversas combinações enxerto/porta-enxerto e pé-franco, em genótipos de meloeiro. UNESP-FCAV, Jaboticabal- SP, 2021.

CONTRASTES	EM (mm)	DAE (cm)	DLE (cm)	DCAE (cm)	NTF (t/ha)	MTF (t/ha)	VTC (mg)	AT (g)	SS Brix°	IM (SS/AT)
JAB20 x 11 (pé-franco)	29,28 ^{ns}	9,426 ^{ns}	12,60 ^{ns}	8,397 ^{ns}	33.250 ^{ns}	104,10 ^{ns}	22,17 ^{ns}	0,1104 ^{ns}	11,02 ⁺⁺⁺	105,80 ⁺⁺
vs. Auto enxertia JAB20 x 11	28,66 ^{ns}	9,540 ^{ns}	12,94 ^{ns}	8,219 ^{ns}	30.000 ^{ns}	105,50 ^{ns}	19,90 ^{ns}	0,1158 ^{ns}	10,85 ^{ns}	98,40 ^{ns}
vs. JAB20 x 11 / AC-09 ¹	28,36 ^{ns}	8,637 ^{ns}	12,46 ^{ns}	9,051 ^{ns}	36.000 ^{ns}	93,86 ^{ns}	22,30 ^{ns}	0,1125 ^{ns}	11,27 ^{ns}	104,40 ^{ns}
vs. JAB20 x 11 / Melão ouro	27,21 ^{ns}	9,304 ^{ns}	12,13 ^{ns}	8,962 ^{ns}	33.000 ^{ns}	85,06 ^{ns}	21,64 ^{ns}	0,1098 ^{ns}	11,41 ^{ns}	110,00 ^{ns}
vs. JAB20 x 11 / PI42045	28,10 ^{ns}	9,333 ^{ns}	12,47 ^{ns}	9,651 ^{ns}	28.000 ^{ns}	83,86 ^{ns}	23,29 ^{ns}	0,1154 ^{ns}	11,27 ^{ns}	102,40 ^{ns}
vs. JAB20 x 11 / PI140471	28,30 ^{ns}	7,833 ^{ns}	10,99 ^{ns}	7,885 ^{ns}	27.500 ^{ns}	89,14 ^{ns}	21,13 ^{ns}	0,1128 ^{ns}	10,99 ^{ns}	102,30 ^{ns}
vs. JAB20 x 11 / PI157082	27,60 ^{ns}	9,344 ^{ns}	11,76 ^{ns}	9,808 ^{ns}	33.000 ^{ns}	93,15 ^{ns}	23,46 ^{ns}	0,1109 ^{ns}	10,40 ^{ns}	96,76 ^{ns}
vs. JAB20 x 11 / PI482398	28,75 ^{ns}	8,356 ^{ns}	11,28 ^{ns}	8,947 ^{ns}	35.750 ^{ns}	76,61 ^{ns}	22,70 ^{ns}	0,1202 ^{ns}	10,78 ^{ns}	93,93 ^{ns}
‘Olimpic Express’ (pé-franco)	30,18 ^{ns}	8,092 ^{ns}	11,16 ^{ns}	8,043 ^{ns}	37.000 ^{ns}	104,20 ^{ns}	22,59 ^{ns}	0,1149 ^{ns}	8,568 ⁺⁺⁺	79,35 ⁺⁺
vs. Auto enxertia ‘Olimpic Express’	29,39 ^{ns}	7,229 ^{ns}	11,72 ^{ns}	7,735 ^{ns}	33.000 ^{ns}	110,50 ^{ns}	21,32 ^{ns}	0,1073 ^{ns}	9,211 ^{ns}	90,53 ^{ns}
vs. ‘Olimpic Express’ / AC-09	32,43 ^{ns}	7,256 ^{ns}	10,61 ^{ns}	7,740 ^{ns}	37.000 ^{ns}	80,76 ^{ns}	23,15 ^{ns}	0,1056 ^{ns}	8,379 ^{ns}	87,97 ^{ns}
vs. ‘Olimpic Express’ / Melão ‘Ouro’	31,28 ^{ns}	8,499 ^{ns}	12,27 ^{ns}	8,905 ^{ns}	35.000 ^{ns}	77,33 ^{ns}	24,76 ^{ns}	0,1136 ^{ns}	9,032 ^{ns}	88,81 ^{ns}
vs. ‘Olimpic Express’ / PI42045	33,22 [*]	8,490 ^{ns}	11,80 ^{ns}	7,992 ^{ns}	38.000 ^{ns}	102,80 ^{ns}	21,07 ^{ns}	0,1146 ^{ns}	8,672 ^{ns}	81,95 ^{ns}
vs. ‘Olimpic Express’ / PI140471	31,23 ^{ns}	8,093 ^{ns}	11,89 ^{ns}	8,080 ^{ns}	34.000 ^{ns}	99,58 ^{ns}	22,86 ^{ns}	0,1040 ^{ns}	8,164 ^{ns}	85,95 ^{ns}
vs. ‘Olimpic Express’ / PI157082	32,76 ^{ns}	8,546 ^{ns}	12,32 ^{ns}	9,236 ^{ns}	38.000 ^{ns}	97,30 ^{ns}	24,57 ^{ns}	0,0932 ^{ns}	9,168 ^{ns}	107,70 ^{**}
vs. ‘Olimpic Express’ / PI482398	32,43 ^{ns}	7,961 ^{ns}	11,17 ^{ns}	8,295 ^{ns}	36.500 ^{ns}	84,99 ^{ns}	22,77 ^{ns}	0,1062 ^{ns}	8,170 ^{ns}	87,87 ^{ns}
Quadrado médio do resíduo	3,596 ^{***}	1,189 ^{ns}	1,614 ^{ns}	0,9798 ^{ns}	26.530.556 ^{ns}	320,1371 ^{ns}	11,07 ^{ns}	0,0001094 ^{ns}	0,666 ^{***}	146,6 ^{**}
Média geral	29,9494	8,4961	11,8487	8,5597	34.062,5	93,0525	22,4806	0,1108	9,8336	95,2698
Coeficiente de variação (%)	6,3331	12,8410	10,7229	11,5604	15,1216	19,2282	14,8020	9,8036	8,3024	12,7082

¹Enxerto / porta-enxerto.

*Contrastes significativos, pelo teste “t” de Student a 5%;

**Contrastes significativos, pelo teste “t” de Student a 1%

***contrastes significativos, pelo teste “t” de Student a 0,1%.

ns - Contrastes não-significativos, pelo teste “t” de Student 0,1%.

+para contrastes entre os pés-francos.

3.3. Compatibilidade das combinações de enxerto e porta-enxerto

A análise de compatibilidade revelou efeito significativo pelo teste F, a 1% e 5% de probabilidade, para as variáveis firmeza do epicarpo (FE), firmeza do mesocarpo (FM), comprimento do fruto (CF), largura do fruto (LF), índice de formato de fruto (IF), comprimento do lóculo (CL), índice de formato do lóculo (IL), espessura do mesocarpo (EM), diâmetro do caule 1 cm abaixo da enxertia (DAE), diâmetro do caule 1 cm acima da enxertia (DCAE), número total de frutos (NTF), acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS) e índice de maturação (IM), ao considerar a capacidade geral de combinação (C.G.C) dos enxertos. Para os porta-enxertos, verificou-se efeito significativo para a variável comprimento do fruto (CF), tendo o porta-enxerto PI482398 mostrado ser melhor em relação ao comportamento médio dos demais porta-enxertos (Tabela 3).

Na capacidade específica de combinação (C.E.C), foi observado efeito significativo para a variável firmeza do mesocarpo (FM). Dessa forma, JAB20 x 11 / PI140471 foi a combinação que evidenciou melhor resultado que as demais, confirmando o resultado da análise dos contrastes (Tabela 1 e 3). Para as demais variáveis, quanto à capacidade específica de combinação, as combinações de enxerto e porta-enxerto não apresentaram efeitos significativos, ou seja, não diferiram, não sendo possível identificar a melhor (Tabelas 3 e 4).

Esses resultados confirmam aos obtidos nos contrastes, onde essas mesmas combinações, resultaram em melhor firmeza do mesocarpo (Tabela 1). É importante mencionar que na análise de compatibilidade, valores negativos para capacidade geral e específica de combinação, dos enxertos e porta-enxertos, revelam influência negativa das enxertias na comparação aos enxertos, indicando que a enxertia nesse material foi prejudicial.

Quando se utiliza a capacidade geral de combinação, é importante selecionar aqueles genótipos com valores positivos, que indicam desempenho superior aos que exibiram valores negativos, mostrando que esse genótipo é melhor em relação ao comportamento médio dos outros genótipos. É importante considerar ainda que quando são obtidos os valores da C.G.C, estimativas próxima a zero expressam que

a compatibilidade desse genótipo é próxima da média de todos os outros (Ferrari et al., 2005).

Nesse estudo o enxerto JAB20 x 11 mostrou valores positivos, quando comparado ao enxerto 'Olimpic Express' para as variáveis firmeza do epicarpo (FE), firmeza do mesocarpo (FM), diâmetro do caule 1 cm abaixo da enxertia (DAE), diâmetro do caule no local da enxertia (DLE), diâmetro do caule 1 cm acima da enxertia (DCAE), acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS) e índice de maturação (IM). (Tabelas 3 e 4).

O genótipo PI482398, utilizado como porta-enxerto, apresentou valores positivos para a maioria das variáveis, mostrando o potencial desse genótipo. Valores negativos foram obtidos para firmeza do epicarpo (FE), diâmetro do caule 1 cm abaixo da enxertia (DAE), diâmetro do caule no local da enxertia (DLE), diâmetro do caule 1 cm acima da enxertia (DCAE), massa total de frutos (PTF), Vitamina C (VTC), sólidos solúveis (SS) e índice de maturação (IM) (Tabelas 3 e 4).

Embora tenham sido verificados efeitos não significativos para CGC e CEC dos porta-enxertos para a maioria das variáveis, na indicação daqueles com melhor desempenho, combinações que exibem valores positivos devem ser indicadas, na medida em que mostram incremento para as variáveis analisadas (Tabelas 3 e 4).

Tabela 3 – Resumo da análise de variância e estimativas dos efeitos da capacidade geral (C.G.C) e específica de combinação (C.E.C) em genótipos de meloeiro enxertados nos variáveis: rendimento do epicarpo (RE), firmeza do epicarpo (FE), firmeza do mesocarpo (FM), comprimento do fruto (CF), largura do fruto (LF), índice de formato do fruto (IF), comprimento do lóculo (CL), largura do lóculo (LL), índice de formato do lóculo (IL) e espessura do epicarpo (EE). UNESP-FCAV, Jaboticabal- SP, 2021.

FV	GL	QM									
		RE	FE Newton (N)	FM Newton (N)	CF (mm)	LF (mm)	IF	CL (mm)	LL (mm)	IL	EE (mm)
Tratamentos	11	0,1115 ^{ns}	76,4161**	0,0518*	424,7956**	85,8082**	0,0099**	532,3725**	11,3964 ^{ns}	0,1867**	0,1240 ^{ns}
C.G.C (Enxertos)	1	0,0668 ^{ns}	828,5903**	0,3024**	4219,3125**	585,4827**	0,1027**	5663,0558**	6,1205 ^{ns}	2,0049**	0,8269 ^{ns}
C.G.C (Porta-enxertos)	5	0,0917 ^{ns}	0,7963 ^{ns}	0,0059 ^{ns}	65,8363*	38,7738 ^{ns}	0,0005 ^{ns}	22,4892 ^{ns}	13,2590 ^{ns}	0,0058 ^{ns}	0,0306 ^{ns}
C.E.C (E x PE)	5	0,1403 ^{ns}	1,6012 ^{ns}	0,0476*	24,8515 ^{ns}	32,9077 ^{ns}	0,0006 ^{ns}	16,1192 ^{ns}	10,5890 ^{ns}	0,0040 ^{ns}	0,0768 ^{ns}
Resíduo	45	0,0927	1,223	0,0157	22,89	23,95	0,0004	18,06	13,57	0,0065	0,2211
Efeito da capacidade geral de combinação dos enxertos											
JAB20 x 11		-0,0373	4,1548	0,0794	-9,3756	-3,4925	-0,0462	-10,8619	0,3571	-0,2044	-0,1313
‘Olimpic Express’		0,0373	-4,1548	-0,0794	9,3756	3,4925	0,0462	10,8619	-0,3571	0,2044	0,1313
Erro padrão (Gi):		0,0439	0,1597	0,0180	0,6907	0,7064	0,0028	0,6134	0,5319	0,0116	0,0678
Efeito da capacidade geral de combinação dos porta-enxertos											
PI482398		0,1360	-0,1081	0,0110	3,8473	2,1954	0,0104	2,3615	0,5500	0,0240	0,0125
PI157082		0,0148	0,3344	-0,0027	-2,2452	-1,9696	-0,0033	-1,0685	-1,3288	0,0102	-0,0325
PI140471		-0,0265	-0,2869	0,0110	0,5835	-0,5708	0,0104	0,7302	0,3750	0,0027	-0,05
PI42045		0,1048	0,4319	-0,1021	0,2460	0,6567	-0,0021	-0,1873	-0,7450	0,0252	-0,0725
AC-09		-0,1327	-0,3206	-0,0452	1,7798	2,5579	-0,0071	0,6765	2,1338	-0,0448	0,0687
Melão ‘Ouro’		-0,0965	-0,0506	0,0360	-4,2114	-2,8696	-0,0083	-2,5123	-0,9850	-0,0173	0,0738
Erro padrão (Gj):		0,0982	0,3571	0,0402	1,5444	1,5795	0,0062	1,3716	1,1894	0,0259	0,1517
Efeitos da capacidade específica de combinação											
JAB20 x 11 / PI482398		-0,1002	-0,3710	-0,0281	-0,5344	-0,1675	-0,0025	-1,4319	-0,8221	-0,007	-0,0175
JAB20 x 11 / PI157082		0,0836	0,0739	-0,0169	-2,9794	-3,9675	0,0087	-2,1493	-1,5259	-0,002	0,1326
JAB20 x 11 / PI140471		0,2298	0,6127	0,1244	-0,3331	1,2913	-0,0126	1,2544	0,1279	0,0205	0,015
JAB20 x 11 / PI42045		-0,0315	-0,3286	-0,0819	0,9743	0,8587	0,0025	0,9019	1,8554	-0,0394	-0,1099
JAB20 x 11 / AC-09		-0,0764	0,4390	0,0581	2,2056	1,4524	0,005	0,7456	-0,0284	0,0231	0,0838
JAB20 x 11 / Melão ‘Ouro’		-0,1052	-0,4261	-0,0556	0,6669	0,5325	-0,0013	0,6794	0,3929	-0,0019	-0,1037
‘Olimpic Express’ / PI482398		0,1003	0,3711	0,0282	0,5344	0,1675	0,0024	1,4318	0,8221	0,0006	0,0175
‘Olimpic Express’ / PI157082		-0,0834	-0,0740	0,0169	2,9794	3,9675	-0,0088	2,1494	1,5258	0,0018	-0,1324
‘Olimpic Express’ / PI140471		-0,2297	-0,6127	-0,1243	0,3332	-1,2912	0,0124	-1,2544	-0,1279	-0,0207	-0,015
‘Olimpic Express’ / PI42045		0,0315	0,3285	0,0819	-0,9744	-0,8588	-0,0025	-0,9019	-1,8554	0,0394	0,1101
‘Olimpic Express’ / AC-09		0,0766	-0,4389	-0,0581	-2,2056	-1,4525	-0,005	-0,7457	0,0283	-0,0231	-0,0837
‘Olimpic Express’ / Melão ‘Ouro’		0,1053	0,4260	0,0557	-0,668	-0,5325	0,0012	-0,6794	-0,3929	0,0019	0,1038
Erro padrão (Sij)		0,0982	0,3571	0,0402	1,5444	1,5795	0,0062	1,3716	1,1894	0,0259	0,1517

* significativo ao nível de 5% probabilidade pelo teste F; **significativo ao nível de 1% de pelo teste F; ^{ns}não-significativo pelo teste F.

Tabela 4 – Resumo da análise de variância e estimativas dos efeitos da capacidade geral (C.G.C) e específica de combinação (C.E.C) de genótipos de meloeiro enxertadas nas variáveis: espessura do mesocarpo (EM), diâmetro do caule 1 cm abaixo da enxertia (DAE), diâmetro do caule no local da enxertia (DLE), diâmetro do caule 1 cm acima da enxertia (DCAE), número total de frutos (NTF), massa total de frutos (PTF), vitamina C (VTC), acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS) e índice de maturação (IM) UNESP-FCAV, Jaboticabal- SP, 2021.

FV	GL	QM									
		EM (mm)	DAE (cm)	DLE (cm)	DCAE (cm)	NTF (t/ha)	MTF (t/ha)	VTC (mg)	AT (g)	SS (Brix°)	IM (SS/AT)
Tratamentos	11	20,7094**	1,6511 ^{ns}	1,5291 ^{ns}	1,9452 ^{ns}	48869318,1818 ^{ns}	301,0555 ^{ns}	5,5226 ^{ns}	0,0002 ^{ns}	6,9924*	353,3473*
C.G.C (Enxertos)	1	208,669*	5,2404*	0,3451 ^{ns}	5,4607*	212520833,3334**	148,6848 ^{ns}	7,2075 ^{ns}	0,0006*	70,2526*	1615,9963**
C.G.C (Porta-enxertos)	5	2,3645 ^{ns}	1,9790 ^{ns}	1,3626 ^{ns}	2,1763 ^{ns}	38387500,0000 ^{ns}	347,0193 ^{ns}	4,3030 ^{ns}	0,0002 ^{ns}	0,5813 ^{ns}	151,1458 ^{ns}
C.E.C (E x PE)	5	1,4628 ^{ns}	0,6053 ^{ns}	1,9323 ^{ns}	1,0110 ^{ns}	26620833,3333 ^{ns}	285,5657 ^{ns}	6,4053 ^{ns}	0,0002 ^{ns}	0,7515 ^{ns}	303,0190 ^{ns}
Resíduo	45	3,596	1,189	1,614	0,9798	26530556,0000	320,1371	11,07	0,0001	0,666	146,6
Efeito da capacidade geral de combinação dos enxertos											
JAB20 x 11		-2,085	0,3304	0,0848	0,3373	-2104,1666	-1,760	-0,3875	0,0035	1,2098	5,8023
‘Olimpic Express’		2,085	-0,3304	-0,0848	-0,3373	2104,1666	1,760	0,3875	-0,0035	-1,2098	-5,8023
Erro padrão (Gi):		0,2738	0,1575	0,1834	0,1428	743,4513	2,5825	0,4803	0,0016	0,1178	1,7475
Efeito da capacidade geral de combinação dos porta-enxertos											
PI482398		0,4521	-0,3133	-0,5381	-0,0919	1812,5	-7,9087	-0,0721	0,0023	-0,3340	-4,9490
PI157082		0,0421	0,4742	0,2756	0,8106	1187,5	6,5187	1,2104	-0,0090	-0,0277	6,3960
PI140471		-0,3754	-0,5083	-0,3219	-0,7306	-3562,5	5,65	-0,8133	-0,0015	-0,2315	-1,7065
PI42045		0,5171	0,4404	0,3744	0,1081	-1312,5	4,645	-0,6308	0,0060	0,1648	-3,6565
AC-09		0,2571	-0,5246	-0,2269	-0,3169	2187,5	-1,395	-0,0846	-0,0002	0,0160	0,3585
Melão ‘Ouro’		-0,8929	0,4317	0,4369	0,2206	-312,5	-7,51	0,3904	0,0023	0,4123	3,5573
Erro padrão (Gj):		0,6122	0,3521	0,4101	0,3194	1662,4077	5,7747	1,0740	0,0035	0,2635	3,9075
Efeitos da capacidade específica de combinação											
JAB20 x 11 / PI482398		0,2425	-0,1329	-0,0323	-0,0135	1729,1667	-2,4287	0,355	0,0014	0,0939	-2,7711
JAB20 x 11 / PI157082		-0,4925	0,0671	-0,3611	-0,051	-395,8333	-0,3137	-0,1675	0,0051	-0,5973	-11,2861
JAB20 x 11 / PI140471		0,62	-0,4604	-0,5386	-0,4348	-1145,8333	-3,4575	-0,4762	0,0027	0,2015	2,3865
JAB20 x 11 / PI42045		-0,4725	0,0933	0,2502	0,4915	-2895,8333	-7,735	1,4987	-0,0024	0,0902	4,434
JAB20 x 11 / AC-09		0,05	0,3608	0,8364	0,3189	1604,1667	8,31	-0,0375	-0,0011	0,2339	2,4365
JAB20 x 11 / Melão ‘Ouro’		0,0525	0,0721	-0,1548	-0,311	1104,1667	5,625	-1,1725	-0,0061	-0,0223	4,8002
‘Olimpic Express’ / PI482398		-0,2425	0,1329	0,0323	0,0136	-1729,1667	2,4288	-0,355	-0,0015	-0,094	2,771
‘Olimpic Express’ / PI157082		0,4925	-0,0671	0,361	0,0511	395,8333	0,3138	0,1675	-0,0053	0,5973	11,286
‘Olimpic Express’ / PI140471		-0,62	0,4604	0,5385	0,4348	-1145,8333	3,4575	0,4763	-0,0027	-0,2014	-2,3864
‘Olimpic Express’ / PI42045		0,4725	-0,0934	-0,2502	-0,4914	2895,8333	7,735	-1,4988	0,0022	-0,0902	-4,4339
‘Olimpic Express’ / AC-09		-0,05	-0,3609	-0,8365	-0,319	-1604,1667	-8,31	0,0375	0,001	-0,234	-2,4364
‘Olimpic Express’ / Melão ‘Ouro’		-0,0525	-0,0721	0,1548	0,3111	-1104,1667	-5,625	1,1725	0,006	0,0223	-4,8002
Erro padrão (Sij)		0,6122	0,3521	0,4101	0,3194	1662,4077	5,7747	1,0740	0,0035	0,2635	3,9075

*significativo ao nível de 5% probabilidade pelo teste F; **significativo ao nível de 1% de pelo teste F; ^{ns}não-significativo pelo teste F.

4. DISCUSSÃO

A enxertia, como prática para manejo de doenças, tornou-se alternativa para produção de diversas culturas, seja em campo aberto ou ambiente protegido, quando o solo se encontra infestado por certos patógenos. Seu uso ficou mais evidente em decorrência principalmente da proibição de fumigantes do solo à base de clorofluorcarbono (Kyracou et al., 2016), além do apelo pela utilização de tecnologias que não ofereçam riscos ao meio ambiente.

A realização da enxertia surge como solução potencial para enxertar plantas suscetíveis em porta-enxertos resistentes, o que tem proporcionado melhoria em diversas variáveis da planta, contribuindo para melhor desempenho na sua resposta às condições adversas. Em decorrência do cultivo intensivo das plantas em uma mesma área, essas têm sofrido interferência de vários patógenos, onde a enxertia vem sendo usada com sucesso na cultura do meloeiro (Ito et al., 2014; Gasparotto et al., 2016; Gaion et al., 2017).

Diversas variáveis presentes no meloeiro são essenciais para garantir a qualidade dos frutos; com relação ao seu transporte e longevidade de prateleira, por exemplo, se destacam a firmeza do epicarpo (FE) e firmeza do mesocarpo (FM), sendo a FE atributo usado para descrever a textura do fruto (Alan et al., 2017) e a FM considerada uma das variáveis de qualidade mais importantes, usadas para avaliar a qualidade em plantas enxertadas (Shellie e Lester, 2002). Nesse estudo foi observado que a enxertia proporcionou resultados satisfatórios para essas duas variáveis, tendo sido possível obter frutos com epicarpo e mesocarpo mais resistentes (Tabelas 1 e 2). Essas variáveis são consideradas essenciais, pois frutos apresentando maior firmeza são mais resistentes às injúrias mecânicas durante o transporte e a comercialização (Colla et al., 2006; Tomaz et al., 2009; Charlo et al., 2011).

Além do mais, a perda da firmeza dos frutos exerce influência direta na aceitação pelos consumidores. Estudos anteriores geraram resultados semelhantes aos obtidos nessa pesquisa (Rouphael et al., 2010; Ito, 2012; Soteriou e Kyriacou, 2015). Em meloeiro, a enxertia pode contribuir com aumentos significativos na firmeza do epicarpo, estando em torno de 19 e 32% (Colla et al., 2006). É importante

mencionar ainda que a perda de firmeza do mesocarpo é um dos índices de qualidade propostos para se verificar a incompatibilidade (Soteriou e Kyriacou, 2015).

A enxertia é efetivamente influenciada pela compatibilidade entre os porta-enxertos e os enxertos, de modo que a formação de uma combinação bem-sucedida depende de uma rede complexa de componentes bioquímicos e estruturais associados à formação do calo, bem como à formação de novos tecidos vasculares (Pina et al., 2017). A enxertia intraespecífica pode ser mais fácil de apresentar compatibilidade do que a interespecífica (Mudge et al., 2009). Dessa forma, a compatibilidade desempenha papel importante nas variáveis associadas à sobrevivência das plantas e resistência aos diversos fatores (Ren et al., 2018), além de contribuir diretamente para os efeitos da enxertia (Xu et al., 2015), podendo a falta de compatibilidade gerar perdas econômicas significativas.

A incompatibilidade é fator limitante do sucesso da enxertia, uma vez que a sua ocorrência interfere diretamente nos processos de absorção de água e nutrientes, o que pode influenciar nas variáveis relacionadas a produção e qualidade dos frutos (Davis et al., 2008). Além disso, esse fator envolve uma série de mecanismos associados à genética e estrutura (Xu et al., 2016) e fatores bioquímicos (Assunção et al., 2016), que ocorrem entre enxerto e porta-enxerto.

Foi observada redução do comprimento do fruto (CF) e largura do fruto (LF) em algumas combinações (Tabela 1). Esses resultados contrastantes dos efeitos da enxertia verificados nesse trabalho, para essas variáveis, podem ser explicados pelas interações entre porta-enxerto e enxerto, considerando-se que vários mecanismos biológicos podem estar envolvidos nessa interação, cuja influência pode ser positiva ou negativa, dependendo da resposta e das substâncias que o porta-enxerto possa translocar para o enxerto (Wang et al., 2016). Variáveis como tamanho, formato, firmeza, textura e sabor podem ser modificadas pela influência da enxertia (García-Lozano et al., 2019).

Isso pode ser explicado pela ocorrência de sinalização hormonal na formação do calo (união do enxerto com o porta-enxerto), com comunicação porta-enxerto-enxerto, com possível influência de respostas relacionadas ao crescimento, floração e qualidade dos frutos (Aloni et al., 2010). O fato da enxertia ter influenciado negativamente em algumas combinações pode estar relacionado à ocorrência de

incompatibilidade, causada pelo desequilíbrio hormonal no porta-enxerto (Aloni et al., 2008). Dessa forma, os porta-enxertos podem melhorar significativamente algumas propriedades dos enxertos, como resistência a pragas, doenças e estresse abióticos, transmitindo suas características (Clearwater et al., 2004; Roupael et al., 2010).

Para o presente estudo, pesquisas adicionais envolvendo a caracterização dos porta-enxertos são necessárias, visto que esses não apresentam características comerciais desejadas, o que pode explicar a ocorrência de valores inferiores em algumas combinações, quando comparados ao pé-franco (Tabelas 1 e 2).

Os dados dessa pesquisa sugerem que ocorreram incrementos para a variável índice de formato de fruto nas combinações JAB20 x 11 / PI482398 e `Olimpic Express` / PI140471, na comparação ao pé-franco (Tabela 1). No entanto, a enxertia tem apresentado pouca contribuição nesta variável ou quase sempre apresenta resultados não significativos em plantas enxertadas de meloeiro (Ito, 2012) e em pepino (Lee et al., 1999; Colla et al., 2013). É importante mencionar que esse índice é importante para seleção dos tamanhos, com divisão entre os frutos que são arredondados e ovalados (Lopes, 1982), sendo todos os formatos aceitos, embora alguns formatos permitam melhor manuseio no transporte (Santos et al., 2011) e na disposição nas embalagens (Pádua et al., 2003). Em relação ao formato, o esférico é considerado o melhor para arranjo nas embalagens (Rizzo e Braz, 2004).

Para o rendimento do epicarpo (RE), embora as combinações não tenham apresentado diferenças em relação aos pés-francos, espera-se que a média de rendimento seja $\geq 1,3$ para os frutos serem bem aceitos no mercado (Charlo et al., 2009), já que a aparência externa é considerada atributo de qualidade, tendo os consumidores preferência por frutos com rendimento bem presente (Charlo et al., 2011). Todas as combinações avaliadas nesse estudo, bem como os pés-francos, apresentaram rendimento > 3 (Tabela 1). Para a variável comprimento do lóculo (CL), foi observada redução na combinação JAB20 x 11 / Melão `Ouro`, sendo importante mencionar que valores baixos para essa variável são desejáveis (Hartz, 1997).

Não foram observados resultados significativos para a largura do lóculo (LL). No entanto, assim como para o comprimento do lóculo (CL), é desejável obter menores valores para essa variável, pois quanto menores forem os valores destas,

maiores serão os rendimentos de polpa (Nunes et al., 2004). Para a espessura do epicarpo (EE), não foram observadas diferenças entre as enxertias e os pés-francos (Tabela 1). No entanto, o aumento dessa variável é importante, pois permite maior resistência dos frutos às injúrias mecânicas e possibilita maior tempo de prateleira (Negreiros, 2015).

A enxertia entre 'Olimpic Express' / PI42045 proporcionou incrementos na espessura do mesocarpo (EM) (Tabela 1). Esse resultado é desejável, uma vez que a obtenção de frutos com maior espessura do mesocarpo contribui para o aumento da massa dos frutos (Gaion et al., 2017), permitindo melhor aproveitamento da polpa, que corresponde à parte comestível (Charlo et al., 2009), além de apresentar melhor resistência ao transporte.

Nas medições biométricas realizadas nos porta-enxertos, a enxertia não teve influência nas variáveis diâmetro do caule 1 cm abaixo da enxertia (DAE), diâmetro do caule no local da enxertia (DLE) e diâmetro do caule 1 cm acima da enxertia (DCAE) (Tabela 2). No entanto, é importante mencionar que essas variáveis são indicativas da compatibilidade entre o enxerto e o porta-enxerto, estando associada aos fatores morfológicos envolvidos na formação do calo (Gaion et al., 2017).

Assim, é necessário que os diâmetros entre as combinações sejam compatíveis, a fim de permitir a translocação de água e nutrientes para o enxerto, contribuindo para o sucesso da enxertia. No caso específico envolvendo a formação do calo no local da enxertia (DLE), espera-se aumento nessa região, devido à intensa multiplicação de células diferenciadas. No entanto, não está bem definido na literatura se o tamanho do calo tem influência no sucesso da enxertia (Melnyk et al., 2015; Frey et al., 2020).

Para as variáveis número total de frutos (NTF) e massa total de frutos (MTF), a enxertia não mostrou diferenças quando comparadas aos pés-francos (Tabela 2), resultado semelhante ao encontrado por Gisbert et al. (2009), ao estudarem o efeito da enxertia na massa média dos frutos de berinjela. Aumentos significativos nas massas dos frutos em pepino foram verificados quando a enxertia foi realizada em híbridos interespecíficos de *Cucurbita* e *Cucumis pentalatus*, quando comparados aos pés-francos (Liu et al., 2015).

Garcia-Lozano et al. (2019), estudando o comportamento da enxertia entre melancia (*Citrullus lanatus*) e cabaça (*Lagenaria siceraria*), verificaram que os frutos de melancia enxertada eram 50% mais pesados. Perdas relacionadas ao número total de frutos de meloeiro também podem ser verificadas quando se realiza a enxertia (Schultheis et al., 2015).

A enxertia pode contribuir para melhoria nas variáveis vitamina C (VTC) e acidez titulável (AT) (Flores et al., 2010), embora em alguns casos, não seja possível verificar diferenças entre plantas enxertadas e seus respectivos controles (Ito, 2012). Nesta pesquisa, observamos que as combinações não diferiram dos pés-francos para as variáveis citadas anteriormente (Tabela 2).

Para o teor de sólidos solúveis (SS) (°Brix), embora entre as combinações não tenham sido observadas diferenças, a combinação JAB20 x 11 / 'Melão Ouro' proporcionou o melhor valor (11,41%) (Tabela 2), de maneira que para a comercialização valores abaixo de 9% não são comerciáveis (Rizzo e Braz, 2004). O índice de maturação (IM) pode sofrer influência da enxertia, alcançando valores mais altos a depender do porta-enxerto utilizado (Proietti et al., 2008; Gaion et al., 2017). Isto ajuda a compreender o incremento proporcionado pela enxertia na combinação 'Olimpic Express' / PI157082 (Tabela 2).

Além da resistência genética, é indispensável que os porta-enxertos apresentem boa combinação. Para isso, a análise de compatibilidade pode ser aplicada, na medida em que permite avaliar habilidades gerais e específicas (Griffing, 1956), além de permitir seleção das combinações que ofereçam melhor desempenho (Kulembeka et al., 2012).

No presente estudo, foram verificados efeitos significativos para os enxertos em várias variáveis, ao considerar a capacidade geral de combinação (CGC) (Tabelas 3 e 4). Esses resultados indicam que os enxertos apresentaram diferenças quanto à CGC em cada variável, exibindo valores positivos. Dessa forma, ao selecionar o melhor enxerto, a variável deve ser considerada individualmente, dependendo do objetivo do pesquisador. Cruz et al. (2014) destacam que as populações/combinções com alto valor de CGC levam a maior frequência de alelos favoráveis, ou seja, a seleção deve ser praticada para aquelas combinações com valores mais expressivos (+), possibilitando sucesso na utilização dessas combinações (Ferrari et al., 2005).

Os resultados relacionados à não significância dos efeitos da capacidade geral (CGC) e específica (CEC) de combinação entre enxertos e porta-enxertos mostra que não é possível inferir qual foi o melhor porta-enxerto tampouco a melhor combinação de enxerto e porta-enxerto para a maioria das variáveis. No entanto, valores positivos para essas variáveis devem ser considerados no processo de seleção.

5. CONCLUSÕES

A enxertia proporcionou incrementos nas variáveis firmeza do epicarpo, firmeza do mesocarpo, índice de formato de fruto e espessura do mesocarpo.

O modelo estatístico usado para avaliar a capacidade de combinação com variações de análise dialélica foi eficiente na avaliação da capacidade geral de combinação dos enxertos e dos porta-enxertos.

A análise de compatibilidade revelou que o porta-enxerto PI482398 apresentou os melhores efeitos da capacidade geral de combinação para a variável comprimento do fruto.

6. REFERÊNCIAS

Alan O, Sem F, Duzyaman E (2017) The effectiveness of growth cycles on improving fruit quality for grafted watermelon combinations. **Food Science and Technology** 38:1-8. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-457x.20817>

Aloni B, Cohen R, Karni L, Aktas H, Edelstein M (2010) Hormonal signaling in rootstock-scion interactions. **Scientia Horticulturae** 127:119–126. doi: [10.1016/j.scienta.2010.09.003](https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.09.003)

Aloni B, Karni L, et al. (2008) Possible mechanisms for graft incompatibility between melon scions and pumpkin rootstocks **Acta Horticulturae** 782:313-324

Assunção MS, Canas S, Cruz J, Brazão GC, Zanol JE, Eiras-Dias (2016) Graft compatibility of *Vitis* spp. the role of phenolic acids and flavanols **Scientia Horticulturae** 207:140-145. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.05.020>

Bartlett MS (1937) Properties of sufficiency and statistical tests. **Proceedings of the Royal Society A** 160:268-282. doi: <http://dx.doi.org/10.1098/rsp>

Bitencourt NV, Silva GS (2010) Reprodução de *Meloidogyne enterolobii* em olerícolas. **Nematologia Brasileira** 34:181-183.

Candido WS, Castoldi C, Santos LS, Tobar-Tosse, Soares PLM, Braz LT (2017) Genetic parameters of resistance to *Meloidogyne incognita* in melon. **Ciência Rural** 47:1-6. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20151147>

Carvalho C, Kist BB, Beling RR (2020) **Anuário Brasileiro de Hortifruti**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 96p.

Castagnone-Sereno P (2002) Genetic variability of nematodes: a threat to the durability of plant resistance genes? **Euphytica** 124:193-199.

Colla G, Rouphael Y, Cardarelli M, Massa D, Salerno A, Rea E (2006) Yield, fruit quality and mineral composition of grafted melon plants grown under saline conditions. **Journal of Horticultural Science Biotechnology** 81:146–152. doi: <https://doi.org/10.1080/14620316.2006.11512041>

Colla G, Rouphael Y, Jawad R, Kumar P, Rea E, Cardarelli M (2013) The effectiveness of grafting to improve NaCl and CaCl₂ tolerance in cucumber. **Scientia Horticulturae** 164:380–391. doi: 10.1016/j.scienta.2013.09.023

Clearwater MJ, Lowe RG, Hofstee BJ, Barclay C, Mandemaker AJ, Blattmann P (2004) Hydraulic conductance and rootstock effects in grafted vines of kiwifruit. **Journal Experimental Botany** 55:1371–1382. doi: <https://doi.org/10.1093/jxb/erh137>

Charchar JM (1999) **Nematoides em hortaliças**. Brasília: Embrapa. Embrapa hortaliças, 12 p. (Circular técnica 18).

Charlo HCO, Galatti FS, Braz LT, Barbosa JC (2011) Híbridos experimentais de melão rendilhado cultivados em solo e substrato. **Revista Brasileira de Fruticultura** 33:144-156. doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452011005000028>.

Charlo HCO, Castoldi R, Vargas PF, Braz LT (2009) Cultivo de melão rendilhado com dois e três frutos por planta. **Horticultura Brasileira** 27:251-255. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362009000200023>

Cruz CD (2013). GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum Agronomy** 35:271-276. doi:<http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v35i3.21251>.

Cruz CD, Carneiro PCS, Regazzi AJ (2014) **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 668p.

Dalcin MS, Tschoeke PH, Aguiar RWS, Fidelis RR, Didonet J, Santos GR (2017) Severity of gummy stem blight on melon in relation to cultivars, use of fungicides and growing season. **Horticultura Brasileira** 35: 483-489. doi: <https://doi.org/10.1590/s0102-053620170403>

Davis AR, Perkins-Veazie P, et al. (2008) Cucurbit grafting. **Critical Reviews Plant Sciences** 27: 50–74. doi: <https://doi.org/10.1080/07352680802053940>

Diniz GMM, Candido WS, Soares RS, Santos LS, Marín MV, Soares PLM, Braz LT (2016) Reaction of melon genotypes to *Meloidogyne incognita* and *Meloidogyne javanica*. **Pesquisa Agropecuária Tropical** 46:111-115. doi: <https://doi.org/10.1590/1983-40632016v4639603>

FAOSTAT - Organização das Nações Unidas para Alimentação e a Agricultura (2019) Disponível em <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em: 1º out. 2020.

Ferrari RB, Sakiyama NS, Tomaz MA, Cruz CD, Pereira A (2005) Análise dialéctica de cafeeiros enxertados em condições de campo. **Revista Ceres** 52:165-175.

Fox J, Weisberg S (2019) An R Companion to Applied Regression, Thousand Oaks CA: Sage. Disponível em <https://socialsciences.mcmaster.ca/jfox/Books/Companion/>. Acesso em: 29 ago. 2020.

Flores FB, Sanchez-Bel P, et al. (2010) The effectiveness of grafting to improve tomato fruit quality. **Scientia Horticulturae** 125:211-217. doi: 10.1016/j.scienta.2010.03.026

Frey C, Acebes JL, Encima A, Álvarez R (2020) Histological Changes Associated with the Graft Union Development in Tomato. **Plants** 9:1479. Doi: <https://doi.org/10.3390/plants9111479>

Gaion LA, Ito LA, Diniz GMM, Rabelo HO, Santos LS (2017) Enxertia do meloeiro rendilhado e seus feitos sobre a produção em ambiente protegido. **Revista Agrarian** 10:216-224. doi: 10.30612/agrarian.v10i37.3478

Garcia-Lozano M, Dutta SK, Natarajam P, Tomason Y, Lopez C, Katam R, Levi A, Nimmakayala P, Reddy U (2020) Transcriptome changes in reciprocal grafts involving watermelon and bottle gourd reveal molecular mechanisms involved in increase of the fruit size, rind toughness and soluble solids. **Plant Molecular Biology** 102 213–223. doi: <https://doi.org/10.1007/s11103-019-00942-7>

Garcia-Mendivil HA, Sorribas FJ (2021) Effect of *Citrullus amarus* accessions on the population dynamics of *Meloidogyne incognita* and *M. javanica* and watermelon yield. **Scientia Horticulturae** 275:109680. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109680>

Gasparotto F, Oliveira RR, Penharbel MP, Tessmann DJ, Nascimento JF, Vida JB (2016) Effect of grafting on the control of gummy stem blight in

muskmelons. **Semina: Ciências Agrárias** 37:2859-2866. doi: 10.5433/1679-0359.2016v37n5p2859

Gasparotto F, Vida JB, Tessmann DJ, Alves TCA (2011) Infecção latente de *Didymella bryoniae* em meloeiro nobre. **Summa Phytopathologica** 37:62-64. doi:10.1590/S0100-54052011000100010

Gisbert C, Sánchez-Torres P, Dolores Raigón M, Nuez F (2009) *Phytophthora capsici* resistance evaluation in pepper hybrids: agronomic performance and fruit quality of pepper grafted plants. **Journal of Food Agriculture Environment** 8:116–121.

Gomes LM (2018) **Reação de genótipos de meloeiro a *Didymella bryoniae* e ajuste na metodologia de avaliação**. 39 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia- Genética e Melhoramento de Plantas) – Unesp, Jaboticabal.

Griffing B (1956) A generalised treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance. **Hereditariade** 10: 31-50.

Hartz TK (1997) Effects of drip irrigation scheduling on muskmelon yield and quality. **Scientia Horticulturae** 69:117-122.

Instituto Adolfo Lutz (2008) **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**: métodos químicos e físicos para análise de alimentos. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz. 371 p.

Ito LA, (2012) **Seleção de porta-enxertos resistentes a *Didymella bryoniae*, *Meloidogyne incognita* e *M. javanica* e efeitos no desempenho do meloeiro rendilhado**. 89 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) UNESP, Jaboticabal.

Ito LA, Gaion LA, Galatti FS, Braz LT, Santos JM (2014) Resistência de porta-enxertos de cucurbitáceas a nematóides e compatibilidade da enxertia em melão. **Horticultura Brasileira** 32:297-302. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362014000300010>

Keinath AP, Wechter WP, Rutter WB, Agudelo PA (2019) Cucurbit Rootstocks Resistant to *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* Remain Resistant When Coinfected by *Meloidogyne incognita* in the Field. **Plant Disease** 103:1383-1390. doi: <https://doi.org/10.1094/PDIS-10-18-1869-RE>

Kulembeka HP, Ferguson M, Herselman L, Kanju E, Mkamilo G, Masumba E, Fregene M, Labuschagne MT (2012) Diallel analysis of field resistance to brown streak disease in cassava (*Manihot esculenta* Crantz) landraces from Tanzania. **Euphytica** 187:277–288. doi: 10.1007/s10681-012-0730-0

Kyriacou MC, Soteriou GA (2015) Quality and postharvest behavior of watermelon fruit in response to grafting on inter-specific cucurbit rootstocks. **Journal of Food Quality** 38:21–29. doi: 10.1111/jfq.12124

Kyriacou MC, Soteriou GA, Rouphael Youssef, Siomos AS, Gerasopoulos D (2016) Configuration of watermelon fruit quality in response to rootstock-mediated harvest maturity and postharvest storage. **Journal of the Science Food Agriculture** 96: 2400–2409. doi: 10.1002/jsfa.7356

Lee J M, Bang HJ, Ham HS (1999) Quality of cucumber fruit as affected by rootstock. **Acta Horticulturae** 483:117–123. doi: 10.17660/actahortic.1999.483.12

Lima RD, Dias WP, Castro JMC (1995) Doenças causadas por nematóides em cucurbitáceas. **Informe Agropecuário** 17: 57–59.

Lopes JF (1982) Melhoramento genético (chuchu, melancia, melão e pepino). **Informe Agropecuário** 8:61-64.

Maruyama WI, Braz LT, Cecílio Filho AB (2000) Condução de melão rendilhado sob cultivo protegido. **Horticultura Brasileira** 18:1-4. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362000000300006>.

Maurya D, Pandey AK, Kumar V, Dubey S Prakash V (2018) Grafting techniques in vegetable crops: A review. **International Journal of Chemical Studies** 7:1664-1672.

Melnyk CW, Schuster C, Leyser O, Meyerowitz EM (2015) A developmental framework for graft formation and vascular reconnection in *Arabidopsis thaliana*. **Journal Current Biology** 25 :1306–1318. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cub.2015.03.032>

Mo Z, He H, Su W, Peng F (2017) Analysis of differentially accumulated proteins associated with graft union formation in pecan (*Carya illinoensis*) **Scientia Horticulturae** 224:126-134. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.06.005>

Mudge K, Janick J, Scofield S, Goldschmidt EE (2009) A history of grafting. **Horticultural Reviews** 35:437-493.

Negreiros AM (2015) **Crescimento, produção e qualidade do melão produzido sob *Lithothamnium***. 85 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Ufersa, Mossoró.

Nicol JM, Tumer SJ, Conyne D, Den Nijs L, Hockland S, Maafi ZT (2011) Current nematode threats to world agriculture. In.: Jones J, Gheysen G, Fenoll C (Eds.) **Genomics and molecular Genetics of plant-nematode interactions**. Dordrecht: Springer, p. 21-43.

Nunes GHS, Santos Júnior JJS, Vale FA, Bezerra Neto F, Almeida AHB, Medeiros DC (2004) Aspectos produtivos e de qualidade de híbridos de melão cultivados no agropolo Mossoró-Assu. **Horticultura Brasileira** 22:744-747.

Oliveira RDL, Silva MB, Aguiar NDC, Bérnago FLK, Costa ASV, Prezotti L (2007) Nematofauna associada à cultura do quiabo na região leste de Minas Gerais.

Horticultura Brasileira 25:88-93.doi:
<https://doi.org/10.1590/S010205362007000100017>.

Pádua JG, Braz LT, Banzatto DA, Gusmão SAL (2003) Net melon productivity under different cultivation systems, during summer and winter. **Acta Horticulturae**, Wageningen 1:83-89.

Paret ML, Dufault NS, Olson SM (2011) **Management of Gummy Stem Blight (Black Rot) on Cucurbits in Florida**. University of Florida. Institute of Food and Agricultural Sciences. p. 1-9. Disponível em: <<http://edis.ifas.ufl.edu/pp280>>. Acesso em: 16 out. 2020.

Peng Y, Zhu J, Li W, Gao W, Shen R, Meng L (2020) Effects of grafting on root growth, anaerobic respiration enzyme activity and aerenchyma of bitter melon under waterlogging stress. **Scientia Horticulturae** 261: 108977. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108977>

Pina A, Cookson S, Calatayud A, Trinchera A, Errea P (2017) Physiological and molecular mechanisms underlying graft compatibility. In.: Colla G, Pérez-Alfocea F, Schwarz D (Eds.) **Vegetable Grafting: Principles and Practices**. Wallingford Oxfordshire: CABI, p. 132–54

R Core Team (2020) **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 28 jul. 2020.

Ren Y, Guo S, Shu S, Xu Y, Sun J (2018) Isolation and expression pattern analysis of CmRNF5 and CmNPH3L potentially involved in graft compatibility in cucumber/pumpkin graft combinations. **Scientia Horticulturae** 227:92-101. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.09.022>

Rizzo AAN, Braz LT (2004) Desempenho de linhagens de melão rendilhado em casa de vegetação. **Horticultura Brasileira** 22: 784-788. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362004000400024>

Rouphael Y, Schwarz D, Krumbein A, Colla G (2010) Impact of grafting on product quality of fruit vegetables. **Scientia Horticulturae** 127:172-179. doi: [10.1016/j.scienta.2010.09.001](https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.09.001)

Sakata Y, Wako T, Sugiyama M, Morishita M (2000) Screening melons for resistance to gummy stem blight. **Acta Horticulturae** 510:171-177. doi: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2000.510.28>

Santos AF, Costa CC, Silva FVG, Silva RMB, Medeiros LL (2011) Qualidade de melão rendilhado sob diferentes doses nutricionais. **Revista Verde** 6:134-145.

Santos AA, Freire FCO, Lima JÁ, Cardoso JE (2000) **Doenças do meloeiro em áreas irrigadas no Estado do Ceará**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 11p (Embrapa Agroindústria Tropical. Boletim de Pesquisa, 35).

Santos AA, Vidal JC, Freire FCO, Paiva WO, Freitas ASM (1999) **Avaliação de genótipos de melão para resistência à Meloidoginose e ao oídio**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 55 p. (Folhetos, 55)

Santos SS, Cândido WS, Rabelo HO, Marin MV, Gaion LA, Gomes RF, Camargo M, Braz LT (2017) Reaction of melon genotypes to *Didymella bryoniae* (Fuckel) Rehm. Chilean **Journal of Agricultural Research** 77:71-77. doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392017000100009>

Sikora RA, Fernandez E (2005) Nematodes parasites of vegetables. In.: Luc M, Sikora RA, Bridge J (Eds.) **Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture**. UK Wallingford: CAB International, p. 319-392.

Soteriou GA, Kyriacou MC (2015) Rootstock-mediated effects on watermelon field performance and fruit quality characteristics. **International Journal Vegetable Science** 21:344–362. doi: 10.1080/19315260.2014.881454

Schultheis J, Thompson W, Hassel R (2015) Rendimento de melão especial e resposta de qualidade ao enxerto em testes conduzidos no sudeste dos Estados Unidos. **Acta Horticulturae** 1086: 269–278. doi: 10.17660 / actahortic.2015.1086.34

Shapiro SS, Wilk MB (1965) An analysis of variance test for normality (complete sample). **Biometrika** 52:591-611. doi: 10.2307 / 2333709

Shellie KC, Lester G (2002) Honey Dew Melon (Honey Dew, Casaba, Crenshaw, & Canary) Postharvest Quality Maintenance Guidelines. In.: Gross KC, Wang CY, Saltveit M (Eds.) **The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery crops**. Agricultural Research Service:USDA, p. 358-361.

Snedecor GW, Cochran WG (Eds.) (1967) **Statistical methods**. Ames: Iowa State University, 593p.

Shi, X., Wang, X., Cheng, F., Cao, H., Liang, H., Lu, J., et al., 2019. iTRAQ-based quantitative proteomics analysis of cold stress-induced mechanisms in grafted watermelon seedlings. **Journal Proteomics** 192:311–320. doi: 10.1016/j.jprot.2018.09.012

Tomaz HVQ, Aroucha EMM, Nunes GHS, Queiroz RF (2009) Qualidade pós-colheita de diferentes híbridos de melão-amarelo armazenados sob refrigeração. **Revista Brasileira de Fruticultura** 31:987-994.

Tomaz MA, Sakiyama NS, Da Mata FM, Martinez HEP, Cruz CD, Pereira AA (2006) **Efeito do porta enxerto nas trocas gasosas, área foliar e superfície de raiz de mudas de *Coffea arabica* L.** Revista Ceres, 53:237-242.

Thies JA, Ariss JJ, Hassell RL, Olsen S, Kousik CS, Levi A (2010) Grafting for management of southern root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*, in watermelon. **Plant Disease** 94:1195-1199. doi: <https://doi.org/10.1094/PDIS-09-09-0640>

Tsutsumi CY, Silva N (2004) Screening of melon populations for resistance to *Didymella bryoniae* in greenhouse and plastic tunnel conditions. **Brazilian Archives of Biology and Technology** 47:171-177. doi: <https://doi.org/10.1590/S1516-89132001000500001>

Wang J, Jiang L, Wu R (2016) Plant grafting: how genetic exchange promotes vascular reconnection. **New Phytologist** 214:56–65. doi: [10.1111/nph.14383](https://doi.org/10.1111/nph.14383)

Xiang N, Lawrence KS, Donald PA (2018). Potencial de controle biológico da supressão de rizobactérias promotoras de crescimento de plantas de *Meloidogyne incognita* em algodão e *Heterodera glycines* em soja: Uma revisão. **Journal Phytopathology** 166:449-458. doi: [10.1111 / jph.12712](https://doi.org/10.1111/jph.12712)

Xu Q, Guo SR, Li L, Na YH, Shu S, Sun J (2016) Proteomics analysis of compatibility and incompatibility in grafted cucumber seedlings. **Plant Physiology and Biochemistry** 105: 21-28. doi: <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2016.04.001>

Xu Q, Guo S, Li H, Du N, Shu S, Sun J (2015) Physiological aspects of compatibility and incompatibility in grafted cucumber seedlings. **Journal of American Society for Horticultural Science** 140:299-307. doi: [10.21273/JASHS.140.4.299](https://doi.org/10.21273/JASHS.140.4.299)

Zambolim L, Costa H, Lopes CA, Vale FXR. Doenças de hortaliças em cultivo protegido. **Informe Agropecuário** 20:114-125.

Zhang N, Xu Bing-Hua, Bi Yan-Fei, Lou Qun-Feng, Chen Jin-Feng, Qian Chun-Tao, Zhang Yong-Bing, Yi Hong-Ping (2017) Development of a muskmelon cultivar with improved resistance to gummy stem blight and desired agronomic traits using gene pyramiding. **Journal of Plant Genetics and Breeding** 53:23-29. doi: <https://doi.org/10.17221/84/2016-CJGPB>

Zhao WG, Dickson DW, Mendes ML, Thies J (2014) Root-knot Nematode Resistance, Yield, and Fruit Quality of Specialty Melons Grafted onto *Cucumis metulifer*. **Hortscience** 49:1046–1051. doi: [10.21273/HORTSCI.49.8.1046](https://doi.org/10.21273/HORTSCI.49.8.1046)

CAPÍTULO 5 – Considerações finais

No Brasil, os produtores de melão têm enfrentado problemas relacionados à perda de produtividade em seus campos, em decorrência da presença de vários patógenos. Existem dificuldades no controle desses agentes, devido à variabilidade genética encontrada nas populações presentes nas áreas de cultivo, embora vários métodos de controle venham sendo rotineiramente aplicados. Dessa forma, é importante que mais pesquisas sejam desenvolvidas com o objetivo de se buscar alternativas em curto prazo e que sejam eficientes.

O presente estudo revelou e comprovou resultados promissores no que diz respeito à resistência a *Didymella bryoniae* e *Meloidogyne*, observando-se que esses resultados podem ser incorporados aos programas de melhoramento genético da cultura, direcionando pesquisas relacionadas ao controle genético das espécies de nematoides que estudamos. Isso é importante, na medida em que são limitadas as informações relacionadas aos genes que condicionam resistência a esses agentes. Além do mais, a utilização da enxertia usando os porta-enxertos resistentes selecionados proporcionou resultados satisfatórios em várias combinações, demonstrando o potencial dessa técnica para controle dos agentes fitopatogênicos.

A enxertia surge como método alternativo e de curto prazo quando comparado àqueles já existentes como rotação de cultura, controle químico, controle biológico, resistência genética, dentre outros. Uma das vantagens da utilização dessa técnica é sua fácil incorporação pelo próprio produtor.

Espera-se que no Brasil essa técnica seja mais difundida em um futuro próximo, principalmente com a possibilidade de mecanização na realização das enxertias, o que proporcionará redução dos custos operacionais e do preço da muda enxertada.

APÊNDICE

Tabela A1 - Análise de variância para a reação de genótipos de meloeiro a *Didymella bryoniae*, Ensaio I. UNESP-FCAV, Jaboticabal- SP, 2021.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Genótipos (G)	11	5,3233	0,4839	7,095**	<0,0001
Blocos	2	1,3716	0,6858	10,055**	0,0008
Tempo (D)	3	3,1998	1,0666	137,438**	<0,0001
GxD	33	0,6948	0,0211	2,713**	0,0002
Erro a (Genótipo)	22	1,5005	0,0682		
Erro b (Tempo)	72	0,5588	0,0078		
Total:	143	12,6487			

** = significativo a 1% de probabilidade.

Tabela A2 - Análise de variância para a reação de genótipos de meloeiro a *Didymella bryoniae*, Ensaio II. UNESP-FCAV, Jaboticabal- SP, 2021.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Genótipos (G)	13	18,721	1,4401	30,560**	<0,0001
Blocos	2	0,034	0,0170	0,361 ^{ns}	0,7003
Tempo (D)	2	8,440	4,2199	263,721**	<0,0001
GxD	26	4,208	0,1618	10,114**	<0,0001
Erro a (Genótipo)	26	1,225	0,0471		
Erro b (Tempo)	56	0,896	0,0160		
Total:	125	33,525			

** = significativo a 1% de probabilidade; ^{ns} = não significativo.

Tabela A3 - Análise de variância para a reação de genótipos de meloeiro a *Meloidogyne incognita*, Ensaio II. UNESP-FCAV, Jaboticabal- SP, 2021.

Fonte de variação	Graus de liberdade	Quadrado médio		
		NTOJ	FR	IR
Genótipo (G)	5	4227,0**	8,6056**	66,289**
Resíduo	54	156,0	0,3705	2,415
Total	59			
Coeficiente de variação (%)		23,95	30,12	25,65

** = significativo a 1% de probabilidade.

Tabela A4 - Análise de variância para a reação de genótipos de meloeiro a *Meloidogyne javanica*, Ensaio II. UNESP-FCAV, Jaboticabal- SP, 2021.

Fonte de variação	Graus de liberdade	Quadrado médio		
		NTOJ	FR	IR
Genótipo (G)	5	6,7605**	0,4909**	4,7903*
Resíduo	54	0,9774	0,0703	0,6839
Total	59			
Coeficiente de variação (%)		11,96	37,47	23,25

** = significativo a 1% de probabilidade.

Tabela A5 - Análise de variância para a reação de genótipos de meloeiro a *Meloidogyne enterolobii*, Ensaio II. UNESP-FCAV, Jaboticabal- SP, 2021.

Fonte de variação	Graus de liberdade	Quadrado médio		
		NTOJ	FR	IR
Genótipo (G)	5	197,581**	2,8535**	17,6843**
Resíduo	54	29,378	0,4782	2,6979
Total	59			
Coeficiente de variação (%)		22,16	44,38	34,24

** = significativo a 1% de probabilidade.