

GABRIEL ANTONIO DALAPÍCULA SERAFINI

**AVALIAÇÃO E SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE *Psidium* spp. RESISTENTES A
*Meloidogyne enterolobii***

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Carlos Eduardo M. dos Santos

Coorientador: Mateus Pereira Gonzatto

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2020**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

S481a
2020
Serafini, Gabriel Antonio Dalapícula, 1990-
Avaliação e seleção de genótipos de *Psidium spp*
. resistentes a *Meloidogyne enterolobii* / Gabriel Antonio
Dalapícula Serafini. – Viçosa, MG, 2020.
32 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Carlos Eduardo Magalhães dos Santos.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Referências bibliográficas: f. 29-32.

1. *Psidium guajava* - Resistência a doenças e pragas. 2.
Psidium cattleianum - Resistência a doenças e pragas.
3. Nematóide-das-galhas. I. Universidade Federal de Viçosa.
Departamento de Agronomia. Programa de Pós-Graduação em
Fitotecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 634.4212

Bibliotecário(a) responsável: Alice Regina Pinto Pires CRB6 2523

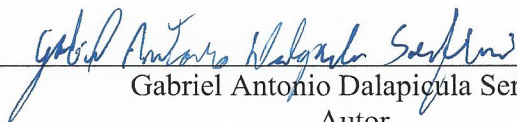
GABRIEL ANTONIO DALAPÍCULA SERAFINI

**AVALIAÇÃO E SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE *Psidium* spp. RESISTENTES A
*Meloidogyne enterolobii***

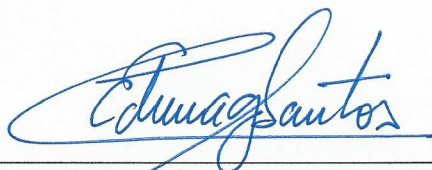
Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 02 de outubro de 2020.

Assentimento:



Gabriel Antonio Dalapícula Serafini
Autor



Carlos Eduardo Magalhães dos Santos
Orientador

AGRADECIMENTOS

A todos os Budas nas dez direções e nos três mundos; a todos os veneráveis, Bodhisatvas e Patriarcas; a grande sabedoria transcendental da outra margem.

Aos meus pais, Moacyr Antônio Serafini e Vera Lúcia Dalapícula Serafini por me apoiarem e sempre me incentivarem. Sou grato por tudo que fizeram e ainda fazem por mim, todo incentivo e, principalmente, por nunca desistirem de mim. Vocês foram minha inspiração para nunca desistir.

Ao professor Carlos Eduardo Magalhães dos Santos, meu orientador, por me acolher nessa jornada, pelo seu incrível trabalho, por sua dedicação, paciência e confiança durante o curso. E ao incentivo dado as pesquisas paralelas ao trabalho principal que realizávamos. Ao meu coorientador, Prof. Mateus Pereira Gonzatto, por sempre estar a disposição para ajudar e me auxiliar nas dúvidas.

Aos meus colegas do laboratório de Melhoramento de Fruteiras, Jussara Cristina Firmino da Costa, por ter sido como uma mãe, aconselhando e orientando; ao Edilson Marques Júnior, meu grande irmão e ao Denison e Adelina, pelo conhecimento passado e amizade; em especial, ao Gener Augusto Penso, que foi um grande amigo e professor. Aos estagiários: Alexandre, Celso e Matheus, pela dedicação, não somente neste projeto.

Aos funcionários do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, do Departamento de Agronomia, das Unidades de Pesquisa e Extensão Campus e Pomar do Fundão pela ajuda, apoio e amizade, em especial ao Hugo, Sabino e Sr. Nadil.

A Universidade Federal de Viçosa, o Departamento de Agronomia por me possibilitarem realizar essa pesquisa. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) - Código de financiamento 001 e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

E a todos que de alguma forma contribuíram para meu trabalho, meu muito obrigado!

RESUMO

SERAFINI, Gabriel Antonio Dalapícula, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, outubro de 2020. **Avaliação e seleção de genótipos de *Psidium* spp. resistentes a *Meloidogyne enterolobii***. Orientador: Carlos Eduardo Magalhães dos Santos. Coorientador: Mateus Pereira Gonzatto.

A goiaba é uma fruta de grande importância econômica para vários países do mundo, porém, o nematoide *M. enterolobii* representa um grande empecilho para a produção de goiaba, causando definhamento da planta e podendo levá-la à morte. Genótipos de *Psidium* spp. vem sendo identificados e utilizados em hibridizações ou como porta-enxertos. Com este trabalho objetivou-se avaliar e selecionar diferentes genótipos de *Psidium* spp. quanto à resistência a *M. enterolobii*. Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação, em delineamento inteiramente casualizado, em parcela subdividida no tempo. Foram utilizados 11 genótipos, como as goiabas (*Psidium guajava*) 'Paluma', 'IAC04', 'Goiaba amarela', 'Tailandesa', 'Pedro Sato', 'Goiaba roxa', 'Goiaba branca', 'Sassaoka', 'Piracicaba vermelha', os araçás (*Psidium cattleianum*) 'Araçá vermelho' e 'Araçá comum', com 4 repetições das unidades experimentais, repetidas em 2 épocas constituindo a subparcela, Época I com temperaturas baixas e Época II com temperaturas mais elevadas. As variáveis avaliadas foram: número de galhas (NG) e população final (PF), índice de galhas (IG) e fator de reprodução (RF). Os dados foram submetidos a teste de normalidade e homogeneidade, as variáveis que não atenderam aos pressupostos foram transformadas. Todas as variáveis foram submetidas a análise de variância. O teste de Skott-Knott foi realizado para as variáveis NG, PF e FR ao nível de 5% de significância. A época do ano afetou o número de galhas, população final, fator de reprodução e índice de galhas, sendo os maiores valores selecionados na época mais quente do ano. O Araçá vermelho demonstrou-se imune para todas as variáveis e em ambas as épocas. Os genótipos Araçá comum e Goiaba roxa apresentaram resistência na época com climas mais amenos e suscetíveis na época mais quente. Os genótipos G. Amarelo, G. Branca, IAC04, P. Vermelha, Paluma, Pedro Sato, Sassaoka e Thai, foram suscetíveis independente da época do ano.

Palavras-chave: *Psidium guajava*. *Psidium cattleianum*. Resistência. Nematóide-das-galhas.

ABSTRACT

SERAFINI, Gabriel Antonio Dalapícula, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, October, 2020. **Evaluation and selection of genotypes of *Psidium* spp. resistant to *Meloidogyne enterolobii*.** Adviser: Carlos Eduardo Magalhães dos Santos. Co-adviser: Mateus Pereira Gonzatto.

Guava is a fruit of great economic importance for several countries in the world, however, the nematode *M. enterolobii* represents a major obstacle to the production of guava, causing the plant to wilt and can lead to death. Genotypes of *Psidium* spp. has been identified and used in hybridizations or as rootstocks. This work aimed to evaluate and select different genotypes of *Psidium* spp. regarding resistance to *M. enterolobii*. The experiments were carried out in a greenhouse, in a completely randomized design, in a parcel subdivided over time. Eleven genotypes were used, such as guavas (*Psidium guajava*) 'Paluma', 'IAC04', 'Yellow guava', 'Thai', 'Pedro Sato', 'Purple guava', 'White guava', 'Sassaoka', 'Piracicaba red ', the araçás (*Psidium cattleianum*) "Araçá vermelho" and "Araçá comum", with 4 repetitions of the experimental units, repeated in 2 seasons constituting the subplot, Season I with low temperatures and Season II with higher temperatures. The variables evaluated were: number of galls (NG) and final population (PF), gall index (IG) and reproduction factor (RF). The data were subjected to a normality and homogeneity test, the variables that did not meet the assumptions were transformed. All variables were subjected to analysis of variance. The Skott-Knott test was performed for the variables NG, PF and FR at the level of 5% of significance. The time of year affected the number of galls, final population, reproduction factor and gall index, with the highest values being selected at the hottest time of the year. The red Araçá proved to be immune to all variables and in both seasons. The genotypes Araçá comum and Goiaba roxa showed resistance at the time with milder climates and susceptible at the hottest time. The genotypes G. Amarelo, G. Branca, IAC04, P. Vermelha, Paluma, Pedro Sato, Sassaoka and Thai, were susceptible regardless of the time of year.

Keywords: *Psidium guajava*. *Psidium cattleianum*. Resistance. Gall Nematode.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	7
MATERIAL E MÉTODOS	10
DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	10
OBTENÇÃO DOS GENÓTIPOS.....	10
ÉPOCAS DO EXPERIMENTO	11
OBTENÇÃO E MULTIPLICAÇÃO DO INÓCULO	13
CARACTERIZAÇÃO DO PATÓGENO	14
EXECUÇÃO DO EXPERIMENTO.....	15
ANÁLISE ESTATÍSTICA	17
RESULTADOS	18
DISCUSSÃO	21
CONCLUSÃO.....	28
BIBLIOGRAFIA	29

INTRODUÇÃO

A goiabeira (*Psidium guajava* L.) e o araçazeiro (*Psidium cattleianum* Sabine) são espécies originárias da América Tropical e pertencentes a família das *Myrtaceae*, gênero *Psidium* (FLORA DO BRASIL, 2020a; FLORA DO BRASIL, 2020b). A goiabeira é a espécie economicamente mais importante dentro do gênero *Psidium*, enquanto o araçazeiro possui menor importância socioeconômica, não sendo cultivado em escala comercial.

A goiaba é produzida em países como Paquistão, Índia, Bangladesh, Tailândia, Brasil, África do Sul, Filipinas, Nova Zelândia e Estados Unidos da América, sendo a produção mundial de aproximadamente 40 milhões de toneladas (IRSHAD et al., 2020). O Brasil, no ano de 2019, teve uma área destinada a colheita de 22.269 ha, com uma produção anual em torno de 584.223 t e rendimento médio de 26.402 kg ha⁻¹, destacando-se no país as regiões Nordeste e Sudeste com, respectivamente, 10.647 ha e 9.065 ha destinados a colheita da fruta, tendo 292.887 t e 239.804 t colhidas no referido ano (IBGE, 2020). Juntas essas regiões correspondem a 80% da área destinada a colheita e 90% da produção de goiaba nacional, sendo duas regiões muito importantes para a cultura no país.

O aumento na procura por goiabas e araçás, e de sua importância socioeconômica, está atrelado a seu sabor adocicado, propriedades organolépticas, nutricionais e ao baixo custo de aquisição, associados a crescente busca da sociedade por um estilo de vida mais saudável. Esses frutos possuem excelentes qualidades nutricionais, tendo em sua composição açúcares, vitaminas e minerais, além de diversos compostos bioativos como antioxidantes (MALLMANN et al., 2020; MEREGALLI et al., 2020; PEREIRA et al., 2020; REISIG et al., 2016). Esses compostos nutricionais contidos nos frutos, trazem grande potencialidade na utilização destes frutos em formulações de alimentos, produtos farmacêuticos e também cosméticos (BRAVO et al., 2020; DE ALBUQUERQUE et al., 2015; HIRUDKAR et al., 2020).

Entretanto, um dos entraves ao cultivo da goiabeira é o fitonematoide *Meloidogyne enterolobii* Yang & Einsenback (sin. *Meloidogyne mayaguensis* Rammah & Hirschmann) (CORREIA et al., 2019). A principal forma de introdução e disseminação do *M. enterolobii* por diversas partes do mundo, a exemplo da África do Sul, Índia e Brasil, é através de mudas contaminadas (CARNEIRO et al., 2001; SINGH, 2020; WILGEN et al., 2020). O primeiro registro do patógeno no Brasil foi realizado no ano de 2001, no Município de Petrolina, no Estado do Pernambuco, e Curaçá e Maniçoba no Estado da Bahia (CARNEIRO et al., 2001).

Ao penetrar no tecido radicular, os nematoides desencadeiam uma reação de hipertrofia das células, dando origem a galhas nas raízes (SREEKAVYA et al., 2019; HAJIHASSANI et al., 2020) e dificultando a absorção de nutrientes pela planta, o que pode causar perdas entre 45 a 85% na produtividade, principalmente quando associado a *Fusarium* spp. ocasionando o declínio da goiabeira (GOMES et al., 2011; SINGH, 2020). Porém, métodos de controle como a indução de resistência (ZHANG; GLEASON, 2020), utilização de agentes fumegantes (BRENNAN et al., 2020; MATEILLE et al., 2020), nematicidas, utilização de genótipos resistentes ou ainda a integração destes métodos (REGMI; DESAEGER, 2020), vem sendo empregados na tentativa de conviver com o patógeno e minimizar as perdas de produtividade.

A utilização de genótipos resistentes possui grande potencial, pois a longo prazo, independente da associação ou não com outros métodos de controle, tem a capacidade de manter a população de nematoides a níveis baixos, demonstrando-se imprescindíveis para o controle de fitonematoides (REGMI; DESAEGER, 2020). Estes podem ser empregados como porta-enxertos ou como genitores em programas de melhoramento.

Estudos de grande relevância na hibridação entre *P. guajava* e *P. guineense* para a obtenção de híbridos resistente ao nematoide *M. enterolobii* vem sendo conduzidos com grande sucesso (COSTA; SANTOS; CASTRO, 2017; RIBEIRO et al., 2019). E, a utilização de genótipos resistentes de *Psidium* spp. como porta-enxerto vem apresentando igual sucesso

entre plantas da mesma espécie (*P. guajava* x *P. guajava*) e entre espécies, com *P. guajava* como copa e *P. cattleianum* como porta-enxerto (CASAGRANDE et al., 2020; MACAN; CARDOSO, 2020). Um caso de grande sucesso é o do híbrido BRS Guaraçá (*P. guajava* x *P. guineense*), que demonstrou resistência ao fitopatógeno *M. enterolobii* e compatibilidade com copas de variedades comerciais como Paluma e Pedro Sato (LOURENÇO; SANTOS; SILVA, 2018; SANTOS, 2020).

O Brasil possui aproximadamente 1.049 espécies de plantas da família *Myrtaceae* (FLORA DO BRASIL, 2020a), sendo 65 pertencentes ao gênero *Psidium*, estando distribuídos pelos diversos biomas brasileiros (FLORA DO BRASIL, 2020b). Esse grande número de espécies proporciona uma grande variabilidade genética o que pode ser visto dentro da própria espécie de *P. guajava*, onde o número de cromossomos pode variar de $2n = 18$ (Goiaba roxa) a 22 (Paluma) e entre espécies de $2n = 18$ (*P. guajava*) a $2n = 82$ (*P. cattleianum*) (DE SOUZA et al., 2015). Essa grande diversidade de espécies e variação genética encontrada no gênero *Psidium*, possibilita a existência de materiais resistentes a *M. enterolobii* nativos, o que vem sendo encontrados em alguns estudos (FILHO et al., 2018; OLIVEIRA, et al., 2019).

Entretanto, dado esse grande número de espécies nativas dentro do gênero *Psidium*, faz-se necessário mais estudos sobre a resistência desses genótipos. Assim, objetivou-se com esse trabalho, avaliar e selecionar diferentes genótipos de *Psidium* spp. quanto a resistência a *M. enterolobii* e seleção de material genético.

MATERIAL E MÉTODOS

DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação da Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão (UEPE)/Pomar Campus, pertencente a Universidade Federal de Viçosa (UFV), Estado de Minas Gerais (MG), Brasil. O delineamento utilizado foi o delineamento inteiramente casualizado (DIC), no esquema de parcelas subdivididas no tempo. Os genótipos foram avaliados nas parcelas principais e as épocas de inoculação nas subparcelas. Foram utilizados 11 genótipos com 4 repetições por época, sendo realizada em 2 épocas consecutivas. Assim, o total de unidades experimentais em cada época foi de 44 unidades, totalizando 88 no somatório das duas épocas.

OBTENÇÃO DOS GENÓTIPOS

Os genótipos foram obtidos do banco de germoplasma da UFV, localizado na UEPE/Pomar Fundão. As sementes foram extraídas manualmente pressionando-se os frutos em plena maturação fisiológica contra as malhas de uma peneira plástica e sob água corrente, para a eliminação da polpa. Após a extração, as sementes foram colocadas sobre papel toalha durante três dias para secagem a sombra. Os genótipos de goiabas (*Psidium guajava* L.) utilizados foram, ‘Paluma’, ‘IAC04’, ‘Goiaba Amarela’, ‘Tailandesa’, ‘Pedro Sato’, ‘Goiaba Roxa’, ‘Goiaba Branca’, ‘Sassaoka’, ‘Piracicaba Vermelha’, e de araçás (*Psidium cattleianum* Sabine) foram, ‘Araçá Vermelho’ e ‘Araçá Comum’. A cultivar comercial Paluma foi escolhida devido a sua susceptibilidade à *M. enterolobii* (CARNEIRO et al., 2007; OLIVEIRA, et al., 2019).

Foram semeadas três sementes por recipiente plástico, após 20 dias da semeadura iniciaram-se os desbastes, deixando-se apenas uma planta por recipiente. Cada unidade experimental foi composta por uma planta em recipiente plástico de 500 cm³ contendo o substrato de areia autoclavada por duas vezes durante 2 h a 120 °C.

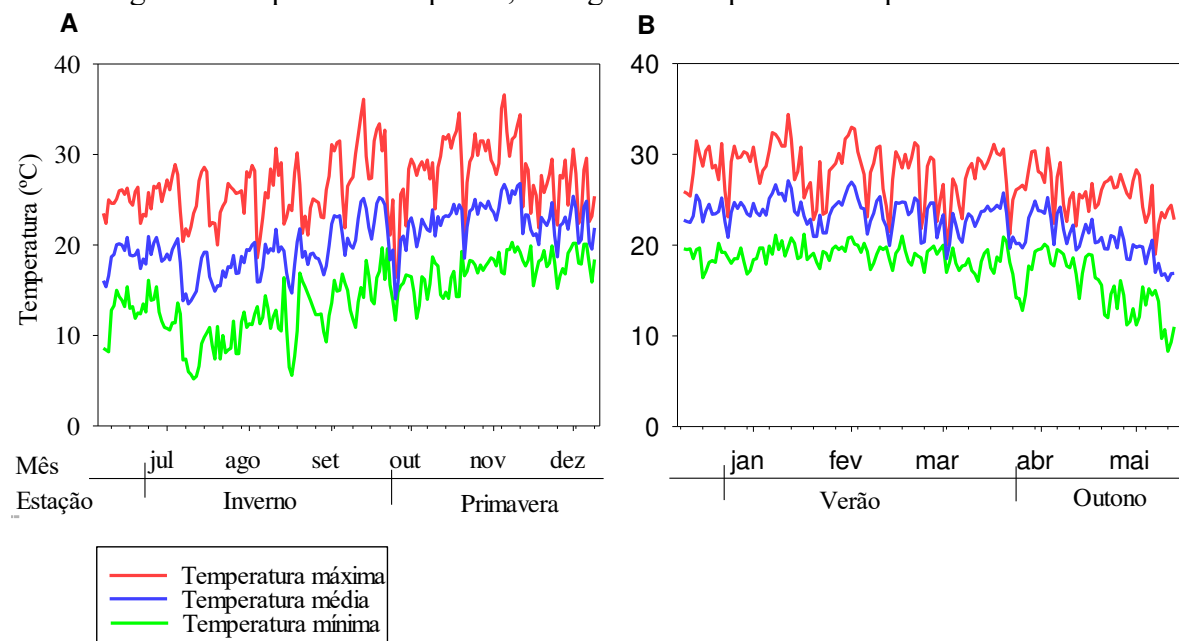
ÉPOCAS DO EXPERIMENTO

Os dados climáticos foram obtidos da estação automática do Município de Viçosa - MG através do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). O clima do Município de Viçosa – MG, onde foi instalado o experimento, é caracterizado segundo a classificação de Köppen e Geiger como Cwa, clima subtropical/tropical de altitude com inverno seco e verão quente e chuvoso (REBOITA et al., 2015). A “Época I” consistiu no período experimental compreendido entre o dia 07 de junho de 2019 a 09 de dezembro de 2019, totalizando 186 dias, e a “Época II” o período experimental compreendido entre o dia 10 de dezembro de 2019 a 13 de maio de 2020, totalizando 156 dias.

A Época I foi caracterizada por temperaturas amenas, temperatura mínima atingindo menos de 10°C em alguns dias no período de junho a setembro de 2019 (Figura 1 - A), e com a temperatura média na Época I oscilando abaixo de 20°C neste período. Porém, a partir do mês de setembro houve uma escalada na temperatura até o início de novembro, nesse período a temperatura média passou de 20°C e a temperatura mínima se aproximou a 20°C a partir do mês de novembro. A temperatura máxima oscilou entre 20-30°C, com alguns dias com máxima acima de 30°C a partir de meados do mês de agosto.

A Época II se caracterizou por temperaturas mais quentes que a anterior, com aumento da temperatura mínima e, conseqüentemente, da temperatura média em grande parte do período em que transcorreu o experimento. Nessa época a temperatura mínima ficou próxima a 20°C até o final do mês de março de 2020, poucos dias antes do mês de abril onde iniciou um decréscimo na temperatura mínima, chegando a atingir temperaturas abaixo de 10°C nos dias finais da respectiva época (Figura 1 - B). A temperatura média oscilou dentro da faixa de 20-30°C, entretanto em meados de abril, atingiu temperaturas abaixo de 20°C. A temperatura máxima, nesta época, manteve-se próximo a 30°C com dias acima desta temperatura até meados de abril, quando iniciou uma queda ficando entre 20-30°C.

Figura 1. Curvas de Temperatura máxima, média e mínima para os períodos experimentais Época I e Época II, nos anos de 2019 e 2020 no Município de Viçosa, Minas Gerais - Brasil. Onde a figura 'A' representa a Época I, e a figura 'B' representa a Época II.



OBTENÇÃO E MULTIPLICAÇÃO DO INÓCULO

O inóculo inicial foi obtido de raízes de goiabeira ‘Pedro Sato’ infectadas, encontradas em pomar comercial localizado no Distrito de São José do Triunfo, Município de Viçosa, Estado de Minas Gerais, Brasil. Para obter uma população pura, foi realizada a extração da massa de ovos de uma única fêmea no Laboratório de Melhoramento de Fruteiras, localizado no Setor de Fruticultura da UFV. Para isto, foi realizada a coloração das raízes com galhas, em solução a 3% (m/v) de suco comercial ‘TANG®’ sabor uva, contendo os corantes alimentícios bordeaux S e azul brilhante por 15 minutos, em substituição os corantes floxina B a fucsina ácida (DAMASCENO et al., 2016). Após a imersão as raízes coradas foram lavadas sob água corrente e levadas ao microscópio estereoscópio, onde foi identificada e retirada uma massa de massa de ovos com uma agulha adaptada a ponta de uma caneta.

A massa de ovos extraída foi transferida para maceração em um cadinho e adicionado 10 ml de água destilada para o preparo da suspensão de ovos. A inoculação foi realizada em plantas de tomateiro (*Solanum lycopersicum*) do grupo Santa Cruz, cv. St^a Clara com 3 pares de folhas cultivadas em vasos plásticos de 10L contendo como substrato areia autoclavada por 2 horas a 120°C. Para a inoculação dos ovos e Juvenis de segundo instar (J2), foram feitos 5 orifícios equidistantes entre si no substrato, distantes 5 cm do colo da planta e com 2 cm de profundidade, e ao redor do tomateiro, onde foi depositado 2 mL da suspensão em cada orifício.

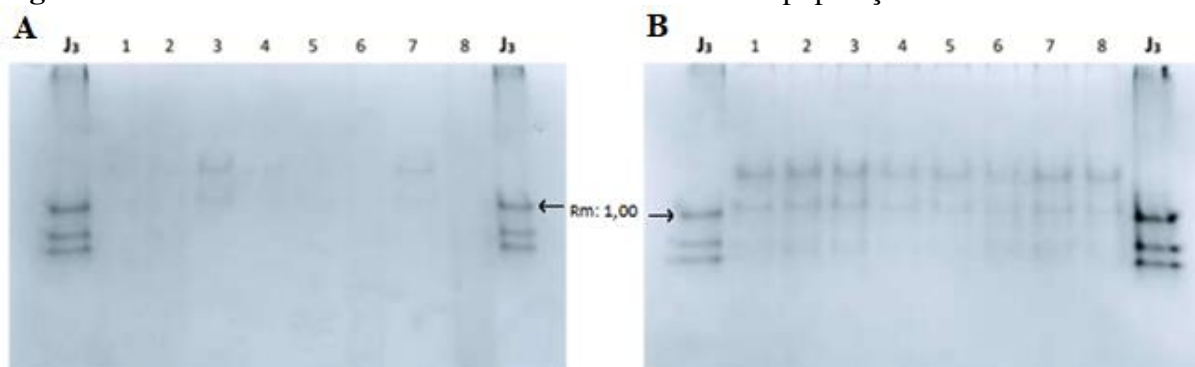
As plantas inoculadas para multiplicação da população pura, foram mantidas em casa de vegetação, na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão (UEPE)/Pomar Campus pertencente a UFV. Após 120 dias da inoculação, foi realizada a extração da população pura. As raízes infectadas do tomateiro foram retiradas do substrato, lavadas para retirada do substrato aderido, seccionadas em pedaços de aproximadamente 1 a 2 cm, e trituradas em liquidificador com 100 mL de água destilada. A posteriori, a suspensão com as raízes foi inoculada em 10 mudas de

tomateiro cv. St^a Clara com três pares de folhas em vasos de plásticos de 10 L contendo areia autoclavada duas vezes por 2 h a 120 °C. Esta inoculação foi realizada escavando-se uma trincheira circular ao redor dos tomateiros, com raio de 5 cm e 2 cm de profundidade, onde foram depositados 10mL da solução por planta, com pedaços das raízes. Visando-se assim maximizar o aumento da população para inoculação nos genótipos de *Psidium* spp.

CARACTERIZAÇÃO DO PATÓGENO

A caracterização da espécie de nematoide foi realizada no Laboratório de Nematologia da Universidade Federal de Lavras, localizada no Município de Lavras, Estado de Minas Gerais - Brasil. A caracterização foi realizada por meio de eletroforese vertical (DAVIS, 2006; ORNSTEIN, 2006) modificada com o uso da cuba “The Mini-PROTEAN[®] 3 Mini Vertical”. A caracterização da espécie de *Meloidogyne* foi realizada por fenótipos isoenzimáticos da proteína esterase, através de comparação padrão com espécie *Meloidogyne javanica* (J3).

Figura 2. Eletroforese de fêmeas de nematoides oriundas da população inicial.



Para a detecção e obtenção do fenótipo enzimático (En₂) nos geis de poliacrilamida, foi aplicado três fêmeas por cavidade numeradas de 1 a 8 (Figura 2 - A), e cinco fêmeas por cavidade de 1 a 8 (Figura 2 - B).

Segundo a eletroforese realizada (Figura 3) a espécie utilizada no experimento foi confirmada como o nematoide-das-galhas (*Meloidogyne enterolobii*). A detecção e a

caracterização do fenótipo de esterase En₂ indica a presença de duas bandas principais (R_m: 0,7 e 0,9) e duas bandas mais fracas (R_m: 0,75 e 0,95), perfil específico para a identificação da espécie detectada (OLIVEIRA; SANTOS; CASTRO, 2016).

EXECUÇÃO DO EXPERIMENTO

Após a multiplicação da população de nematóides, as raízes dos tomateiros (*Solanum lycopersicum*) do grupo Santa Cruz, cv. St^a Clara, foram coletadas e levadas para o Laboratório de Melhoramento de Fruteiras (LAMEF) da UFV, onde foram lavadas para remover o excesso de substrato, picadas em pedaços de aproximadamente 1 a 2 cm e trituradas em liquidificador para a extração de ovos e juvenis de segundo estágio (J₂) (COOLEN; D'HERDE, 1972). O material triturado foi passado em peneiras de aço inoxidável de 200 e 500 mesh sobrepostas respectivamente, sendo o material retido na peneira de 200 mesh descartado e o retido na peneira de 500 mesh (ovos e os J₂) transferido para um Becker. A solução resultante foi completada para 40 mL e procedeu-se a quantificação, repetida por cinco vezes, sob microscópio óptico usando-se a câmara de Peters para compor a média da população presente na solução. A concentração total da suspensão foi padronizada para 1.250 ovos e J₂/mL, através da equação: $C_1 * V_1 = C_2 * V_2$, onde C₁ representa a concentração inicial da solução, V₁ o volume inicial, C₂ a concentração final e V₂ o volume final da solução.

As inoculações nos genótipos de *Psidium* spp. ocorreram em duas épocas diferentes, sendo a primeira em 07 de junho de 2019 (Época I), e a segunda inoculação em 10 de dezembro de 2019 (Época II), quando as plantas apresentavam entre dois a três pares de folhas. A população resultante da extração da Época I foi padronizada para 1.250 ovos e J₂/mL e armazenada em geladeira para inoculação no dia seguinte, na Época II. Para a inoculação foram

abertos 2 orifícios em lados opostos e distantes 5 cm do colo da planta a uma profundidade 2 cm, onde foram depositados 1 mL da suspensão por orifício, totalizando uma população inicial de 2500 ovos de *M. enterolobii* por planta.

A avaliação dos genótipos na Época I ocorreram 185 dias após a inoculação, em 09 de dezembro de 2019, ao final da Primavera. A avaliação da segunda época foi realizada 155 dias após a inoculação, em 13 de maio de 2020. As variáveis avaliadas em ambas as épocas foram: número de galhas (NG) e população final (PF), o índice de galhas (IG) e fator de reprodução (FR).

Inicialmente foi realizada a contagem do NG na massa total de raízes de cada unidade experimental, sendo essa avaliação realizada por um avaliador treinado. A posteriori foi feita a extração dos ovos para a determinação da PF, utilizando-se a metodologia de Hussey & Barker (1973), sendo a massa total de raízes de cada unidade experimental de raiz agitada separadamente em recipientes plásticos contendo solução de hipoclorito de sódio a 0.5% durante quatro minutos para extração dos ovos e J₂. A solução resultante de cada amostra foi passada separadamente através de peneiras de aço inoxidável de 200 e 500 mesh sobrepostas respectivamente, sendo o material retido na peneira de 200 mesh descartado e o retido na peneira de 500 mesh (ovos e os J₂) transferido para um Becker. A solução resultante de cada extração foi completada para 20 mL e procedeu-se a quantificação, sendo esta realizada por um único avaliador treinado e repetida três vezes para cada solução extraída das unidades experimentais, sob microscópio óptico e utilizando a câmara de Peters. Assim, as três amostragens foram utilizadas para compor a média da PF de cada unidade experimental.

Através da variável NG de cada unidade experimental foi atribuído o IG, onde um avaliador deu notas de 0 a 5 com base na escala (Tabela 01) de Taylor & Sasser (1978) para cada unidade experimental e assim feita a média do IG. A variável FR foi calculada pela fórmula: $FR = PF/PI$, em que PF é a população final e PI a população inicial (2500 ovos e J₂).

Onde, foram considerados imunes os genótipos que apresentaram $FR = 0$, com baixo fator de reprodução (resistente) com $FR < 1$, e alto fator de reprodução (susceptível) com $FR > 1$ (OOSTENBRINK, 1966).

Tabela 1: Escala de notas para aferição da infecção de *Meloidogyne* spp. baseada no número de galhas Taylor e Sasser (1978).

Notas	Nº de galhas
0	0
1	1-2
2	3-10
3	11-30
4	31-100
5	Mais de 100

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade dos resíduos e ao teste de Levene para a verificação da homogeneidade de variância, as variáveis que não atenderam aos pressupostos tiveram de ser transformadas. Os dados da variável NG, foram transformados através do método de Box-cox de $(x + 5)$, enquanto os dados das variáveis PF, FR e IG foram transformados pelo método logarítmico, através da equação $\log(x + 0.5)$ e assim as variáveis puderam atender aos pressupostos.

Todas as variáveis foram submetidas a análise de variância, pelo teste F à 5% de probabilidade, entretanto, o teste de agrupamento de Skott-Knott foi realizado apenas para as variáveis NG, PF e FR ao nível de 5% de significância. Os genótipos foram avaliados nas parcelas principais e as épocas de inoculação nas subparcelas. As análises foram realizadas através do programa Rstudio (R CORE TEAM, 2020; RSTUDIO TEAM, 2020) com o pacote Agricolae (MENDIBURU, 2020).

RESULTADOS

O número de galhas (NG) apresentou interação significativa ($p < 0,01$) entre genótipo e a época (Tabela 2). Em relação à época, com exceção dos genótipos Araçá Vermelho, Goiaba Roxa e Paluma que não apresentaram diferença significativa entre a Época I e Época II, os demais genótipos avaliados (Araçá Comum, Goiaba Amarela, Goiaba Branca, IAC04, Pedro Sato, Piracicaba Vermelha, Sassaoka e Tailandesa) apresentaram significância entre as épocas, sendo os maiores valores de NG na Época II.

Na Época I, formou-se três grupos distintos, um grupo imune com o genótipo A. Vermelho, o qual não apresentou galhas e dois grupos susceptíveis, sendo um grupo com menor NG com os genótipos A. Comum, G. Amarela, IAC04 e P. Vermelha e outro grupo com maior NG com os demais genótipos, G. Branca, G. Roxa, Paluma, Pedro Sato, Sassaoka e Tailandesa. Na Época II, verifica-se também a formação três grupos distintos semelhantes à Época I, onde o A. Vermelho permaneceu no grupo sem galhas, a G. Roxa no grupo susceptível com menor NG, diferindo do Época I e um grupo susceptível com maior NG formado por A. Comum, G. Amarela, G. Branca, IAC04, Paluma, Pedro Sato, P. Vermelha, Sassaoka e Tailandesa (Tabela 2).

Os valores de População Final (PF) extraídas das raízes não apresentaram interação entre genótipo e a época (Tabela 2). Comparando-se as épocas, a Época II apresentou maior PF em relação ao Época I ($p < 0,001$). Quanto aos genótipos foram formados três grupos distintos, um grupo onde não houve PF composto pelo A. Vermelho, e dois grupos susceptíveis sendo estes, intermediário, onde se encontra 'Paluma', com os genótipos A. Comum, G. Roxa, IAC04, P. Vermelha e Tailandesa, e o grupo com alta PF composto por G. Amarela, G. Branca, Pedro Sato e Sassaoka, com os genótipos mais susceptíveis que 'Paluma'.

Tabela 2. Número de galhas (NG) e população final (PF) dos genótipos estudados, na Época I e Época II.

Genótipos	Variáveis					
	NG			PF		
	Época		Média	Época		Média
I	II	I		II		
A. Comum	13,25 b	59,75 a	36,50 *	2.141,50	21.100,00	11.620,75b
A. Vermelho	0,00 c	0,00 c	0,00 ns	0,00	0,00	0,00 c
G. Amarela	12,00 b	206,25 a	109,13***	4.270,40	51.366,75	27.818,58 a
G. Branca	25,50 a	121,25 a	73,38 **	10.782,00	29.550,00	20.166,00 a
G. Roxa	22,50 a	38,25 b	30,38 ns	1.849,00	14.265,00	8.057,00 b
IAC04	14,75 b	79,25 a	47,00 **	3.048,20	9.800,00	6.424,10 b
Paluma	23,00 a	39,50 a	31,25 ns	3.394,75	5.345,00	4.369,88 b
Pedro Sato	22,25 a	69,25 a	45,75 *	6.576,50	18.750,00	12.663,25 a
P. Vermelha	13,75 b	49,00 a	31,38 **	3.398,75	9.640,65	6.519,70 b
Sassaoka	23,25 a	100,75 a	62,00 **	9.610,75	27.403,00	18.506,88 a
Tailandesa	36,50 a	123,75 a	80,13 †	5.408,50	6.658,00	6.033,25 b
Média	18,80	80,64	Média	4.589,12	17.625,31	
	a	0,80			24,42	
SQ Erro	b	0,81			18,66	
	Combinado	1,60			-	
CV(%)	a	10,05			10,86	
	b	10,10			9,49	
P-Valor	G	<2,22 ^{e-16} ***			<2,22 ^{e-16} ***	
	E	5,559 ^{e-11} ***			3,834 ^{e-8} ***	
	G*E	0,002 **			0,107 ns	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Skott-Knott. As médias seguidas de “ns”, “***”, “**”, “*” e “†” foram não significativas e significativas a 0,1%, 1%, 5% e 10% pelo teste F. A soma de quadrados do erro (SQ Erro) de “a” refere-se a parcela e “b” refere-se a subparcela e o “Combinado” refere-se à combinação entre a parcela e a subparcela. O coeficiente de variação (CV) de “a” refere-se a parcela e “b” refere-se a subparcela. O P- valor do teste F é referente ao genótipo (G), época (E) e a interação entre genótipo e época (G*E).

Os valores do índice de galhas (IG) foram arredondados para melhor comparação (Tabela 3). Houve interação ($p < 0,05$) para esta variável entre genótipos e épocas, onde na Época I o genótipo A. Vermelho obteve índice 0, enquanto A. Comum, G. Amarela, G. Branca, G. Roxa, IAC04, Paluma, Pedro Sato, P. Vermelha e Sassaoka obtiveram índice 3 e apenas o genótipo Tailandesa obteve nota 4. Na Época II, o genótipo A. Vermelho manteve a nota 0 e no genótipo A. Roxo houve redução para a nota 2, enquanto para os demais genótipos houve aumento, onde os genótipos IAC04, Paluma, Pedro Sato, P. Vermelha tiveram nota 4 e os genótipos A. Comum, G. Amarela, G. Branca, Sassaoka e Tailandesa tiveram a nota máxima 5. Apenas os genótipos A. Vermelho o qual manteve a nota 0 (zero), G. Roxa e Tailandesa não demonstraram

diferença significativa entre as épocas e todos os demais genótipos demonstraram diferença entre as épocas, sendo na Época II as maiores notas.

Quanto ao fator de reprodução (FR), não houve interação entre o genótipo e a época, havendo diferença entre as épocas ($p < 0,001$). A Época I obteve menor FR que a Época II (Tabela 3). Segundo o critério proposto por Oostenbrink (1966), aplicando-se dentro de cada época, verifica na Época I que o genótipo G. Roxa demonstrou-se resistente ($FR < 1$), enquanto os demais demonstraram-se susceptíveis ($FR > 1$), porém, na Época II todos demonstraram-se susceptíveis ($FR > 1$). O genótipo A. Vermelho foi o único que demonstrou imunidade ($FR = 0$) e em ambas as épocas.

Tabela 3. Índice de galhas (IG) e fator de reprodução (FR) dos genótipos estudados na época I e Época II.

Genótipos	Variáveis						Média
	IG			FR			
	Época		Média	Época		Média	
I	II	I		II			
A. Comum	3,00	5,00	4,00 **	0,86	8,44	4,65 b	
A. Vermelho	0,00	0,00	0,00 ns	0,00	0,00	0,00 c	
G. Amarela	3,00	5,00	4,00 ***	1,71	20,55	11,13a	
G. Branca	3,00	5,00	4,00 ***	4,31	11,82	8,07 a	
G. Roxa	3,00	3,00	3,00 ns	0,74	5,71	3,22 b	
IAC04	3,00	4,00	4,00 **	1,22	3,92	2,57 b	
Paluma	3,00	4,00	4,00 *	1,36	2,14	1,75 b	
Pedro Sato	3,00	4,00	4,00 *	2,64	7,50	5,07 a	
P. Vermelha	3,00	4,00	3,00 **	1,36	3,86	2,61 b	
Sassaoka	3,00	5,00	4,00 **	3,84	10,96	7,40 a	
Tailandesa	4,00	5,00	4,00 ns	2,16	2,66	2,41 b	
Média	2,82 \cong 3,00	3,77 \cong 4,00	Média	1,84	7,05		
	a	0,74			15,64		
SQ Erro	b	0,56			12,93		
	Combinado	1,28			-		
	a	12,47			66,04		
CV(%)	b	10,89			60,03		
	G	2,220 ^{e-16} ***			1,420 ^{e-9} ***		
P-Valor	E	4,841 ^{e-10} ***			2,131 ^{e-8} ***		
	G*E	0,047 *			0,075 ns		

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Skott-Knott. As médias seguidas de “ns”, “***”, “**”, “*” e “♦” foram não significativas e significativas a 0,1%, 1%, 5% e 10% pelo teste F. A soma de quadrados do erro (SQ Erro) de “a” refere-se a parcela e “b” refere-se a subparcela e o “Combinado” refere-se à combinação entre a parcela e a subparcela. O coeficiente de variação (CV) de “a” refere-se a parcela e “b” refere-se a subparcela. O P- valor do teste F é referente ao genótipo (G), época (E) e a interação entre genótipo e época (G*E).

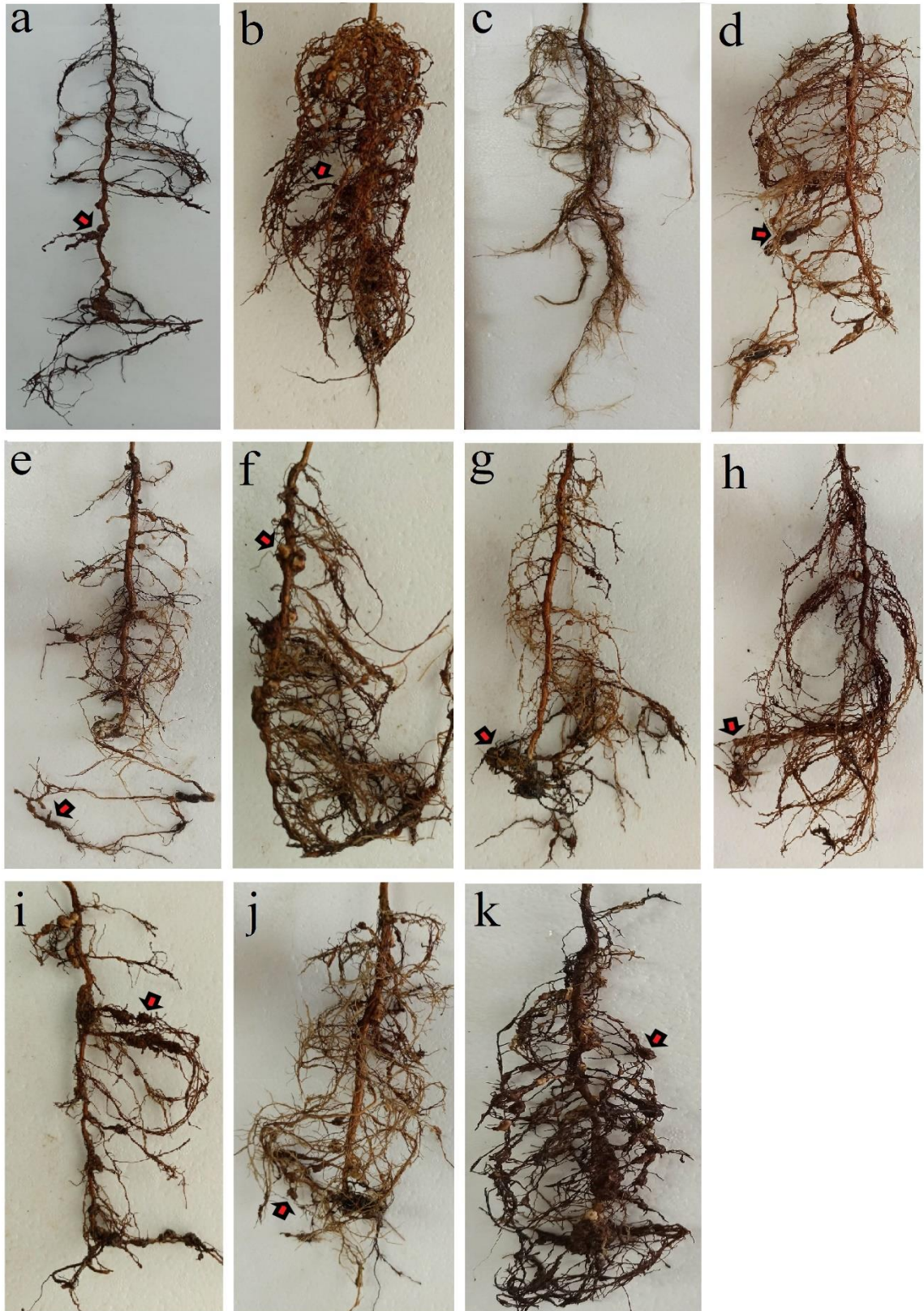
DISCUSSÃO

Os genótipos Araçá Comum, Goiaba Amarela, Goiaba Branca, Goiaba Roxa, IAC04, Paluma, Pedro Sato, Piracicaba Vermelha, Sassaoka e Tailandesa apresentaram galhas (Figura 4) com número de galhas (NG) e população final (PF) variando de acordo com a época de inoculação, com exceção do Araçá Vermelho que independente da época, não apresentou galhas (Figura 4 - C) e nem ovos e juvenis de segundo estágio (J₂). Respostas de imunidade também foram encontradas em genótipos das espécies *P. cattleyanum*, *P. friedrichstalianum* e *P. guineense* por Sousa et al. (2017), onde mostraram que, apesar da penetração inicial, os juvenis não atingiram o estágio adulto, não completando o ciclo de vida.

Em um experimento testando a resistência de genótipos de *P. cattleyanum*, dentre eles o Araçá Vermelho, o genótipo em questão também apresentou imunidade a *M. enterolobii*, além de compatibilidade como porta enxerto para ‘Paluma’ (CARNEIRO et al., 2007). Dada a reação de imunidade do genótipo A. vermelha, presume-se que a imunidade seja controlada por um ou poucos genes, o que seria mais fácil de ser transmitido aos descendentes quando comparado a reações complexas que envolvem diversos genes. Essa ideia do envolvimento de poucos genes é reforçada por um estudo sobre a herdabilidade da imunidade a *M. enterolobii*, envolvendo o cruzamento entre *P. guajava* x *P. guineense*, onde foi mostrado o envolvimento da ação de epistasia e de alelos dominantes de dois genes para controlar a resposta de imunidade (FR = 0) a *M. enterolobii* (COSTA; SANTOS; CASTRO, 2017).

As variáveis NG e PF diferiram significativamente conforme a época ($p < 0.001$) de modo que a Época II, com temperaturas mais altas, foi superior a Época I, com temperaturas mais amenas, demonstrando assim a influência da época de inoculação. A diferença entre as épocas, pode ter ocorrido devido ao aumento na taxa de reprodução da população de nematoides e/ou a perda da resistência dos genótipos, ambos atrelados ao aumento da temperatura do ambiente.

Figura 4. Raízes de *Psidium* spp. estudados no experimento inoculados no período de Época II.



Raízes de *Psidium* spp. inoculadas com *Meloidogyne enterolobii*, onde : a – A. Comum; b – G. Amarela; c – A. Vermelho; d – G. Branca; e – G. Roxa; f – IAC04; g – P. Vermelha; h – Paluma; i – Pedro Sato; j – Sassaoka; k – Tailandesa.

Os autores Filho et al. (2018) encontraram correlação positiva entre índice de galhas (IG) e fator de reprodução (FR), indicando que o aumento de IG implica em altos valores de FR. Assim, comparando-se o IG e o FR, houve similaridade entre os resultados de resistência de ambos os critérios, onde a média da Época II foi significativamente superior à Época I para a variável FR, assim como para a variável IG reforçando a ideia do aumento da taxa de reprodução e/ou a perda da resistência relacionado ao aumento da temperatura do ambiente.

Em experimento de campo, sobre a interação de nematoides com diferentes vegetais, foi observada a redução nas populações de *M. incognita* e *M. arenaria* e no período de inverno devido as baixas temperaturas de solo (5-10°C) (MATEILLE et al., 2020). Em outro experimento, realizado por Regmi & Desaegeer (2020) em plantas de tomateiro (*Solanum lycopersicum*) em Wimauma, Florida – USA, no período de outono e primavera, foi observado que a população de nematoides no início da estação de outono foi maior em relação ao início da primavera, devido as temperaturas mais altas no início da estação de outono.

Porém, em experimento com ‘Paluma’ nos períodos de primavera-verão-outono (máxima de 36,6 e mínima de 21,2°C) e inverno-primavera-verão (máxima de 31,8 e mínima de 21,0°C), inoculadas com 500, 2.000, 3.500, 5.000 ou 6.500 ovos de *M. enterolobii*/planta e avaliadas aos 45, 90, 135 ou 180 dias, mostrou que apesar dos valores maiores de PF e FR na época primavera-verão-outono, não foi detectado diferenças relevantes entre os períodos. Segundo os autores essa diferença não significativa ocorreu possivelmente devido ao inverno ameno da região na qual este estudo foi conduzido (BURLA et al., 2010).

Segundo Ashokkumar, Poornima & Kalaiarasan (2019) a temperatura ideal para o fitopatógeno *M. enterolobii* é de 28°C e, no presente experimento, o período mais frio (Época I) apresentou temperaturas mínimas próximas a 10°C e máximas próximas a 30°C e o período mais quente (Época II) com mínimas próximas a 20°C e máximas próximas a 30°C. Apesar da época mais quente estar mais próxima e a mais fria mais distante da temperatura ideal a

‘Paluma’, utilizada neste trabalho como controle, foi mantida no grupo com alto NG independente da época, sendo a diferença não significativa entre as épocas. Para a variável PF, na Época II a cultivar foi agrupada no grupo com alta PF, com uma média de 4.369,88 ovos e J2. Em experimento em casa de vegetação com temperaturas variando entre 25°C e 35°C, após 60 dias da inoculação com 5.000 ovos, Filho et al. (2018) encontraram valores para a PF de 5.013,75 e FR de 1,003 para ‘Paluma’, valores próximos a encontrados no presente experimento para a mesma cultivar.

Em outro experimento em casa de vegetação, sob condições climáticas não citadas e testando diferentes concentrações de inóculo inicial (600, 1.600, e 2.000 ovos + J2), avaliado 135 dias após a inoculação, mostrou também genótipos mais resistentes e susceptíveis que ‘Paluma’ (OLIVEIRA et al., 2019). Assim, com o aumento da população inicial houve a redução do fator de reprodução devido a competição pelos mesmos sítios de alimentação, entretanto ‘Paluma’ apresentou número de ovos aproximadamente 10 vezes superior ao presente experimento para a população inicial de 2.000 ovos e J2.

Quanto aos genótipos G. Roxa e A. Comum, que demonstraram resistência, o genótipo G. Roxa passou do grupo com maior NG na Época I para o grupo com menor NG na Época II, porém não apresentou diferença significativa entre as duas épocas e o IG foi de 3 para ambas as épocas, assim essa manutenção do NG e IG mostra a estabilidade do genótipo para estas variáveis, independente da época. Quanto ao genótipo A. Comum, este apresentou diferença significativa entre as épocas para a variável NG, sendo na Época I agrupado no grupo com baixa susceptibilidade e na Época II com alta susceptibilidade.

Para a variável PF os genótipos A. Comum e G. Roxa, foram agrupados no grupo susceptível com baixos valores e quanto a variável FR, estes genótipos demonstraram-se resistentes ($FR < 1$) na Época I e susceptíveis na Época II ($FR > 1$). Entretanto, nem todos os indivíduos do genótipo A. Comum que compuseram a média amostral na Época I apresentaram

resistência ($FR < 1$). Alguns genótipos de araçás e goiabas testados por Miranda et al. (2011), apresentaram indivíduos, dentro de cada genótipo, variando entre resistente ($FR < 1$) e susceptível ($FR > 1$), dentre elas o genótipo de araçá 117 (*P. cattleianum*) e as cultivares de goiaba Século XXI, Hitigio e Rica (*P. guajava*). Este fato não inviabiliza os genótipos para a seleção, porém, reforça a necessidade de mais estudos sobre o comportamento de resistência dentro dos genótipos e principalmente quanto a expressão fenotípica em diferentes ambientes.

Entretanto, a variação da G. roxa, passando de resistente ($FR > 1$) para o susceptível ($FR < 1$), aponta para uma possível perda de resistência com o aumento da temperatura, principalmente ao se comparar os valores com a 'Paluma', onde a diferença entre a Época I para a Época II foi de 1,57 vezes para a 'Paluma' e 7,72 vezes para a G. roxa, evidenciando a perda de resistência. Em genótipos de *Psidium* spp. resistentes a *M. enterolobii* foram encontrados 14 fragmentos genômicos diferentes de genes 'R' que confere resistência aleatória a diferentes patógenos, utilizando-se de marcadores análogos a genes de resistência (RGA). Os quatro fragmentos mais comuns entre os genótipos resistentes foram derivados das regiões genômicas que codificam proteínas em gene Mi-1 de tomate (NOIA et al., 2017).

Em estudo com tomates (*Solanum lycopersicum*), os autores Carvalho et al. (2015) relataram a redução da eficiência do gene de resistência a *Meloidogyne* spp. Mi-1, em plantas expostas por tempo prolongado a temperaturas de 35°C, sugerindo-se evitar o plantio em épocas mais quentes do ano. Em outro experimento, utilizando o pimentão (*Capsicum annuum*), Cv. 'California Wonder' resistentes a *M. incognita* raça 3, demonstrou susceptibilidade, contrapondo outros trabalhos levantados pelos autores os quais demonstraram-se susceptíveis sob condições climáticas diferentes, sendo um dos pontos possíveis levantados pelos autores é de que a expressão do gene N, responsável pela resistência, tenha sido modificada pela exposição contínua a altas temperaturas, contribuindo para a redução da resistência (MAQUILAN et al., 2020).

Em relação aos genótipos G. branca, Pedro Sato e Sassaoka, genótipos amplamente cultivados comercialmente, foram agrupados no grupo com maiores valores de NG, em ambas as épocas e com valores de PF superiores a 'Paluma'. O genótipo Tailandesa, outra cultivar comercial, foi agrupado também no grupo de alto NG em ambas as épocas, porém devido a média da variável PF ficou no grupo susceptível formado com os valores baixos. Assim como no presente experimento, Pereira et al. (2016) conduzindo experimento semelhante em casa de vegetação, entre os meses de novembro a maio, os cultivares comerciais de goiaba (*P. guajava*), Paluma, Pedro Sato e Tailandesa mostraram-se susceptíveis, nas temperaturas de mínima e máxima de 18 e 35°C, respectivamente. Em ambos os experimentos, o genótipo Tailandesa demonstrou-se a mais susceptível que as outras duas cultivares citadas.

Na variável NG, os genótipos G. amarela, IAC04, P. vermelha obtiveram valores na Época I inferiores ao da 'Paluma' e alto para Época II, igualando a 'Paluma'. Entretanto, os valores médios de PF destes genótipos foram agrupados no grupo susceptível com valores maiores que o controle ('Paluma'). Quanto ao IG, os genótipos IAC04, Paluma, Pedro Sato, P. vermelha passaram do índice 3 na Época I para o 4 na Época II, enquanto os genótipos G. amarela, G. branca e Sassaoka aumentaram seu índice de 3 para 5 na Época II. O genótipo Tailandesa manteve nota 4 em ambas as épocas, demonstrando-se susceptível *M. enterolobii*.

Em estudo com diferentes concentrações de inóculo de *M. enterolobii* o FR dos genótipos de araçás da espécie *P. guinense* também foi mostrada variação em relação a 'Paluma', de mais resistente a mais susceptível mostrando variabilidade na reação a *M. enterolobii* dentro do gênero *Psidium* (OLIVEIRA et al., 2019). Araçás (*Psidium* sp.) resistente e imune ao patógeno também foram reportados por Castro et al. (2017), incluindo o genótipo Araçá Amarelo da espécie *P. cattleianum*, sendo mais resistente (FR < 1) que 'Paluma' (FR > 1). Estes trabalhos apontam o grande potencial dos araçás, independente da espécie, sendo necessário testar a resistência desses genótipos.

A separação dos grupos susceptíveis em diferentes níveis de susceptibilidade e variando conforme a temperatura sugere que a característica de resistência seja poligênica e afetada pela temperatura. Em trabalho de cruzamento entre as espécies *P. guajava*, *P. guineense* e *P. cattleyanum*, foi constatado que alelos múltiplos podem afetar o controle da resistência a *M. enterolobii*, sendo afetados por mudanças ambientais (GOMES et al., 2017).

Dentro das classificações com base nas médias dos FR foram formados dois grupos susceptíveis, um dos grupos foi considerado menos susceptível, composto pelos genótipos A. comum, G. roxa, IAC04, a ‘Paluma’ considerada como comparativo, P. vermelha e Tailandesa, e outro mais susceptível com G. amarela, G. branca, Pedro Sato e Sassaoka.

Estudos sobre a resistência das espécies *P. cattleyanum*, *P. friedrichstalianum* e *P. guineense* ao fitopatógeno *M. enterolobii* mostra que, apesar da resistência há penetração de J2, dada a presença de células gigantes em decorrência do parasitismo. Entretanto, comparando-se as células gigantes formadas em raízes de *P. guajava*, as células das espécies resistentes se apresentam em número, tamanho e conteúdo citoplasmático reduzidos, além de uma parede celular mais fina, sugerindo que essas células não fornecem suprimento alimentar adequado, culminando em fêmeas de menor tamanho e desfavorecendo e atrasando o desenvolvimento do patógeno (SOUSA et al., 2017; SREEKAVYA et al., 2019).

A perda de resistência se torna um problema, uma vez que a cultura da goiabeira é uma cultura de clima tropical, sujeita a elevadas temperaturas e assim genótipos resistentes poderiam ter a resistência facilmente suplantada, sendo infectados e trazendo prejuízos aos pomares. Assim, seriam necessários mais estudos sobre o comportamento de materiais resistentes em diferentes temperaturas e compreender melhor os mecanismos de resistência e a perda deste em *Psidium* spp. Além disso, fica evidente a necessidade do uso de porta-enxertos resistentes para as cultivares comerciais, sendo necessários estudos de enxertia com os materiais resistentes e seu comportamento até a produção, para evitar incompatibilidade tardia.

CONCLUSÃO

A época afeta significativamente o número de galhas, população final, fator de reprodução e índice de galhas, sendo os maiores valores obtidos na época mais quente do ano e os menores na época mais fria do ano.

O genótipo Araçá Vermelho apresenta imunidade para as variáveis número de galhas, população final, fator de reprodução e índice de galhas independente da época testada. Sendo este genótipo selecionado como promissor para cruzamentos e como possível porta-enxerto necessitando de mais estudos sobre estes assuntos para o genótipo em questão.

Os genótipos Araçá Comum e Goiaba Roxa apresentam comportamento de resistência na época fria e suscetível na época mais quente. Assim, não é aconselhável a utilização destes para cruzamentos e como porta-enxerto sem que haja mais estudos sobre a expressão da resistência e a perda da mesma.

Os genótipos Goiaba Amarela, Goiaba Branca, IAC04, Piracicaba Vermelha, Paluma, Pedro Sato, Sassaoka e Tailandesa, apresentam comportamento suscetível independente da época do ano. Estes genótipos foram selecionados como susceptíveis, sendo não adequados para utilização em cruzamentos e como porta-enxerto.

BIBLIOGRAFIA

ASHOKKUMAR, N.; POORNIMA, K.; KALAIARASAN, P. Embryogenesis, penetration and post penetration development of *Meloidogyne enterolobii* in Guava (*Psidium guajava* L.). **Annals of Plant Protection Sciences**, v. 27, n. 1, p. 140, 2019. Disponível em: <<http://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:apps&volume=27&issue=1&article=028>>.

BRAVO, Karent et al. CosIng database analysis and experimental studies to promote Latin American plant biodiversity for cosmetic use. **Industrial Crops and Products**, v. 144, n. July 2019, p. 112007, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.112007>>.

BRENNAN, Rebecca Jean Barnes et al. Biofumigation: An alternative strategy for the control of plant parasitic nematodes. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 19, n. 7, p. 1680–1690, 2020. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/S2095-3119\(19\)62817-0](http://dx.doi.org/10.1016/S2095-3119(19)62817-0)>.

BURLA, Rogério S et al. Comparação entre Níveis de Inóculo , Épocas de Avaliação e Variáveis para Seleção de *Psidium* spp . Visando à Resistência a *Meloidogyne mayaguensis*. **Nematologia Brasileira**, v. 34, n. 2, p. 82–90, 2010.

CARNEIRO, Regina M.D.G. et al. PRIMEIRO REGISTRO DE NEMATOIDE *Meloidogyne mayaguensis*. **Nematologia Brasileira Piracicaba (SP) Brasil**, v. 25(2), n. 2, p. 223–228, 2001. Disponível em: <https://nematologia.com.br/files/revnb/25_2.pdf>.

CARNEIRO, Regina M.D.G. et al. Resistance to *Meloidogyne mayaguensis* in *Psidium* spp . Accessions and their Grafting Compatibility with *P . guajava* cv . Paluma. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, n. 4, p. 281–284, 2007.

CARVALHO, Luciana Marques de et al. Mi-1-Mediated Nematode Resistance in Tomatoes is Broken by Short-Term Heat Stress but Recovers Over Time. **Journal of Nematology**, v. 47, n. 2, p. 133–140, 2015.

CASAGRANDE, Izabella Parkutz et al. Feasibility of omega bench grafting in guava tree (*Psidium guajava* L.) propagated via herbaceous stem cutting. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v. 95, n. 2, p. 229–234, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/14620316.2019.1661800>>.

CASTRO, José Mauro Da Cunha E et al. Reproduction of the guava root-knot nematode in *Psidium* accesses. **Comunicata Scientiae**, v. 8, n. 1, p. 149–154, 2017.

COOLEN, W. A.; D'HERDE, C. J. A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue. **Ghent: State Nematology and Entomology Research Station**, p. 77, 1972. Disponível em: <<https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19501100562>>.

CORREIA, Arêssa de Oliveira et al. **PRODUÇÃO E MANEJO DE CULTURAS AGRÍCOLAS DE IMPORTÂNCIA ECONÔMICA**. Maringá - Paraná: UNIEDUSUL, 2019. Disponível em: <<https://uniedusul.com.br/publicacao/producao-e-manejo-de-culturas-agricolas-de-importancia-economica/>>.

COSTA, Soniane Rodrigues da; SANTOS, Carlos Antonio Fernandes; CASTRO, Jose Mauro da Cunha e. Inheritance of resistance to *Meloidogyne enterolobii* in *Psidium guajava* x *P. guineense* hybrid. **European Journal of Plant Pathology**, v. 148, n. 2, p. 405–411, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s10658-016-1098-0>>.

DAMASCENO, Josilda Cavalcante Amorim et al. Root-knot nematode staining with artificial food dyes. **Nematoda**, v. 3, p. 1–5, 2016.

DAVIS, Baruch J. DISC ELECTROPHORESIS - II METHOD AND APPLICATION TO HUMAN SERUM PROTEINS*. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 121, n. 2, p. 404–427, 16 dez. 2006. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1111/j.1749-6632.1964.tb14213.x>>.

DE ALBUQUERQUE, Esther Maria Barros et al. Production of “peanut milk” based beverages enriched with umbu and guava pulps. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, v. 14, n. 1, p. 61–67, jan. 2015. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1658077X13000349>>.

DE SOUZA, Aline Das Graças et al. Chromosome number and nuclear DNA amount in *Psidium* spp. resistant and susceptible to *Meloidogyne enterolobii* and its relation with compatibility between rootstocks and commercial varieties of guava tree. **Plant Systematics and Evolution**, v. 301, n. 1, p. 231–237, 2015.

FILHO, Rômulo M de Moraes et al. Reaction of *Psidium guineense* and *Psidium guajava* genotypes to infection of *Meloidogyne enterolobii*. **Journal of Plant Science and Phytopathology**, n. March, p. 015–019, 2018.

GOMES, Vicente Martins et al. Guava decline: A complex disease involving *meloidogyne mayaguensis* and *fusarium solani*/. **Journal of Phytopathology**, v. 159, n. 1, p. 45–50, 2011.

GOMES, Vicente Martins et al. Inheritance of resistance to *Meloidogyne enterolobii* and individual selection in segregating populations of *Psidium* spp. **European Journal of Plant Pathology**, v. 148, n. 3, p. 699–708, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s10658-016-1128-y>>.

HAJIHASSANI, Abolfazl et al. Characterization of resistance to major tropical root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in *Solanum sisymbriifolium*. **Phytopathology**, v. 110, n. 3, p. 666–673, 2020.

HIRUDKAR, Jayshri R. et al. The antidiarrhoeal evaluation of *Psidium guajava* L. against enteropathogenic *Escherichia coli* induced infectious diarrhoea. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 251, p. 112561, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.112561>>.

HUSSEY, R. S.; BARKER, K. R. A comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp., including a new technique. *Plant Disease Reporter*. v. 57, p. 1025–1028, 1973.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal**. Acesso em: 4 jul. 2020.

IRSHAD, Zunaira et al. Guava. **Medicinal Plants of South Asia**, p. 341–354, 2020.

LOURENÇO, Andressa Mirelle Santos.; SANTOS, Carlos Antonio Fernandes.; SILVA, Jamille Cardeal. Compatibilidade de enxertia entre acessos de *Psidium* com porta-enxerta do BRS Guaraçá. p. 06, 2018.

MACAN, Giovana Prado Fortuna; CARDOSO, Jean Carlos. In vitro grafting of *Psidium guajava* in *Psidium cattleianum* for the Management of the *Meloidogyne enterolobii*. **International Journal of Fruit Science**, v. 20, n. 1, p. 106–116, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/15538362.2019.1613468>>.

MALLMANN, Luana P. et al. Comprehensive identification and quantification of unexploited phenolic compounds from red and yellow araçá (*Psidium cattleianum* Sabine) by LC-DAD-ESI-MS/MS. **Food Research International**, v. 131, p. 108978, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.108978>>.

MAQUILAN, Mary Ann D. et al. Improved Resistance to Root-knot Nematode Species in an Advanced Inbred Line of Specialty Pepper (*Capsicum annuum*). **HortScience**, p. 1–6, 2020.

MATEILLE, Thierry et al. Competitive interactions in plant-parasitic nematode communities affecting organic vegetable cropping systems. **Crop Protection**, v. 135, n. April, 2020.

MENDIBURU, Felipe de. **Statistical Procedures for Agricultural Research**. . [S.l: s.n.] , 2020

MEREGALLI, Monalise Marcante et al. Conventional and ultrasound-assisted methods for extraction of bioactive compounds from red araçá peel (*Psidium cattleianum* Sabine). **Arabian Journal of Chemistry**, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2020.04.017>>.

MIRANDA, Guilherme Bessa et al. Avaliação de acessos de *Psidium* spp. quanto à resistência a *Meloidogyne enterolobii*. p. 52–58, 2011.

OLIVEIRA, Claudio Marcelo Gonçalves de; SANTOS, Maria Amelia dos; CASTRO, Leonardo Humberto Silva e. **Diagnose de fitonematoides**. 1. ed. Campinas: Millennium, 2016.

OLIVEIRA, Patrícia Gomes de et al. Reaction of *Psidium* spp. accessions to different levels of inoculation with *Meloidogyne enterolobii*. **Revista Caatinga**, v. 32, n. 2, p. 419–428, 2019.

OOSTENBRINK, M. Major characteristics of the relation between nematodes and plants. **Mededelingen voor Landb Hoogeschool**, v. 66, p. 3–46, 1966.

ORNSTEIN, Leonard. DISC ELECTROPHORESIS-I BACKGROUND AND THEORY*. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 121, n. 2, p. 321–349, 16 dez. 2006. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1111/j.1749-6632.1964.tb14207.x>>.

PEREIRA, Elisa dos Santos et al. Characterization of araçá fruits (*Psidium cattleianum* Sabine): Phenolic composition, antioxidant activity and inhibition of α -amylase and α -glucosidase. **Food Bioscience**, v. 37, p. 100665, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100665>>.

PEREIRA, Kerly Cristina et al. Desenvolvimento de cultivares de goiabeira inoculadas com *Meloidogyne enterolobii*. **Nematropica**, v. 46, n. 1, p. 54–59, 2016.

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

REBOITA, Michelle Simões et al. ASPECTOS CLIMÁTICOS DO ESTADO DE MINAS GERAIS (CLIMATE ASPECTS IN MINAS GERAIS STATE). **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 17, 31 dez. 2015. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/41493>>.

REGMI, Homan; DESAEGER, Johan. Integrated management of root-knot nematode (*Meloidogyne* spp.) in Florida tomatoes combining host resistance and nematicides. **Crop Protection**, v. 134, n. March, p. 105170, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105170>>.

REISIG, Gabriela Niemeyer et al. Bioactive Compounds in Conventional and no Added Sugars RED strawberry Guava (*Psidium cattleianum* Sabine) Jellies1. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 38, n. 3, p. 1–7, 2016.

RIBEIRO, Rodrigo Moreira et al. Selection of interspecific *psidium* spp. Hybrids resistant to *Meloidogyne enterolobii*. **Acta Scientiarum - Agronomy**, v. 41, n. 1, p. 1–11, 2019.

RSTUDIO TEAM. **RStudio: Integrated Development for R**. PBC, Boston, MA: [s.n.]. Disponível em: <<http://www.rstudio.com/>>. , 2020

SANTOS, Carlos Antonio Fernandes Santos. Produção de mudas do BRS Guaraçá: porta-enxerto de goiabeira resistente ao nematoide-das-galhas. **Embrapa Semiárido**, 2020.

SINGH, Neetu. Emerging problem of guava decline caused by *Meloidogyne enterolobii* and *Fusarium oxysporum* f.sp. *psidii*. **Indian Phytopathology**, v. 73, n. 2, p. 373–374, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s42360-020-00198-y>>.

SOUSA, Alain Denis de Sousa et al. PENETRATION, DEVELOPMENT, AND REPRODUCTION OF *Meloidogyne enterolobii* ON *Psidium* SPECIES AND INDUCED CELLULAR RESPONSES IN THE ROOTS. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, n. 2, 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452017000200402&lng=en&tlng=en>.

SREEKAVYA, Gummadi et al. Comparative Study on Histopathological Changes caused by *Meloidogyne enterolobii* in *Psidium guajava* and *Psidium cattleianum* Guava Species. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 8, n. 05, p. 2198–2203, 2019.

TAYLOR, A. L.; SASSER, J. N. **Biology, identification and control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species)**. North Carolina: North Carolina State University Graphics, 1978. Disponível em: <<https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19780844105>>.

WILGEN, Brian W. van et al. **Biological Invasions in South Africa**. Gewerbestrasse, Switzerland: Springer Nature Switzerland AG, 2020.

ZHANG, Lei; GLEASON, Cynthia. Enhancing potato resistance against root-knot nematodes using a plant-defence elicitor delivered by bacteria. **Nature Plants**, v. 6, n. 6, p. 625–629, 2020. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1038/s41477-020-0689-0>>.