

Estado da publicação: O preprint foi submetido para publicação em um periódico

# Preservação de genótipos moderadamente resistentes ou tolerantes: uma estratégia para suplantar o declínio da goiabeira

Maurício Moisés Pereira Silva, Manoel Abilio de Queiróz, Patrícia Gomes Oliveira, Milena dos Santos Coutinho, José Mauro da Cunha e Castro

<https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.4678>

Submetido em: 2022-08-29

Postado em: 2023-08-14 (versão 2)

(AAAA-MM-DD)

Justificativa da versão: Atualização, após revisão da revista Ciência Rural

1 **Preservação de genótipos moderadamente resistentes ou tolerantes: uma estratégia para**  
2 **suplantar o declínio da goiabeira**

3 **Preservation of moderately resistant or tolerant genotypes: a strategy to overcome**  
4 **guava decline**

5 **Maurício Moisés Pereira da Silva**<sup>1\*</sup> <https://orcid.org/0000-0002-6251-327X> **José Mauro da**  
6 **Cunha e Castro**<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0003-1345-6042> **Manoel Abilio de Queiróz**<sup>1</sup>  
7 <https://orcid.org/0000-0001-9501-2343> **Milena dos Santos Coutinho**<sup>1</sup> [https://orcid.org/0000-](https://orcid.org/0000-0003-4391-530X)  
8 [0003-4391-530X](https://orcid.org/0000-0003-4391-530X) **Patrícia Gomes de Oliveira**<sup>3</sup> <http://orcid.org/0000-0002-8232-824X>

9  
10 **RESUMO**

11 Originária da América Tropical, a goiabeira (*Psidium guajava* L.) tem grande relevância para  
12 o Brasil. Contudo, o surgimento do patossistema designado como declínio da goiabeira,  
13 problema fitossanitário provocado pelo parasitismo das raízes pelo nematoide-das-galhas  
14 (*Meloidogyne enterolobii* Yang & Eisenback) em associação com fungos oportunistas, dizimou  
15 muitos pomares em todas as regiões do Brasil e em outros países. No presente estudo, propagou-  
16 se vegetativamente, por ministaquia, acessos de goiabeiras seminíferas mantendo seus  
17 genótipos preservados e reavaliando a resistência por meio dos clones de forma a comprovar  
18 ou não as reações das plantas hospedeiras. Os resultados apontam para alta virulência do  
19 parasita, bem como alta hospedabilidade da espécie *P. guajava*, além da existência de grande  
20 variação da reação entre plantas do mesmo genótipo e entre genótipos distintos, o que indica  
21 que a estratégia de preservação do germoplasma e a reavaliação da reação em clones pode ser  
22 importante na busca e seleção de germoplasma com algum grau de resistência ou características

---

<sup>1\*</sup> Universidade do Estado da Bahia – Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais, CEP: 48.900-000, Av. Edgard Chastinet, S/N, São Geraldo, Juazeiro, BA, Brasil. E-mail: mauriciomoisessh@gmail.com. Autor correspondente.

<sup>2</sup> Embrapa Semiárido, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Petrolina, PE, Brasil

<sup>3</sup> Universidade Estadual de Feira de Santana, Departamento de Ciências Biológicas Recursos Genéticos Vegetais, Feira de Santana, BA, Brasil.

1 de tolerância a *M. enterolobii*. A progênie da cv. Paluma P02R5R2 obteve a menor média de  
2 Fator de Reprodução do parasita (FR = 22,11) entre os genótipos avaliados, sendo classificada  
3 como moderadamente resistente e preservada para estudos posteriores.

4 **Palavras-chave:** variabilidade genética, cv. Paluma, fator de reprodução, miniestaquia,  
5 *Meloidogyne enterolobii*.

## 7 **ABSTRACT**

8 Originating from Tropical America, the culture of guava (*Psidium guajava* L.) has great  
9 relevance for Brazil. However, the emergence of the pathosystem designated as guava decline,  
10 a phytosanitary problem caused by root parasitism by nematodes of the species *Meloidogyne*  
11 *enterolobii* Yang & Eisenback in association with opportunistic fungi, decimated many  
12 orchards in all regions of Brazil and other countries. In this work, accessions of guava trees,  
13 originated from seeds, were vegetative propagated, by mini cuttings, keeping their genotypes  
14 preserved and reassessing the resistance by means of clones in order to verify or not the  
15 reactions of host plants. The results point to high virulence of the parasite, as well as high  
16 accommodation of the species *P. guajava*, besides the existence of great variation of the  
17 reaction between plants of the same genotype and between different genotypes, indicating that  
18 the strategy of germplasm preservation and the reassessment of the reaction in clones may be  
19 important in the search and selection of germplasm with some degree of resistance or tolerance  
20 characteristics to *M. enterolobii*. The commercial progeny of cv. Paluma P02R5R2 obtained  
21 the lowest mean parasite reproduction factor (RF = 22.11) among the genotypes evaluated,  
22 being classified as moderately resistant and preserved for further studies.

23 **Keywords:** genetic variability, cv. Paluma, reproduction factor, minicutting, *Meloidogyne*  
24 *enterolobii*.

25

## 1 INTRODUÇÃO

2 Dados do levantamento da Produção Agrícola Municipal de 2020 (IBGE, 2021) apontam  
3 que o Nordeste brasileiro tem condição de destaque como produtor de goiabas entre as demais  
4 regiões brasileiras. Com 10.605 ha, representando 48,15% da área total cultivada no país,  
5 mesmo diante dos malefícios ocasionados por *Meloidogyne enterolobii*, a goiabeira se mantém  
6 entre as frutíferas mais exploradas na região.

7 O parasita foi identificado pela primeira vez no Brasil causando danos em plantios  
8 comerciais de goiabeira no ano de 2001, nos municípios de Petrolina/PE e de Juazeiro/BA  
9 (CARNEIRO *et al.*, 2001). Uma vez detectada a presença do nematoide, o período de vida útil  
10 do pomar é reduzido drasticamente (SILVA *et al.*, 2014), levando à morte das plantas em função  
11 da maior ou menor infestação do solo (CASTRO, 2019).

12 Inicialmente, *M. enterolobii* foi considerado o único responsável pelo definhamento das  
13 goiabeiras infectadas. Mais tarde, Gomes *et al.* (2011) comprovaram que havia interação com  
14 *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. na deterioração radicular. Desde então, o declínio da goiabeira  
15 passou a ser tratado como uma doença complexa, decorrente da ação conjunta desses dois  
16 patógenos. Estudos recentes reclassificaram a etiologia do agente causal associado com o  
17 declínio da goiabeira ao fungo *Neocosmospora falciformis* (Carrión) L. Lombard & Crous em  
18 vez de *F. solani* (VELOSO *et al.*, 2020).

19 Em 2019, a Embrapa Semiárido lançou o porta-enxerto resistente BRS Guaraçá, cultivar  
20 resultante da hibridação por cruzamento único entre o acesso Gual61PE de goiabeira (*P.*  
21 *guajava* L.) com o acesso Ara138RR de araçá (*Psidium guineense* Sw.) (CASTRO, 2019). A  
22 cultivar BRS Guaraçá é hoje a única opção de porta-enxerto resistente e compatível com as  
23 variedades comerciais de goiabeira para se contrapor à infestação pelo nematoide na cultura.

24 Muitas pesquisas continuam focadas na busca por porta-enxertos resistentes ao  
25 nematoide, pois essa alternativa detém os danos físicos causados pelo parasita às raízes, que

1 são a porta de entrada para a infecção fúngica (CASTRO, 2019). Prospecções constantes, tanto  
2 com a cultura da goiabeira como para outras culturas que também têm demonstrado  
3 suscetibilidade a *M. enterolobii*, vêm sendo realizadas e apontam resultados promissores. Os  
4 indivíduos estudados apresentam variabilidade no fator de reprodução (FR), sendo que os  
5 menores valores encontrados para esta variável podem indicar resistência ao patógeno (COSTA  
6 FILHO *et al.*, 2018; MIRANDA *et al.*, 2012; OLIVEIRA *et al.*, 2019).

7 Ocorre que o processo de avaliação do fator de reprodução em experimentos para estudo  
8 do patógeno em plantas é destrutivo. Assim, por mais que algum genótipo se apresente como  
9 fonte de resistência, não se tem a sua progênie para reavaliar e comprovar a sua eficácia contra  
10 o nematoide e, posteriormente, até ser utilizada como porta-enxerto de goiabeiras comerciais  
11 (OLIVEIRA *et al.*, 2019). Logo, faz-se necessário lançar mão de metodologias voltadas para a  
12 propagação e manutenção de plantas dessas progênies que se mostrarem resistentes/tolerantes,  
13 com preservação da parte aérea.

14 A miniestaquia desponta como uma prática capaz de contribuir em trabalhos de  
15 melhoramento de plantas, pois consiste na utilização de brotações obtidas de mudas  
16 provenientes de sementes ou de estacas, aproveitando o seu potencial juvenil e hormonal, para  
17 a indução do enraizamento e formação rápida de clones vigorosos (ALFENAS *et al.*, 2004;  
18 FERRIANI *et al.*, 2010). Esta técnica pode ser empregada na propagação de goiabeiras, sendo  
19 considerada vantajosa para programas de melhoramento voltados à seleção de genótipos  
20 resistentes a pragas e doenças (MARINHO *et al.*, 2009).

21 O intuito deste trabalho foi propagar, por miniestaquia, acessos de goiabeiras seminíferas  
22 em avaliação quanto a resistência à meloidoginose, preservando os genótipos e permitindo a  
23 reavaliação da resistência e observação da tolerância dos clones, de forma a comprovar ou não  
24 as reações aferidas anteriormente. Esta técnica poderá ser uma ferramenta importante para a  
25 manutenção de recursos genéticos de goiabeira com potencial para suplantarem o declínio da

1 goiabeira e a utilização posterior desses genótipos em trabalhos de melhoramento, seja para a  
2 seleção de porta-enxertos resistentes ou ainda para a seleção de plantas com características  
3 comerciais desejáveis.

4

## 5 MATERIAL E MÉTODOS

6 Os trabalhos foram desenvolvidos em casa de vegetação, entre março de 2021 a janeiro  
7 de 2022, no Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais da Universidade do Estado da  
8 Bahia, *Campus* III, situado no município de Juazeiro - BA (Latitude 9°25'10.67"S, Longitude  
9 40°29'8.24"O e altitude 368m), inserido na região mais seca do país, cuja classificação  
10 climática de Köppen é **BSh**, ou seja, semiárido, com temperatura média anual >18°C, com  
11 precipitação anual média inferior a 800mm (ALVARES *et al.*, 2013).

12 O material seminífero utilizado para produção das plantas-mães pertence ao Banco de  
13 Germoplasma de *Psidium* spp. da Universidade do Estado da Bahia (UNEB), armazenados em  
14 câmara fria a 10 °C e 40% de umidade relativa na Embrapa Semiárido.

15 Plantas-mães classificadas com fatores de reprodução médios muito baixos (entre 1,2 e  
16 2,69), e ainda uma planta da cv. Paluma considerada padrão de suscetibilidade (com FR =  
17 231,75) foram selecionadas e propagadas por miniestaquia, para compor o minijardim clonal  
18 (Figura 1). A propagação foi realizada em casa de vegetação coberta com tela de sombreamento  
19 preta (50% de inibição da radiação solar), com sistema de irrigação por nebulizações  
20 intermitentes, programado para acionamento com duração de 10 segundos e intervalos de três  
21 minutos.

22 A partir dos oito acessos selecionados (Figura 1), foram produzidas 15 mudas por  
23 miniestaquia, pois algumas matrizes forneceram mais de uma miniestaca, e todas as mudas  
24 oriundas desses acessos foram preservadas. Logo, alguns tratamentos apesar de avaliados  
25 separadamente, como uma fonte de variação distinta, tem sua gênese na mesma planta-mãe.

1 Estas mudas, 125 dias após a propagação (DAP) por miniestaquia, foram transplantadas  
2 para vasos de 12 litros e conduzidas com o objetivo de que suas brotações pudessem ser  
3 extraídas para nova multiplicação por miniestaquia seriada em câmara de nebulização,  
4 fornecendo, cada uma, ao menos seis miniestacas de subcultivo para originar um novo lote de  
5 mudas, conforme representação esquemática (Figura 1), para a inoculação com *M. enterolobii*  
6 e verificação da preservação ou não do fator de reprodução nos genótipos selecionados.

7 Após 70 dias do início do segundo ciclo propagativo, as mudas jovens foram repicadas  
8 para sacos plásticos próprios para mudas, preenchidos com 1,05 kg de substrato comercial,  
9 depositado na parte inferior do recipiente e, sobre este, 4,2 kg de solo arenoso autoclavado até  
10 cerca de 5 cm da borda de cada recipiente.

11 Para se obter o inóculo de *M. enterolobii*, foram coletadas raízes de goiabeiras parasitadas  
12 em uma área com plantas remanescentes após a erradicação do pomar, localizada no Projeto  
13 Salitre, município de Juazeiro - BA (Latitude 9°32'16.74"S, Longitude 40°37'15.03"O e  
14 Altitude: 379,43m). A identificação da espécie foi confirmada por meio da revelação do perfil  
15 da isoenzima esterase En4 (Rm: 0,73; 0,80; 0,90; 0,97), característico de *M. enterolobii*  
16 (ALFENAS *et al.*, 1991; SANTOS *et al.*, 2020)

17 O material coletado foi processado para a extração dos ovos e juvenis de segundo estágio  
18 (J2) utilizando uma solução de hipoclorito de sódio a 0,5%, servindo-se de um liquidificador  
19 em vez da agitação manual, seguida de centrifugação e flotação, de acordo com a associação  
20 dos métodos de BONETI & FERRAZ (1981) e COOLEN & D'HERDE (1972) descritos por  
21 MACHADO *et al.* (2019).

22 A suspensão de inóculo foi submetida à contagem e calibração, utilizando microscópio  
23 óptico e placa de Peters ajustando-se a concentração aproximada para 600 ovos + J2 por mL.  
24 Na sequência, as mudas foram inoculadas com 3 mL da suspensão, distribuídos em alíquotas  
25 de 1 mL, com uma pipeta graduada, em três pequenos furos próximos ao colo da planta.

1           Aos 135 DAI (dias após a inoculação), melhor época para aferir a infecção conforme  
2   relataram BURLA *et al.* (2010), realizou-se, em laboratório, a avaliação destrutiva do sistema  
3   radicular com observação das seguintes variáveis: altura da parte aérea (APA), comprimento  
4   da maior raiz (CMR), massa da matéria fresca da parte aérea (MMFPA), massa da matéria  
5   fresca de raiz (MMFR), massa da matéria fresca total da planta (MFTP), razão entre raiz e parte  
6   aérea (R: R/PA - dada pela divisão entre a MMFR e a MMFPA), índice de galhas (IG),  
7   População final (PF), População final por grama de raiz (PF/gR) e Fator de Reprodução (FR).

8           Novamente, empregaram-se os métodos de extração de BONETI & FERRAZ (1981) e  
9   de COOLEN & D'HERDE (1972), onde a suspensão contendo ovos + J2 referente a cada planta  
10   foi armazenada em um coletor individual identificado, sucedida da contagem aproximada da  
11   população final total composta por ovos + J2 presente no sistema radicular de cada unidade  
12   experimental.

13           Para a avaliação quanto ao índice de galhas (IG), aplicou-se a escala de notas que variam  
14   de 0 a 5, onde 0: sem galhas, 1: 1-2 galhas, 2: 3-10 galhas, 3: 11-30 galhas, 4: 31-100 galhas,  
15   5: > 100 galhas por sistema radicular (TAYLOR & SASSER, 1978). O FR foi calculado  
16   aplicando-se a fórmula  $FR = \text{população final (PF)} / \text{população inicial (PI)}$  (OOSTENBRINK,  
17   1966).

18           Para a classificação da resistência, utilizou-se o sistema proposto por Moura & Régis  
19   (1987), considerando a redução do fator de reprodução (RFR) por tratamento, expressa em  
20   porcentagem, em que RFR = 0 a 25%: altamente suscetível (AS); RFR = 26% a 50%: suscetível  
21   (S); RFR = 51% a 75%: pouco resistente (PR); RFR = 76% a 95%: moderadamente resistente  
22   (MR); RFR: 96% a 99% resistente (R); e, RFR = 100%: altamente resistente (AR) ou imune  
23   (I).

24           O delineamento experimental empregado foi o inteiramente casualizado (DIC),  
25   constituído por 15 tratamentos (plantas da 1ª propagação) e seis repetições (mudas da 2ª

1 propagação). Para as análises estatísticas, os dados das variáveis MMFPA, MMFR, MMFTP,  
2 R: R/PA, PF e FR precisaram ser transformadas extraíndo-se a  $\sqrt{x}$  e para a variável PF/gRa  
3 extraiu-se a  $\sqrt[4]{x}$ , pretendendo o atendimento dos pressupostos de normalidade,  
4 homoscedasticidade e homogeneidade para, em seguida, serem submetidos à análise de  
5 variância (ANOVA). Para as análises utilizou-se o software SISVAR e as médias foram  
6 agrupadas pelo teste de Scott - Knott a 5% ( $p < 0,05$ )

7 As plantas do minijardim clonal continuaram sendo manejadas com o intuito de  
8 fornecerem material propagativo para estudos posteriores.

9

## 10 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

11 O processo de propagação vegetativa a partir das plantas preservadas no minijardim  
12 clonal utilizando miniestacas (clones-netos) foi bem-sucedido. Os propágulos, sob nebulização  
13 intermitente, proporcionaram 100% de pegamento e, aos 23 DAP (dias após a propagação), foi  
14 possível visualizar o início do enraizamento.

15 A partir de 105 DAI, algumas plantas expressaram sintomas de clorose, queda de folhas,  
16 bem como murcha dos ponteiros e das folhas jovens nos horários mais quentes do dia. Quando  
17 algumas raízes externaram em pontos do recipiente plástico, a partir da 18ª semana após o  
18 parasitismo, foi possível verificar a presença de galhas pequenas e discretas, indicando a  
19 viabilidade do inóculo e que os nematoides haviam provocado a hiperplasia em células do  
20 sistema radicular.

21 Na avaliação realizada aos 135 DAI, as variações das médias dos dados morfométricos -  
22 CMR, MMFPA, MMFR e MMFTP - não foram significativas estatisticamente. Já para as  
23 características APA e R: R/PA, houve contrastes significativos, uma vez que o teste de Scott -  
24 Knott a 5% de significância, distinguiu os genótipos em dois subgrupos para ambas as variáveis  
25 (Tabela 1).

1 No tocante à APA, o grupo com maiores alturas de plantas apresentou valores que  
2 variaram de 96,90cm a 120,23cm e o grupo com plantas de menores alturas teve valores que  
3 variaram de 70,83cm a 93,55cm. O tratamento A08R4R4 obteve a maior média no primeiro  
4 grupo (120,23cm). Quanto à variável R: R/PA, apesar da separação em dois subgrupos, apenas  
5 três tratamentos se destacaram neste critério (G03FR1R1, A08R4R4 e P06R4R2) e, entre estes,  
6 sobressalta-se o desempenho do tratamento G03FR1R1 com média de 0,94, ou seja, a biomassa  
7 dos sistemas radiculares se aproxima muito da biomassa da parte aérea das plantas.

8 Pode-se, assim, levantar a hipótese de que estes acessos regem a absorção de água e a  
9 atividade fotossintética com maior proporcionalidade e que esta qualidade é positiva e desejável  
10 para um genótipo que, sob estresses e danos bióticos em seu sistema radicular, responde com  
11 maior emissão e crescimento de brotos e raízes em busca de compensar as perdas.

12 Nenhum tratamento da população da *cv.* Paluma avaliada, neste ensaio, obteve índice de  
13 fator de reprodução para confirmação de resistência ( $FR < 1$ ) ou imunidade ( $FR = 0$ ) de acordo  
14 com a classificação habitual (OOSTENBRINK, 1966), o que corrobora com os resultados de  
15 outros trabalhos que apontam a espécie *Psidium guajava* como suscetível ao *M. enterolobii*  
16 (BIAZATTI *et al.*, 2016; CARNEIRO *et al.*, 2012; CASTRO *et al.*, 2012; MIRANDA *et al.*,  
17 2012).Inclusive, nos acessos de goiabeiras nativas avaliados neste ensaio, em ambos os casos  
18 observou-se importante variação no FR do parasita com moderada resistência identificada.  
19 Desta forma, adotou-se a classificação adaptada por MOURA & RÉGIS (1987) para a  
20 ordenação da hospedabilidade (Tabela 2).

21 As menores médias de PF (39.812) e de FR (22,11) foram verificadas numa progênie da  
22 *cv.* Paluma (P02R5R2), com diferenças estatísticas significativas ( $p < 0,05$ ) detectadas pela  
23 ANOVA. Esta progênie se destacou das demais no terceiro grupo de médias pelo teste de Scott  
24 e Knott (Tabela 3). A variação foi constatada tanto entre os tratamentos, como também dentro  
25 dos grupos de clones com origem na mesma minicepa e naqueles originados da mesma mãe-

1 seminífera, ou seja, do mesmo genótipo. Esta observação é relevante, pois embora exista o  
2 consenso de que o mesmo genótipo propagado vegetativamente produza descendentes idênticos  
3 a si, estudos como o de DALAGNOL (2010) indicam que a propagação vegetativa  
4 convencional, empregada no presente trabalho, dá origem a variações epigenéticas que alteram  
5 o fenótipo devido à ocorrência de metilação do DNA. Observando-se cuidadosamente a Tabela  
6 2, verifica-se que para quatro acessos (A08R1, A08R4, P02R5 e P06R4) se utilizou de duas a  
7 quatro miniestacas na propagação vegetativa convencional, as quais foram avaliadas quanto à  
8 reação ao nematoide *M. enterolobii* e entre as plantas de um mesmo grupo de miniestacas  
9 retiradas de uma mesma planta foram encontradas médias em diferentes grupos determinados  
10 pelo teste de Scott - Knott ( $p < 0,05$ ) para PF, PF/gR e FR. Isso ocorreu nos acessos A08R1,  
11 P02R5 e P06R4. Para o acesso A08R4, embora não tenha havido diferenças significativas para  
12 as três variáveis, houve uma grande mudança na RFR, indo de 0,00 a 43,21% e quando se  
13 considera o conjunto de dados referentes a essa característica nos quatro acessos, a variação foi  
14 de 0,00 a 93,42% (Tabela 2). Os dados demonstram de forma inequívoca a ocorrência de  
15 variação epigenética na expressão das quatro variáveis.

16 Estes resultados se assemelham aos relatados por MIRANDA *et al.* (2010), que avaliando  
17 métodos para seleção de genótipos de *Psidium* spp. resistentes a *M. enterolobii* verificaram  
18 coeficientes de variação entre 25 e 171% entre plantas do mesmo acesso propagado  
19 vegetativamente, inclusive com indivíduos de goiabeiras silvestres apresentando FR baixos (0,4  
20 - 2,6).

21 Os genótipos reavaliados neste ensaio, propagados por miniestaquia, tiveram suas  
22 plantas-mães seminíferas classificadas em estudo precedente como resistentes ou com baixa  
23 reprodução do nematoide (FR entre 0,08 e 2,69). Pode-se, então, ponderar que os inóculos das  
24 populações coletadas em localidades distintas (Casa Nova – BA e Juazeiro – BA,  
25 respectivamente) possuam variabilidades na fisiologia ou na forma de ação dos parasitas,

1 contudo, não foram realizados testes de patogenicidade para se comprovar tal hipótese.

2 Outro fator relevante a se considerar é que as matrizes seminíferas possuíam sistemas  
3 radiculares pouco desenvolvidos, com baixas massas de matéria fresca no momento da  
4 avaliação, o que limita significativamente a infecção e multiplicação do parasita. Porém, os  
5 clones obtidos por propagação vegetativa produziram raízes abundantes, em forma de cabeleira,  
6 o que facilitou a infecção e potencializou a reprodução do nematoide. Mesmo assim, materiais  
7 com médias do FR consideradas altas reduziram significativamente o valor em relação ao  
8 padrão de suscetibilidade. Neste trabalho, observa-se uma redução no FR que variou de 75,09%  
9 a 93,42% (Tabela 2). Logo, essas progênies, classificadas como moderadamente resistentes,  
10 não devem ser desprezadas.

11 Entendimento semelhante, sugerindo mais estudos, foi relatado por FREITAS *et al.*  
12 (2014), ao avaliar a resistência de acessos de *Psidium* spp. da Embrapa Recursos Genéticos e  
13 Biotecnologia (anteriormente CENARGEN) ao nematoide-das-galhas. Segundo os autores,  
14 entre 44 acessos de *P. guajava* testados, apenas o acesso um, de goiabeira silvestre, apresentou  
15 FR = 22,9 enquanto o maior FR entre os acessos da espécie foi de 943,4.

16 Interessante ainda observar que, neste estudo, a reação da infecção nos dois grupos de  
17 plantas com gênese na progênie P06R4, classificada anteriormente como padrão de  
18 suscetibilidade (FR = 231,75), reduziram a PF nos clones-netos em 41,89% e 73,37%, em média  
19 (Tabela 2).

20 Achados como o de CAVALCANTI JUNIOR *et al.* (2020) com acessos de goiabeira com  
21 FR = 1,43 (HU-RJ-G01) e FR = 1,69 (PAU-CM-G03) indicam que há variabilidade na reação  
22 ao nematoide com possibilidade de se encontrar fontes de resistência em goiabeira. Há,  
23 portanto, a necessidade de pesquisas que contemplem a interação entre as diferentes fontes de  
24 inóculo e genótipos de goiabeira com grau de resistência moderado, levando-se em conta  
25 aspectos de resistências qualitativa e quantitativa, visando a explicar quais fatores levaram este

1 material genético vegetal a ser mais resistente que os demais examinados. É plausível que se  
2 adote uma estratégia para preservar plantas com baixo FR para estudos mais aprofundados, com  
3 intuito de revelar os fatores que governam as interações entre *M. enterolobii* e a goiabeira, seu  
4 hospedeiro e, assim, permitir o desenvolvimento de porta-enxertos ou cultivares menos  
5 vulneráveis ou tolerantes, inclusive, que gerem opções ao produtor.

6 A opção de preservar a planta matriz que permanece sendo cultivada em vasos com  
7 substrato esterilizado, enquanto sua prole, multiplicada por miniestaquia, é inoculada com o  
8 parasita para ser avaliada quanto à resistência, conforme proposto neste ensaio, mostra-se como  
9 um método alternativo viável que pode ser empregado em pesquisas com genótipos de  
10 goiabeira.

11 A identificação de acessos de goiabeiras resistentes, com capacidade de transmissão desse  
12 atributo genético, permanece como uma meta aspirada. Uma descoberta dessa magnitude,  
13 poderia resolver a questão da incompatibilidade entre plantas de espécies distintas do gênero  
14 *Psidium* ou híbridos interespecíficos com as variedades comerciais, tendo, na miniestaquia,  
15 uma aliada tanto na pesquisa voltada ao melhoramento, quanto na multiplicação do material,  
16 de forma a colocar esta tecnologia à disposição dos agricultores e promover a ampliação da área  
17 atualmente cultivada.

18

## 19 **CONCLUSÕES**

20 A progênie de Paluma P02R5R2 apresentou importante grau de resistência em relação  
21 aos demais tratamentos da mesma cultivar (FR = 22,11, ou seja, 1.518% menor quando  
22 comparado ao maior valor de FR = 290,26, registrado em P03R8R1), revelando potencial  
23 fenotípico diferenciado por se tratar de *P. guajava* comercial, reconhecidamente suscetível, mas  
24 compatível como porta-enxerto.

25 A mudança nas reações dos mesmos genótipos inoculados com nematoides de fontes

1 distintas sugerem a necessidade de estudos sobre a variabilidade na forma de ação do parasita  
2 e que as diferenças observadas em miniestacas retiradas de uma mesma planta-mãe indicam a  
3 ocorrência de variação epigenética na expressão de diversas variáveis avaliadas, inclusive no  
4 fator de reprodução.

5

## 6 **AGRADECIMENTOS**

7 Os autores agradecem ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia com área de  
8 concentração em Horticultura Irrigada da Universidade do Estado da Bahia e ao Instituto  
9 Nacional de Colonização e Reforma Agrária.

10

## 11 **DECLARAÇÃO DE CONFLITO DE INTERESSES**

12 Os autores declaram não haver conflito de interesses.

13

## 14 **CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES**

15 O artigo foi extraído da dissertação de mestrado do primeiro autor, sendo o segundo autor  
16 seu orientador. Todos os autores contribuíram na concepção da pesquisa, atividades de campo  
17 e de laboratório e revisaram criticamente o manuscrito, aprovando a versão final.

18

## 19 **REFERÊNCIAS**

20 ALFENAS, A.C.; PETERS, I.; BRUNE, W.; PASSADOR, G.C. Eletroforese de proteínas e  
21 isoenzimas de fungos e essências florestais Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1991,  
22 242p.

23 ALFENAS, A. C.; ZAUZA, E. A. V.; MAFIA, R. G.; ASSIS, T.F. de. Clonagem e doenças do  
24 eucalipto Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2004. 442p.

25 ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK,

- 1 G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, [S.L.], v. 22,  
2 n. 6, p. 711-728, 1 dez. 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.  
3 Acesso em: 14 fev. 2022.
- 4 BIAZATTI, M. A.; SOUZA, R. M.; MARINHO, C. S.; GUILHERME, D. O.; CAMPOS, G.  
5 S.; GOMES, V. M.; BREMENKAMP, C. A. Resistência de genótipos de araçazeiros a  
6 *Meloidogyne enterolobii*. **Ciência Rural**, v. 46, n. 3, p. 418-420, mar. 2016. Disponível em:  
7 <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20140488>. Acesso em: 11 fev. 2022.
- 8 BONETI, J. I. S.; FERRAZ, S. Modificações do método de Hussey & Barker para extração de  
9 ovos de *Meloidogyne exigua* em raízes de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 6, p.  
10 553, 1981.
- 11 BURLA, R.S.; SOUZA, R.M.; GOMES, V.M.; CORRÊA, F.M. Comparação entre níveis de  
12 inóculo, épocas de avaliação e variáveis para seleção de *Psidium* spp. visando à resistência a  
13 *Meloidogyne mayaguensis*. **Nematologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 34, n. 2, p. 82-90, 2010.  
14 Disponível em: [https://nematologia.com.br/files/revnb/34\\_2.pdf#page=10](https://nematologia.com.br/files/revnb/34_2.pdf#page=10). Acesso em: 02 set.  
15 2021.
- 16 CARNEIRO, R. M. D. G.; MOREIRA, W. A.; ALMEIDA, M. R. A.; GOMES, A. C. M. M.  
17 Primeiro registro de *Meloidogyne mayaguensis* em goiabeira no Brasil. **Nematologia**  
18 **Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 2, p. 223-228, 2001.
- 19 CARNEIRO, R.M.D.G.; FREITAS, V.M. de; MATTOS, J.K.; CASTRO, J.M.C.; GOMES,  
20 C.B.; CARNEIRO, R.G. Major guava nematodes and control prospects using resistance on  
21 *Psidium* spp. and non-host crops. **Acta Horticulturae**, 959, p. 41-49. set. 2012. Disponível em:  
22 <http://dx.doi.org/10.17660/actahortic.2012.959.4>.
- 23 CASTRO, J. M. C.; SANTOS, C. A. F.; FLORI, J. E.; SIQUEIRA, S. V. C.; NOVAES, P. A.  
24 R.; LIMA, R. G. Reaction of *Psidium* accessions to the *Meloidogyne enterolobii* root-knot  
25 nematode. **Acta Horticulturae**, 959, p. 51-57. 2012.

- 1 CASTRO, J. M. C. *Meloidogyne enterolobii* e sua evolução nos cultivos brasileiros. **Embrapa**  
2 **Semiárido - Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, 40, p. 41-48. 2019.
- 3 COOLEN, W. A.; D'HERDE, C. J. A method for the quantitative extraction of nematodes from  
4 plant tissue. Ghent. State Nematology and Entomology Research Station, 1972, 77p.
- 5 COSTA FILHO, J. H.; QUEIROZ, M. A.; CASTRO, J. M. C.; FONTES, L. O.; PRESTON, H.  
6 F.; SANTOS, T. S.; CARVALHO, N. F. O.; SILVA, S. C. A.; SANTOS, M. F.; CANDIDO,  
7 D. Reaction of watermelon accessions to *Meloidogyne enterolobii*. **African Journal of**  
8 **Agricultural Research**, v. 13(37), p. 1948-1953, 2018.
- 9 CAVALCANTI JUNIOR, E.A.; MORAES FILHO, R.M.; ROSSITER, J.G.A.;  
10 MONTARROYOS, A.V.V.; MUSSER, R.S.; MARTINS, L.S.S. Reaction of genotypes of the  
11 genus *Psidium* spp. to *Meloidogyne enterolobii*. **Summa Phytopathologica**, v. 46, n. 4, p.333-  
12 339, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0100-5405/193123>. Acesso em: 03 de set.  
13 2021.
- 14 DALAGNOL G. L. Caracterização da variação genética e epigenética em plantas de macieira  
15 e morangueiro obtidas por meio de propagação vegetativa convencional e micropropagação.  
16 2010. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010. 156 p.  
17 Disponível em <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/93857>. Acesso em: 21 jun.  
18 2023.
- 19 FERRIANI, A. P.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; WENDLING, I. Miniestaquia aplicada a  
20 espécies florestais. **Revista Agro@mbiente On-Line**, [S.L.], v. 4, n. 2, p. 102-109, dez. 2010.  
21 Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/877219/1/APIIvar.pdf>.  
22 Acesso em: 11 fev. 2022.
- 23 FREITAS, V.M.; CORREA, V.R.; MOTTA, F.C.; SOUSA, M.G.; GOMES, A.C.M.M.;  
24 CARNEIRO, M.D.G.; SILVA, D.B; MATTOS, J.K.; NICOLE, M.; CARNEIRO, R.M.D.G.  
25 Resistant accessions of wild *Psidium* spp. to *Meloidogyne enterolobii* and histological

- 1 characterization of resistance. **Plant Pathology**, v. 63, p. 738-746. 2014. Disponível  
2 em: <https://doi.org/10.1111/ppa.12149>. Acesso em 03 de set. 2021.
- 3 GOMES, V.M.; SOUZA, R. M.; MUSSI-DIAS, V.; SILVEIRA, S. F. D.; DOLINSKI, C.  
4 Guava decline: a complex disease involving *Meloidogyne mayaguensis* and *Fusarium solani*.  
5 **Journal of Phytopathology**, Berlin, v.159, n. 1, p. 45-50, 2011.
- 6 IBGE. Produção Agrícola Municipal. SIDRA, 2021. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/>  
7 Acesso em: 15 fev. 2022.
- 8 MACHADO, A. C. Z.; SILVA, S. A.; FERRAZ, L. C. C. B. (Org.) Métodos em Nematologia  
9 Agrícola. 1. ed. Piracicaba. Sociedade Brasileira de Nematologia, 2019. 184 p. E- book.  
10 Disponível em: <http://nematologia.com.br/files/livros/book5.pdf>. Acesso em 28 de março de  
11 2022.
- 12 MARINHO, C. S.; MILHEM, L. M. A.; ALTOÉ, J. A.; BARROSO, D. G.; POMMER, C. V.  
13 Propagação da goiabeira por miniestaquia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.  
14 31(2), p. 607-611, 2009.
- 15 MIRANDA, G. B.; SOUZA, R. M.; GOMES, V. M.; VIANA, A.P. Assessment of methods  
16 and criteria for screening *Psidium* spp. for resistance to *Meloidogyne enterolobii*. **Nematologia**  
17 **Brasileira**, Piracicaba, v. 34(4), p. 211-219, 2010. Disponível em:  
18 [https://nematologia.com.br/files/revnb/34\\_4.pdf#page=25](https://nematologia.com.br/files/revnb/34_4.pdf#page=25). Acesso em: 14 de mar. 2022.
- 19 MIRANDA, G. B.; SOUZA, R. M.; GOMES, V. M.; FERREIRA, T. F.; ALMEIDA, A. M.  
20 Avaliação de acessos de *Psidium* spp. quanto à resistência a *Meloidogyne enterolobii*.  
21 **Bragantia**, Campinas, v. 71(1), p. 52-58, 2012.
- 22 MOURA, R. M.; RÉGIS, E. M. O. Reações de cultivares de feijoeiro comum (*Phaseolus*  
23 *vulgaris*) em relação ao parasitismo de *Meloidogyne javanica* e *M. incognita* (Nematoda:  
24 Heteroderidae). **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 11, p. 215-225, 1987.
- 25 OLIVEIRA, P. G.; QUEIRÓZ, M. A.; CASTRO, J.M.C.; RIBEIRO, J.M.; OLIVEIRA, R. S.;

- 1 SILVA, M. J. L. Reaction of *Psidium* spp. accessions to different levels of inoculation with  
2 *Meloidogyne enterolobii*. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 32(2), p. 419-428, 2019.
- 3 OOSTENBRINK, M. Major characteristics of the relation between nematodes and plants. 1966.
- 4 SANTOS, J. L.; MOURA, N.; SOUZA, F.; CASTRO, J. M. C.; CAPUCHO, A. *Meloidogyne*  
5 species in acerola tree in Sub-middle of São Francisco River Valley. **Revista de Ciências**  
6 **Agrárias**, Brasil, v. 43(3), p. 333-342, 6 nov. 2020. <http://dx.doi.org/10.19084/RCA.20946>.
- 7 SILVA, J. C. P.; TERRA, W. C.; FREIRE, E. S.; CAMPOS, V. P.; CASTRO, J. M. C. Aspectos  
8 gerais e manejo de *Meloidogyne enterolobii*. In: FREITAS, A. S.; DORNELAS, G. A.; SILVA  
9 J. C. P.; SALUM, L. A.; PEDOROSO, L. A.; FARIA, M. R.; PAULA, P. V. A. A.; MARTINS,  
10 S. A. (Org.). Sanidade de raízes. 1ª ed. São Carlos: Suprema Gráfica e Editora, p. 59-78. 2014.
- 11 TAYLOR, A. L.; SASSER, J. N. Biology, identification and control of root-knot nematodes  
12 (*Meloidogyne* spp.). **North Carolina State University Graphics**, Raleigh, p.111, 1978.  
13 Disponível em: [https://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/PNAAK809.pdf](https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNAAK809.pdf). Acesso em 10 out. 2021.
- 14 VELOSO, J. S.; CÂMARA, M. P. S.; SOUZA, R. M. Guava decline: updating its etiology from  
15 ‘*Fusarium solani*’ to *Neocosmospora falciformis*. **European Journal of Plant Pathology**, v.  
16 159, n. 2, p. 455–460, 2020.

17

18

19

20

21

22

23

24

25

1 Tabela 1. Médias de parâmetros biométricos mensurados aos 135 dias após a inoculação.

<b>Tratamento</b>	<b>APA</b>	<b>CMR</b>	<b>MMFPA</b>	<b>MMFR</b>	<b>MMFTP</b>	<b>R: R/PA</b>
A08R1R1	116,03 a	49,83	182,06	112,36	294,42	0,63 b
A08R1R2	109,77 a	53,77	202,36	106,47	308,82	0,52 b
A08R4R1	100,32 a	57,05	145,66	98,48	244,14	0,68 b
A08R4R2	87,38 b	52,32	160,55	105,18	265,72	0,64 b
A08R4R3	96,90 a	45,67	169,76	101,12	270,88	0,61 b
A08R4R4	120,23 a	57,00	178,74	152,00	330,74	0,86 a
A31R1R1	70,83 b	52,25	86,25	59,33	145,58	0,71 b
GO3FR1R1	85,60 b	49,07	139,25	125,18	264,43	0,94 a
GO3FR7R1	79,38 b	53,23	138,50	109,69	248,20	0,72 b
P02R5R1	85,17 b	50,92	134,17	96,07	230,24	0,68 b
P02R5R2	72,65 b	44,32	107,86	58,31	166,17	0,49 b
P02R5R3	105,20 a	51,00	153,71	99,47	253,18	0,66 b
P03R8R1	93,55 b	51,97	129,73	71,27	201,00	0,53 b
P06R4R1	116,45 a	55,02	141,20	82,05	223,24	0,58 b
P06R4R2	113,62 a	47,90	148,07	121,77	269,84	0,79 a
CV (%)	23,61	14,49	20,54	27,50	22,35	15,08
Fcal	3,08*	1,47 <sup>NS</sup>	1,55 <sup>NS</sup>	1,46 <sup>NS</sup>	1,41 <sup>NS</sup>	2,51*

2 Médias de seis repetições por tratamento. Variáveis: altura de parte aérea em cm (APA),  
3 comprimento de maior raiz em cm (CMR), massa da matéria fresca de parte aérea em g  
4 (MMFPA), massa da matéria fresca de raiz em g (MMFR) e massa da matéria fresca total da  
5 planta em g (MMFTP) e razão entre massa fresca de raiz e massa fresca de parte aérea (R:  
6 R/PA).

7 Valores seguidos de mesma letra minúscula, nas colunas, apresentam grupo de médias que não  
8 são diferentes ao nível de significância de 5% pelo teste de Scott e Knott.

9 \*significativo a 1%, <sup>NS</sup> (não significativo).

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

1 Tabela 2. Reação ao *M. enterolobii* dos genótipos de goiabeira (*P. guajava* L.) propagados por  
 2 miniestaquia, avaliados aos 135 DAI com 1.800 ovos +J2/planta em casa de vegetação, onde  
 3 FR = PF/1800.

Tratamento	MMFR <sup>1</sup>	IG	PF <sup>1,2</sup>	PF/gR <sup>1,2</sup>	FR <sup>1,2</sup>	RFR <sup>3</sup>	C <sup>4</sup>
A08R4R2*	105,18	4,83	604.492 a	6.991,04 a	335,82 a	00,00	AS
P03R8R1	71,27	5	522.468 a	8.481,66 a	290,26 a	13,57	AS
A08R4R4	152,00	5	515.257 a	3.523,82 a	286,25 a	14,76	AS
A08R1R1	112,36	4,83	486.273 a	4.919,52 a	270,15 a	19,56	AS
P02R5R3	99,47	5	433.038 a	4.796,53 a	240,57 a	28,36	S
A08R4R1	98,48	5	408.707 a	4.153,68 a	227,06 a	32,39	S
A31R1R1	59,33	5	398.448 a	7.074,92 a	221,36 a	34,08	S
P06R4R1	82,05	5	351.278 a	4.870,44 a	195,15 a	41,89	S
A08R4R3	101,12	4,83	343.275 a	5.457,88 a	190,70 a	43,21	S
A08R1R2	106,47	5	215.928 b	2.054,19 b	119,96 b	64,28	PR
P06R4R2	121,77	5	160.992 b	1.741,41 b	89,44 b	73,37	PR
P02R5R1	96,07	5	150.597 b	1.614,14 b	83,66 b	75,09	MR
GO3FR1R1	141,85	4,83	144.975 b	1.928,66 b	80,54 b	76,02	MR
GO3FR7R1	109,69	5	136.242 b	1.922,04 b	75,69 b	77,46	MR
P02R5R2**	58,31	5	39.812 c	789,04 b	22,11 c	93,42	MR
CV (%)			25,63	16,67	25,63		
Fcal			9,06	6,23	9,06		

4 <sup>1</sup>Valores das médias de seis repetições (dados biológicos – originais). MMFR = Massa de  
 5 matéria fresca de raiz; índice de galhas (IG), PF = População final, PF/gR = População final  
 6 por grama de raiz (PF/MMFR), FR = Fator de reprodução (PF/PI) - onde PI = população inicial  
 7 composta por 1.800 ovos e J2, RFR = redução do fator de reprodução em relação ao padrão de  
 8 susceptibilidade expressa em %, C = Classificação, CV = Coeficiente de variação e Fcal = F  
 9 calculado.

10 <sup>2</sup> Valores seguidos de mesma letra minúscula, nas colunas, representam médias que não são  
 11 diferentes entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Scott e Knott.

12 <sup>3</sup>Calculado pela fórmula RFR = [(FR do padrão de suscetibilidade – FR do tratamento) / FR do  
 13 padrão de suscetibilidade] x 100

14 <sup>4</sup>Classificação: 0 a 25% - altamente suscetível (AS); = 26 a 50% - suscetível (S); = 51 a 75% -  
 15 pouco resistente (PR); = 76 a 95% - moderadamente resistente (MR); = 96 a 99% - resistente  
 16 (R) e = 100% - altamente resistente (AR) ou imune (I) (MOURA & RÉGIS, 1987)

17





1 Figura 2 – Planta com folhas cloróticas (P02R5R3 – clone 2) (A); Planta com melhor aspecto  
2 nutricional (P02R5R2 – clone 4); (B) Raízes adventícias bem desenvolvidas, formando  
3 cabeleira, com muitos pelos absorventes e sem galhas aparentes (G03FR1R1 – clone 2) (C);  
4 Raízes grossas sem pelos absorventes e com muitas galhas (A31R1R1 – clone 3) (D).  
5

## Este preprint foi submetido sob as seguintes condições:

- Os autores declaram que estão cientes que são os únicos responsáveis pelo conteúdo do preprint e que o depósito no SciELO Preprints não significa nenhum compromisso de parte do SciELO, exceto sua preservação e disseminação.
- Os autores declaram que os necessários Termos de Consentimento Livre e Esclarecido de participantes ou pacientes na pesquisa foram obtidos e estão descritos no manuscrito, quando aplicável.
- Os autores declaram que a elaboração do manuscrito seguiu as normas éticas de comunicação científica.
- Os autores declaram que os dados, aplicativos e outros conteúdos subjacentes ao manuscrito estão referenciados.
- O manuscrito depositado está no formato PDF.
- Os autores declaram que a pesquisa que deu origem ao manuscrito seguiu as boas práticas éticas e que as necessárias aprovações de comitês de ética de pesquisa, quando aplicável, estão descritas no manuscrito.
- Os autores declaram que uma vez que um manuscrito é postado no servidor SciELO Preprints, o mesmo só poderá ser retirado mediante pedido à Secretaria Editorial do SciELO Preprints, que afixará um aviso de retratação no seu lugar.
- Os autores concordam que o manuscrito aprovado será disponibilizado sob licença [Creative Commons CC-BY](#).
- O autor submissor declara que as contribuições de todos os autores e declaração de conflito de interesses estão incluídas de maneira explícita e em seções específicas do manuscrito.
- Os autores declaram que o manuscrito não foi depositado e/ou disponibilizado previamente em outro servidor de preprints ou publicado em um periódico.
- Caso o manuscrito esteja em processo de avaliação ou sendo preparado para publicação mas ainda não publicado por um periódico, os autores declaram que receberam autorização do periódico para realizar este depósito.
- O autor submissor declara que todos os autores do manuscrito concordam com a submissão ao SciELO Preprints.