

Estado da publicação: Não informado pelo autor submissor

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

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

Submetido em: 2022-08-29

Postado em: 2022-08-31 (versão 1)

(AAAA-MM-DD)

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**^{1*} <https://orcid.org/0000-0002-6251-327X> **Manoel Abilio**

6 **de Queiróz**¹ <https://orcid.org/0000-0001-9501-2343> **Milena dos Santos Coutinho**¹

7 <https://orcid.org/0000-0003-4391-530X> **Patrícia Gomes de Oliveira**² [8 \[0002-8232-824X\]\(http://orcid.org/0000-0002-8232-824X\)](http://orcid.org/0000-</p></div><div data-bbox=)

9 **RESUMO**

10 Originária da América Tropical, a cultura da goiabeira (*Psidium guajava* L.) tem grande
11 relevância para o Brasil. Contudo, surgimento do patossistema designado como declínio da
12 goiabeira, problema fitossanitário provocado pelo parasitismo das raízes por nematoides da
13 espécie *Meloidogyne enterolobii* Yang & Eisenback em associação com fungos oportunistas,
14 dizimou muitos pomares em todas as regiões do Brasil e em outros países. No presente estudo,
15 propagou-se vegetativamente, por miniestaquia, acessos de goiabeiras seminíferas mantendo
16 seus genótipos preservados e reavaliando a resistência por meio dos clones de forma a
17 comprovar ou não as reações das plantas hospedeiras. Os resultados apontam para alta
18 virulência do parasita, bem como alta hospedabilidade da espécie *P. guajava*, além da existência
19 de grande variação da reação entre plantas do mesmo genótipo e entre genótipos distintos, o
20 que indica que a estratégia de preservação do germoplasma e a reavaliação da reação em clones
21 pode ser importante na busca e seleção de germoplasma com algum grau de resistência ou
22 características de tolerância ao *M. enterolobii*. A progênie da cv. Paluma P02R5R2 obteve a

^{1*} 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.

² Universidade Estadual de Feira de Santana, Departamento de Ciências Biológicas Recursos Genéticos Vegetais, Feira de Santana, BA, Brasil.

1 menor média de Fator de Reprodução do parasita (FR = 22,11) entre os genótipos avaliados,
2 sendo classificada como moderadamente resistente e preservada para estudos posteriores.

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

5 **ABSTRACT**

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

21 **Keywords:** genetic variability, cv. Paluma, reproduction factor, minicutting, *Meloidogyne*
22 *enterolobii*.

23 **INTRODUÇÃO**

24 Dados do levantamento da Produção Agrícola Municipal de 2020 (IBGE, 2021), apontam
25 que o Nordeste brasileiro tem condição de destaque como produtor de goiabas entre as demais

1 regiões brasileiras com 10.605 ha, representando 48,15% da área total cultivada no país, mesmo
2 diante dos malefícios ocasionados pelo nematoide da espécie *Meloidogyne enterolobii*,
3 mantendo-se entre as frutíferas mais exploradas na região.

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

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

15 Em 2019 a Embrapa Semiárido lançou o porta-enxerto resistente BRS Guaraçá, cultivar
16 resultante da hibridação por cruzamento único entre o acesso Gua161PE de goiabeira (*P.*
17 *guajava* L.) com o acesso Ara138RR de araçá (*Psidium guineense* Sw.) (CASTRO, 2019). O
18 BRS Guaraçá é hoje a única opção de porta-enxerto resistente e compatível com as variedades
19 comerciais de goiabeira para se contrapor à infestação pelo nematoide na cultura, o que pode
20 gerar insegurança para os produtores, pois é possível que, com o decorrer dos anos, o parasita
21 possa suplantar a resistência e se tornar ainda mais agressivo.

22 Muitas pesquisas continuam focadas na busca por porta-enxertos resistentes ao
23 nematoide, pois essa alternativa detém os danos físicos causados pelo parasita às raízes, que
24 são a porta de entrada para a infecção fúngica (CASTRO, 2019). Prospecções constantes, tanto
25 com a cultura da goiabeira como para outras culturas que também têm demonstrado

1 suscetibilidade ao *M. enterolobii*, vêm sendo realizadas e apontam resultados promissores, onde
2 indivíduos estudados apresentam variabilidade no fator de reprodução (FR), com sua inibição,
3 o que pode indicar resistência (COSTA FILHO *et al.*, 2018; MIRANDA *et al.*, 2012;
4 OLIVEIRA *et al.*, 2019).

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

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

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

1 seleção de porta-enxertos resistentes ou ainda para a seleção de plantas com características
2 comerciais desejáveis.

3 MATERIAL E MÉTODOS

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

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

13 As plantas-mães classificadas por OLIVEIRA (2021)² como resistentes ($FR \leq 1$) ou com
14 fatores de reprodução médios muito baixos (entre 1,2 a 2,69), e ainda uma planta da cv. Paluma
15 considerada padrão de suscetibilidade (com $FR = 231,75$) foram selecionadas e propagadas por
16 miniestaquia, para compor o minijardim clonal (Tabela 1). A propagação foi realizada em casa
17 de vegetação coberta com tela de sombreamento preta (50% de inibição da radiação solar), com
18 sistema de nebulização intermitente programadas com duração de 10 segundos e intervalos de
19 três minutos.

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

24 Estas mudas, 125 dias após a propagação (DAP) por miniestaquia, foram transplantadas

² Dados não publicados

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

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

10 Para se obter o inóculo de *M. enterolobii* foram coletadas raízes de goiabeiras parasitadas
11 em uma área com plantas remanescentes após a erradicação do pomar, localizada no Projeto
12 Salitre (Latitude 9°32'16.74"S, Longitude 40°37'15.03"O e Altitude: 379,43m).

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

18 O extrato foi submetido a contagem e calibração, utilizando microscópio óptico e placa
19 de Peters ajustando-se a concentração aproximada para 600 ovos + J2 por mL. Na sequência,
20 as mudas foram inoculadas com 3 mL da solução extraída com utilização de uma pipeta
21 graduada, fazendo-se três pequenos furos próximos ao colo da planta e depositando em cada 1
22 mL do inóculo.

23 Aos 135 DAI (dias após a inoculação), melhor época para aferir a infecção conforme
24 relataram BURLA *et al.* (2010), realizou-se em laboratório a avaliação destrutiva do sistema
25 radicular com observação das seguintes variáveis: altura da parte aérea (APA), comprimento

1 da maior raiz (CR), massa da parte aérea (MPA), massa fresca de raiz (MFR), massa fresca
2 total da planta (MFTP), razão entre raiz e parte aérea (R: R/PA - dada pela divisão entre a massa
3 fresca de raiz e massa fresca de parte aérea), índice de galhas (IG), População final (PF),
4 População final por grama de raiz (PF/gR) e Fator de Reprodução (FR).

5 Novamente empregou-se os métodos de extração de BONETTI E FERRAZ (1981) e de
6 COOLEN & D'HERDE (1972), sendo que, desta vez, o extrato contendo ovos + J2 referente a
7 cada planta foi armazenado em um coletor individual identificado, sucedida da contagem
8 aproximada da população final total composta por ovos + J2 presente no sistema radicular de
9 cada unidade experimental.

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

14 Para classificação da resistência utilizou-se o sistema proposto por MOURA e RÉGIS
15 (1987), considerando a redução do fator de reprodução (RFR) por tratamento, expressa em
16 porcentagem, em que RFR = 0-25%: altamente suscetível (AS); RFR = 26% a 50%: suscetível
17 (S); RFR = 51% a 75%: pouco resistente (PR); RFR = 76% a 95%: moderadamente resistente
18 (MR); RFR > 95%: resistente ou altamente resistente (R); e, RFR = 100%: altamente resistente
19 (AR) ou imune (I).

20 O delineamento experimental empregado foi o inteiramente casualizado (DIC), e
21 constituído por 15 tratamentos e seis repetições. Para as análises estatísticas os dados das
22 variáveis MFPA, MFR, MFTP, R: R/PA, PF e FR precisaram ser transformadas extraindo-se a
23 \sqrt{x} e $\sqrt[4]{x}$ para a variável PF/gR (população final por grama de raiz), pretendendo o atendimento
24 dos pressupostos para em seguida serem submetidos à análise de variância (ANOVA). As
25 análises foram feitas usando o software SISVAR e as médias foram agrupadas pelo teste de

1 Scott e Knott a 5% ($p < 0,05$)

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

4 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

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

9 Por ocasião da inoculação as mudas permaneciam com aspecto saudável e
10 desenvolvimento satisfatório e mesmo depois de inoculadas, mantinham crescimento rápido e
11 ausência de sintomas característicos da infecção sendo necessário retirá-las das bancadas,
12 depositando-as sobre blocos de cerâmica aos 48 dias após inoculação (DAI), para permitir a
13 continuidade do manejo cultural.

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

20 Na avaliação realizada aos 135 DAI as variações das médias dos dados morfométricos -
21 CMR, MFPA, MFR e MFTP - não foram significativas estatisticamente. Já para as
22 características: APA e R: R/PA, houve contrastes significativos, uma vez que o teste de Scott e
23 Knott a 5% de significância, distinguiu os genótipos em dois subgrupos para ambas variáveis
24 (Tabela 2).

25 No tocante a APA, o grupo com maiores alturas de plantas apresentaram um intervalo de

1 valores indo de 96,90cm - 120,23cm e o outro de menores médias de altura variando de 70,83cm
2 - 93,55cm. O tratamento A08R4R4 obteve a maior média, em valor absoluto, no primeiro grupo
3 (120,23cm). Quanto à variável R: R/PA, apesar da separação em dois subgrupos, apenas três
4 tratamentos se destacaram neste critério (G03FR1R1, novamente o A08R4R4 e P06R4R2) e,
5 entre estes, sobressalta-se o desempenho do tratamento G03FR1R1 com média de 0,94, ou
6 seja, a biomassa dos sistemas radiculares se aproxima muito da biomassa da parte aérea das
7 plantas. O alto desempenho morfométrico destes acessos para as variáveis APA e R: R/PA pode
8 indicar a tolerância dessas progênies em relação ao parasita, pois as mesmas continuaram
9 evoluindo vegetativamente apesar da infecção.

10 Segundo TRUDGILL (1991), a tolerância corresponde à aptidão de um genótipo
11 hospedeiro infectado de manter-se em equilíbrio, suprimindo os efeitos desfavoráveis ou
12 mesmo se recuperando do ataque do agente fitopatológico, sem que os danos comprometam a
13 sua produção, sendo uma característica do genótipo que independe da resistência.

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

18 Nenhum tratamento ou indivíduo da população avaliada neste ensaio obteve índice de
19 fator de reprodução para confirmação de resistência ($FR < 1$) ou imunidade ($FR = 0$) de acordo
20 com a classificação habitual (OOSTENBRINK, 1966), o que corrobora com os resultados de
21 outros trabalhos que apontam a espécie *Psidium guajava* e, de forma particular, a cv. Paluma,
22 como suscetível ao *Meloidogyne enterolobii* (BIAZATTI *et al.*, 2016; CARNEIRO *et al.*, 2012;
23 CASTRO *et al.*, 2012; MIRANDA *et al.*, 2012) apesar da importante variação no FR do parasita
24 nos acessos e plantas avaliados, inclusive com moderada resistência identificada. Desta forma,
25 visando explorar melhor os dados, adotou-se a classificação adaptada por MOURA e REGIS

1 (1987) para a ordenação da hospedabilidade (Tabela 3).

2 As menores médias de PF (39.812) e FR (22,11) foram verificadas numa progênie da cv.
3 Paluma (P02R5R2), com diferenças estatísticas significativas ($p < 0,05$) detectadas pela
4 ANOVA e destacada das demais no terceiro grupo pelo teste de Scott & Knott (Tabela 3). A
5 variação foi constatada tanto entre os tratamentos, como também dentro dos grupos de clones
6 com origem na mesma minicepa e naqueles originados da mesma mãe-seminífera, ou seja, do
7 mesmo genótipo. Esta observação é relevante, pois embora exista o consenso de que o mesmo
8 genótipo propagado vegetativamente produza descendentes idênticos a si, fatores bióticos e
9 abióticos podem causar estresses nas plantas, interferindo na forma em que vão manifestar as
10 respostas, de modo individual ou generalizada, impedindo-as de alcançarem o seu potencial
11 genético integralmente (TAIZ *et al.*, 2017).

12 Estes resultados se assemelham aos relatados por MIRANDA *et al.* (2010), que avaliando
13 métodos para seleção de genótipos de *Psidium* spp. resistentes a *M. enterolobii* verificaram um
14 coeficiente de variação entre 25 a 171% entre plantas do mesmo acesso propagado
15 vegetativamente, inclusive com indivíduos de goiabeiras silvestres apresentando FR baixos (0,4
16 - 2,6), contrastando com outros elementos inter-genótipo com $FR > 1$, e conseqüentemente, na
17 média (11,2 – 44,1), considerados suscetíveis.

18 Como os genótipos reavaliados neste ensaio, propagados por miniestaquia, tiveram suas
19 plantas-mães seminíferas classificadas em estudo precedente como resistentes ou com baixos
20 níveis de reprodução do nematoide (FR entre 0,08 e 2,69), a partir da avaliação dos sistemas
21 radiculares, há de se ponderar que existam variabilidades genótípicas nos parasitas, por se tratar
22 de fontes de inóculos coletadas em localidades distintas para as duas pesquisas (Casa Nova –
23 BA e Juazeiro – BA, respectivamente), sendo o último mais virulento/agressivo. Interessante
24 ainda observar que a reação da infecção nos dois grupos de plantas com gênese na progênie
25 P06R4, classificada anteriormente como padrão de suscetibilidade (FR = 231,75), reduziram a

1 PF nos clones-netos em 43,21% e 73,37%, em média (Tabela 3).

2 Mesmo materiais com médias do FR consideradas altas, mas que reduziram
3 significativamente o valor em relação ao padrão de suscetibilidade, como o caso identificado
4 neste trabalho, onde se observa uma redução da reação variando entre 75,09% até 93,42%,
5 (Tabela 3), demonstram que essas progênes, classificadas como moderadamente resistentes,
6 não devem ser desprezadas. Achados como o de CAVALCANTI JUNIOR *et al.* (2020) com
7 acessos de goiabeira com FR = 1,43 (HU-RJ-G01) e FR = 1,69 (PAU-CM-G03) corroboraram
8 com esta suposição.

9 Entendimento semelhante, sugerindo mais estudos, foi relatado por FREITAS *et al.*
10 (2014), ao avaliar a resistência de acessos de *Psidium* spp. do Centro Nacional de Recursos
11 Genéticos (CENARGEN) ao nematoide de galhas, quando entre 44 acessos da espécie *Psidium*
12 *guajava* testados, apenas o acesso um, de goiabeira silvestre, apresentou FR = 22,9 enquanto o
13 maior FR entre os acessos da espécie foi de 943,4.

14 Há, portanto, a necessidade de pesquisas que contemplem a interação entre as diferentes
15 fontes de inóculo e genótipos de goiabeira com grau de resistência moderado, levando-se em
16 conta aspectos de resistências qualitativa e quantitativa, visando explicar quais fatores levaram
17 este material genético vegetal a ser mais resistente que os demais examinados. É plausível que
18 se adote uma estratégia para preservar plantas com baixo FR para estudos mais aprofundados,
19 com intuito de revelar os fatores que governam as interações entre *M. enterolobii* e a goiabeira,
20 seu hospedeiro e, assim, permitir o desenvolvimento de porta-enxertos ou cultivares menos
21 vulneráveis ou tolerantes, inclusive gerando a oportunidade de opções ao produtor.

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

1 goiabeira.

2 A identificação de acessos de goiabeiras resistentes, com capacidade de transmissão desse
3 atributo genético, permanece como uma meta aspirada. Uma descoberta dessa magnitude,
4 poderia resolver a questão da incompatibilidade entre plantas do gênero *Psidium* spp. ou
5 híbridos interespecíficos com as variedades comerciais, tendo na miniestaquia uma aliada tanto
6 na pesquisa voltada ao melhoramento, quanto na multiplicação do material, de forma a colocar
7 esta tecnologia à disposição dos agricultores e promover a ampliação da área atualmente
8 cultivada.

9 **CONCLUSÕES**

10 A progênie de Paluma P02R5R2 apresentou importante grau de resistência em relação
11 aos demais tratamentos (FR = 22,11), revelando potencial diferenciado por se tratar de *P.*
12 *guajava* comercial, reconhecidamente suscetível.

13 A mudança nas reações dos mesmos genótipos inoculados com nematoides de fontes
14 distintas sugerem a necessidade de estudos sobre a variabilidade do parasita e ainda que as
15 progênies classificadas com moderada resistência devam ser consideradas como genótipos de
16 interesse para aprofundamento das pesquisas.

17 **AGRADECIMENTOS**

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

21 **DECLARAÇÃO DE CONFLITO DE INTERESSES**

22 Os autores declaram não haver conflito de interesses.

23 **CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES**

24 O artigo foi extraído da dissertação de mestrado do primeiro autor, sendo o segundo autor
25 seu orientador. Todos os autores contribuíram na concepção da pesquisa, atividades de campo

1 e de laboratório e revisaram criticamente o manuscrito, aprovando a versão final.

2

3

4 **REFERÊNCIAS**

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

7 ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK,
8 G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, [S.L.], v. 22,
9 n. 6, p. 711-728, 1 dez. 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.
10 Acesso em: 14 fev. 2022.

11 BIAZATTI, M. A.; SOUZA, R. M.; MARINHO, C. S.; GUILHERME, D. O.; CAMPOS, G.
12 S.; GOMES, V. M.; BREMENKAMP, C. A. Resistência de genótipos de araçazeiros a
13 *Meloidogyne enterolobii*. **Ciência Rural**, v. 46, n. 3, p. 418-420, mar. 2016. Disponível em:
14 <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20140488>. Acesso em: 11 fev. 2022.

15 BONETTI, J.I.S.; FERRAZ, S. Modificações do método de Hussey e Barker para extração de
16 ovos de *Meloidogyne exigua* em raízes de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.6,
17 p.553,1981.

18 BURLA, R.S.; SOUZA, R.M.; GOMES, V.M.; CORRÊA, F.M. Comparação entre níveis de
19 inóculo, épocas de avaliação e variáveis para seleção de *Psidium* spp. visando à resistência a
20 *Meloidogyne mayaguensis*. **Nematologia Brasileira**, Brasília, DF, v.34, n.2, p.82-90, 2010.
21 Disponível em: https://nematologia.com.br/files/revnb/34_2.pdf#page=10. Acesso em: 02 set.
22 2021.

23 CARNEIRO, R. M. D. G.; MOREIRA, W. A.; ALMEIDA, M. R. A.; GOMES, A. C. M. M.
24 Primeiro Registro de *Meloidogyne mayaguensis* em Goiabeira no Brasil. **Nematologia**
25 **Brasileira**, Brasília, v. 25(2), p. 223-228, 2001.

- 1 CARNEIRO, R. M. D. G; ALMEIDA M. R. A., COFCEWICZ E.T. MAGUNACELAYA,
2 CASTRO, J.M.C., SANTOS, C. A. F., FLORI, J. E., SIQUEIRA, S. V. C., NOVAES, P. A. R.;
- 3 LIMA, R. G. 2012. Major guava nematodes and control prospects using resistance on *Psidium*
4 spp. and non-host crops. **Acta Horticulturae**, 959, p. 41-49. 2012.
- 5 CASTRO, J. M. C.; SANTOS, C. A. F.; FLORI, J. E.; SIQUEIRA, S. V. C.; NOVAES, P. A.
6 R.; LIMA, R. G. Reaction of *Psidium* accessions to the *Meloidogyne enterolobii* root-knot
7 nematode. **Acta Horticulturae**, 959, p. 51-57. 2012.
- 8 CASTRO, J. M. C. *Meloidogyne enterolobii* e sua evolução nos cultivos brasileiros. **Embrapa**
9 **Semiárido - Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, 40, p. 41-48. 2019.
- 10 COOLEN, W. A.; D'HERDE, C.J. A method for the quantitative extraction of nematodes from
11 plant tissue. Ghent. State Nematology and Entomology Research Station, 1972, 77p.
- 12 COSTA FILHO, J. H.; QUEIROZ, M. A.; CASTRO, J. M. C.; FONTES, L. O.; PRESTON, H.
13 F.; SANTOS, T. S.; CARVALHO, N. F. O.; SILVA, S. C. A.; SANTOS, M. F.; CANDIDO,
14 D. Reaction of watermelon accessions to *Meloidogyne enterolobii*. **African Journal of**
15 **Agricultural Research**, v. 13(37), p. 1948-1953, 2018.
- 16 CAVALCANTI JUNIOR, E.A.; MORAES FILHO, R.M.; ROSSITER, J.G.A.;
- 17 MONTARROYOS, A.V.V.; MUSSER, R.S.; MARTINS, L.S.S. Reaction of genotypes of the
18 genus *Psidium* spp. to *Meloidogyne enterolobii*. **Summa Phytopathologica**, v.46, n.4, p.333-
19 339, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0100-5405/193123>. Acesso em: 03 de set.
20 2021.
- 21 FERRIANI, A. P.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; WENDLING, I. Miniestaquia aplicada a
22 espécies florestais. **Revista Agro@mbiente On-Line**, [S.L.], v. 4, n. 2, p. 102-109, dez. 2010.
23 Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/877219/1/APIIvar.pdf>.
24 Acesso em: 11 fev. 2022.
- 25 FREITAS, V.M.; CORREA, V.R.; MOTTA, F.C.; SOUSA, M.G.; GOMES, A.C.M.M.;

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

- 1 Heteroderidae). **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.11, p.215-225, 1987.
- 2 OLIVEIRA, P. G.; QUEIRÓZ, M. A.; CASTRO, J.M.C.; RIBEIRO, J.M.; OLIVEIRA, R. S.;
- 3 SILVA, M. J. L. Reaction of *Psidium* spp. accessions to different levels of inoculation with
- 4 *Meloidogyne enterolobii*. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 32(2), p. 419-428, 2019.
- 5 OOSTENBRINK, M. Major characteristics of the relation between nematodes and plants. 1966.
- 6 SASSER, J. N.; CARTER, C. C.; HARTMAN, K. M. **Standardization of host suitability**
- 7 **studies and reporting of resistance to root-knot nematodes**. Raleigh: North Caroline State
- 8 University Graphics, 1984. 7 p.
- 9 SILVA, J. C. P.; TERRA, W. C.; FREIRE, E. S.; CAMPOS, V. P.; CASTRO, J. M. C. Aspectos
- 10 gerais e manejo de *Meloidogyne enterolobii*. In: SILVA, J. C. P. D. **Sanidade de raízes**. Lavras:
- 11 Universidade Federal de Lavras, 2014. p. 59-77.
- 12 TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**.
- 13 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.
- 14 TAYLOR, A. L.; SASSER, J. N. Biology, identification and control of root-knot nematodes
- 15 (*Meloidogyne* spp.). **North Carolina State University Graphics**, Raleigh, p.111, 1978.
- 16 Disponível em: https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNAAK809.pdf. Acesso em 10 out. 2021.
- 17 TRUDGILL, D. L. Resistance to and tolerance of plant parasitic nematodes in plants. **Annual**
- 18 **Review of Phytopathology**, v. 29, p. 167-192, 1991.
- 19 VELOSO, J. S.; CÂMARA, M. P. S.; SOUZA, R. M. Guava decline: updating its etiology from
- 20 ‘*Fusarium solani*’ to *Neocosmospora falciformis*. **European Journal of Plant Pathology**, v.
- 21 159, n. 2, p. 455–460, 2020.

22

23

24

25

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20

Tabela 1. Reação dos acessos de goiabeira (*P. guajava* L.) de origem semínifera selecionados, cultivados em casa de vegetação na EMBRAPA Semiárido, avaliados aos 135 dias após inoculação de 4000 ovos + J2/planta de *M. enterolobii*.

Acesso	Repetição	Nº de clones	UF de origem	CR	MFR	PF	FR
A08	1	2	MG	33,00	33,00	320	0,08
A08	4	4	MG	30,40	17,00	1.400	0,35
A31	1	1	MG	31,20	3,75	1.692	0,4
GO3F	1	1	PE	37,20	7,28	2.484	0,6
GO3F	7	1	PE	22,20	5,39	4.800	1,2
P02	5	3	BA	24,69	35,00	8.480	2,12
P03	8	1	BA	13,84	34,50	10.760	2,69
P06*	4	2	BA	20,28	29,88	927.000	231,75

*Padrão de suscetibilidade. CR = comprimento de maior raiz (cm), MFR - massa fresca de raiz (g), PF - população final (ovos+J2) e FR - Fator de Reprodução (FR = PF/4000). Fonte: OLIVEIRA, 2021 (dados não publicados)
UF – Unidade da Federação, MG – Minas Gerais, PE – Pernambuco e BA- Bahia.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19

Tabela 2. Médias de parâmetros biométricos mensurados aos 135 dias após a inoculação.

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

Médias de seis repetições por tratamento. Variáveis: altura de parte aérea em cm (APA), comprimento de maior raiz em cm (CMR), massa fresca de parte aérea em g (MFPA), massa fresca de raiz em g (MFR) e massa total da planta em g (MFTP) e razão entre massa fresca de raiz e massa fresca de parte aérea (R: R/PA).

Valores seguidos de mesma letra minúscula, nas colunas, apresentam grupo de médias que não são diferentes ao nível de significância de 5% pelo teste de Scott e Knott, *significativo a 1%, ^{NS} (não significativo).

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

Tratamento	MFR ¹	IG	PF ^{1, 2}	PF/gR ^{1, 2}	FR ^{1, 2}	RFR ³	C ⁴
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		

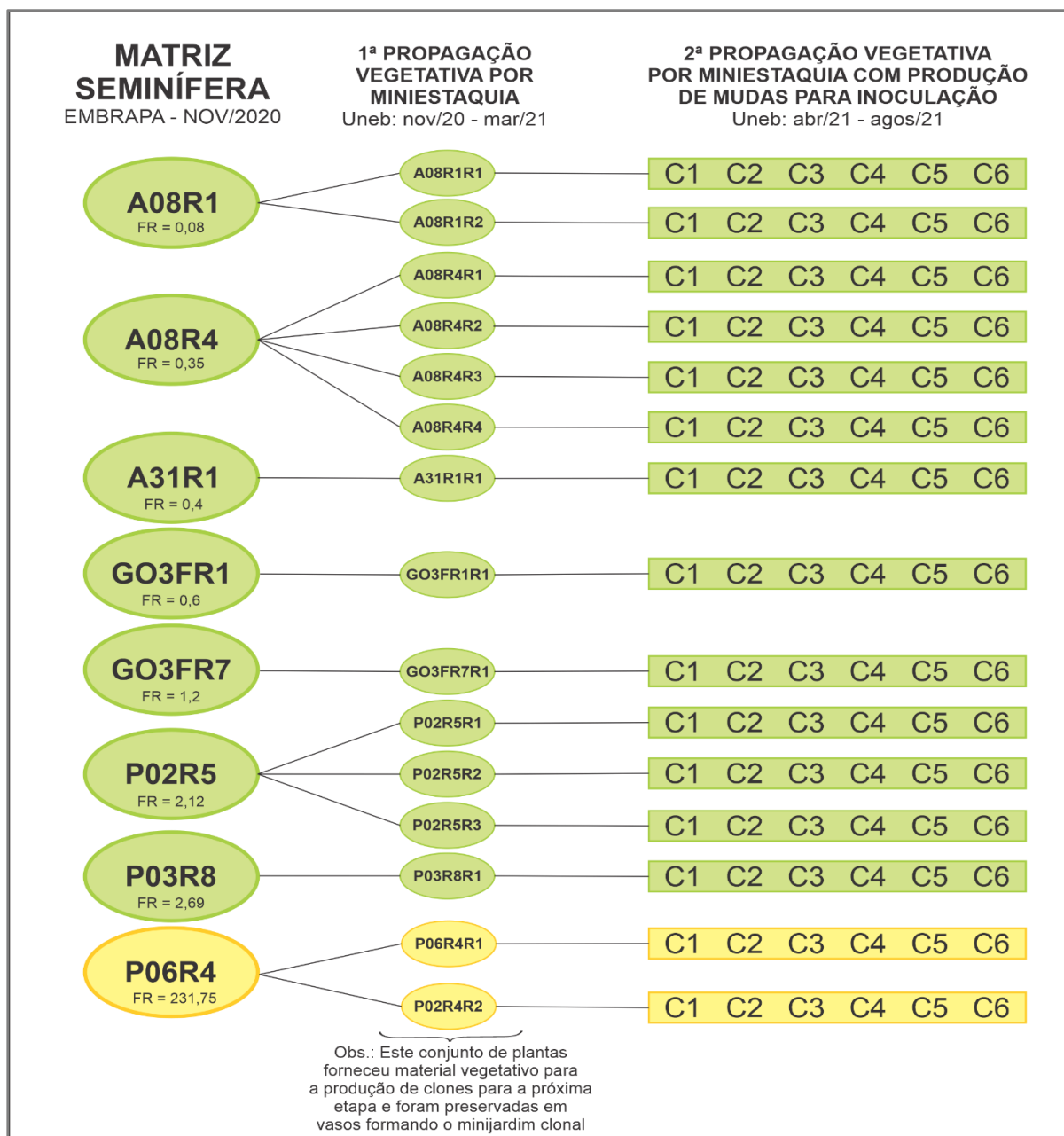
7 ¹Valores das médias de seis repetições (dados biológicos – originais). MFR = Massa fresca de raiz; índice de
8 galhas (IG), PF = População final, PF/gR = População final por grama de raiz (PF/MFR), FR = Fator de reprodução
9 (PF/PI) - onde PI = população inicial composta por 1.800 ovos e J2, RFR =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

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

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

17 ²Valores seguidos de mesma letra minúscula, nas colunas, representam médias que não são diferentes entre si ao
18 nível de 5% de significância pelo teste de Scott e Knott.

19 * Padrão de suscetibilidade (PS). ** Padrão de resistência (PR).



1
2 Figura 1 - Representação esquemática obedecida na propagação vegetativa por miniestaquia dos genótipos de goiabeira com indicação de resistência ou padrão de suscetibilidade.

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.