

## ABORDAGEM DA REAÇÃO DO CRESCIMENTO DE GOIABEIRAS INFECTADAS POR *Meloidogyne enterolobii*

Séphora Neves da Silva<sup>1</sup>, Inorbert de Melo Lima<sup>2</sup>, Gustavo Alvarez Santos<sup>1</sup>, Matheus Alves Silva<sup>1</sup>, Adésio Ferreira<sup>1</sup>, Marcia Flores da Silva Ferreira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Espírito Santo – Centro de Ciências Agrárias/Departamento de Produção Vegetal, Alto Universitário S/N – CX Postal 16, CEP: 29.500.000 – Alegre – ES, Brasil, [sephorans@gmail.com](mailto:sephorans@gmail.com), [gustavoccaufes@gmail.com](mailto:gustavoccaufes@gmail.com), [alvesmatheuss21@gmail.com](mailto:alvesmatheuss21@gmail.com), [adesioferreira@gmail.com](mailto:adesioferreira@gmail.com), [mfloressf@gmail.com](mailto:mfloressf@gmail.com)

<sup>2</sup>Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER), Rodovia BR 101 Norte – Km 151 – CX Postal 62, CEP: 29900-970 – Linhares – ES, Brasil, [inorbert@incaper.es.gov.br](mailto:inorbert@incaper.es.gov.br)

**Resumo-** A meloidoginose da goiabeira, causada por *Meloidogyne enterolobii*, é atualmente o principal problema fitossanitário da cultura, podendo causar queda de produtividade e morte das plantas. Assim, o objetivo deste trabalho foi verificar o comportamento do crescimento das mudas de goiabeiras infectadas com *Meloidogyne enterolobii* sob diferentes análises de dados. Plantas de 28 genótipos espontâneos de goiabeiras foram inoculadas com 5 mL de suspensão, contendo 1000 ovos e juvenis de segundo estágio (J2) por mL, 155 dias após serem semeadas. Transcorridos 180 dias após serem inoculadas, foram avaliados o comprimento da raiz e da parte aérea das mesmas. O experimento foi organizado em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições. Os genótipos apresentaram aproximadamente 41 cm de comprimento de raiz e 45 cm de parte aérea. Também foi observada uma correlação negativa para o comprimento da raiz e da parte aérea com o grau de infecção. *M. enterolobii* influência no crescimento de mudas de goiabeira e as diferentes análises dos dados utilizadas são eficientes para verificar da influência.

**Palavras-chave:** *Psidium guajava* L., nematoide de galha, avaliação.

**Área do Conhecimento:** Engenharia Agrônoma

### Introdução

A goiabeira, *Psidium guajava* L., produz fruto que é uma excelente fonte de vitaminas A, B e C, cálcio, zinco, fósforo e ferro (SINGH, 2005). Além disso, os frutos, folhas, flores, caule, raízes e casca são usados medicinalmente (GUTIERREZ, 2008; KAMATH et al., 2008). Essas características unidas aos baixos custos de cultivo apresentam grande importância econômica em várias regiões de países tropicais e subtropicais do mundo (RODRIGUEZ et al., 2010).

O Brasil é um dos maiores produtores de goiaba do mundo (FAO, 2011), porém quando a planta encontra-se com a meloidoginose da goiabeira, causada por *Meloidogyne enterolobii*, popularmente denominado nematoide-das-galhas da goiabeira (NGG), principal problema fitossanitário desta cultura, a produção cai chegando a ocorrer morte das plantas em muitas vezes (CARNEIRO et al. 2007; ALMEIDA et al. 2009; MARQUES et al., 2012).

O *Meloidogyne enterolobii* ataca o sistema radicular, desde as radículas superficiais até a raiz pivotante mais lignificada, localizada a mais de 50

cm de profundidade (REIS et al., 2011) e apresenta altas taxas de multiplicação e patogenicidade à diferentes espécies como: alface, pepino, tomate, pimentão, soja e fumo (ALMEIDA et al., 2008). Prejuízos relacionados à meloidoginose na goiabeira são variáveis, constatando-se perdas de até 100% da produção. Na região de Petrolina (PE), em função do ataque destes nematoides, ocorreu redução de área plantada de 6.000 ha para 2.500 ha, reduzindo em mais de 50% a produção de goiaba (CARNEIRO et al., 2006). Na região de São João da Barra (RJ), as perdas econômicas motivaram a erradicação dos pomares e a mudança de atividade pelos produtores (LIMA et al., 2003). Assim, o objetivo deste trabalho foi verificar o comportamento do crescimento das mudas de goiabeiras infectadas com *Meloidogyne enterolobii* sob diferentes análises de dados.

### Metodologia

Para verificação do desenvolvimento das mudas de genótipos de goiabeiras, foram utilizados sementes de 28 genótipos espontâneos

de goiabeira coletados em diferentes estados brasileiros.

A semeadura foi feita em 21/11/2011 em sacolas de polietileno (17x15 cm) contendo substrato comercial para formação das mudas. Após 120 dias, as plantas foram transplantadas individualmente para vasos de 5 L contendo uma mistura (3:1) de solo e areia, isentos do patógeno. Trinta e cinco dias depois, as plantas foram inoculadas com 5 mL de suspensão, contendo 1000 ovos e juvenis de segundo estágio (J2) por mL. O inóculo foi aplicado em cinco locais ao redor do sistema radicular das plantas, constituindo a população inicial (Pi) de 5.000 ovos e J2 por planta. A população do nematoide foi confirmada como *Meloidogyne enterolobii* pela técnica de eletroforese de insoenzima esterase. O inóculo foi preparado com base na técnica de Hussey e Barker (1973), modificado por Boneti e Ferraz (1981), a partir de raízes naturalmente infectadas, coletadas em um pomar de goiabeira cv. "Paluma", localizado na Fazenda Experimental do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural - INCAPER no distrito de Pacutuba, Município de Cachoeiro de Itapemirim – ES. Os vasos foram organizados em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições. A cultivar Paluma foi utilizada como controle de suscetibilidade.

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na área experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), em Alegre- ES. A avaliação do crescimento das mudas foi realizada 180 dias após a inoculação. Foi avaliado o comprimento da raiz e da parte aérea, com auxílio de uma trena. Os dados foram submetidos à análise de suficiência amostral e teste de Shapiro Wilk para verificação da robustez e normalidade dos dados amostrados. Valores de probabilidade ( $p > 0.05$ ) foram transformados (ln+1). Os dados transformados foram padronizados pela dispersão (standardize). Para verificar a estrutura dos dados foram realizadas análises descritivas. Para verificar a associação entre o nível de infecção e o comprimento das mudas foi realizado o índice correlação de Spearman, e a dispersão gráfica. Todas as análises foram efetuadas utilizando-se os recursos do aplicativo computacional em genética e estatística Multiv (PILAR, 2007) e pelo programa computacional R (TEAM, 2015).

## Resultados

Os dados de crescimento das mudas de goiabeiras infectadas com *Meloidogyne enterolobii* e as análises encontram-se nas tabela 1 e nas figuras 1 a 4.

Tabela 1 - Análises descritivas das variáveis analisadas.

	CR (cm)	CPA (cm)	FR
Média	40,68	44,68	1,76
DP	6,33	6,49	0,86
VAR	40,02	42,17	0,74
Assimetria	-0,0800	1,5215	0,85
S.Wilk (p)	0,666	0,004	0,07
Transf. escalar	ln+1	-	ln+1

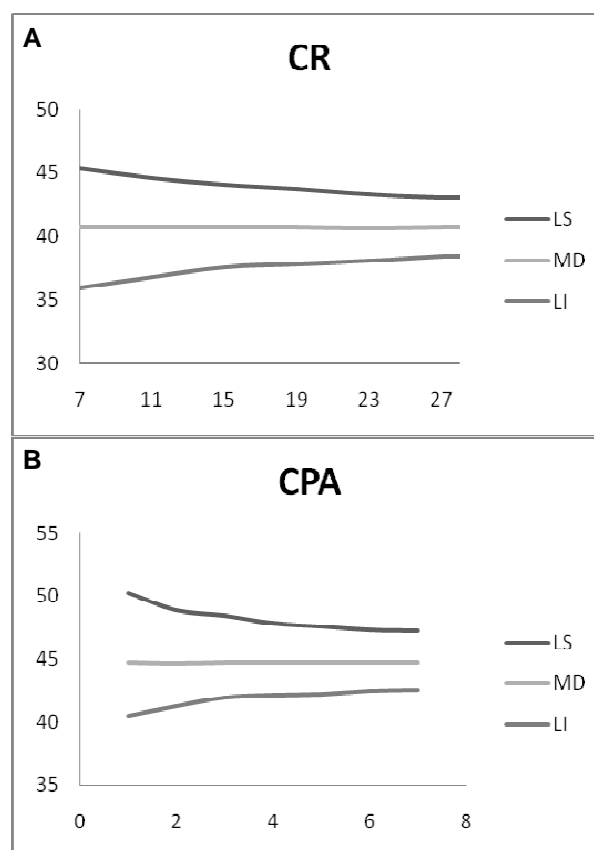


Figura 1 - Valores médios do comprimento da raiz (CR), na figura A e da parte aérea (CPA), figura B, obtidos por reamostragem (bootstrap) com reposição de um conjunto de dados com 28 unidades amostrais, para os dados dentro do limite superior (LS), e inferior (LI) e a média (MD).

A reamostragem de bootstrap foi feita com 1000 interações e com uma probabilidade de erro ( $\alpha = 0.05$ ), ela informou estimativas através de limites de confiança, que o limite inferior será na 25 º posição e o limite superior será na 976 º

posição. Assim, com intervalo de confiança de 95%, foram determinadas a média (Figura 1) para o comprimento de raiz e da parte aérea das plantas com os diferentes tamanhos de unidades amostrais (7, 11, 15, 19, 25, 27 e 28).

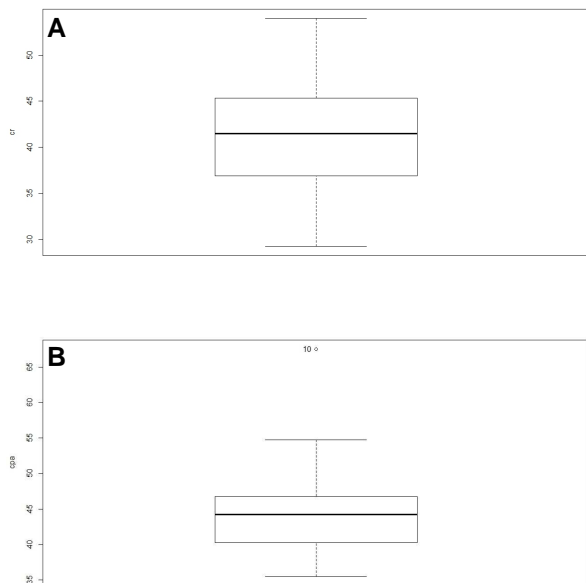


Figura 2 - Boxplot do comprimento da raiz (CR), na figura A e da parte aérea (CPA), figura B, dos genótipos de goiabeiras.

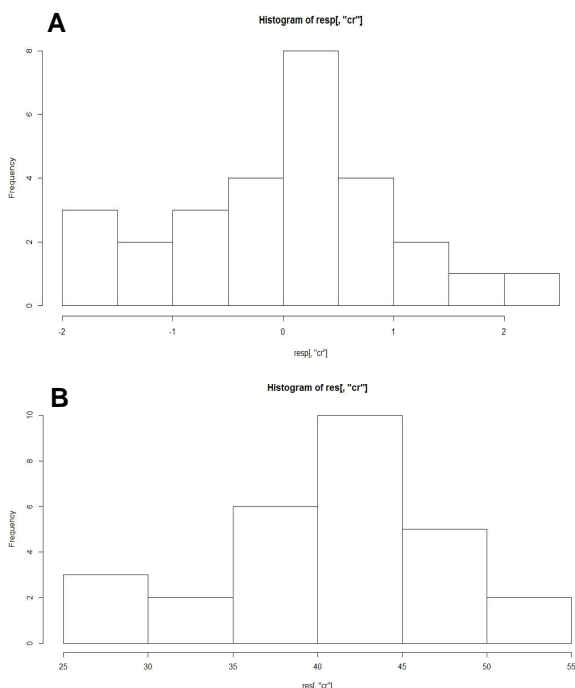


Figura 3 - Histograma do comprimento da raiz (CR), na figura A dos dados brutos (A) e padronizados na figura (B).

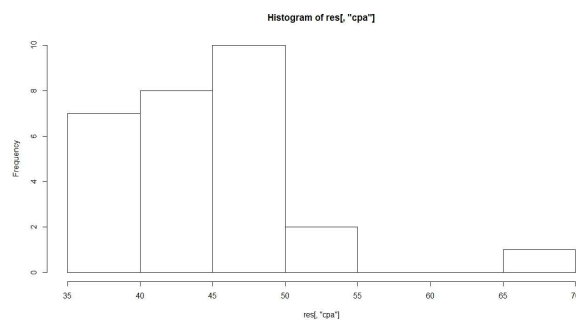


Figura 4 - Histograma do comprimento da parte aérea (CPA) dos dados brutos que apresentaram normais e não precisaram ser transformados.

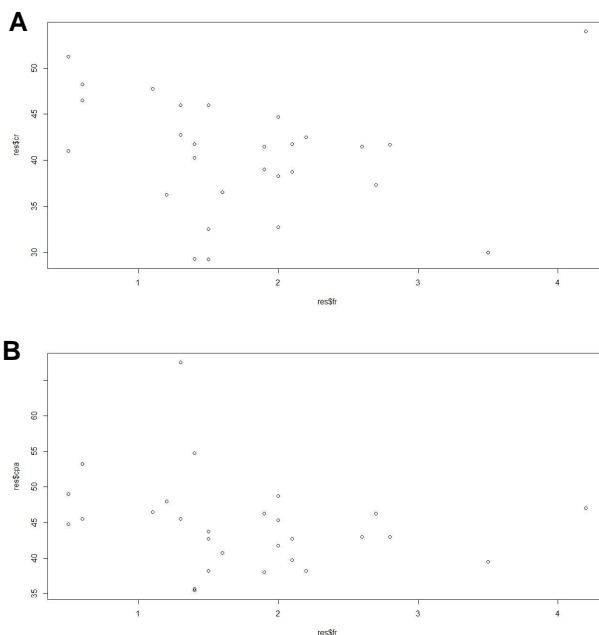


Figura 4 - Dispersão gráfica das do comprimento da raiz (CR), na figura A e da parte aérea (CPA), figura B, dos genótipos de goiabeiras.

A verificação da normalidade (Tabela 1) dos dados foi feita pelo teste de Shapiro Wilk. A variável comprimento de raiz, não apresentou normalidade ( $p < 0,05$ ) sendo então transformada.

O melhor ajuste de transformação destas variáveis foi com  $(\ln+1)$ . Histograma (Figura 3) mostra a distribuição dos dados originais e transformados. Também foi feita a dispersão dos dados (Figura 4).

As Correlações de Spearman entre o fator de reprodução e o comprimento de raiz e de parte

aérea foram respectivamente (-0.2479) e (-0.3385), já a correlação entre o comprimento de raiz com a parte aérea foi positiva (0.3498).

## Discussão

Para melhor observação e avaliação dos dados visando a detecção de erros na obtenção dos dados e/ou de valores atípicos e a visualização da estruturas dos dados, foram feitas as análises descritivas (Tabela 1). Em média, os genótipos apresentaram aproximadamente 41 cm de comprimento de raiz e 45 cm de parte aérea.

No boxplot (Figura 2) foi observado outliers para a variável comprimento da parte aérea (genótipo 10). Esses não foram removidos pois como se trata de um estudo de melhoramento, esses genótipos se mostraram superiores aos demais, devendo ser avaliados e reestudados. O boxplot é um gráfico utilizado para avaliar a distribuição empírica dos dados (CRUZ, 2011).

A análise da correlação entre as variáveis (Correlação Spearman - MODO R), feita com intuito de investigar a relação entre os descritores (variáveis). Observou-se uma correlação negativa para as variáveis: comprimento da raiz e da parte aérea com o fator de reprodução. Isso mostrou que a infecção por *M. enterolobii* interfere no crescimento e desenvolvimento das plantas. Na figura 4, também pode-se visualizar a interferência das variáveis analisada em função do fator de reprodução. Foi verificado um genótipo altamente infectado com o nematóide que apresentou um bom desenvolvimento comparado com os demais genótipos. Este genótipo deve ser mais estudado, já que a infecção pelo nematoide não alterou seu desenvolvimento, sendo um genótipo de interesse para o melhoramento da cultura da goiabeira.

Diante de todas as análises feitas neste trabalho, pode se verificar a influência de infecção de *M. enterolobii* no crescimento das mudas de goiabeiras. Neste sentido, essas análises foram eficientes, podendo ser consideradas como uma ferramenta adicional o estudo de avaliação de resistência genética em estudos de melhoramento.

## Conclusão

As análises utilizadas são eficientes para verificar da influência da infecção de *M. enterolobii* no desenvolvimento de plantas de goiabeira.

*M. enterolobii* influência no crescimento de mudas de goiabeira e esta influência é variável diante da diversidade do material avaliado.

## Agradecimentos

Agradecemos ao CNPq, FAPES e CAPES pelo auxílio financeiro.

## Referências

- ALMEIDA, E. J.; SOARES, P. L. M.; SILVA, A. R.; SANTOS, J. M. Novos registros sobre *Meloidogyne mayaguensis* no Brasil e estudo morfológico comparativo com *M. incognita*. **Nematologia Brasileira**, v.32, p.236-24, 2008.

- ALMEIDA, E. J.; SANTOS, J. M.; MARTINS, A. B. G. Resistência de goiabeiras e araçazeiros a *Meloidogyne mayaguensis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.421-423, 2009.

- BONETTI, J. I.; FERRAZ, S. Modificação do método de Hussey e Barker para a extração de ovos de *Meloidogyne exigua*, em raízes de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 6, n. 3, p. 553, 1981.

- CARNEIRO, R. M. D. G.; ALMEIDA, M. R. A.; BRAGA, A.R.S.; ALMEIDA, C.A.; GIORIA, R. Primeiro registro de *Meloidogyne mayaguensis* parasitando plantas de tomate e pimentão resistentes à meloidoginose no Estado de São Paulo. **Nematologia Brasileira**, v. 30, n. 1, p. 81-86, 2006.

- CARNEIRO, R.M.D.G.; CIROTTO, P.A.; SILVA, DB.; GOMES CARNEIRO, R. 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.

- CRUZ, C. D.; FERREIRA, F. M.; PESSONI, L. A. Biometria aplicada ao estudo da diversidade genética. Visconde do Rio Branco: **Suprema**, 620P, 2011.

- FAO - CCP, Food and Agriculture Organization of the United Nations – Committee on Commodity Problems, 2010. Tropical Fruits Compendium. Disponível em: <[http://www.fao.org/unfao/bodies/ccp/ccp66/Index\\_en.htm](http://www.fao.org/unfao/bodies/ccp/ccp66/Index_en.htm)>. Acesso em: 22 ago. 2015.

- GUTIÉRREZ, R.M.; MITCHELL, S.; SOLIS, R.V.J. *Psidium guajava*: a review of its traditional uses, phytochemistry and pharmacology. **J.**

**Ethnopharmacol.**, Limerick, v. 17, no. 1, p. 1-27, Apr. 2008.

- HUSSEY, R.S. e BARKER K.R. A comparison of methods of collecting of *Meloidogyne* spp. including a new technique. **Plant Disease Reporter**, v. 57, n. 12, p. 1025-1028, 1973.

- KAMATH, J.V.; N. RAHUL; C.K. ASHOK KUMAR; S.M. LAKSHMI. *Psidium guajava*: A review. **Int. J. Green Pharm.**, 2: 9-12, 2008.

- LIMA, I.M.; DOLINSKI, C.M.; SOUZA, R.M. Dispersão de *Meloidogyne mayaguensis* em goiabais de São João da Barra (RJ) e relato de novos hospedeiros dentre plantas invasoras e cultivadas. **Nematologia Brasileira**, v. 27, p. 257-258, 2003.

- MARQUES, M.L.S.; PIMENTEL, J.P; TAVARES O. C. H.; VEIGA C. F. M.; BERBARA R. L. L.. Hospedabilidade de diferentes espécies de plantas a *Meloidogyne enterolobii* no Estado do Rio de Janeiro. **Nematropica** 42:304-313, 2012.

- PILLAR, V.D. MULTIV, software para análise multivariada, testes de hipóteses e auto-reamostragens. 2007. Porto Alegre, Departamento de Ecologia, UFRGS (versions 2.5b for Machintosh and Windows available at: 2007. Disponível em: <<http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br>>. Acesso em 22 ago. 2015.

- TEAM, R. C. **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2015. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 22 ago 2015.

- REIS, H.F.; BACCHI, L.M.A.; VIEIRA, C.R.Y.I. e SILVA, V.S. Ocorrência de *Meloidogyne enterolobii* (Sin. *M. mayaguensis*) em pomares de goiabeira no município de Ivinhema, MS. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.2, p. 676-679, 2011.

- RODRÍGUEZ, N.N; JULIETTE VALDÉS, J.; RODRÍGUEZ, J.A; VELÁSQUEZ, J.B; RIVERO, D.; MARTINEZ, F.; GONZALÉZ, G.; SOURD, D.G; GONZALÉZ, L.; CAÑIZARES, J. Genetic resources and breeding of guava (*Psidium guajava* L.) in Cuba. **Biotecnología Aplicada**, vol. 27, n.3, p. 238-241, 2010.

- SINGH, G. High density planting in guava-application of canopy architecture. **ICAR News** (April-June), 11(2): 9-10, 2005.