



# FERTBIO 2012

A responsabilidade socioambiental da pesquisa agrícola  
17 a 21 de Setembro - Centro de Convenções - Maceió/Alagoas

## Índice de clorofila e diagnose nutricional de aceroleiras afetadas por nematoides

**Magnus Dall'Igna Deon<sup>(1)</sup>; José Mauro da Cunha e Castro<sup>(2)</sup>; Saulo de Tarso Aidar<sup>(3)</sup>; Agnaldo Rodrigues de Melo Chaves<sup>(4)</sup>; Flávio de França Souza<sup>(5)</sup>; Davi José Silva<sup>(6)</sup>**

<sup>(1)</sup> Pesquisador; Nutrição Mineral de Plantas; Embrapa Semiárido, BR 428, Km 152, Zona Rural - C.P. 23, Petrolina, PE - CEP 56302-970, magnus.deon@cpatsa.embrapa.br; <sup>(2)</sup> Pesquisador; Nematologia; Embrapa Semiárido; jose.mauro@cpatsa.embrapa.br; <sup>(3)</sup> Pesquisador; Ecofisiologia; Embrapa Semiárido; saulo.aidar@cpatsa.embrapa.br; <sup>(4)</sup> Pesquisador; Fisiologia Vegetal; Embrapa Semiárido; agnaldo.chaves@cpatsa.embrapa.br; <sup>(5)</sup> Pesquisador; Melhoramento Genético Vegetal; Embrapa Semiárido; flaviofranca@cpatsa.embrapa.br; <sup>(6)</sup> Pesquisador; Nutrição Mineral de Plantas; Embrapa Semiárido; davi@cpatsa.embrapa.br.

**RESUMO** – Dada a susceptibilidade das aceroleiras aos nematoides do gênero *Meloidogyne* e à disseminação deste patógeno no Vale do São Francisco, é muito comum a ocorrência de sintomas associados erroneamente a deficiências nutricionais nessa cultura. Este trabalho comparou a diagnose nutricional pelo índice de clorofila, pela análise química foliar e a manifestação de sintomas observáveis pelas plantas para estimar a infestação por *Meloidogyne* spp. em aceroleiras de uma mesma área infestada. Os resultados obtidos indicam a capacidade de separação das plantas com diferentes graus de infestação tanto pela classificação visual das plantas quanto pelo índice de clorofila. Nenhum nutriente sofreu alteração significativa de sua concentração foliar associada à infestação por nematoides.

**Palavras-chave:** clorofilog, análise foliar, *Manpighia emarginata*.

**INTRODUÇÃO** - A aceroleira é uma planta suscetível aos nematoides do gênero *Meloidogyne*, mas que comumente consegue sobreviver e produzir mesmo infectada (Marty; Pennock, 1965). Assim, é comum que plantas com sintoma de infecção por esse patógeno sejam confundidas com plantas que apresentam deficiências nutricionais. Castro et al. (2009) identificaram a ocorrência de *M. enterolobii*, *M. incognita*, *M. arenaria* e *M. javanica* em aceroleiras cultivadas no Vale do São Francisco, com predominância da primeira espécie. Os sintomas citados foram: a) plantas raquíticas, com sintomas de desnutrição, com folhas pequenas e amareladas, com porte inferior às demais e com engrossamentos ou galhas nas raízes, normalmente em reboladeiras; b) ramos sem desenvolvimento, sem brotações e com poucas folhas, podendo apresentar partes secas; às vezes culminando com a morte da planta; c) poucos frutos na planta, devido ao abortamento de flores; d) baixa qualidade de frutos, reduzindo a produtividade do pomar. O objetivo deste trabalho foi comparar dois métodos de diagnose nutricional (índice de clorofila e análise química) e avaliação visual dos sintomas observáveis para estimar a infestação de aceroleiras por *Meloidogyne* spp.

**MATERIAL E MÉTODOS** - Foi realizada amostragem em um pomar de aceroleiras da cultivar Junco com dois anos de idade. As plantas são enxertadas sobre porta-enxertos produzidos a partir de sementes de cultivares não caracterizadas. O solo da área, localizada no Projeto Senador Nilo Coelho, em Petrolina-PE, apresentava pH em H<sub>2</sub>O de 7,5; 11,6 g dm<sup>-3</sup> de MO; 43,0 mg dm<sup>-3</sup> de P-Mehlich-1; 0,29 cmolc dm<sup>-3</sup> de K; 1,50 cmolc dm<sup>-3</sup> de Ca; 0,80 cmolc dm<sup>-3</sup> de Mg; 0,1 cmolc dm<sup>-3</sup> de Na; 0,0 cmolc dm<sup>-3</sup> de H+Al; 2,64 cmolc dm<sup>-3</sup> de SB; 2,64 cmolc dm<sup>-3</sup> de CTC; 100% de V e vem recebendo adubação conforme a recomendação para o estado de Pernambuco (Cavalcanti, 2008). Foram amostradas folhas e raízes de nove plantas, selecionadas visualmente, sendo cinco delas de aparência doente e quatro saudáveis, além de uma porção do solo de sua região radicular. Foram classificadas como “aparência doente” as plantas que se destacavam no pomar pelos seguintes sintomas: folhas amareladas, menor vigor, ausência de brotações novas, menor densidade de folhas, pequeno número de frutos e como “aparência saudável” as que apresentavam características opostas. Foram coletadas 50 folhas jovens totalmente expandidas em cada planta, nas quais foi medido o índice estimado de clorofila foliar com o aparelho Clorofilog (Falker Automação Agrícola Ltda., Brasil), que funciona medindo a transmissão luminosa a 635 e 660 nm, além de uma medida a 880 nm para a compensação da espessura da folha. As folhas foram lavadas, secas e analisadas quimicamente (Silva, 2009). Foram contados ovos de nematoides nas raízes após trituração em liquidificador e extração conforme Hussey e Barker (1973) e juvenis no solo após extração conforme Jenkins (1964). Foi realizada a análise de variância dos dados quanto à classificação visual das plantas e análise de regressão para o índice de clorofila medido pelo aparelho.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO** - A classificação visual das plantas nas categorias saudável e doente foi eficiente em separá-las quanto ao número de ovos de *Meloidogyne* spp em suas raízes. A média encontrada, de 42,80 ovos por g de raízes para as plantas consideradas doentes e 9,25 ovos por g de raízes para as plantas de aparência



# FERTBIO 2012

A responsabilidade socioambiental da pesquisa agrícola  
17 a 21 de Setembro - Centro de Convenções - Maceió/Alagoas

saudável foram estatisticamente diferentes pelo teste F a 5% (Tabela 1). O fato de ser observada a presença de plantas com graus tão diferentes de infestação convivendo tão próximas sugere que pode haver variabilidade quanto à tolerância aos nematoides nos porta-enxertos de aceroleiras comerciais.

**Tabela 1** – Variáveis medidas nas plantas (média ± erro padrão) de acordo com a seleção visual realizada a campo

Variável	Plantas	
	Doentes	Saudáveis
Índice de clorofila*	36,14 ± 2,12	44,275 ± 1,05
Ovos * (nº/g de raízes)	42,80 ± 12,03	9,25 ± 4,27
Juvenis (nº/100cm <sup>3</sup> de solo)	166,0 ± 56,44	155,0 ± 87,32
Elementos foliares		
N (g/kg)	32,83 ± 1,74	40,02 ± 3,02
P (g/kg)	1,948 ± 0,07	1,977 ± 0,04
K (g/kg)	16,59 ± 1,39	14,17 ± 1,25
Ca (g/kg)	28,5 ± 2,72	27,5 ± 1,96
Mg (g/kg)	3,08 ± 0,03	2,875 ± 0,13
S (g/kg)	0,552 ± 0,05	0,507 ± 0,05
B (mg/kg)	124,2 ± 12,03	105,3 ± 19,82
Cu (mg/kg)	9,4 ± 2,77	8,5 ± 1,26
Fe (mg/kg)	496,0 ± 46,54	425,0 ± 54,24
Mn (mg/kg)	111,6 ± 8,43	102,25 ± 10,21
Zn (mg/kg)	169,4 ± 37,69	175,75 ± 83,24
Na (mg/kg)	828,8 ± 32,22	798,7 ± 41,18

\* Significativamente diferentes pelo teste F (P<0,05)

O efeito da situação visual das plantas amostradas não foi significativo para nenhum nutriente foliar. Além disso, não há indicação de valores adequados de concentração foliar de nutrientes em aceroleiras irrigadas para Pernambuco (Cavalcanti, 2008), mas os valores indicados por Cantarutti et al. (2007) de N (28,4 g.kg<sup>-1</sup>), P (1,6 g.kg<sup>-1</sup>), K (12,9 g.kg<sup>-1</sup>), Ca (22,2 g.kg<sup>-1</sup>), Cu (2 mg.kg<sup>-1</sup>), Fe (48 mg.kg<sup>-1</sup>) e Zn (15mg.kg<sup>-1</sup>), são inferiores aos resultados obtidos tanto nas plantas com aparência saudável quanto nas prejudicadas. Este fato evidencia a necessidade de regionalização das tabelas de interpretação foliar, de acordo com as cultivares e particularidades edafoclimáticas de uma região.

Já os resultados indicativos de Mg (7,9 g.kg<sup>-1</sup>), S (1,5 g.kg<sup>-1</sup>) e Mn (158 mg.kg<sup>-1</sup>) são superiores aos obtidos neste estudo (Tabela 1). No entanto, não é provável a

ligação entre os sintomas observados e estes três nutrientes, pois estes foram quantificados nas plantas amareladas em concentrações superiores às das plantas em melhores condições. Da mesma forma se comportaram K, Ca, B, Fe e Na. Estes elementos apresentaram-se em menor concentração nas plantas saudáveis, provavelmente por efeito de diluição nos tecidos com o maior desenvolvimento vegetal (Jarrel; Beverly, 1981). O aumento dos teores de K também foi observado na parte aérea de plantas de soja (Smith et al., 2001). Plantas com 30 dias de cultivo foram submetidas a doses crescentes de K e inoculadas com cistos de nematoides, apresentando menor concentração de nutrientes na raiz. Entretanto, a concentração de K aumentou nos pecíolos e caules das plantas infectadas.

Dentre os nutrientes analisados, apenas N, P e Zn apresentaram-se em concentração inferior nas plantas doentes, sendo que para os dois últimos esta diferença foi mínima. A redução na concentração foliar de nitrogênio, apesar de não ter sido significativa pelo teste F, é mais ampla e permite esperar por efeitos significativos caso a avaliação seja repetida com aumento do número de observações. Ainda há, no entanto, uma grande controvérsia quanto à alteração na absorção de N por plantas infectadas por nematoides. Alguns trabalhos reportaram um aumento do N nas raízes sem alteração do N na parte aérea (Hunter, 1958; Shafiee & Jenkins, 1963), enquanto outros não mostraram alteração, tanto nas raízes quanto na parte aérea de plantas infectadas (Melakeberhan et al., 1985; Gonçalves et al., 1995).

A menor concentração de N nas plantas doentes pode ser causado pelo comprometimento da função radicular de absorção de nutrientes, promovida pela obstrução dos vasos condutores por ação dos nematoides. Além disso, nematoides presentes no sistema radicular podem interromper ou reduzir a ascensão de seiva para as folhas, causando sua senescência precoce, promovendo diversos estresses nas plantas e reduzindo sua capacidade de crescimento (Carneiro e Mazzafera, 2002). O conjunto dessas condições pode explicar o menor índice de clorofila medido nas plantas doentes (Tabela 1), mesmo que não ocorra realmente diferença quanto à concentração de N.

O índice de clorofila teve ajuste linear significativo ao número de ovos e ao N foliar. Esse ajuste foi negativo e altamente significativo (P<0,01) para o número de ovos (Figura 1) e positivo e significativo (P<0,05) para o N foliar (Figura 2). A relação entre o índice de clorofila e a nutrição da planta quanto ao nitrogênio já era esperada e é a principal aplicação desse tipo de aparelho (Zotarelli et al., 2003), mas o bom ajuste também ao número de ovos extraídos das raízes de aceroleira sugere que é possível utilizar o aparelho para estimar o índice de infecção por *Meloidogyne* spp. em áreas como a do estudo, que apresentam variados graus de infestação. Esta informação pode ser útil na classificação e pré-seleção de genótipos



# FERTBIO 2012

A responsabilidade socioambiental da pesquisa agrícola  
17 a 21 de Setembro - Centro de Convenções - Maceió/Alagoas

com maior capacidade de conviver com este problema fitossanitário em programas de melhoramento.

**CONCLUSÕES** - Os resultados obtidos indicam a capacidade de separação das plantas com diferentes graus de infestação tanto pela classificação visual das plantas quanto pelo índice de clorofila. Nenhum nutriente sofreu alteração significativa de sua concentração foliar associada à infestação por nematoides.

## REFERÊNCIAS

- CANTARUTTI, R. B.; BARROS, N. F.; MARTINEZ, H. E. P.; NOVAIS, R. F. Avaliação da fertilidade do solo e recomendação de fertilizantes. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F. de; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. CapXIII, p.769-850.
- CARNEIRO, R.G ; MAZZAFERA, P. Relação fonte-dreno e absorção e transporte de minerais em plantas infestadas por nematoides. In: João Flávio Veloso Silva. (Org.). **Relações Parasito-Hospedeiro nas Meloidoginoses da Soja**. 1 ed. Londrina: Embrapa, 2002, p. 63-93.
- CASTRO, J. M. da C. e; SANTANA, M. L. M. P. de; BARBOSA, N. M. L **Nematóides-das-galhas (*Meloidogyne spp.*) em aceroleira e recomendações de manejo**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2009. Np. (Embrapa Semiárido. Instruções Técnicas, 87).
- CAVALCANTI, F. J. A. C. (Coord.). **Recomendação de adubação para o Estado de Pernambuco**. 2ª aproximação. 3. ed. Recife: IPA, 2008. 198 p.
- GONÇALVES, W.; MAZZAFERA, P.; FERRAZ, L.C.C.B.; SILVAROLLA, M.B.; LIMA, M.M.A. Biochemical basis of coffee tree resistance to *Meloidogyne incognita*. **Plantations Recherche Développement** , v. 2, p. 54-58, 1995.
- HUNTER, A.H. Nutrient absorption and translocation of phosphorus as influenced by the root knot nematode (*Meloidogyne incognita acrita*). **Soil sci.**, v. 86, p. 245-250, 1958.
- HUSSEY, R.S.; BARKER, K.R. A comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp., including a new technique. **Plant Disease Reporter**, v.57, p. 1025-1028, 1973.
- JARREL, W.M.; BEVERLY, R.B. The dilution effect in plant nutritional studies. **Adv. Agron.**, v. 34, p. 197-224, 1981.
- JENKINS, W.R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Reporter**, St. Paul, v.48,p.692,1964.
- MARTY, G.M.; PENNOCK, W. Practicas agronomicas para el cultivo comercial de la acerola en Puerto Rico. **Rev. agric. P. R.**, v.52, p.107-111, 1965.
- MELAKEBERHAN, H., WEBSTER, J.M. & BROOKE, R.C. Response of *Phaseolus vulgaris* to a single generation of *Meloidogyne incognita*. **Nematologica**, v. 31, p. 191-202, 1985.
- SHAFIEE, M.F.; JENKINS, W.R. Host-parasite relationships of *Capsicum frutescens* and *Pratylenchus penetrans*, *Meloidogyne incognita acrita*, and *M. hapla*. **Phytopathology**, v. 53, p. 325-328, 1963.
- SILVA, F. C. da. (Ed.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 627 p. il.
- SMITH, G. J.; WIEBOLD, W. J.; NIBLACK, T. L.; SCHARF, P. C.; BLEVINS, D. G. Macronutrient concentrations of soybean infected with soybean cyst nematode. **Plant and Soil**, v.235, n.1, p.21-26, 2001.
- ZOTARELLI, L.; CARDOSO, E.G.; PICCININ, J.L.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R.M.; TORRES, E.; ALVES, B.J.R. Calibração do medidor de clorofila Minolta SPAD-502 para avaliação do conteúdo de nitrogênio do milho. **Pesqui. agropecu. bras.** , v.38, nº 9, p.1117-1122, 2003.



# FERTBIO 2012

A responsabilidade socioambiental da pesquisa agrícola  
17 a 21 de Setembro - Centro de Convenções - Maceió/Alagoas

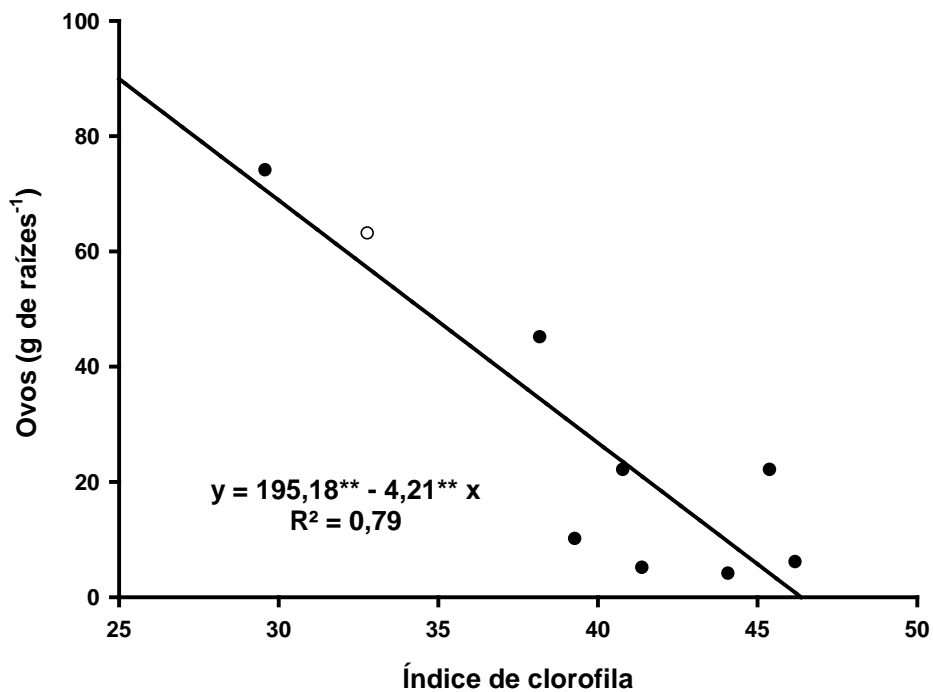


Figura 1 - Regressão linear da contagem de ovos de Meloidogyne spp. em função do índice de clorofila obtido com o aparelho Clorofilog

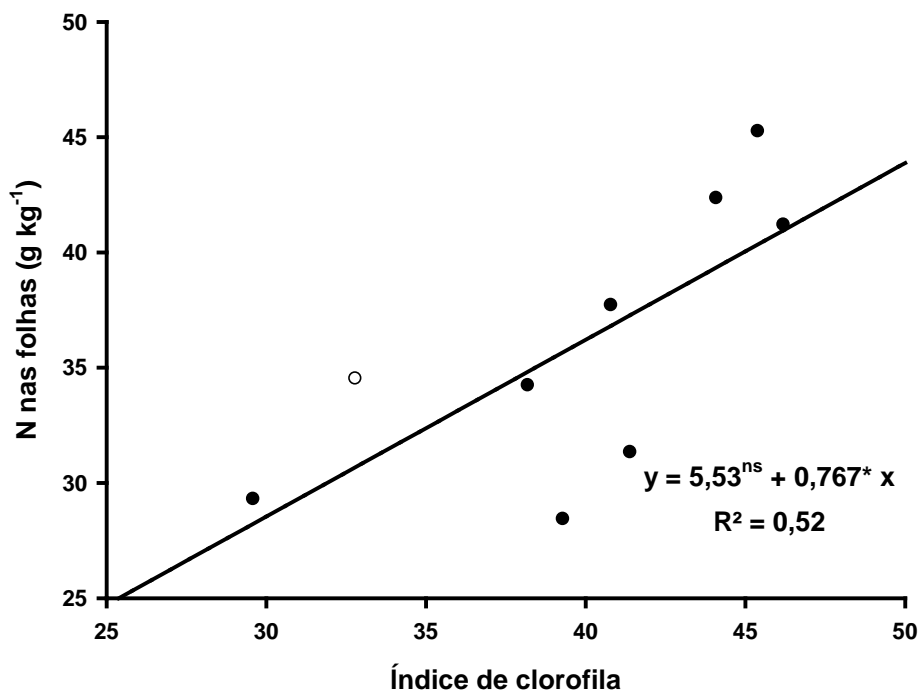


Figura 2 - Regressão linear da concentração foliar de nitrogênio em função do índice de clorofila obtido com o aparelho Clorofilog