

HOSPEDABILIDADE DE PLANTAS MEDICINAIS A *MELOIDOGYNE PARANAENSIS*

Clarissa Izetti de Mendonça^{1*}, Jean Kleber de Abreu Mattos¹, e Regina M. D. G. Carneiro²

¹Dept. de Agronomia, Universidade de Brasília, Brasília-DF, Brasil - CEP 70790-900, ²EMBRAPA- Recursos Genéticos e Biotecnologia, CP.02372, Brasília DF, Brasil - CEP 70849-970; *Autor correspondente: clarissaizetti@gmail.com.

ABSTRACT

Mendonça, C. I., J. K. A Mattos, and R. M. D. G. Carneiro. 2017. Host status of medicinal plants to *Meloidogyne paranaensis*. *Nematopica* 47:49-54.

Meloidogyne paranaensis is a polyphagous species of great importance for the coffee crop due to high aggression in *Coffea arabica* in some Brazilian states. The nematodes can compromise both qualitatively and quantitatively the production of medicinal plants. In this study, considering the economic and therapeutic importance of these plants, we evaluated the reaction of seven medicinal plants to two different populations of *M. paranaensis* (esterase phenotypes P1 and P2). The experiments were conducted in the greenhouse in a completely randomized design with six replicates. The plants were multiplied by cuttings and transplanted into pots with a mixture of Savana oxisol, sand, vermiculite, organic compound (3:1:1:1) plus the formulation 4-14-8 (100 g/40 L of the mixture). After the transplanting, the plants were inoculated with 5,000 eggs of two *M. paranaensis* populations (esterase phenotypes P1 and P2). After 90 days of culture, the roots were harvested and the gall index and reproduction factor evaluated. No differences in host suitability (susceptibility/resistance) were detected between the two populations of *M. paranaensis*. *Pfaffia glomerata*, *Hypericum perforatum*, and *Melissa officinalis* accessions and *Solanum lycopersicum* (tomato - control) were considered as good-hosts (susceptible) to *M. paranaensis*. *Pogostemon cablin*, and *Pfaffia glomerata* were considered intermediate hosts while *Artemisia annua* and *Cordia verbenacea* were considered non-hosts (resistant). *Catharanthus roseus* is distinguished by the presence of a high gall index, without nematode multiplication (non-host).

Key words: medicinal plants, , resistance, root-knot nematode, susceptibility.

RESUMO

Mendonça, C. I., J. K. A Mattos, and R. M. D. G. Carneiro. 2017. Hospedabilidade de plantas medicinais a *Meloidogyne paranaensis*. *Nematopica* 47:49-54.

Meloidogyne paranaensis é uma espécie polífaga de grande importância para a cultura do cafeeiro devido à alta agressividade a *Coffea arabica*, em alguns estados brasileiros. Os nematoides podem comprometer tanto qualitativamente quanto quantitativamente a produção de plantas medicinais. No presente trabalho, considerando a importância tanto econômica quanto terapêutica dessas plantas, avaliou-se a reação de sete importantes plantas medicinais a duas populações do nematoide *M. paranaensis* (fenótipos de esterase P1 e P2). Os ensaios foram instalados em casa de vegetação, em delineamento inteiramente casualizado com seis repetições. As plantas foram multiplicadas por estaquia e transplantadas para vasos de 2,5 L preenchidos com mistura de latossolo vermelho mais areia, vermiculita e composto orgânico, respectivamente, na proporção 3:1:1:1, mais a formulação 4-14-8 (100g para cada 40 L da mistura). Após o transplante, as plantas foram inoculadas com 5.000 ovos de cada população de *M. paranaensis*, separadamente. Após 90 dias de cultivo, foram colhidas as raízes das plantas nas quais foram determinados: o índice de galhas e o fator de reprodução. Não foram detectadas diferenças de hospedabilidade das plantas (susceptibilidade/resistência) para as duas populações de *M. paranaensis*. Os acessos de *Hypericum perforatum*, *Melissa officinalis*, e *Solanum lycopersicum* (tomateiro-testemunha) foram consideradas como plantas boas hospedeiras (BH), ou seja, suscetíveis às duas populações de *M. paranaensis*. *Pogostemon cablin* e *Pfaffia glomerata* apresentaram-se em situação intermediária, sendo classificados como hospedeiros intermediários (HI), enquanto *Artemisia annua* e *Cordia verbenacea* como plantas más hospedeiras (resistentes). *Catharanthus roseus* distinguiu-se por apresentar elevado índice de galhas, sem contudo permitir a multiplicação do nematoide (má hospedeira).

Palavras chave: nematoide das galhas, plantas medicinais, resistência, susceptibilidade

Os primeiros relatos sobre *Meloidogyne paranaensis* Carneiro, Carneiro, Abrantes, Santos, & Almeida, 1996 demonstraram sua alta patogenicidade em plantas de café no Estado do Paraná e posteriormente, no estado de São Paulo (Carneiro *et al.*, 2005). Essa espécie destaca-se pela agressividade e forte dano ao sistema radicular do cafeeiro, com elevado grau de depauperamento das plantas (Carneiro *et al.*, 2008). As raízes parasitadas por *M. paranaensis* apresentam descascamento e rachaduras, com alguns pontos de engrossamento nos quais aparecem lesões do tipo necroses e descorticação (Castro *et al.*, 2008).

A utilização de plantas para fins medicinais é uma das mais antigas práticas da humanidade, usada para tratamento, cura ou prevenção de doenças (Veiga Junior e Pinto, 2005). Essas plantas quando atacadas por fitonematoides, tem suas propriedades farmacológicas comprometidas, tanto qualitativa quanto quantitativamente, além de atingir diretamente sua produção (Mônaco *et al.*, 2011). Dentre os fitonematoides detectados parasitando plantas medicinais, destacam-se os do gênero *Meloidogyne*, que foram estudados sobretudo em testes de hospedabilidade (Stroze, 2012). A incidência de nematoides de galhas nessas plantas foi registrada por Haseeb e Pandey (1995) na Índia, que identificaram 22 novos hospedeiros de *M. incognita* (Kofoid e White, 1919) Chitwood, 1949, e 21 de *M. javanica* (Treub, 1985) Chitwood, 1949. No Brasil, não ocorreram levantamentos de *Meloidogyne* spp. em plantas medicinais e raras detecções de espécies desse gênero foram realizadas. *Meloidogyne javanica*, *M. incognita*, e *Meloidogyne* sp. foram detectadas no Distrito Federal, causando danos em *Pfaffia* spp. (Mesquita *et al.*, 2005). Não há relatos de *M. paranaensis* em plantas medicinais.

Artemisia annua L. é conhecida pela atividade antimalárica de suas folhas como antitumoral, antiviral, anti-inflamatória, antibiótico e antiulcerogênica, (Marques *et al.*, 2006). O sumo das folhas de *Catharantus roseus* (L.) G. Don é utilizado para o tratamento de diabetes e no Brasil essa planta também é usada para controle de hemorragias, escorbuto, dores de dente e cura e limpeza de feridas crônicas (Celeghini *et al.*, 2009). *Cordia verbenaceae* DC possui em suas folhas compostos químicos utilizados na forma de tintura, chá, macerado em álcool, pomadas e cataplasmas (Blanco, 2013), com efeito antiinflamatório, analgésico, antiulcerogênico, antiartrítico e tônico, sendo também empregados como cicatrizante de feridas e úlceras e possuindo baixa toxicidade (Santi *et al.*, 2014) A hipericina é o principal componente do *Hypericum perforatum* L., um metabólito secundário, que atua na inibição da enzima monoamino oxidase, que é responsável

pela degradação de neurotransmissores, possuindo portanto, efeito antidepressivo (Souza *et al.*, 2006). *Melissa officinalis* Lam. é utilizada desde a Grécia antiga e suas folhas, preparadas como chá, são indicadas como antidiarréico calmante, no combate às dores de cabeça, gases, cólicas intestinais e em infecções virais, tais como gripe, herpes, caxumba, e varicela, além de ser utilizada como repelente de insetos (Sodré *et al.*, 2013). *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen teve no Japão suas propriedades medicinais comprovadas como antidiarréico, além de ter efeito bioenergético, tônico e afrodisíaco (Gomes, 2006). Seu potencial uso medicinal é proveniente de componentes presentes nas suas raízes, que atuam na regeneração celular, na purificação do sangue, na inibição do crescimento de células cancerígenas, na regulação das funções hormonais e sexuais e como antidiabético (Nascimento *et al.*, 2007). O óleo essencial de *Pogostemon cablin* (Blanco) Benth é um dos materiais naturais mais importantes na indústria de perfume e é extraído de suas folhas e empregado em perfumaria, como base e fixador de suas fragrâncias, e na cosmética, como matéria-prima na fabricação de sabonetes, incensos, produtos de higiene oral e pós-barba (Chen, 2014).

Considerando a importância das plantas medicinais, tanto econômica quanto terapêutica, bem como a falta de estudos relacionados à interação dessas plantas com *Meloidogyne* spp., esse trabalho teve por objetivo avaliar a hospedabilidade de sete espécies de plantas medicinais a duas populações de *M. paranaensis*.

Neste estudo foram avaliadas as reações das plantas medicinais: *Artemisia annua* L., *Catharantus roseus* (L.) G. Don, *Cordia verbenaceae* DC, *Hypericum perforatum* L., *Melissa officinalis* Lam., *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen, e *Pogostemon cablin* (Blanco) Benth a duas populações do nematoide *M. paranaensis*, identificados através dos perfis da enzima esterase (EST P1 e P2) (Carneiro e Almeida, 2001; Carneiro *et al.*, 2004), sendo a população EST P1 proveniente de Rolândia, PR e a população EST P2 de Herculândia, SP.

A multiplicação das espécies de plantas medicinais foi feita por estaquia caular simples, e quando enraizadas foram transferidas para vasos individuais. Esse processo foi realizado semanalmente para que todas as espécies tivessem exemplares com aproximadamente 15 cm e raízes novas, no momento da inoculação. Os vasos utilizados foram de 2,5 L, contendo a mistura de latossolo vermelho de cerrado, mais areia, vermiculita e composto orgânico na proporção 3:1:1:1:1, mais a formulação 4-14-8, na dose de 100 g para 40 L da mistura. A mistura foi previamente esterilizada em autoclave a 120°C por 1 hora.

Os inóculos foram obtidos utilizando-se a técnica proposta por Hussey e Barker (1973), modificada por Bonetti e Ferraz (1981), a partir de cultura pura de cada população de *M. paranaensis*, multiplicadas em plantas de tomateiro cv. 'Santa Clara', mantidas em casa de vegetação na Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. A identificação das espécies foi confirmada pelo perfil de esterase (EST) (Carneiro e Almeida, 2001).

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação na Estação Experimental de Biologia da Universidade de Brasília, em delineamento inteiramente casualizado, com sete tratamentos e seis repetições. No primeiro experimento, as sete espécies de plantas foram inoculadas com *M. paranaensis* EST P1 (5.000 ovos/planta) e avaliadas durante o período de 10 de janeiro a 10 de abril de 2015, com média das temperaturas variando entre 18°C e 41,2°C, sendo a média equivalente a 29,5°C. No segundo, as mesmas espécies foram inoculadas com *M. paranaensis* EST P2 (5.000 ovos/plantas). Este experimento foi realizado de 19 de novembro de 2015 a 14 de fevereiro de 2016 e a média das temperaturas foi de 20,05°C (mínima) a de 39,95°C (máximas) sendo a média igual a 29,5°C. Plantas de tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) cv. 'Santa Clara' foram utilizadas como testemunhas para verificar a viabilidade do inóculo das duas populações.

Noventa dias após a inoculação, as raízes foram lavadas, pesadas e fotografadas. O índice de galhas (IG) foi determinado pela escala proposta por Charchar e Moita (1996), atribuindo-se notas para o número de galhas, onde nota 1 = raízes sem galha; 2 = raízes com até 10 galhas pequenas; 3 = raízes com até 50 galhas pequenas; 4 = raízes com mais de 50 galhas pequenas e até 10 galhas grandes e 5 = raízes com mais de 50 galhas pequenas e mais de 10 galhas grandes coalescentes. As galhas com dimensões acima de 3 mm foram consideradas grandes.

Os ovos/J2 foram a seguir extraídos pelo método Hussey e Barker (1973), modificado por Bonetti e Ferraz (1981). Os nematoides foram contados em lâminas de Peters ao microscópio óptico por 3 vezes. A média das contagens foi utilizada para o cálculo do fator de reprodução (FR), onde se dividiu o número total de ovos extraído/planta (população final, Pf) pelo número de ovos inoculados (5.000), população inicial (Pi).

Foi usada a análise estatística para classificar a reação das diferentes plantas, sendo os dados analisados por comparação das médias pelo Teste Scott-Knott (0,05). Foram consideradas más hospedeiras (MH) as espécies de plantas que apresentaram $FR < 2,0$; hospedeiras intermediárias (HI) plantas que apresentaram $2,0 < FR < 20,0$ e boas hospedeiras plantas que apresentaram $FR > 20,0$.

Tabela 1. Médias do número ovos por planta, massa fresca da raiz, ovos por grama de raiz, fator de reprodução e índice de galhas de sete acessos de plantas medicinais relativos à reação a população de *Meloidogyne paranaensis* (EST P1).

Acesso	Número de ovos +J2/planta (Pf)	Massa fresca da raiz (g)	Número de ovos +J2/g de raiz	FR ^y	IG ^z	Reação
<i>Artemisia annua</i>	1.330 a	17,92	74,22 a	0,27 a	3,00	MH
<i>Catharanthus roseus</i>	1.490 a	9,75	152,82 a	0,30 a	4,16	MH
<i>Cordia verbenacea</i>	6.610 a	8,08	818,07 a	1,32 a	1,83	MH
<i>Pogostemon cablin</i>	55.550 b	18,25	3.043,84 b	11,11 b	3,00	HI
<i>Pfaffia glomerata</i>	99.110 b	14,83	6.683,07 b	19,82 b	5,00	HI
<i>Melissa officinalis</i>	368.720 c	13,58	27.151,69 c	73,74 c	5,00	BH
<i>Hypericum perforatum</i>	445.720 d	17,00	26.218,82 c	89,1 5c	5,00	BH
<i>Solanun lycopersicum</i> ^x	152.440	9,25	16.480,00 c	30,49c	5,00	BH
CV	17,39%		21,66%	20,7%		

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem estatisticamente do Teste Scott-Knott a 5%. Para a análise os dados originais foram transformados em $\sqrt{x+1}$

^xS. *lycopersicum*: tomateiro cv. Santa Clara utilizado como testemunha;

^yFR = Fator de Reprodução (Pf/Pi), sendo a população inicial (Pi) de 5.000 ovos/J2,

^zIG = índice de galhas (escala 1-5) de acordo com Charchar; Moita (1996); Reação = MH = má hospedeira; HI = hospedeiro intermediário; BH = boa hospedeira

O FR médio da população Est F1 de *M. paranaensis* no tomateiro cv. 'Santa Clara' foi de 30,49, atestando a qualidade do inóculo (Tabela 1). Os acessos de *M. officinalis* (FR = 73,74) e *H. perforatum* (FR = 89,15) com um IG igual a 5,00 foram consideradas como boas hospedeiras (Tabela 1).

Pogostemon cablin (FR = 11,11) e *P. glomerata* (FR = 19,82) enquadraram-se na categoria de hospedeiros intermediários (HI). *A. annua* (FR = 0,27) e *C. roseus* (FR = 0,30) apresentaram-se como más hospedeiras (Tabela 1). Embora *C. verbenacea* tenha apresentado fator de reprodução maior que 1 (FR = 1,32), foi estatisticamente igual ao FR das anteriores e foi considerada como má hospedeira (Tabela 1).

Quanto à população EST P2 de *M. paranaensis*, os tomateiros apresentaram FR menor do que o esperado (FR = 6,65) (Tabela 2). Isso aconteceu provavelmente porque as raízes não se encontravam em boas condições no momento da avaliação final, apresentando sinais de podridão. Porém, a viabilidade do inóculo pode ser confirmada pelos acessos de *M. officinalis* e *H. perforatum* (FR > 20,0). Todos os acessos apresentaram a mesma reação que tinham apresentado em relação à população EST P1: *M. officinalis* (FR = 28,86) e *H. perforatum* (FR = 27,88), boas hospedeiras; *P. clabin* (FR = 2,17) e *P. glomerata* (FR = 11,31), hospedeiras intermediárias.

Cordia verbenacea (FR = 0,48), *C. roseus* (FR = 0,1) e *A. annua* (FR = 0,06) apresentaram-se como más hospedeiras (Tabela 2).

As plantas medicinais com os maiores FR e IG para as duas populações de *M. paranaensis*, foram *H. perforatum*, seguida por *M. officinalis*, sendo ambas classificadas como boas hospedeiras. No sudoeste dos EUA foi realçada a importância de *M. incognita* para a cultura do hipérico (Pirone, 1978). No entanto, no Irã, essa planta foi considerada resistente (Esfahani e Ahmadi, 2010). *Melissa officinalis*, em ambos os experimentos foi classificada como boa hospedeira a *M. paranaensis* (EST P1 e EST P2), contrariando o resultado encontrado por Mônaco *et al.* (2011), no qual mostrou-se resistente com FR de 0,21. Essa diferença de resposta se deve certamente a características do acesso utilizado por aqueles autores. A diferença de reação de acessos é comum em trabalhos com *Meloidogyne*, conforme observado anteriormente por Gomes (2006) em diferentes acessos de *P. glomerata* e suas reações a *M. incognita*.

Cordia verbenacea apresentou-se como má hospedeira (FR e IG) nos dois ensaios. Não foram encontrados até o momento relatos da ocorrência de *Meloidogyne* spp. nessa espécie.

Pogostemon cablin não apresentou um FR tão alto como alguns acessos considerados bons hospedeiros. Foi enquadrado como hospedeiro

Tabela 2. Médias do número ovos por planta, da massa fresca da raiz, dos ovos por grama de raiz, fator de reprodução e índice de galhas de sete acessos de plantas medicinais relativos à reação a uma população de *Meloidogyne paranaensis* (EST P2).

Acesso	Número de ovos +J2/planta (Pf)	Massa fresca da raiz (g)	Número de ovos +J2/g de raiz	FR ^y	IG ^z	Reação
<i>Artemisia annua</i>	280 a	9,0	31,11 a	0,06 a	1,33	MH
<i>Catharanthus roseus</i>	500 a	6,17	81,04 a	0,1 a	4,16	MH
<i>Cordia verbenacea</i>	2.390 a	6,33	377,56 a	0,48 a	2,50	MH
<i>Pogostemon cablin</i>	10.830 a	4,67	3.2319,06 b	2,17 b	1,50	HI
<i>Pfaffia glomerata</i>	56.560 b	7,50	7.541,33 b	11,31 b	5,00	HI
<i>Melissa officinalis</i>	144.300 c	4,03	35.856,45 c	28,86 c	4,00	BH
<i>Hypericum perforatum</i>	139.390 d	9,00	15.487,78 c	27,88 c	4,66	BH
<i>Solanun lycopersicum</i> ^x	33.280 b	7,58	4.390,50 c	6,65b	5,00	BH
CV	46%		34%	28%		

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem estatisticamente do Teste Scott-Knott a 5%. Para a análise os dados originais foram transformados em $\sqrt{x+1}$

^x*S. lycopersicum*: tomateiro cv. Santa Clara utilizado como testemunha;

^yFR = Fator de Reprodução (Pf/Pi), sendo a população inicial (Pi) de 5.000 ovos/J2,

^zIG = índice de galhas (escala 1-5) de acordo com Charchar; Moita (1996); Reação = MH = má hospedeira; HI = hospedeiro intermediário; BH = boa hospedeira

intermediário a *M. paranaensis*. Reddy (1984) observou os efeitos patogênicos do nematoide das galhas *M. incognita* sobre o patchouli (*P. cablin*). Segundo Jonathan (2010), na Índia, *M. incognita*, *M. javanica*, e *M. hapla* Chitwood, 1949 foram relatados como importantes nessa cultura.

Os resultados obtidos indicam que *A. annua*, *C. roseus*, e *C. verbenaceae* são más hospedeiras de *M. paranaensis* e podem ser cultivadas em áreas infestadas por esse nematoide, uma vez que provavelmente sofreriam poucos danos por apresentarem valores de FR baixos, podem ser eficientes na redução da população desse nematoide no solo.

Em relação a *H. perforatum*, *M. officinalis*, *P. glomerata*, e *P. cablin*, que foram hospedeiras e são plantas perenes, possivelmente, podem ter seu desenvolvimento vegetativo prejudicado pelo parasitismo do nematoide em condições de campo. O cultivo dessas espécies em áreas infestadas por *M. paranaensis* causará um aumento da população do mesmo no solo, proporcional ao fator de reprodução. Entretanto, para *P. glomerata* estudos demonstraram que a produção do princípio ativo medicinal aumentou com o parasitismo pelo nematoide *M. incognita* (Gomes et al., 2010).

A reação de *C. roseus* chamou a atenção, pois apresentou alto índice de galhas, sem contudo permitir a reprodução do nematoide, sendo portanto, classificada como altamente resistente às duas populações de *M. paranaensis*. Essa espécie já foi relatada anteriormente como má hospedeira de *M. incognita* (McSorley e McGovern, 2000). O alto índice de galhas e o bom desenvolvimento do sistema radicular sugerem um mecanismo de resistência tardio, em que ocorre desenvolvimento da fêmea associada a células gigantes, formação de galhas e posterior degeneração das células gigantes, sem formação de ovos. Esse mecanismo já foi descrito anteriormente para o feijão caupi (Das et al., 2008) e araçazeiro (Freitas et al., 2014).

LITERATURA CITADA

- Blanco, M. C. S. G. 2013. Produção Vegetal. Erva baleeira. São Paulo: Secretaria de Agricultura e Abastecimento/Governo do Estado de São Paulo.
- Bonetti, J. I. S., e S. Ferraz. 1981. Modificações do método de Hussey & Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* em raízes de cafeeiro. Fitopatologia Brasileira 6:553.
- Carneiro, R. M. D. G., e M. R. A. Almeida. 2001. Técnica de eletroforese usada no estudo de enzimas dos nematoides de galhas para identificação de espécies. Nematologia Brasileira 25:35-44.
- Carneiro, R. M. D. G., R. G. Carneiro, I. M. O. Abrantes, M. S. N. A. Santos, e M. R. A. Almeida. 1996. *Meloidogyne paranaensis* n. sp. (Nemata: Meloidogynidae) a root-knot nematode parasitizing coffee in Brasil. Journal of Nematology 28:177-189.
- Carneiro, R. M. D. G., L. F. G. Mesquita, W. Gonçalves and A. A. Pereira. 2008. Pathogenicity of *Meloidogyne* spp. (Tylenchida: Meloidogynidae) from Brazil and Central America on two genotypes of *Coffea arabica*. Tropical Plant Pathology 33:309-312.
- Carneiro, R. M. D. G., O. Randig, M. R. A. Almeida, e W. Gonçalves. 2005. Identificação e caracterização de espécies de *Meloidogyne* em cafeeiro nos estados de São Paulo e Minas Gerais através dos fenótipos de esterase e SCAR-Multiplex-PCR. Nematologia Brasileira 29:233-241.
- Carneiro, R. M. D. G., M. S., Tigano, O. Randig, M. R. A. Almeida, and J. L. Sarah. 2004. Identification and genetic diversity of *Meloidogyne* spp. (Tylenchida: Meloidogynidae) on coffee from Brazil, Central America and Hawaii. Nematology 6:287-298.
- Castro, J. M. C., V. P. Campos, E. A. Pozza, R. L. Naves, W. C. Andrade Júnior, M. R. Dutra, J. L. Coimbra, C. Maximiniano, and J. R. C. Silva. 2008. Levantamento de fitonematoides em cafezais do sul de Minas Gerais. Nematologia Brasileira 32:56-64.
- Celeghini, R. M. S., I. M. De O Sousa, A. P. Silva, R. A. F. Rodrigues and M. A. Foglio, 2009. Desenvolvimento e validação de metodologia analítica por CLAE-IR para determinação de artemisinina em *Artemisia annua* L. Química Nova 32 875-878.
- Charchar, J. M., e A. W. Moita. 1996. Reação de cultivares de alface à infecção por misturas populacionais de *Meloidogyne incognita* raça 1 e *M. javanica* em condições de campo. Horticultura Brasileira 14:185-189.
- Chen, Y., Y. G. Wu, Y. Xu, J. F. Zhang, X. Q. Song, G. P. Zhu, and X. W. Hu. 2014. Dynamic accumulation of sesquiterpenes in essential oil of *Pogostemon cablin*. Revista Brasileira de Farmacognosia 24:626-634.
- Das, S., D. A. Demason, J. D. Ehlers, T. J. Close, and P. A. Roberts. 2008. Histological characterization of root-knot nematode resistance in cowpea and its relation to reactive oxygen species modulation. Journal of Experimental Botany 59:1305-1313.
- Esfahani, M. N., and A. Ahmadi. 2010. Field observations on the reaction of medicinal

- plants to root-knot nematodes in Isfahan, Iran. *International Journal of Nematology* 20:107-112.
- Freitas, V. M., V. R. Correa, F. C. Motta, M. G. Sousa, A. C. M. M. Gomes, M. D. G. Carneiro, D. B. Silva, J. K. Mattos, M. Nicole and R. M. D. G. Carneiro. 2014. Resistant accessions of wild *Psidium* spp. to *Meloidogyne enterolobii* and histological characterization of resistance. *Plant Pathology* 63:738-746.
- Gomes, A. C. M. M. 2006. Resistência e caracterização histológica de acessos de *Pfaffia glomerata* a *Meloidogyne incognita*. Mestrado em Ciências Agrárias. Universidade de Brasília, Brasília. 85 p.
- Gomes, A. C. M. M., M. Nicole, J. K. A. Mattos, S. I. V. Pereira, P. Pereira, D. B. Silva, R. F. Vieira, G. Capdeville, A. W. Moita, and R. M. D. G. Carneiro. 2010. Influence of *Meloidogyne incognita* infection on the concentration of β -ecdysone in *Pfaffia glomerata* and histological characterization of plant resistance to this nematode. *Nematology* 12:701-709.
- Haseeb, A., and R. Pandey. 1995. Additions of the host records of root-knot nematodes among the medicinal and aromatic plants *Nematologia Mediterranea* 23:211-212.
- Hussey, R. S., and K. R. Barker. 1973. Comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp., including a new technique. *Plant Disease Reporter* 57:1025-1028.
- Jonathan, E. I. 2010. *Nematology: Fundamentals and applications*. New India Publishing Agency, 290 pp.
- Marques, D. A., M. A. Foglio, P. G. Morgante, M. S. Van Sluys, and L. K. Shepherd. 2006. Biotechnology approaches for production of antiulcerogenic dihydro-epideoxyarteannuin B isolated from *Artemisia annua* L. *Brazilian Journal of Pharmacognosy* 16:291-299.
- McSorley, R., and R. J. McGovern. 2000. Effects of solarization and ammonium amendments on plant-parasitic nematodes. *Supplement to the Journal of Nematology* 32:537-541.
- Mesquita, L. F. G., M. R. A. Almeida, D. B. Silva, P. A. S. Cirotto, e R. M. D. G. Carneiro. 2005. Patogenicidade de *M. javanica* em *Pfaffia glomerata* e *P. paniculata*. *Nematologia Brasileira* 29 (1):118.
- Mônaco, A. P. D. A., R. G. Carneiro, A. Scherer, e D. C. Santiago. 2011. Hospedabilidade de plantas medicinais a *Meloidogyne paranaensis*. *Nematologia Brasileira* 35:46-49.
- Nascimento, E. X., J. H. Mota, M. C. Vieira, e N. A. H. Zárate. 2007. Produção de biomassa de *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen e *Plantago major* L. em cultivo solteiro e consorciado. *Ciência e Agrotecnologia* 31:724-730.
- Pirone, P. P. 1978. Diseases and pest of ornamental plants. John Wiley & Sons Inc. 5 ed. 136 pp.
- Reddy, D. D. R. 1984. Pathogenicity and analysis of crop losses in patchouli (*Pogostemon cablin*) due to *Meloidogyne incognita*. *Indian Journal of Nematology* 14: 36-38.
- Santi, M. M., F. S. Sanches, J. F. M. Silva, e M. L. Santos. 2014. Determinação do perfil fitoquímico de extrato com atividade antioxidante da espécie medicinal *Cordia verbenacea* DC. por HPLC-DAD. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais* 16:256-261.
- Sodré, A. C. B., L. L. Haber, J. M. Q. Luz, M. O. M. Marques, e C. R. Rodrigues. 2013. Adubação orgânica e mineral em melissa. *Horticultura Brasileira* 31:147-152.
- Souza, A. G., C. V. T. Amarante, F. C. Deschamps and P. R. Ernani. 2006. Calagem e adubação fosfatada promovem crescimento inicial e produção de hipericina em erva-de-São-João. *Horticultura Brasileira* 24:421-425.
- Stroze, C. T. Resistência de Plantas Mediciniais a *Meloidogyne javanica* e *M. paranaensis*. 2013. Dissertação de Mestrado Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina. Londrina. 62 p.
- Veiga Junior, V. F., e A. C. Pinto. 2005. Plantas medicinais: cura segura? *Química Nova* 28:19-528.

Received:

4/V/2015

Accepted for publication:

2/VIII/2016

Recibido:

Aceptado para publicación: