

HOSPEDABILIDADE DE ESPÉCIES DE EUCALIPTO A NEMATOIDES-DAS-GALHAS

Vanessa Alba da Silva^{1*}, *Stela Maris Kulczynski*², *Andressa Calderan Bisognin*², *Vanessa Graciela Kirsch*², *Márcia Gabriel*¹, *Dionei Schmidt Muraro*¹

¹Universidade Federal de Santa Maria-UFSM, Departamento de Defesa Fitossanitária, Centro de Ciências Rurais. Av. Roraima, 1000, Camobi, 97105-900, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. vanessaalba115@gmail.com; dioneimuraro@gmail.com; gabriel.marcia@gmail.com. ²Universidade Federal de Santa Maria, Linha 7 de setembro, BR 386, km 40-Zona Rural, 98400-000 - Frederico Westphalen, RS - Brasil. stelamk@terra.com.br; vanessa.kirsch@gmail.com; andressacalderan@hotmail.com

*autor para correspondência: vanessaalba115@gmail.com

O objetivo deste trabalho foi avaliar a hospedabilidade de *Eucalyptus dunnii*, *E. grandis* e *E. citriodora* a *Meloidogyne arenaria*, *M. javanica* e *M. morocciensis*. O experimento foi realizado na Universidade Federal de Santa Maria sob condições de casa de vegetação (25 ± 2 °C). Para tanto, as mudas de eucalipto foram inoculadas individualmente com 2.000 ovos + juvenis de segundo estágio (J2) dos respectivos nematoides, incluindo-se, no ensaio, um tratamento controle (sem inoculação). Decorridos 180 dias da inoculação, as plantas foram avaliadas quanto à altura, às massas da matéria fresca da parte aérea e do sistema radicular. A seguir, determinou-se a população final dos nematoides nos sistemas radiculares das plantas inoculadas para cálculo do fator de reprodução (FR= população final/população inicial). Adicionalmente, a reação das espécies de eucalipto foi classificada de acordo com os valores de FR, considerando-se como resistentes, aqueles cujo nematoide apresentou FR<1,00 e, suscetíveis, aqueles com FR $\geq 1,00$. As espécies de *Meloidogyne* interferiram negativamente no desenvolvimento das plantas de *E. grandis* e *E. citriodora*, causando redução na altura e massa de parte aérea. Todas as espécies analisadas foram resistentes a *M. javanica* ($0,36 > FR < 0,19$), *M. arenaria* ($0,42 > FR < 0,14$) e *M. morocciensis* ($0,25 > FR < 0,10$).

Palavras-chave: *Eucalyptus* spp., fitonematoides, suscetibilidade.

Hospitability of species of eucalyptus to root-knot nematodes. The objective this work was to evaluate the hostability of *Eucalyptus dunnii*, *E. grandis* and *E. citriodora* to *Meloidogyne arenaria*, *M. javanica* and *M. morocciensis*. The experiment was performed in Federal University of Santa Maria in greenhouse conditions (25 ± 2 °C). Thus, eucalyptus seedlings were individually inoculated with 2,000 eggs + second stage juveniles (J2), together with a control treatment (without inoculation). After 180 days of inoculation, plant height, fresh matter of shoots and root system were evaluated. In addition, the final population of nematodes was determined in the root systems of inoculated plants to calculate the reproduction factor (RR = final population/initial population). Additionally, the reaction of eucalyptus species was classified according with RR values, considering RF values as resistant <1.00 and susceptible with RF ≥ 1.00 values. *Meloidogyne* species interfered negatively in the development of *E. grandis* and *E. citriodora* plants, causing a reduction in aerial part height and mass. All species analyzed were resistant to *M. javanica* ($0.36 > FR < 0.19$), *M. arenaria* ($0.42 > FR < 0.14$) and *M. morocciensis* ($0.25 > FR < 0.10$).

Key words: *Eucalyptus* spp., phytomatoides, susceptibility.

Introdução

O gênero *Eucalyptus* pertence à família Myrtaceae, possuindo várias espécies com elevado valor comercial, que podem ser utilizadas para produção de energia renovável na forma de biomassa, na indústria de papel e celulose, bem como na produção de laminados, compensados e madeira serrada. No Brasil, o uso das espécies de eucalipto não se destaca apenas pela diversidade de uso de sua madeira, mas também pelo rápido crescimento em ciclo de curta duração, alta produtividade florestal, ampla diversidade de espécies e grande capacidade adaptativa (Higa et al., 2000; Latorraca et al., 2015).

As áreas de florestas plantadas no Brasil atingiram 7,83 milhões de hectares em 2018, enquanto que 5,7 milhões de hectares são ocupados por plantios de eucalipto, localizados principalmente nos estados de Minas Gerais, São Paulo e Mato Grosso do Sul (IBÁ, 2019). Nesse cenário, as pequenas e médias propriedades são responsáveis por um exponencial desenvolvimento do setor madeireiro, devido a implementação de sistemas agroflorestais, com a capacidade de suprir as demandas locais (ABRAF, 2019).

O sistema agroflorestal possui grande potencial de produção e geração de renda, buscando integrar o plantio de culturas anuais com plantios arbóreos. Mas, para se obter sucesso na produção no SAF, é indispensável que sejam seguidos alguns aspectos na escolha das espécies para que não aconteçam conflitos entre as raízes e parte aérea, coincidência entre períodos de máxima exigência por fatores de produção das culturas em consórcio e, principalmente, que haja uma boa compatibilidade fitossanitária entre as espécies envolvidas (Macedo et al., 2010). Contudo, inúmeras espécies arbóreas utilizadas em SAF's são suscetíveis a fitoparasitas, com destaque aos nematoides dos gêneros *Meloidogyne* e *Pratylenchus* (Jose, 2009).

Espécies de *Meloidogyne*, também conhecidas como nematoides-das-galhas, causam a redução da produtividade de inúmeras espécies de planta, devido a fatores como, a extensa faixa de hospedeiros, a alta capacidade reprodutiva e de sobrevivência em diferentes ambientes (Sasser & Freckman, 1987; Kirsch et al., 2016). No Brasil, esses nematoides têm causado grandes danos às culturas do algodoeiro,

batateira, tomateiro, cenoura, soja, feijoeiro, cafeeiro, entre outras culturas, incluindo as frutíferas, todas de relevante importância econômica (Santos, 2012). Grande parte dessas espécies vegetais são utilizadas em sistemas agroflorestais em consórcio com o eucalipto, que já foi relatado como hospedeiro de *P. brachyurus* (Bellé et al., 2018).

Porém, ainda são escassas as informações quanto ao ataque de nematoides do gênero *Meloidogyne* em espécies florestais, tendo, assim, a necessidade de se conhecer a relação existente entre estes fitoparasitas e espécies de eucalipto, largamente utilizadas em consórcios com culturas que são relatadas como hospedeiras. Com base no exposto e em busca de gerar informações, o presente trabalho objetivou avaliar a reação de três espécies de eucalipto a três espécies de *Meloidogyne*.

Material e Métodos

O trabalho foi conduzido em casa de vegetação na Universidade Federal de Santa Maria Campus Frederico Westphalen-RS. As mudas de eucalipto utilizadas neste trabalho foram obtidas de forma seminal. Aos três meses após a sementeira, as mesmas foram transplantadas para vasos contendo 800 cm³ de solo e substrato comercial, na proporção 2:1 (v/v). A mistura de solo e substrato foi esterilizada em autoclave a 121 °C por 30 minutos, por 2 vezes em dias consecutivos, antes de ser colocada nos vasos.

Os inóculos dos nematoides foram preparados a partir de populações puras de cada uma das espécies, multiplicadas em tomateiros (*Solanum lycopersicum* L. 'Santa Cruz') e mantidos em estufa. A extração dos nematoides para preparo dos inóculos foi realizada conforme a metodologia proposta por Hussey & Barker (1973) modificada por Bonetti e Ferraz (1981). As mudas foram inoculadas aos sete dias após o transplante com uma suspensão de 2000 ovos + juvenis de segundo estágio (J2) constituindo a população inicial, distribuída em dois orifícios de aproximadamente dois centímetros de profundidade, feitos próximos ao colo das mudas de eucalipto. As mudas de tomateiro cultivar Santa Cruz foram igualmente inoculadas com uma suspensão de cada espécie de *Meloidogyne*, para verificação da viabilidade dos inóculos.

O delineamento experimental empregado foi o inteiramente casualizado, com esquema fatorial 3 x 3 + 1, sendo 3 (espécies de eucalipto) x 3 (espécies de *Meloidogyne*) e um tratamento controle (ausência de inóculo), com seis repetições por tratamento. As plantas foram avaliadas aos 180 dias após a inoculação dos nematoides em relação às seguintes variáveis:

Altura de plantas: média da distância entre o colo e o ápice do caule, sendo realizada com uma régua milimétrica e o resultado foi expresso em cm.

Massas de matérias fresca e seca de parte aérea: após a medição da massa da matéria verde da parte aérea das plantas em balança de precisão, as amostras foram acondicionadas em sacos de papel e levadas à estufa com circulação de ar e temperatura de 65 °C até a obtenção de massa constante, para determinação da massa da matéria seca da parte aérea.

Massa de matéria fresca de raízes: as raízes foram lavadas e, após a retirada do excesso de umidade, foi determinada a massa de matéria fresca em balança de precisão.

População final de nematoide: foi obtida por meio da extração dos nematoides presentes nas raízes das plantas conforme descrito anteriormente. O número de espécimes foi determinado pela média de três contagens em câmara de Peters sob microscópio ótico.

Fator de reprodução: foi determinado pela razão entre a população final e a população inicial (Oostenbrink, 1966), em que as plantas com FR < 1 foram consideradas resistentes e aquelas com FR ≥ 1, como suscetíveis.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, e quando significativa para as variáveis analisadas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, através do programa ASSISTAT 7.7 beta (Silva & Azevedo, 2016).

Resultados e Discussão

As três espécies de eucalipto foram resistentes a *M. arenaria*, *M. javanica* e *M. morocciensis* (Tabela 1) pois apresentaram FR ≤ 1,0.

Nos tomateiros utilizados para a verificação da viabilidade dos inóculos foram obtidos valores médios de fatores de reprodução iguais a 40,7, 36,3 e 37,5 para *M. arenaria*, *M. javanica* e *M. morocciensis*,

respectivamente. Corroborando estes resultados, Souza (2015) também observou fator de reprodução menor do que 1, classificando as espécies *E. citriodora*, *E. urophylla* e *E. urugrandis* como resistentes à *M. incognita*. Ferraz (1980) também já relatou que *E. grandis*, *E. saligna* e *E. urophylla* são altamente resistentes a *M. incognita* e *M. javanica*.

As menores populações de nematoides, foram observados nas plantas de *E. duni*, encontrando, 297, 382 e 212 de *M. arenaria*, *M. javanica* e *M. morocciensis*, respectivamente. As maiores populações de *M. arenaria* e *M. javanica* foram obtidas quando as inoculações foram feitas em *E. grandis*, e, o mesmo aconteceu quando *M. morocciensis* foi inoculado em *E. citriodora*. Semelhantemente, Cruz et al. (2003), verificando a ocorrência de nematoides em eucalipto e pinus, observaram que os maiores valores de reprodução de *Meloidogyne* sp. foram encontrados em *E. citriodora*.

Com estes ensaios, pode-se apontar o *E. grandis* como sendo a espécie mais sensível ao parasitismo de nematoides do gênero *Meloidogyne*. Embora tenham sido observados FR menores que 1, nesta espécie foram observadas as maiores populações

Tabela 1. População final (PF), Fator de reprodução (FR) e Reação de *Eucalyptus* spp. inoculadas, de forma isolada, com três espécies de *Meloidogyne*

Espécie	<i>M.arenaria</i>	<i>M.javanica</i>	<i>M.morocciensis</i>
População final			
<i>E. duni</i>	297 c	382 c	215 c
<i>E. grandis</i>	848 a	720 a	319 b
<i>E. citriodora</i>	738 b	488 b	495 a
Tomateiro	81475	72664	74983
CV%	33.2		
Fator de reprodução			
<i>E. duni</i>	0,14 b	0,19 a	0,10 b
<i>E. grandis</i>	0,42a	0,36 a	0,15 b
<i>E. citriodora</i>	0,37 b	0,24 a	0,25 b
Tomateiro	40,7	36,3	37,5
CV%	30.2		
Reação			
<i>E. duni</i>	R	R	R
<i>E. grandis</i>	R	R	R
<i>E. citriodora</i>	R	R	R
Tomateiro	S	S	S

*Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. FR = população final (PF) / população inicial (Pi = 2.000); Reação: R = Resistente (FR < 1) e S = Suscetível (FR > 1).

em comparação às demais, bem como, maior redução nas variáveis de massa, altura de planta e comprimento raiz. O estabelecimento dos nematoides na raiz de *E. grandis* pode ter alterado a absorção de água e nutrientes, reduzindo consequentemente o desenvolvimento da planta, assim como foi verificado por Lordello (1967) nas cultivares *E. saligna* e *E. alba*.

A resistência de espécies de eucalipto ao nematoide-das-galhas foi observada por Almeida et al. (2012) que verificaram que dois clones de *E. urograndis* não multiplicaram *M. enterolobii*. Os FR foram iguais a zero e não houve a formação de galhas radiculares, caracterizando estes clones como não hospedeiros deste nematoide. Em goiabeira e em várias outras espécies, este nematoide é muito agressivo e pode inviabilizar os cultivos (Freitas et al., 2014).

Apesar das espécies de eucalipto terem apresentado uma baixa reprodução dos inóculos de *Meloidogyne*, a presença de nematoides e ovos viáveis após 180 dias da inoculação representa a capacidade de os mesmos conseguirem sobreviver na cultura até encontrar outra cultura preferencial, não multiplicando a população, mas servindo para a sua manutenção. Resultados semelhantes foram obtidos por Cruz et al. (2003), de acordo com esses autores a infestação de *Meloidogyne* sp. encontrada em *E. citriodora*, *E. tereticornis* e *E. toreliana*, tanto no solo como nas raízes, tornou evidente que essas culturas podem hospedar esse nematoide. Analogamente, em ipê roxo, os nematoides do gênero *Meloidogyne* podem infectar e se hospedar, porém, com baixa reprodução (Oliveira et al., 1995).

A população final e o fator de reprodução são variáveis importantes, que atestam a capacidade das plantas em reproduzir ou suprimir uma população de nematoides, auxiliando no planejamento das táticas de manejo de um determinado local, através do correto posicionamento de espécies ou cultivares de plantas (Kirsch et al., 2016).

Embora as espécies de Eucalipto não tenham apresentado suscetibilidade às espécies de *Meloidogyne* testadas, observou-se que a presença dos nematoides ocasionou interferência negativa no desenvolvimento das plantas, causando redução nos valores de algumas variáveis mensuradas (Tabela 2). De acordo com a Tabela 2, observou-se que *E. dunnii* e *E. citriodora* não sofreram influência da inoculação das três espécies de *Meloidogyne*. Entretanto, para *E. grandis*, *M. arenaria* e *M. javanica* reduziram a altura das plantas e a massa de matéria fresca de parte aérea em relação à testemunha, demonstrando que a infecção pelo nematoide-das-galhas comprometeu o desenvolvimento das plantas.

Não houve interferência da inoculação dos nematoides sobre a variável massa de matéria seca de parte aérea das espécies de eucaliptos (Tabela 2). Estes resultados corroboram com o trabalho de Oliveira e Silva (2013), no qual avaliaram a reação de Teca (*Tectona grandis*) a *M. javanica* e, verificaram que a massa da matéria seca da parte aérea das plantas

Tabela 2. Altura de planta, massas de matéria fresca e seca de parte aérea e massa de matéria fresca de raiz de *Eucalyptus* spp. inoculadas com diferentes espécies de *Meloidogyne*

Espécie	Testemunha	<i>M. arenaria</i>	<i>M. javanica</i>	<i>M. morocciensis</i>
Altura de planta (cm)				
<i>E. dunnii</i>	57,7 aA	53,3 abA	54,7 aA	50,8 aA
<i>E. grandis</i>	57,5 aA	46,0 bB	45,8 bB	56,8 aA
<i>E. citriodora</i>	61,5 aA	58,2 aA	58,5aA	54,1 aA
CV%	12,3			
Massa de matéria fresca de parte aérea (g)				
<i>E. dunnii</i>	9,7aA	7,4 abA	8,8 aA	8,4 aA
<i>E. grandis</i>	10,4 aA	5,3 bB	6,0 bB	9,6 aA
<i>E. citriodora</i>	10,6 aA	10,4 aA	8,6 aA	9,4 aA
CV%	30,2			
Massa de matéria seca de parte aérea(g)				
<i>E. dunnii</i>	4,1 aA	3,4 aA	3,6 aA	3,7 aA
<i>E. grandis</i>	4,4 aB	2,3 bA	2,7 bA	2,9 aA
<i>E. citriodora</i>	4,2 aA	3,7 aA	3,7 aA	3,4 aA
CV%	39,7			
Massa fresca de raiz (g)				
<i>E. dunnii</i>	14,8 aA	11,5 aA	12,6 aA	12,3 aA
<i>E. grandis</i>	20,5 aA	14,4 aB	14,3 aB	15,3 aB
<i>E. citriodora</i>	22,7 aA	13,9 aB	13,7 aB	15,4 aB
CV%	33,4			

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na linha, e pela minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

inoculadas não diferiram das testemunhas sem inoculação de nematoides. No entanto, para *E. grandis* foram observados menores valores de massa seca de parte aérea para *M. arenaria* (2.3g), *M. javanica* (2.7g), *M. morocciensis* (2.9g) quando comparados com a testemunha (4,4g).

Observou-se redução da massa fresca de raiz em *E. grandis* e *E. citriodora*, para todos os nematoides, quando comparados com a testemunha (Tabela 2). Esta redução está ligada ao fato de que a presença dos nematoides nas raízes das plantas de eucalipto compromete sua estrutura e funcionamento. Como não há a formação de galhas radiculares, ocorre, ainda, uma redução da massa radicular, fato inverso ao que se observa em diversas outras culturas, em que a intensa formação de galhas aumenta a massa das raízes (Almeida et al., 2013).

Alguns autores relatam resultados contrários ao encontrado neste trabalho com outras espécies florestais em relação a presença do nematoide das galhas. Oliveira et al. (1995) avaliando os efeitos da infestação de *M. javanica* e *M. arenaria* em ipê roxo (*Tabebuia avellanedae*) e Oliveira e Silva (2013) avaliando a reação de teca (*Tectona grandis*) a *M. javanica* observaram que a inoculação dos nematoides nas plantas não causaram diferenças nos parâmetros de massa fresca de raiz e altura de plantas em relação a testemunha.

Apesar de estes serem dados importantes, a área de nematologia florestal ainda é negligenciada e parece existir um pensamento de que plantas arbóreas ou florestais não são afetadas pelos nematoides, considerando a escassez de estudos na área e, conseqüentemente, de informações e resultados de pesquisa referentes ao assunto (Souza, 2015).

Conclusões

Todas as espécies de eucalipto foram resistentes ao parasitismo das espécies de *Meloidogyne*, apresentando fator de reprodução menor que um. Contudo, *E. grandis* sofreu interferência negativa nas variáveis de desenvolvimento vegetativo avaliadas.

Literatura Citada

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS - ABRAF.

2019. Anuário estatístico da ABRAF 2019 ano base 2018. Brasília, DF, ABRAF. 118p.

ALMEIDA, A. M. et al. 2013. Field assessment of meat and bone meal for management of guava orchards affected by guava decline. *Nematropica* (Auburn) 43(2):247-253.

ALMEIDA, E. J. et al. 2012. Reação de clones de eucalipto a *Meloidogyne enterolobii*. *Nematologia Brasileira* 36(2):80-83.

BELLÉ, C. et al. 2018. Reprodução de *Pratylenchus* spp. em espécies de eucalipto (*Eucalyptus* spp.). *Nematropica* (Brasil) 48(1):45-49.

BONETI, J. I.; FERRAZ, S. 1981. Modificações do método de Hussey & Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* em raízes de cafeeiro. *Fitopatologia Brasileira* 6(1):553.

CRUZ, M. C. et al. 2003. Ocorrência de nematoides em genótipos de *Eucalyptus* e *Pinus caribaea*. *Revista Científica Eletrônica Agronomia* (Brasil) 2(4):1-3.

FERRAZ, L. C. C. B. 1980. Nematoides parasitos de espécies de *Eucalyptus*, *Pinus* e outras essências florestais cultivadas no estado de São Paulo. Tese Doutorado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP. 92p.

FREITAS, V. M. et al. 2014. Resistant accessions of wild *Psidium* spp. to *Meloidogyne enterolobii* and histological characterization of resistance. *Plant Pathology* (Chichester) 63(4):738-746.

HIGA, R. C. V. et al. 2000. Plantio de eucalipto na pequena propriedade rural. Colombo, Embrapa Florestas. 31p.

HUSSEY, R. S; BARKER, K. R. 1973. A comparison of methods collecting inocula of *Meloidogyne* spp. including a new technique. *Plant Disease Reporter* 57:1025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ÁRVORES - IBÁ. 2019. Relatório anual: ano base 2019. São Paulo: IBA. 80p. <<https://www.iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/ibarelatorioanual2019.pdf>>. Acesso em: 05 Fev. 2020.

JOSE, S. 2009. Agroforestry ecosystem services and environmental benefits: an overview. Florida. 1p.

- KIRSCH, V. G. et al. 2016. Caracterização de espécies de *Meloidogyne* e de *Helicotylenchus* associadas à soja no Rio Grande do Sul. *Nematropica* 46(1):197-208.
- LATORRACA, J. V. F. et al. 2015. Anelamento e vaporização de toras visando otimização do processo de secagem da madeira eucalipto. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* 10(2):273-279.
- LORDELLO, L. G. 1967. A root-lesion nematode found infesting eucalyptus trees in Brazil. *Plant Disease Reporter* 51(1):791.
- MACEDO, R. L. G. et al. 2010. Eucalipto em sistemas agroflorestais. Lavras, MG. 331p.
- OOSTENBRINK, M. 1966. Major characteristics of the relation between nematodes and plants. *Mededeelingen Landbouwhogeschool Wageningen - Nederlands*. 46p.
- OLIVEIRA, A. S. de; SILVA, R. A. 2013. Ocorrência e patogenicidade de *Meloidogyne javanica* sobre plantas de teca (*Tectona grandis* Linn. F.). *Ciência Florestal (Brasil)* 23(4):563-569.
- OLIVEIRA, C. M. G. et al. 1995. Suscetibilidade e danos causados em ipê roxo por *Meloidogyne javanica* e *M. arenaria*. *Nematologia Brasileira* 19(1): 89-92.
- SANTOS, T. F. S. 2012. Metodologia de avaliação a *Pratylenchus brachyurus* e reação de genótipos de soja aos nematoides das galhas e das lesões. *Dissertação Mestrado*. Rondonópolis, UFMT. 87p.
- SASSER, J. N.; FRECKMAN, D. W. 1987. A World Perspective on Nematology: The Role of the Society. In: Veech, J.A. and Dickson, D.W., eds. *Vistas on Nematology*, Hyattsville, Maryland. Pp.7-20.
- SILVA, F. de A. S.; AZEVEDO, C. A. V. de. 2016. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. *African Journal of Agricultural Research* 11(39):3733-3740.
- SOUZA, V. H. M. de. 2015. Reação de hospedeiro de espécies de eucalipto a *Pratylenchus brachyurus* e *Meloidogyne incognita*. *Dissertação Mestrado*. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP, SP. 57p.