

Comportamento de genótipos RB de cana-de-açúcar ao parasitismo dos nematoides das galhas

Matheus Silva e Silva¹, Moara Alexandrino Bandeira¹, Sandra Roberta Vaz Lira Maranhão¹,
Rezanio Martins Carvalho¹, Elvira Maria Régis Pedrosa¹

¹ Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, CEP 52171-900, Recife-PE, Brasil. E-mail: matheus.silvaesilva@gmail.com; moarinha@hotmail.com; srmaranhao@hotmail.com; rezanioagronomia@hotmail.com; elvira.pedrosa@ufrpe.br

RESUMO

As espécies de nematoides das galhas, *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*, causam prejuízos em cultivos de cana-de-açúcar em todo o país. O uso de variedades resistentes de cana destaca-se como medida ideal no manejo desses nematoides. O objetivo do estudo foi avaliar o comportamento de genótipos RB de cana-de-açúcar em relação ao parasitismo das espécies de nematoides das galhas *M. incognita* e *M. javanica*, em condição de casa de vegetação. As avaliações foram realizadas 120 dias após a inoculação de 9000 ovos por planta. Houve diferença significativa ($P \leq 0,05$) entre os genótipos RB para todas as variáveis de desenvolvimento da planta, para ambas as espécies de nematoides. Todos os genótipos analisados foram suscetíveis ($FR \geq 1,0$) à *M. incognita* e *M. javanica*; porém, alguns genótipos apresentaram fator de reprodução (FR) inferior ao do tratamento controle. O genótipo RB071001 se destacou com relação as suas respostas biométricas frente ao parasitismo das espécies de nematoides, podendo ser considerado como tolerante ao ataque dos mesmos. Diante da ausência de variedades de cana-de-açúcar resistentes aos nematoides das galhas, plantas que se mostram tolerantes, com relativamente baixo FR, podem ser uma alternativa viável em etapas preliminares até o desenvolvimento de variedades resistentes.

Palavras-chave: *Meloidogyne incognita*, *M. javanica*, resistência, *Saccharum*

Comportment of sugarcane genotypes RB to root-knot nematode parasitism

ABSTRACT

The root-knot nematodes *Meloidogyne incognita* and *M. javanica* cause severe losses in sugarcane fields in Brazil. Developing resistant varieties is pointed as the ideal measure for the nematode management. This study had as objective evaluating clones and varieties responses to *M. incognita* and *M. javanica* parasitism under greenhouse. Evaluations based on plant development and nematode reproduction and were carried out at 120 days after sugarcane inoculation with 9000 eggs per plant. There was significant difference ($P \leq 0.05$) within genotypes for all plant development variables and both nematode species. All genotypes were susceptible ($FR \geq 1.0$) to *M. incognita* and *M. javanica*; however, some of them showed reproductive factor (FR) lower than the control. The genotype RB071001 overtopped in biometric responses nematode species, being considered tolerant. On the lack of resistance, tolerant plants with low FR could be a preliminary promising alternative to develop resistant varieties.

Key words: *Meloidogyne incognita*, *M. javanica*, resistance, *Saccharum*

Introdução

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) é umas das principais culturas da região Nordeste, sendo o Brasil o maior produtor mundial (FAO, 2013). Entretanto, a produtividade média nos Estados nordestinos se apresenta abaixo da média nacional, quando comparada a Estados da região Sudeste. Isso se dá, em parte, em decorrência de vários fatores abióticos e bióticos. Dentre os agentes bióticos prejudiciais à cultura, destacam-se os fitonematoides, amplamente disseminados nas áreas de cultivo.

Os fitonematoides parasitas da cana-de-açúcar reduzem drasticamente o crescimento e a sustentabilidade da produção (Berry et al., 2008). Esses patógenos possuem estratégias bem adaptadas para penetrar e colonizar as plantas hospedeiras, superando as barreiras de defesa e modulando os mecanismos da planta em benefício próprio (Haegeman et al., 2012; Mitchum et al., 2013). Dentre os principais nematoides que parasitam e causam danos severos aos cultivos de cana-de-açúcar, destacam-se as espécies endoparasitas sedentárias *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood e *M. javanica* (Treub) Chitwood e o endoparasito migrador *Pratylenchus zaei* Graham (Berry et al., 2007).

As espécies *M. incognita* e *M. javanica* são parasitas obrigatórios de plantas que se instalam nas raízes e completam o ciclo de vida, alimentando-se das células hospedeiras (Elling, 2013). Devido à ampla distribuição em território brasileiro, severidade e danos causados, a meloidoginose, constitui um dos maiores desafios da agroindústria canavieira (Silva et al., 2012; Barbosa, 2013).

Em Pernambuco, *M. incognita* e *M. javanica* são as espécies prevalentes nos cultivos de cana-de-açúcar no Estado (Barbosa, 2013). Os sintomas observados no sistema radicular da cultura são galhas e engrossamento das pontas das raízes, associados à redução da quantidade de raízes secundárias. Os sintomas secundários ou reflexos são caracterizados pela presença de plantas subdesenvolvidas, amareladas, murchas nas horas mais quentes do dia, manchas em reboleira e redução na produtividade. Entretanto, dependendo da variedade e das condições ambientais pode ocorrer morte das plantas em todo o talhão (Chaves et al., 2007).

O controle de nematoides em cana-de-açúcar é feito basicamente por meio de nematicidas. No entanto, muitos trabalhos demonstram que apesar da redução da população de nematoides nas primeiras semanas que sucedem à aplicação dos produtos, o número desses organismos no solo tende a voltar a níveis elevados, 90 a 120 dias após o tratamento. Aliado a estes resultados, tais produtos são onerosos, além de serem altamente tóxicos, oferecendo riscos aos aplicadores e ao ambiente. Segundo Abawi & Widmer (2000), o uso de nematicidas tem-se reduzido cada vez mais em diferentes países devido aos impactos ambientais, além de serem tóxicos ao homem e aumentar o custo de produção. Dessa forma, o uso de variedades resistentes tem se mostrado uma alternativa cada vez mais promissora para manejo de fitonematoides (Khallouk et al., 2011).

Embora o desenvolvimento de variedades resistentes a nematoide das galhas tenha tido sucesso em algodão,

amendoim, pimenta, tomate e fumo (Starr & Mercer, 2009), atualmente não estão disponíveis variedades de cana-de-açúcar resistentes a *M. incognita* e *M. javanica*. Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar o comportamento de genótipos RB de cana-de-açúcar em relação ao parasitismo de *M. incognita* e *M. javanica* em condição de casa de vegetação.

Material e Métodos

Obtenção dos genótipos

Os genótipos da sigla RB (República do Brasil) avaliados são pertencentes ao Programa de Melhoramento Genético de Cana-de-açúcar da Estação Experimental de Cana-de-açúcar de Carpina (EECAC). Foram testados genótipos das séries 2004, 2006 e 2007. A variedade RB867515 foi usada como controle suscetível.

Obtenção das populações

As populações de nematoides foram obtidas em áreas cultivadas com cana-de-açúcar apresentando sintomas de meloidoginose. As amostras provenientes do campo constituídas de solo e raízes foram acondicionadas em sacos plásticos e encaminhadas à casa de vegetação do Departamento de Fitossanidade, Laboratório de Nematologia da UFRPE. Posteriormente, foram depositadas em vasos com capacidade para 5L e, em seguida, uma muda de tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) cv. Santa Cruz, com aproximadamente 20 dias de idade, foi transplantada para cada um dos vasos com o objetivo de multiplicar as populações de *Meloidogyne* spp. para posterior caracterização bioquímica.

A identificação das espécies foi realizada através do fenótipo esterase (Est) (Carneiro & Almeida, 2001). Antes da inoculação, as populações de *M. incognita* e *M. javanica* foram multiplicadas em tomateiro por 45 dias em condições de casa de vegetação. Os ovos foram extraídos de raízes infectadas usando NaOCl a 0,5% de acordo a metodologia proposta por Hussey & Barker (1973).

Condução dos experimentos

Após a obtenção dos genótipos, foi realizada a seleção de rebolos de cana-de-açúcar, a partir da observação da viabilidade de gemas, possibilitando uma melhor brotação e, conseqüentemente, um estande mais uniforme. Os rebolos foram plantados em copos com capacidade de 500 mL, e após 60 dias, transplantados para sacos de 3 L, contendo solo esterilizado por meio de autoclavagem (em temperatura de 120 °C a pressão de 1 atm durante 1 h, sendo o processo repetido após 24 h). As mudas foram irrigadas diariamente, e permaneceram em casa de vegetação durante todo estudo. A temperatura média da casa de vegetação foi de 31 ± 7 °C e UR 65%. O experimento foi conduzido no período de maio a outubro de 2014.

Foram testados 23 genótipos da sigla RB e duas variedades RB comerciais distintas com relação ao parasitismo de *M. incognita* e *M. javanica*. A infestação do solo foi feita 15 dias após o transplante, perfazendo três orifícios equidistantes, ao redor do colmo da cana-de-açúcar, onde foram depositadas

suspensões com 9.000 ovos do nematoide/planta. Após a inoculação, foi cessada a irrigação por dois dias consecutivos, com objetivo de evitar a lixiviação do inóculo, favorecendo assim a adaptação do patógeno ao meio. Aos 120 dias após a infestação do solo (DAI), a parte aérea das plantas foi separada do sistema radicular e as raízes lavadas em água corrente.

A avaliação do desenvolvimento das plantas fundamentou-se na massa fresca da parte aérea (MFPA) e do sistema radicular (MFSR), diâmetro do colmo (DC), número de colmos (NC), número de perfilhos (NP) e altura da planta (AP). Para identificar a reação de resistência do hospedeiro ao patógeno, foi determinado o número de ovos por sistema radicular (NOSR), número de ovos por grama de raiz (NOGR) e calculado o fator de reprodução (FR=população final/população inicial) de acordo com Oostenbrink (1966).

Os ovos foram extraídos de raízes infectadas usando NaOCl a 0,5% conforme Hussey & Barker (1973). O número de ovos por sistema radicular foi obtido através da contagem sob microscópio óptico com o auxílio da lâmina de Peter's. Genótipos com FR = 0 foram considerados imunes, FR < 1 resistentes (R), e FR ≥ 1 suscetíveis (S), conforme Oostenbrink (1966).

Para todas as variáveis estudadas, os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias separadas através do teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Os dados relativos ao desenvolvimento das plantas foram transformados por $\sqrt{(x+0,5)}$ e os relativos à reprodução do nematoide em $\log_{10}(x + 1)$ para atender aos pressupostos da ANOVA.

Resultados e Discussão

Tabela 1. Diâmetro de colmo (DC), altura da planta (AP), número de perfilhos (NP), número de colmos (NC), massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa fresca do sistema radicular (MFSR) em genótipos da série 2004, 2006 e 2007 de cana-de-açúcar, 120 dias após a inoculação (DAI), testados com relação à *Meloidogyne incognita*

Série	Genótipos	DC (cm)	AP (cm)	NP	NC	MFPA (g)	MFSR (g)
2004	RB041593	1,10 a	1,43 c	0,20 b	2,20 c	44,03 b	24,75 c
	RB041594	1,22 a	1,62 c	1,20 b	5,80 a	71,37 b	39,56 c
	RB041595	0,78 b	1,42 c	1,60 b	1,80 c	41,95 b	56,33 b
	RB041596	0,80 b	1,44 c	4,80 a	1,80 c	37,90 b	25,81 c
	RB041597	1,06 a	1,41 c	1,20 b	4,21 b	42,40 b	66,27 b
	RB041600	1,14 a	1,29 c	1,20 b	6,81 a	55,74 b	25,00 c
	RB041604	0,78 b	1,04 c	2,60 a	4,62 b	34,25 b	20,00 c
	RB867515	1,08 a	1,38 c	0,20 b	4,01 b	40,14 b	42,20 c
	RB92579	1,02 a	1,19 c	3,40 a	5,02 b	54,22 b	31,00 c
2006	RB061291	1,24 a	1,75 b	0,20 b	7,60 a	95,61 a	37,20 c
	RB061276	1,12 a	1,51 c	0,00 b	7,00 a	52,15 b	22,40 c
	RB061315	1,14 a	1,21 c	0,80 b	6,41 a	58,16 b	25,80 c
	RB061294	1,18 a	1,53 c	0,20 b	6,00 a	50,13 b	15,80 c
	RB061295	1,04 a	1,36 c	0,20 b	7,43 a	36,80 b	27,40 c
	RB061296	1,06 a	1,10 c	0,80 b	4,22 b	33,74 b	23,20 c
2007	RB071001	1,20 a	2,12 a	4,20 a	9,40 a	152,21 a	137,40 a
	RB071007	1,04 a	1,99 a	2,20 a	7,40 a	138,98 a	93,60 a
	RB071009	1,04 a	2,02 a	0,60 b	7,80 a	125,91 a	55,40 b
	RB071036	1,20 a	2,20 a	0,60 b	9,00 a	145,14 a	40,60 c
	RB071037	0,98 a	1,90 b	1,60 b	6,60 a	95,63 a	58,0 b
	RB071049	1,12 a	2,21 a	1,60 b	8,80 a	153,89 a	42,60 c
	RB071055	1,16 a	1,71 b	2,60 a	5,80 a	88,86 a	61,00 b
	RB071071	1,02 a	1,70 b	1,00 b	8,20 a	97,73 a	31,20 c
	RB071095	1,16 a	1,71 b	0,00 b	5,20 b	68,08 b	22,40 c
	RB071096	1,18 a	1,53 c	1,60 b	5,20 b	37,38 b	29,28 c
CV (%)		14,62	7,20	37,75	20,34	26,97	26,35

Os dados são médias de seis repetições, e os dados originais foram apresentados. Dados relativos ao DC, AP, NP, NC, MFPA e MFR foram transformados para $\sqrt{(x+0,5)}$. Médias seguidas da mesma letra minúscula, dentro da coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade

Houve diferença significativa ($P \leq 0,05$) entre todas as variáveis analisadas com relação ao desenvolvimento das plantas e a reprodução do nematoide nos genótipos de cana-de-açúcar avaliados, para ambas as espécies de nematoides. A viabilidade do inóculo de *M. incognita* e *M. javanica* foi confirmada através do FR, no tratamento controle (RB867515), que variou entre 4,74 e 12,15.

Com relação ao diâmetro do colmo, para *M. incognita* os genótipos RB071001, RB041594 e RB061291 (Tabela 1) foram os que obtiveram os maiores valores, não diferindo estatisticamente entre si e nem do controle, porém, diferindo significativamente de outros genótipos. Para *M. javanica*, o genótipo RB041600 e o controle apresentaram os maiores valores de diâmetro do colmo, (Tabela 2), os quais diferiram estatisticamente dos demais genótipos.

Em relação à variável altura de plantas, os genótipos RB071001, RB071007, RB071009, RB071036 e RB071049 parasitados por *M. incognita* apresentaram os maiores valores e, diferiram dos demais tratamentos (Tabela 1). Quando parasitadas por *M. javanica*, os genótipos RB071001, RB071007, RB071036, RB071049, RB071055, RB061291 e RB061295 apresentaram as maiores alturas, entretanto não diferiram do genótipo RB867515 (controle suscetível) (Tabela 2). Esse resultado é importante uma vez que a variedade comercial RB867515 se destaca pelas boas características agrônomicas que possui (Cruz et al., 2014), e que os genótipos avaliados, mesmo sob o ataque dos fitonematoides, se comportaram de maneira similar ao genótipo controle.

Avaliando o número de perfilhos e de colmos das plantas inoculadas com *M. incognita*, os genótipos RB071001, RB071007, RB071055, RB041596, RB041604 e a variedade

Tabela 2. Diâmetro de colmo (DC), altura da planta (AP), número de perfilhos (NP), número de colmos (NC), massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa fresca do sistema radicular (MFSR) em genótipos da série 2004, 2006 e 2007 de cana-de-açúcar, 120 dias após a inoculação (DAI), testados com relação à *Meloidogyne javanica*

Série	Genótipos	DC (cm)	AP (cm)	NP	NC	MFPA (g)	MFSR (g)
2004	RB041593	1,12 c	1,55 b	1,40 b	3,00 c	38,94 d	27,07 d
	RB041594	1,22 b	1,67 b	1,40 b	82,93 b	45,15 c	
	RB041595	0,94 c	1,58 b	0,81 b	1,82 d	30,22 d	56,33 c
	RB041596	0,86 c	1,38 c	3,43 a	1,20 d	34,60 d	25,81 d
	RB041597	1,28 b	1,70 b	2,41 a	6,81 b	79,42 b	66,27 c
	RB041600	1,60 a	1,76 a	2,81 a	12,00 a	133,31 a	36,69 d
	RB041604	0,94 c	1,62 b	5,40 a	9,40a	91,55 b	59,29 c
	RB867515	1,46 a	1,89 a	0,20 b	7,40 b	110,66 a	42,34 d
2006	RB 92579	1,24 b	1,84 a	2,80 a	7,00 b	88,33 b	42,53 d
	RB061291	1,22 b	1,99 a	0,81 b	8,40 a	124,14 a	35,01 d
	RB061276	1,16 b	1,82 a	0,41 b	8,60 a	77,64 b	91,02 b
	RB061315	0,96 c	1,30 c	1,82 a	3,60 c	35,50 d	54,55 c
	RB061294	1,22 b	1,81 a	2,83 a	7,40 b	106,87 b	42,85 d
	RB061295	1,12 c	1,94 a	0,60 b	9,63 a	114,08 a	52,98 c
	RB061296	1,28 b	1,63 b	1,00 b	8,21 a	72,86 c	108,69 b
	RB071001	1,21 b	1,89 a	2,10 a	5,40 a	124,89 a	111,37 a
2007	RB071007	1,03 c	1,93 a	2,00 a	6,80 b	122,08 a	81,24 b
	RB071009	1,16 b	1,4 c	2,60 a	5,40 b	54,00 c	36,69 d
	RB071036	1,12 c	1,91 a	0,61 b	6,20b	93,96 b	22,77 d
	RB071037	0,96 c	1,65 b	1,23 b	6,50 b	71,49 c	53,66 c
	RB071049	1,12 c	2,04 a	1,63 b	8,80 a	153,89 a	42,60 d
	RB071055	1,10 c	1,57 b	3,41 a	5,80 b	43,44 d	50,52 c
	RB071071	1,02 c	1,89 a	1,01 b	8,20 a	97,73 b	31,20 d
	RB071095	1,08 c	1,61 b	0,40 b	5,21 b	62,79 c	47,57 c
RB071096	1,18 b	1,53 b	1,60 b	5,21 b	37,38 d	29,28 d	
CV (%)		14,35	12,56	35,06	15,76	16,58	20,36

Os dados são médias de seis repetições, e os dados originais foram apresentados. Dados relativos ao DC, AP, NP, NC, MFPA e MFR foram transformados para $\sqrt{(x+0,5)}$. Médias seguidas da mesma letra minúscula, dentro da coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade

RB 92579 e os genótipos RB071001, RB071007, RB071009, RB071036, RB071037, RB071049, RB071055, RB071071, RB041594, RB041600, RB061291, RB061276, RB061315, RB061294 e RB061295, respectivamente, demonstraram os maiores valores e, diferiram estatisticamente dos demais tratamentos ($P \leq 0,05$) (Tabela 1). Para plantas inoculadas com *M. javanica*, o número de perfilhos e de colmos foram superiores para os genótipos RB071001, RB071007, RB071009, RB071055, RB041596, RB041597, RB041600, RB041604, RB061315, RB061294 e variedade RB 92579 e os genótipos RB071001, RB071049, RB071071, RB041600, RB041604, RB061291, RB061276, RB061295 e RB061296, respectivamente, e diferiram estatisticamente dos demais tratamentos (Tabela 2). Barbosa et al. (2009) ao avaliarem as variáveis biométricas, número de perfilhos e de colmos, em relação ao parasitismo da cana-de-açúcar pelas espécies de *M. incognita* e *M. javanica*, perceberam que não houve diferença significativa entre os tratamentos e a testemunha. Em contrapartida, isso pode ter ocorrido devido os autores terem avaliado apenas a variedade SP911049 de cana-de-açúcar.

Em relação a massa fresca da parte aérea e do sistema radicular, para as plantas parasitadas com *M. incognita* os genótipos RB071001, RB071007, RB071009, RB071036, RB071037, RB071049, RB071055, RB071071 e RB061291 e os genótipos RB071001 e RB071007, respectivamente, destacaram-se com os maiores valores (Tabela 1), diferindo dos demais tratamentos ($P \leq 0,05$). Em relação a *M. javanica*, os genótipos RB071001, RB071007, RB071049, RB041600, RB061291, RB061295 e a variedade controle (RB867515), diferiram estatisticamente dos demais tratamentos, em comparação ao peso fresco da parte aérea e do sistema radicular, respectivamente (Tabela 2).

A altura das plantas e a biomassa fresca do sistema radicular podem indicar que mesmo ao terem as raízes parasitadas pelo fitonematoide, as plantas conseguiram se desenvolver, sendo considerada uma possível resposta de tolerância ao parasitismo do patógeno. Por outro lado, a biomassa fresca da raiz pode servir como indicativo direto da ação do parasitismo dos mesmos, uma vez que, plantas com reduzidos sistemas radiculares, podem ser consideradas intolerantes, devido aos danos ocasionados. De acordo com Barker (1993), a tolerância pode ser definida como a habilidade de um hospedeiro em suportar a infecção e a reprodução do nematoide, sem danos significativos.

Com relação ao número de ovos por sistema radicular, os genótipos que apresentaram menores valores foram RB071037, RB071071, RB071096, RB041593, RB041594, RB041595, RB041596, RB041597, RB041600, RB061291, RB061276, RB061295 e RB061296, e, conseqüentemente, também possuíram os menores valores de FR, com relação a *M. incognita*, porém, sem diferir da variedade controle (RB867515) (Tabela 3). Em relação à reprodução de *M. javanica*, os genótipos com menores valores de ovos por sistema radicular foram RB071001, RB071007, RB071009, RB071036, RB071037, RB071049, RB071095, RB071096, RB041593, RB041594, RB041596, RB041600, RB041604, RB061291 e RB061295, os quais diferiram dos demais tratamentos, entretanto, sem diferir significativamente do controle (RB867515) (Tabela 3). Diferentes taxas de reprodução podem, em parte, estar associadas ao fator genético do hospedeiro, conferindo resistência ou suscetibilidade, bem como à própria característica genética das populações dos nematoides (Castagnone-Sereno, 2006).

Segundo Lordello et al. (1983), o número de ovos por grama de raiz é um bom parâmetro para se avaliar a população, correlacionando diretamente com os danos causados pelos nematoides. O fato da variedade RB867515, que foi utilizada como controle, ter apresentado reduzido número de ovos por sistema radicular e por grama de raiz, pode ser justificado pela redução no desenvolvimento do sistema radicular em decorrência do ataque dos nematoides do gênero *Meloidogyne*, afetando consequentemente a reprodução dos mesmos. Diferindo dos resultados do presente estudo, Silva et al. (2012), ao avaliarem a reação de variedades de cana-de-açúcar com relação ao parasitismo de *Meloidogyne* spp., constaram que a variedade RB867515 se mostrou tolerante ao ataque de *M. incognita*.

Os valores de FR indicam que todos os genótipos avaliados foram suscetíveis (FR > 1,0) a *M. incognita* e *M. javanica* (Tabela 3) (Oostenbrink, 1966). Entretanto, alguns genótipos tiveram reduzidos valores de FR, quando comparado com a variedade comercial RB867515 (controle). O uso do FR possui algumas limitações, mas, ainda é o mais viável, uma vez que nem sempre são formadas galhas visíveis, dificultando o uso de escalas baseadas na quantidade de galhas e massas de ovos produzidas (Dias-Arieira et al., 2010). Estudos realizados com outras culturas, onde foi encontrada resistência aos nematoides das galhas, como em *Psidium* spp. e cucurbitáceas, também foram utilizados como base o FR para classificar a reação dos genótipos testados (Freitas et al., 2014), reforçando a importância do mesmo na identificação de genótipos que expressam resistência ao parasitismo de nematoides do gênero *Meloidogyne*.

Estudos avaliando as respostas de variedades de cana-de-açúcar a *M. incognita* relataram todas as variedades analisadas

como suscetíveis ou altamente suscetíveis (Chaves et al., 2009), corroborando os resultados obtidos no presente trabalho. Também estão em consonância com Dias-Arieira et al. (2010), que ao estudarem a reprodução de *M. javanica* em cana-de-açúcar, relataram suscetibilidade de todas as variedades testadas utilizando-se o FR. Suscetibilidade e resistência a nematoides são termos comumente usados quando a planta hospedeira permite (suscetibilidade) ou suprime (resistência) o desenvolvimento e/ou reprodução do nematoide (De Waele & Elsen, 2007).

Apesar do elevado FR dos nematoides no genótipo RB071001, o mesmo apresentou os maiores valores de altura de planta, diâmetro de colmo, número de colmo e perfilhos, massa fresca de parte aérea e de raiz, em relação ao parasitismo das duas espécies do nematoide (Tabela 1 e 2). Desse modo, pode-se afirmar que o genótipo RB071001 se mostrou tolerante ao ataque das espécies de *Meloidogyne* utilizadas no experimento.

A despeito das diferenças encontradas, é importante salientar que o comportamento dos genótipos de cana-de-açúcar é variável e maiores populações do nematoide nem sempre resultam em redução significativa nas variáveis vegetativas da planta. Fatores ambientais podem influenciar diretamente na reprodução de espécies de *Meloidogyne*, alterando a sua dinâmica populacional. Entre os fatores abióticos que mais influenciam as populações de fitonematoides destacam-se a temperatura e umidade do solo (Kimenju et al., 2009). A temperatura do solo interfere na sobrevivência, duração do ciclo de vida e na reprodução dos nematoides (Campos et al., 2008), sendo necessário cautela quando se utiliza os resultados obtidos em casa de vegetação para as condições de campo.

Tabela 3. Número de ovos por sistema radicular (NOSR), número de ovos por g de raiz (NOGR) e fator de reprodução (FR) em genótipos da série 2004, 2006 e 2007 de cana-de-açúcar, 120 dias após a inoculação (DAI), testados com relação à *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*

Série	Genótipos	2004			2006			2007		
		NOSR	NOGR	FR	NOSR	NOGR	FR	NOSR	NOGR	FR
		<i>M. incognita</i>			<i>M. javanica</i>					
2004	RB041593	66380 b	2869 b	7,37 a	74200 b	2803 b	8,24 a			
	RB041594	21220 b	688 b	2,35 a	102100 b	3316 b	11,34 a			
	RB041595	21860 b	397 b	2,42 a	478700 a	8329 a	53,18 b			
	RB041596	27800 b	1309 b	3,08 a	54260 b	2719 b	6,02 a			
	RB041597	83140 b	1141 b	9,23 a	390560 a	8370 a	43,39 b			
	RB041600	76560 b	3057 b	8,50 a	79620 b	2457 b	8,84 a			
	RB041604	326520 a	16865a	36,28 b	171640 b	2949 b	19,07 a			
	RB867515	42700 b	1100 b	4,74 a	109420 b	2769 b	12,15 a			
	RB92579	53940 b	3115 b	5,99 a	67520 b	1799 b	7,50 a			
	2006	RB061291	58620 b	1735 b	6,51 a	57760 b	1865 b	6,41 a		
RB061276		58420 b	5572 b	6,49 a	518680 a	5313 a	57,63 b			
RB061315		394820 a	15950a	43,86 b	282560 a	5703 a	31,39 b			
RB061294		321116 a	23920a	35,67 b	849400 a	23982 a	94,37 b			
RB061295		95940 b	4375 b	10,66 a	97620 b	1770 b	10,84 a			
RB061296		142140 b	5562 b	15,79 a	1236940 a	11626 a	137,43 b			
2007	RB071001	256100 a	2440 b	28,45 b	156100 b	1399 b	17,34 a			
	RB071007	174080 a	2229 b	19,34 b	112320 b	1242 b	12,48 a			
	RB071009	150380 a	2700 b	16,70 b	104780 b	2841 b	11,64 a			
	RB071036	130820 a	10824a	14,53 b	106620 b	7605 a	11,84 a			
	RB071037	68920 b	1198 b	7,65 a	244500 b	3983 b	27,16 a			
	RB071049	158640 a	4146 b	17,62 b	52760 b	1409 b	5,86 a			
	RB071055	151500 a	3014 b	16,83 b	366260 a	6726 a	40,69 b			
	RB071071	67800 b	3084 b	7,53 a	231360 a	7729 a	25,70 b			
	RB071095	137420 a	7535 b	15,26 b	39400 b	1142 b	4,37 a			
	RB071096	41780 b	1396 b	4,64 a	60100 b	2120 b	6,67 a			
	CV (%)	7,44	11,80	9,79	7,44	11,80	9,79			

Os dados são médias de seis repetições, e os dados originais foram apresentados. Para as variáveis NO e NO/g de raiz os dados foram transformados para $\log_{10}(x + 1)$. Médias seguidas da mesma letra minúscula, dentro da coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade

Em decorrência da inexistência de material genético de cana-de-açúcar resistente aos nematoides das galhas, uma medida viável seria o uso de variedades tolerantes. Portanto, os resultados do presente trabalho são importantes uma vez que o genótipo RB071001 se mostrou tolerante ao ataque dos fitonematoides testados. Trabalhos futuros devem ser realizados na tentativa de identificação de possíveis fontes de resistência aos nematoides das galhas na cultura da cana-de-açúcar, a fim de reduzir o impacto causado por esses fitopatógenos que causam grandes prejuízos ao setor sucroalcooleiro.

Conclusões

Todos os genótipos testados foram suscetíveis aos nematoides das galhas, *M. incognita* e *M. javanica*. Entretanto, com relação às variáveis biométricas da planta, o genótipo RB071001 se destacou podendo ser considerado tolerante ao ataque dos nematoides. Diante da ausência de variedades de cana-de-açúcar resistentes aos nematoides das galhas, plantas que se mostram tolerantes podem ser uma alternativa viável em etapas preliminares de desenvolvimento de variedades resistentes.

Literatura Citada

- Abawi, G. S.; Widmer, T. L. Impact of soil health management practices on soilborne pathogens, nematodes and root diseases of vegetable crops. *Applied Soil Ecology*, v.15, n.1, p.37-47, 2000. <[http://dx.doi.org/10.1016/S0929-1393\(00\)00070-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0929-1393(00)00070-6)>.
- Barbosa, B. F. F.; Santos, J. M.; Pedro L. M. Soares, P. L. M.; Barbosa, J. C. Avaliação Comparativa da Agressividade de *Meloidogyne javanica* e *M. incognita* à Variedade SP 911049 de Cana-de-açúcar. *Nematologia Brasileira*, v.33, n.3, p.243-247, 2009. <<http://hdl.handle.net/11449/42704>>. 22 Jan.2016.
- Barbosa, N. M. R. Reprodução e distribuição de nematoides do gênero *Meloidogyne* em canaviais de Pernambuco e Paraíba. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2013. 54p. Dissertação Mestrado. <http://200.17.137.108/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=2017>. 12 Jan.2016.
- Barker, K. R. Resistance/Tolerance and Related Concepts/Terminology in plant nematology. *Plant Disease*, v.77, n.2, p.111-113, 1993. <http://www.apsnet.org/publications/PlantDisease/BackIssues/Documents/1993Articles/PlantDisease77n02_111.pdf>. 15 Jan.2016.
- Berry, S. D.; Fargette, M.; Spaul, V. W.; Morand, S.; Cadet, P. Detection and quantification of root-knot nematode (*Meloidogyne javanica*), lesion nematode (*Pratylenchus zaei*) and dagger nematode (*Xiphinema elongatum*) parasites of sugarcane using real-time PCR. *Molecular and Cellular Probes*, v.22, n.3, p.168-76, 2008. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.mcp.2008.01.003>>.
- Berry, S.; Spaul, V. W.; Cadet, P. Impact of harvesting practices on nematode communities and yield of sugarcane. *Crop Protection*, v.26, n.8, p.1239-1250, 2007. <<http://doi:10.1016/j.cropro.2006.10.022>>.
- Campos, H. D.; Campos, V. P.; Pozza, E. A. Efeito da temperatura na multiplicação celular, no desenvolvimento embrionário e na eclosão de juvenis do segundo estágio de *Meloidogyne javanica*. *Summa Phytopathologica*, v.34, n.1, p.29-33, 2008. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-54052008000100006>>.
- Carneiro, R. M. D. G.; Almeida, M. R. A. Técnica de eletroforese usada no estudo de enzimas dos nematoides de galhas para identificação de espécies. *Nematologia Brasileira*, v.25, n.1, p.35-44, 2001. <<http://docentes.esalq.usp.br/sbn/nbonline/ol%20251/35-44%20gr.pdf>>. 15. Dez. 2015.
- Castagnone-Sereno, P. Genetic variability and adaptive evolution in parthenogenetic root-knot nematodes. *Heredity*, v.96, n.4, p.282-289, 2006. <<http://dx.doi.org/10.1038/sj.hdy.6800794>>.
- Chaves, A.; Melo L. J. O. T.; Simões Neto, D. E.; Costa, I. G.; Pedrosa, E. M. R. Declínio Severo do Desenvolvimento da Cana-de-Açúcar em Tabuleiros Costeiros do Estado de Pernambuco. *Nematologia Brasileira*, v.31, p.10-12, 2007. <<http://docentes.esalq.usp.br/sbn/nbonline/ol%20312/93-95%20pb.pdf>>. 20. Jan.2016.
- Chaves, A.; Pedrosa, E. M. R.; Pimentel, R. M. M.; Coelho, R. S. B.; Guimarães, L. M. P. Maranhão, S. R. V. L. Resistance induction to *Meloidogyne incognita* in sugarcane through mineral organic fertilizers. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v.52, n.6, p.1393-1400, 2009. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-89132009000600011>>.
- Cruz, L. R.; Gerasee, L. C.; Carmo, T. D.; Tuffi, L. D.; Barbosa, E. A.; Costa, G. A.; Santos Junior, A. Características agrônomicas e composição bromatológica de variedades de Cana-de-Açúcar. *Bioscience Journal*, v.30, n.6, p.1779-1786, 2014. <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/download/22312/15615>>. 22 Jan.2016.
- De Waele, D.; Elsen, A. Challenges in tropical plant nematology. *Annual Review of Phytopathology*, v.45, p.457-485, 2007. <<http://dx.doi.org/10.1146/annurev.phyto.45.062806.094438>>.
- Dias-Arieira, C. R.; Santos, D. A.; Souto, E. R.; Biela, F.; Chiamolera, F. M.; Cunha, T. P. L.; Santana, S. M.; Puerari, H. H. Reação de Variedades de cana-de-açúcar aos Nematoides-das-galhas. *Nematologia Brasileira*, v.34, n.4, p.198-203, 2010. <<http://docentes.esalq.usp.br/sbn/nbonline/ol%20344/198-203%20co.pdf>>. 05. Dez. 2015.
- Elling, A. A. Major emerging problems with minor *Meloidogyne* species. *Phytopathology*, v.103, n.11, p.1092-1102, 2013. <<http://dx.doi.org/10.1094/PHYTO-01-13-0019-RVW>>.
- Food and Agriculture Organization - FAO. Faostat 2013. <<http://www.fao.org/economic/ess/ess-publications/ess-yearbook/en/>>. 20. Jun.2015.
- Freitas, V. M.; Correa, V. R.; Motta, F. C.; Sousa, M. G.; Gomes, A. C. M. M.; Carneiro, M. D. G.; Silva, D. B.; Mattos, J. K.; Nicole, M.; Carneiro, R. M. D. G. Resistant accessions of wild *Psidium* spp. to *Meloidogyne enterolobii* and histological characterization of resistance. *Plant Pathology*, v.63, p.738-746, 2014. <<http://dx.doi.org/10.1111/ppa.12149>>.
- Haegeman, A.; Mantelin, S.; Jones, J. T.; Gheysen, G. Functional roles of effectors of plant-parasitic nematodes. *Gene*, v.492, n.1, p.19-31, 2012. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.gene.2011.10.040>>.

- Hussey, R.; Barker, K. Comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp., including a new technique. *Plant Disease Reporter*, v.57, n.12, p.1025-1028, 1973.
- Khallouk, S.; Voisin, R.; Van ghelder, C.; Engler, G.; Amiri, S.; Esmenjaud, D. Histological mechanisms of the resistance conferred by the Ma gene against *Meloidogyne incognita* in *Prunus* spp. *Phytopathology*, v.101, n.8, p.945-951, 2011. <<http://dx.doi.org/10.1094/PHYTO-01-11-0004>>.
- Kimenju, J. W.; Karanja, N. K.; Mutua, G. K.; Rimberia, B. M.; Wachira, P. M. Nematode community structure as influenced by land use and intensity of cultivation. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, v.11, n.2, p.353-360, 2009. <<http://www.redalyc.org/pdf/939/93913057011.pdf>>. 15 Dez. 2015.
- Lordello, R. R. A.; Lordello, A. I. L.; Sawazaki, E.; Junior, A. S. Controle de *Pratylenchus* spp. em milho com nematicidas sistêmicos e com torta de mamona. *Nematologia Brasileira*, v.7, n.1, p.241-250, 1983.
- Mitchum, M. G.; Hussey, R. S.; Baum, T. J.; Wang, X.; Elling, A. A.; Wubben, M.; Davis, E. L. Nematode effector proteins: an emerging paradigm of parasitism. *New Phytologist*, v.199, n.4, p.879-94, 2013. <<http://dx.doi.org/10.1111/nph.12323>>.
- Oostenbrink, M. Major characteristic of the relation between nematodes and plants. *Mededelingen Landbouwhogeschool: Wageningen*, 1966. 46 p.
- Silva, A. P.; Pedrosa, E. M. R.; Chaves, A.; Maranhão, S. R. V. L.; Guimarães, L. M. P.; Rolim, M. M. Reação de variedades de cana-de-açúcar ao parasitismo de *Meloidogyne incognita* e *M. enterolobii*. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.7, n.1, p.814-819, 2012. <<http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v7isa2276>>.
- Starr, J. L.; Mercer, C. F. Development of resistant varieties. In: Perry, R. N.; Moens, M.; Starr, J. L. (Eds.). *Root-knot nematodes*. Cambridge, MA: CABI International, 2009. p.326-337.