

Efeito de Acibenzolar-S-metil e Óleo de Nim sobre a densidade populacional de *Pratylenchus brachyurus* em Cana-de-açúcar

Lôbo, L.M. ; Rocha, M.R. ; Santos, L.C. ; Barbosa, K.A.G. ;
Teixeira, R.A. ; Moraes, D.B. ; Alves, G.C.S. ¹

Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás,
Caixa Postal 131, 74690-900 - Goiânia (GO) Brasil.

Email do aluno: lucasloboagro@gmail.com

Email do orientador: mara.rocha@pq.cnpq.br

Palavras - chave: indutor de resistência, *Azadirachta indica*, nematóide das lesões radiculares, *Saccharum* spp.

1- INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) tem especial significado econômico para o Brasil, que lidera a lista dos países produtores, garantindo 25% da produção mundial (Agrianual, 2006). Estima-se que a área cultivada para a safra 2011/12 seja maior que oito milhões de hectares distribuídos em todos estados produtores, produzindo 641.982,0 mil toneladas, com produtividade média nacional de 76.039 toneladas por hectare. O estado de Goiás é o terceiro maior produtor nacional de cana-de-açúcar, utilizando 673,38 mil hectares de suas terras para esta finalidade (Conab, 2011).

Nos últimos anos a substituição das áreas de monocultura de soja pela cultura da cana-de-açúcar, em razão da demanda crescente do setor sucroalcooleiro, torna-se uma preocupação premente, pois a soja é hospedeira de espécies de nematóides de galhas (*Meloidogyne* sp.) e das lesões radiculares (*Pratylenchus* sp.), o que pode elevar as taxas de

¹ Revisado por Mara Rúbia da Rocha – Orientadora;

Identificação dos autores: Lucas Morais Lôbo - Orientado PIBIC; Mara Rúbia da Rocha – Professora EA-UFG; Leonardo de Castro Santos – Doutorando EA-UFG; Kássia Aparecida Garcia Barbosa – Doutoranda EA-UFG; Renato Andrade Teixeira – Doutorando EA-UFG; Diego Bárbara de Moraes – Graduando EA-UFG; Gleina Costa Silva Alves – Doutoranda EA-UFG.

inóculo nessas áreas. A utilização da cultura da soja em sistema de rotação em áreas de reforma de canaviais, com o objetivo de aumentar os teores de nitrogênio do solo, também podem contribuir para a tendência no aumento das populações de nematóides, inclusive de *Pratylenchus brachyurus*, nas áreas de cultivo de cana-de-açúcar.

O gênero *Pratylenchus* está entre os mais importantes grupos de fitonematóides em todo o mundo, englobando mais de 60 espécies descritas (Tihohod, 1991). No Brasil, tem sido considerado como o segundo grupo de fitonematóides mais importante à agricultura, ocupando a primeira posição os nematóides do gênero *Meloidogyne* (Lordello, 1988; Tihohod, 1993; Ferraz, 2006). *P. brachyurus* é considerado uma das espécies mais daninhas do gênero e de ocorrência mais comum no Brasil, se destacando em todo o mundo (Gielfi et al., 2003; Asmus, 2004; Silva et al., 2004).

Os estudos sobre as alternativas de controle de nematóides, de forma a prevenir danos e maximizar a produtividade da cana-de-açúcar na região dos Cerrados, são de grande importância. A grande maioria dos estudos envolvendo métodos de controle de fitonematóides nesta cultura, que tem sido realizada em nossa região, não tem corroborado os resultados obtidos nas outras regiões. Isto vem reforçar a necessidade de maiores estudos nas condições de Cerrados do Centro-Oeste, principalmente levando em conta o considerável crescimento desta cultura na região.

Uma questão de grande relevância é a utilização de nematicidas resultando em incrementos de produtividade. Enquanto estudos realizados no Estado de São Paulo têm resultado em controle eficiente dos nematóides e conseqüente aumento na produtividade (Garcia et al., 1997; Novaretti et al., 1998; Dinardo-Miranda, 2003), trabalhos realizados por Machado et al. (2002), no Estado de Goiás, não resultaram em incrementos que justifiquem economicamente o controle químico. Segundo Ferraz (2006), os produtos nematicidas não erradicam o nematóide, apenas reduzem-lhe as populações temporariamente, o que gera dependência de aplicações sistemáticas nas áreas infestadas. De acordo com Dinardo-Miranda (2006) os nematicidas reduzem as populações de nematóides por 3 a 6 meses após sua aplicação. A redução se dá por cerca de 3 meses, quando aplicados em épocas muito chuvosas, e por cerca de 6 meses, quando utilizados em períodos mais secos.

O uso de variedades de cana-de-açúcar resistentes ou tolerantes a nematóides constitui-se um método de controle econômico e de grande viabilidade na prática. Entretanto

variedades resistentes são de difícil obtenção e requerem muitos anos de pesquisa e experimentos de campo. Além do mais, sua recomendação pode ser restrita a determinadas regiões devido ao clima e solo (Freitas et al., 2001).

As plantas dispõem de uma ampla variedade de mecanismos de defesa contra a invasão de microrganismos. Estes mecanismos incluem barreiras químicas e físicas pré-existentes, tanto quanto respostas de defesa induzidas que se tornam ativas após a infecção do patógeno, assim como síntese de fitoalexinas, modificações da parede celular e a produção de proteínas antifúngicas (Jackson & Taylor, 1996). A resistência sistêmica adquirida implica na produção de vários sinais, que são translocados e envolvidos na ativação de mecanismos de resistência em partes distantes do ponto de ativação (Mauch-Mani & Métraux, 1998). Contra fitonematóides, a resistência induzida em plantas pode variar de acordo com a espécie e o estado nutricional do hospedeiro, tipo de indutor e espécie envolvida. O indutor de resistência acibenzolar-S-metil é recomendado para aplicações sob forma de pulverizações às culturas de tomate, cacau e citros (Agrofit, 2011). Este produto não apresenta atividade tóxica direta sobre fitopatógenos, porém as plantas tratadas são protegidas contra os patógenos mediante resistência sistêmica adquirida induzida pelo composto (Ishii et al., 1999).

De acordo com Costa (2001), a busca por meios de controle de nematóides menos agressivos ao meio ambiente estão sendo buscadas devido à alta ocorrência de resistência de pragas a agrotóxicos e ao alto custo desses produtos químicos. Pertencente à família Meliaceae, o nim indiano (*Azadirachta indica*), árvore de clima tropical e subtropical, perene, de crescimento rápido e resistente a longos períodos de seca é conhecida há mais de 5.000 anos. Introduzida no Brasil em 1986, apresenta atividade contra mais de 400 espécies de pragas (Martinez, 2002), constituindo grande repositório de substâncias bioativas (Costa *et al.*, 2001). O óleo de nim apresenta efeito repelente a muitos organismos e suas folhas possuem propriedades antivirais e antibacterianas (Baumer, 1983), bem como contra insetos, fungos, protozoários e nematóides (Schumutterer, 1990). Diferentes partes da planta foram estudadas e apresentaram mais de 40 ingredientes ativos, pertencentes a grupos de diterpenóides, triterpenóides, limonóides e flavonóides (Thakur et al., 1981). Nimbim, nimbinim e nimbidim são exemplos dos muitos princípios ativos presentes nos extratos desta planta. A azadiractina, principal ingrediente ativo, tem sido estudada mais intensamente (Neves et al., 2003).

Em insetos, os mecanismos de ação desta substância se diferenciam, podendo ser observada ação repelente e antialimentar, sobre crescimento, metamorfose, fecundidade e

ação sobre o ciclo vital dos mesmos (Neves *et al.*, 2003). Em nematóides, no entanto, tais mecanismos ainda não estão elucidados. No controle de nematóides em cana-de-açúcar, o nim vem sendo usado através de extratos foliares e óleos aplicados na cobertura de rebolos, podendo ser utilizados em combinação com outros produtos, num manejo integrado.

A alta frequência de *P. brachyurus* é motivo de preocupação em áreas produtoras, devido à escassez de informações sobre as relações entre esse nematóide e as grandes culturas, o que demonstra a importância de se obter maiores informações a fim de fundamentar as recomendações de controle (Silva *et al.*, 2004).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito do indutor de resistência acibenzolar-S-metil e do óleo de nim no controle de *P. brachyurus* na cana-de-açúcar, sob condições de casa de vegetação.

2- MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido em casa de vegetação na Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, da Universidade Federal de Goiás (Goiânia, GO). Utilizou-se como planta hospedeira a variedade de cana-de-açúcar SP80-1816, que foi plantada em sacos de polietileno preto e mantidas sobre bancada.

O experimento foi conduzido de 18/03/2011 a 11/06/2011, utilizando-se o delineamento inteiramente casualizado. Para o tratamento com acibenzolar-S-metil foi utilizado esquema fatorial 4 x 2, com cinco repetições, através da combinação entre quatro dosagens (0; 5; 10 e 20g i.a./100L) e duas formas de aplicação do produto (pulverização na parte aérea e no solo). Para o tratamento com óleo de nim foi utilizado a combinação entre quatro dosagens (0; 2; 5 e 8% do produto/100L), com cinco repetições, aplicado diretamente no solo.

Os toletes de cana, contendo cada um deles uma gema, foram plantados nos sacos de polietileno (11x18cm) contendo substrato preparado pela mistura de solo e areia na proporção de 1:1, previamente autoclavado. Vinte e cinco dias após o plantio (12/04/2011) foi feita a inoculação com *P. brachyurus* utilizando-se uma suspensão de inóculo ajustada para que cada plântula recebesse 500 indivíduos. O inóculo foi distribuído ao redor das raízes das plântulas que, em seguida, foram mantidas umedecidas, assim permanecendo durante todo o período do

ensaio, com o intuito de garantir o bom desenvolvimento das plantas e o sucesso da inoculação.

Aos 7, 14, 21 e 28 dias após a inoculação foi feita a aplicação do acibenzolar-S-metil em pulverizações na parte aérea ou aplicação no solo e aplicação do óleo de nim em pulverizações no solo, nas dosagens determinadas, conforme os tratamentos. As aplicações foram realizadas com pulverizador manual a um volume médio de calda aplicada de 150mL e vazão de 0,005L/s.

A avaliação foi realizada aos sessenta dias após a inoculação. As plantas foram retiradas dos sacos de polietileno e, em laboratório, as raízes foram lavadas em água corrente, para a eliminação das partículas de solo, e deixadas sobre papel toalha para a eliminação do excesso de água. Posteriormente foram pesadas, em balança digital, e cortadas em pedaços, de aproximadamente 2 cm de comprimento, e levadas ao liquidificador com 250 mL de água e trituradas por 30 segundos. A suspensão foi vertida em uma peneira de 100 mesh sobreposta a uma de 400 mesh. Os resíduos que foram retidos na peneira de 100 mesh foram descartados e o material retido na peneira de 400 mesh foi recolhido e transferido para béquer. As amostras contidas nos béqueres foram levadas separadamente para centrífuga, primeiramente em solução com caolim e posteriormente com sacarose, segundo metodologia descrita por Coolen & D'Herde (1972). A identificação e quantificação dos fitonematóides foram realizadas em microscópio óptico binocular utilizando-se uma lâmina de Peters. Avaliou-se o peso fresco das raízes e o número total de *P. brachyurus*. Os resultados finais foram expressos em número de nematóides por 10 gramas de raízes.

Os dados foram submetidos a análise de variância e, quando detectadas diferenças significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Quando detectadas diferenças significativas para as dosagens procedeu-se à análise de regressão.

3- RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise estatística dos dados mostrou que houve interação significativa entre os modos de aplicação do acibenzolar-S-metil e as doses. Constatou-se que para aplicação de acibenzolar-S-metil via pulverização no solo, não houve diferença significativa entre as doses do produto (Tabela 1). No entanto, embora não significativa, as densidades populacionais de *P. brachyurus* foi menor com a aplicação do produto em qualquer das doses.

Tabela 1 – Efeito de doses de acibenzolar-S-metil, aplicado via pulverização da parte aérea da cana-de-açúcar, variedade SP80-1816, ou pulverização no solo, sobre a densidade populacional de *Pratylenchus brachyurus*.

Modos de Aplicação	Doses (I./A. g/100L)				Médias
	0	5	10	20	
Aérea	345,45 ab A	647,74 b B	280,73 a A	190,62 a A	366,13 B
Solo	259,72 a A	174,12 a A	175,90 a A	110,39 a A	180,03 A
Médias	302,58 ab	410,93 b	228,31 ab	150,51 a	
CV(%)					37,13

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas, e minúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Na aplicação do produto na parte aérea a análise de regressão indicou um comportamento linear significativo entre as doses. No entanto, o coeficiente de determinação (R^2) foi muito baixo. Observou-se as menores densidades populacionais do nematóide quando foram aplicadas as doses de 10 ou 20 g de ingrediente ativo (i.a.) por 100 litros.

Embora em todas as doses as densidades populacionais do nematóide tenham sido menores com a aplicação do produto no solo do que com a aplicação na parte aérea, esta diferença foi significativa na dose de 5 g i.a./100L. Nesta dose, quando o produto foi aplicado na parte aérea, observou-se que a população quase dobrou em relação a testemunha, fato que deve ser mais investigado, pois acredita-se que o acibenzolar-S-metil possa ter induzido a formação de algum composto que estimulou um maior desenvolvimento do nematoide.

Na média, a população de *P. brachyurus* foi significativamente menor quando a pulverização do produto foi feita no solo, o que concorda com Lôbo et al. (2010), que verificaram que a aplicação de acibenzolar-S-metil no solo, foi responsável por maiores reduções na densidade populacional de *P. brachyurus*, quando comparado à pulverização foliar. Além disso, independente da forma de aplicação as doses de 10 e 20 g i.a./100L foram as que proporcionaram maior redução da população do nematoide.

Quanto à aplicação de óleo de nim, via pulverização no solo, a análise estatística dos dados mostrou que todas as dosagens utilizadas reduziram drasticamente a população de *P. brachyurus* em comparação com a testemunha (Tabela 2). Como as dosagens de 2%, 5% e 8% não diferiram entre si na redução da densidade populacional do nematoide, deve-se sugerir a recomendação de utilização da menor dosagem (2%) por ser a mais economicamente viável.

Tabela 2 – Efeito de doses de óleo de nim, aplicado via pulverização no solo, em cana-de-açúcar, variedade SP80-1816, sobre a densidade populacional de *Pratylenchus brachyurus*.

Dosagem (%/V)	<i>P. brachyurus</i> / 10g raízes
0	1023,06 b
2	52,85 a
5	41,56 a
8	52,70 a
CV(%)	45,53

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os resultados aqui obtidos indicam que os dois produtos apresentam eficiência no controle de *P. brachyurus*. Ao se utilizar o acibenzolar-S-metil deve-se dar preferência por sua aplicação no solo, próximo as raízes das plantas. Pelo fato da aplicação no solo não ter apresentado diferença significativa entre as doses, recomenda-se a utilização da dosagem mais baixa do produto (5 g i.a./100L), visto que é a de maior viabilidade econômica e de menor impacto ambiental. Como este produto é um indutor de resistência, ou seja, não apresenta atividade tóxica sobre o nematóide (Ishii et al., 1999), é importante que estudos mais aprofundados sejam conduzidos no sentido de se identificar quais os mecanismos acionados na planta que resultam na resistência ao nematóide.

4- CONCLUSÕES

O produto acibenzolar-S-metil apresenta maior eficiência na indução de resistência a *P. brachyurus* quando aplicado no solo, próximo as raízes.

Para a aplicação de acibenzolar-S-metil no solo, a dose de 5 g do ingrediente ativo por 100 litros é suficiente para induzir resistência a *P. brachyurus*.

O óleo de nim, aplicado via pulverização no solo, na dosagem de 2% é eficiente na redução populacional do nematóide.

5- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL. **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: Instituto FNP Consultoria & AgroInformativos, p. 227-248. 2006.

AGROFIT. Serviços - agrotóxicos - sistema **Agrofit**. <www.agricultura.gov.br> acesso em 03 de abril de 2011.

ASMUS, G.L. Ocorrência de nematóides fitoparasitos em algodoeiro no Estado de Mato Grosso do Sul. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v.28, n.1, p.77-86, 2004.

BAUMER, M. **Notes on Trees and Shrubs in Arid and Semi-arid Regions**. FAO, 280 p. 1983.

CHINNASRI, B., B.S. SIPES, & D.P. SCHMITT. **Effects of inducers of systemic acquired resistance on reproduction of *Meloidogyne javanica* and *Rotylenchulus reniformis* in pineapple**. Journal of Nematology, 38 (3): 319-325. 2006.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. 2011. **Acompanhamento da safra brasileira 2011/2012**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_05_27_11_53_13_boletim_cana_portugues_s_-_maio_2011_1o_leve.pdf> Acesso em: 20 de maio de 2011.

COOLEN, W.A.; D'HERDE, C.J. **A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue**. Ghent, Belgium: State of Nematology and Entomology Research Station, 77 p. 1972.

COSTA, M.J.N., V.P CAMPOS & D.F. OLIVEIRA. **Toxidade de extratos vegetais e de esterco a *Meloidogyne incognita***. Summa Phytopathologica, 27 (2): 22-23. 2001.

DINARDO-MIRANDA, L.L.; MENEGATTI, C.C.; GARCIA, V. Efeito da torta de filtro e de nematicida sobre infestações de nematóides e a produtividade da cana-de-açúcar. **Nematologia Brasileira**, Brasília, 27(1):61-67. 2003.

DINARDO-MIRANDA, L.L. Manejo de Nematóides na cana-de-açúcar. **Atualização em produção de cana-de-açúcar**, Centro Universitário Moura Lacerda, Ribeirão Preto, SP, 2006, p. 281-292.

FERRAZ, L.C.C.B. O nematóide *Pratylenchus brachyurus* e a soja sob plantio direto. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, edição 96, p. 23-27, 2006.

FREITAS, L. G.; OLIVEIRA, R. D´A. L.; FERRAZ, S. **Introdução à nematologia**. Viçosa: UFV, 84 p. 2001.

GARCIA, V.; S.F. SILVA., DINARDO-MIRANDA, L.L. Comportamento de variedades de cana-de-açúcar em relação a *Meloidogyne incognita*. **Álcool e Açúcar**, São Paulo, v.17, n.87, p.4-19, 1997.

GIELFI, F.S.; SANTOS, J.M.; ATHAYDE, M.L.F. Reconhecimento das espécies de fitonematóides associados ao algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) no Estado de Goiás. **Anais... CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO**, 4, 2003, Goiânia, GO. Goiânia: Fialgo e Embrapa Algodão, CD-ROM. 2003.

ISHII, H., Y. TOMITA, T. HORIO, Y. NARUSAKA, Y. NAKAZAWA, K. NISHIMURA & S. IWAMOTO. Induced resistance of acibenzolar-S-methyl to cucumber and Japanese pear diseases. **European Journal of Plant Pathology**, 105 (1): 77-85, 1999.

JACKSON, A. O. & C.B. TAYLOR. Plant-microbe interactions: Life and death at the interface. **The Plant Cell**, 8 (10): 1651-1668, 1996.

LÔBO, L.M.; ROCHA, M.R.; SANTOS, L.C.; BARBOSA, K.A.G.; ALVES, T.G.; TEIXEIRA, R.A.; ARAÚJO, F.G. Efeito de Indutor de Resistência sobre a densidade populacional de *Pratylenchus brachyurus* em Cana-de-açúcar. **Anais... CONGRESSO DE PESQUISA, ENSINO E EXTENSÃO**, 7, 2010, Goiânia, GO. Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 2010, p 5844 – 5852. 2010.

LORDELLO, L.G.E. **Nematóides das plantas cultivadas**. 6. ed. Editora Nobel: São Paulo, 314p. 1988.

MACHADO, V.O.F.; FERNANDES, P.M.; SOARES, R.A.B.; OLIVEIRA, P.F.M. **Efeito de diferentes nematicidas sobre *Pratylenchus zae* em cana-de-açúcar em Goiás**. Stab, Piracicaba, 21(1):15. 2002

MAUCH-MANI, B. & MÉTRAUX, J. P. Salicylic acid and systemic acquired resistance to pathogen attack. **Annals of Botany**, 82 (5): 535-540, 1998.

MARTINEZ, S.S. **O Nim – *Azadirachta indica*: Natureza, Usos Múltiplos, Produção**. IAPAR, Londrina (PR), 142 p. 2002.

NEVES, B.P., I.P. OLIVEIRA & J.C.M. NOGUEIRA. **Cultivo e Utilização do Nim Indiano**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Goiânia (GO), 12 p. (Circular técnica, 62). 2003.

NOVARETTI, W.R.T.; MONTEIRO, A.R.; FERRAZ, L.C.C.B. Controle químico de *Meloidogyne incognita* e *Pratylenchus zae* em cana-de-açúcar com carbofuram e terbufos. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.22, n.1, jun.,p.60-74, 1998.

SCHUMUTTERER, H. **Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica***. Annual Review Entomology, 35: 271-298. 1990.

SILVA, R.A.; SERRANO, M.A.S.; GOMES, A.C.; BORGES, D.C.; SOUZA, A.A.; ASMUS, G.L.; INOMOTO, M.M. Ocorrência de *Pratylenchus brachyurus* e *Meloidogyne incognita* na cultura do algodoeiro no Estado do Mato Grosso. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v.29, n.3, p.337, 2004.

THAKUR, R.S., S.B. SINGH & A.GOSWAMI. *Azadirachta indica* A. Juss - a review. Cromap 3, 135-40. 1981.

TIHOHOD, D. **Controle de nematóides parasitos do algodoeiro através de sequência de culturas e avaliação de métodos de amostragem e extração**, 1991. 117f. Tese (Doutorado em Agronomia) Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal-SP, 1991.

TIHOHOD, D. **Nematologia agrícola aplicada**. Jaboticabal: FUNEP. 372p. 1983.