

Efeito da calagem e da adubação potássica sobre o nematóide *Heterodera glycines* (Ichinohe, 1952)¹

Rocha, M. R. da²; Carvalho, Y. de²; Corrêa, G. de Carvalho²; Cunha, M. Gomes²; Chaves, L. J.²

¹Parte da Tese de Doutorado da primeira autora apresentada à Universidade Federal de Goiás.

²Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Caixa Postal 131, CEP 74001-970. Goiânia, GO, Brasil. e-mail: mrocha@agro.ufg.br

Recibido: 18/1/07 Aceptado: 26/11/07

Resumo

Com o objetivo de avaliar o efeito da calagem e da adubação potássica sobre a população de *H. glycines*, foi conduzido o presente experimento em um delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 2 x 3, com 4 repetições, sendo 4 doses de potássio (0, 30, 60 e 120 kg de K₂O.ha⁻¹), presença ou ausência de calagem (1.35 t.ha⁻¹) e 3 épocas de avaliação (florescimento, enchimento de vagens e final do ciclo). Cultivar de soja suscetível FT- Cristalina foi plantada em vasos e artificialmente inoculada com 4000 ovos de *H. glycines* por vaso. Foi avaliado o número de fêmeas de *H. glycines* nas raízes, número de cistos /100 cm³ de solo e número médio de ovos /cisto. Durante o período de enchimento de vagens o número de fêmeas e de cistos foi maior e, nesta época, a aplicação de calcário favoreceu maior número de fêmeas em comparação com tratamento sem calcário. A aplicação de doses crescentes de cloreto de potássio, até os níveis aproximados de 106 e 90 kg de K₂O.ha⁻¹, reduziram o número de fêmeas e de cistos, respectivamente. O número de ovos por cisto foi maior no durante o estágio de enchimento de vagens.

Palavras-chave: nematóide de cisto, nutrição mineral, estádios fenológicos, soja

Summary

Effect of liming and potassium on the nematode *Heterodera glycines* (Ichinohe 1952)

With the purpose to evaluate the effect of liming and Potassium fertilization on *Heterodera glycines* population, the present study was conducted in a complete randomized design, in a 4 x 2 x 3 factorial scheme, with 4 replications. Four doses of Potassium (0, 30, 60 and 120 kg of K₂O.ha⁻¹) two levels of liming (0 and 1.35 t.ha⁻¹) and 3 periods of evaluation based on the plant development stage (blossoming, grain-filling and late season) were tested. Susceptible soybean cultivar FT-Cristalina was planted in pots and artificially inoculated with 4,000 eggs of *H. glycines*/pot. Number of *H. glycines* females on the roots, number of cysts/100cm³ of soil and number of eggs/cyst were evaluated. Number of females and cysts were higher at the grain-filling plant stage. During this stage the liming increased the number of females in comparison to the treatment with no lime. Increasing doses of Potassium up to 106 and 90 kg of K₂O.ha⁻¹ reduced the number of females and cysts, respectively. Number of eggs/cyst was higher at the grain-filling stage.

Key words: cyst nematode, mineral nutrition, plant phenology stages, soybean

Introdução

A rotação de culturas e o uso de cultivares resistentes têm sido as medidas mais eficientes visando manter as populações do nematóide de cisto da soja (*Heterodera glycines* Ichinohe, 1952) em níveis mais baixos nos solos infestados. O manejo do solo visando manter a fertilidade equilibrada no perfil, e saturação de bases dentro do recomendado para a região, também têm sido práticas recomendadas para o controle de *H. glycines* (Embrapa, 2005). Estas práticas podem também tornar a planta mais vigorosa através da nutrição equilibrada. De modo geral, os solos dos cerrados apresentam baixa fertilidade natural, com fortes desequilíbrios nutricionais geralmente causados por formulações inadequadas de adubo e, principalmente, por calagem excessiva na superfície. Embora os fertilizantes sejam largamente utilizados na agricultura, sua importância na redução do estresse causado por *H. glycines* tem recebido muito pouca atenção. O estado nutricional da planta de soja influi também no número de nematóides que dela se alimentam. Quanto mais vigoroso o crescimento da planta, mais extenso o sistema radicular e, portanto, maior o potencial de locais para alimentação dos nematóides (Yorinori, 1994). Segundo Riggs e Schmitt (1987) o uso adequado de fertilizantes, conforme análise de solo, dá condições para que as plantas, até certo ponto, obtenham seus nutrientes, apesar do parasitismo e danos causados às raízes. Esses autores afirmam ainda que doses extremamente altas de fertilizantes podem ser tóxicas a *H. glycines*. No entanto, essas doses geralmente não são usadas por serem antieconômicas.

O pH do solo parece ser importante para a atividade dos nematóides, ainda que seus efeitos prováveis sejam indiretos. Em lavouras de soja de Chapadão do Sul (MS) e Chapadão do Céu (GO), foi observado que pH do solo e saturação de bases muito altas, favorecem as populações de *H. glycines*. Valores de pH acima de 6,0, contribuíram para intensificar os danos causados pelo nematóide e resultaram em imobilização de micronutrientes e redução do parasitismo natural de ovos e de cistos. A imobilização de micronutrientes no solo causou deficiência destes nas plantas, atuando de modo sinérgico ou aditivo ao *H. glycines*. Nestas condições, a população de cistos tem se mantido alta, mesmo após o cultivo de milho por um ou dois anos (Garcia e Silva, 1996; Silva *et al.*, 1997).

Sologuren e Santos (1997), estudando as características químicas de solo em reboleiras de soja com *H.*

glycines, encontraram correlações positivas entre densidades de cistos viáveis e de juvenis de 2º estágio com valores de pH, Ca, Mg e saturação de bases. O pH apresentou correlação positiva também com o total de cistos e ovos/cisto viável. Portanto, as características químicas do solo interferem na dinâmica populacional do nematóide. O manejo do solo, no que se refere ao adequado uso de corretivos, pode auxiliar no controle de *H. glycines*.

O potássio (K) tem sido considerado o nutriente que maior influência exerce sobre as doenças, sendo a ele atribuído efeito benéfico sobre a sanidade das plantas na maioria das espécies estudadas (Perrenoud, 1990). Esse nutriente desempenha papel fundamental em muitas reações do metabolismo das plantas. Em geral, a nutrição adequada em K resulta em menor incidência de doenças, devido ao aumento da resistência à penetração e desenvolvimento de muitos patógenos. O K aumenta a espessura da parede celular em células da epiderme, promove rigidez da estrutura dos tecidos, e regula o funcionamento dos estômatos, além de promover uma rápida recuperação dos tecidos injuriados (Huber e Arny, 1985; Marschner, 1986). Também tem sido observado que, em plantas mais resistentes, o acúmulo de fitoalexinas e fenóis ao redor dos sítios de infecção está relacionado com a presença de K (Huber e Arny, 1985).

Existem evidências consideráveis de que injúrias causadas por *H. glycines* são mais severas em solos de baixa fertilidade, principalmente naqueles solos pobres em K (Morgan-Jones e Rodriguez-Kabana, 1984; Wrathier *et al.*, 1984). Em experimentos envolvendo aumento no nível de adubação potássica para soja, tem sido demonstrado que o elemento K pode reduzir ou suprimir a reprodução de *H. glycines* (Luedders *et al.*, 1979). Adubação suplementar com potássio para a cultura da soja aumenta o nível de tolerância a alta população de *H. glycines*.

Estudos de Luedders *et al.* (1979) mostraram que o número de cistos no solo e de fêmeas nas raízes aumentou na menor dose de K em comparação com a testemunha e diminuiu significativamente em doses mais altas de K para duas fontes, cloreto de potássio (KCl) e sulfato de potássio (K₂SO₄).

O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito da calagem e da adubação potássica sobre a densidade populacional de *H. glycines* em três estádios de desenvolvimento da soja, sob condições de casa-de-vegetação.

Material e métodos

O experimento foi conduzido em vasos de cerâmica com capacidade para 1,4 L, sob condições de casa-de-vegetação, utilizando-se como substrato, uma mistura de Latossolo Vermelho Escuro (LE) e areia, na proporção de 1:1. Este substrato foi previamente esterilizado, através de autoclavagem a 120°C por 20 minutos, e submetido a análise para determinação de alguns componentes químicos, físicos, pH e teor de matéria orgânica (Tabela 1).

Os vasos foram colocados sobre bancadas com bordas elevadas. Os espaços entre os vasos foram preenchidos com areia que foi mantida sempre úmida, visando manter a temperatura do substrato no interior dos vasos mais baixa e a umidade mais uniforme.

O inóculo de *H. glycines*, raça 4, foi obtido a partir de amostra de solo infestado, coletada em área de plantio de soja no município de Chapadão do Céu - GO. A partir desta amostra foram mantidos vasos para multiplicação do inóculo em casa-de-vegetação, utilizando como planta hospedeira, a soja cultivar FT-Cristalina.

Para preparo do inóculo, as raízes das plantas multiplicadoras foram levadas ao laboratório e submetidas à extração de fêmeas. As fêmeas foram rompidas com o auxílio de um bastão de vidro sobre um conjunto de peneiras de 100 e 400 mesh. Os ovos e juvenis (J2) recolhidos na peneira de 400 mesh foram utilizados para inoculação. A concentração do inóculo foi determinada com o auxílio de uma câmara de Peters e contagem sob microscópio estereoscópico.

As doses de calcário e potássio utilizadas foram determinadas com base na análise do substrato e seguindo as recomendações da Comissão de Fertilidade de Solos de Goiás (1988). A dose de calcário foi determinada visando elevar a saturação de bases para 50 % e as doses de K_2O foram determinadas a partir da dose recomendada que foi de 60 kg de K_2O .ha⁻¹, aplicado na forma de Cloreto de Potássio (KCl).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 2 x 3, com 4 repetições. Os tratamentos foram constituídos pelo arranjo fatorial de quatro doses de K_2O , duas de calcário,

e avaliações em três estádios de desenvolvimento das plantas. As doses de potássio foram: 1) testemunha, sem K_2O , 2) 30 kg.ha⁻¹ de K_2O , 3) 60 kg.ha⁻¹ de K_2O , 4) 120 kg ha⁻¹ de K_2O . As doses de calcário foram: 1) testemunha, sem calcário e 2) 1,35 t.ha⁻¹. As avaliações foram feitas nos seguintes estádios de desenvolvimento: 1) florescimento (75 dias após semeadura-DAS), enchimento de vagens (145 DAS) e final do ciclo das plantas (205 DAS). É importante notar que em condições de casa-de-vegetação, o ciclo das plantas não corresponde ao seu ciclo normal no campo.

Foi feita adubação com fósforo, seguindo as mesmas recomendações, com base na análise de solo, aplicando-se 100 kg ha⁻¹ de P_2O_5 , na forma de superfosfato simples. As quantidades de calcário, cloreto de potássio e superfosfato simples foram incorporadas e misturadas ao substrato. Após o enchimento dos vasos, procedeu-se à semeadura colocando-se 4 sementes de soja cultivar FT-Cristalina por vaso. A emergência de plântulas ocorreu aos 5 DAS e, aos 15 DAS, foi feito o desbaste deixando-se 2 plantas por vaso.

A inoculação foi realizada logo após o desbaste, utilizando-se a suspensão preparada, depositando-se 4000 ovos e J2 por vaso. A suspensão foi depositada em um pequeno sulco feito ao redor das plantas. Foram feitas irrigações diárias e a areia colocada entre os vasos foi mantida úmida durante todo o período de condução do experimento.

Foi avaliado o número de fêmeas no sistema radicular, número de cistos/100 cm³ de substrato e número de ovos/cisto, exceto na última avaliação em que não foi feita contagem do número de fêmeas no sistema radicular.

As avaliações do número de fêmeas nas raízes foram feitas através de contagem direta das fêmeas no sistema radicular. Para contagem do número de cistos foi feita extração pelo método do peneiramento e suspensão conforme descrito por Tihohod (1993).

Para contagem do número de ovos por fêmea e ovos por cisto, estes foram depositados em um conjunto de peneiras sobrepostas de 100 e 400 mesh e rompidos com o auxílio de um bastão de vidro, sob água corrente. Os ovos retidos na peneira de 400 mesh foram recolhidos e submetidos à contagem com o auxílio de câmara de Peters.

Tabela 1. Resultados da análise química e física do substrato utilizado no experimento.

P	K	Ca+Mg	Al	H+Al	V	m.o.	pH	Argila	Silte	Areia
mg.dm ⁻³	mg.dm ⁻³	cmol _c .dm ⁻³			%	%	%	%	%	%
1,3	7,0	2,0	0,0	4,7	30,06	0,2	5,7	28,0	9,0	63,0

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, adotando-se o nível de significância de 5 % para o teste de F. Nos casos em que houve diferença significativa entre as doses de K₂O ou calcário, ou interação significativa, foi realizada análise de regressão.

Resultados e Discussão

Os resultados obtidos para o número médio de fêmeas de *H. glycines* no sistema radicular de soja cultivar FT-Cristalina, em função de doses crescentes de cloreto de potássio e da aplicação de calcário, estão apresentados

na Tabela 2. A análise de variância mostrou interações significativas entre calagem e estádios de desenvolvimento das plantas ($P < 0,05$) e entre doses de cloreto de potássio e estádios de desenvolvimento ($P < 0,01$). O desdobramento das interações mostrou que tanto a aplicação de calcário (Tabela 3) como a de potássio (Figura 1) somente exerceram influência sobre o número de fêmeas nas raízes no estágio de enchimento de vagens ($P < 0,01$).

O número de fêmeas, observado no sistema radicular, no estágio de enchimento de vagens (145 DAS), foi significativamente maior que aquele observado no florescimento (75 DAS) nas duas doses de calcário

Tabela 2. Efeito de doses crescentes de cloreto de potássio e da aplicação de calcário ao substrato, sobre o número médio de fêmeas de *H. glycines* no sistema radicular de soja cultivar FT-Cristalina nos estádios de florescimento e enchimento de vagens.

Estádios de desenvolvimento	de Calcário (t.ha ⁻¹)	Doses de K ₂ O (kg.ha ⁻¹)				Médias
		0	30	60	120	
Florescimento	0	76,50	142,50	17,00	235,50	117,88
	1,35	174,50	150,00	59,00	43,75	106,81
Médias parciais		125,50	146,25	38,00	139,62	112,34
Enchimento de vagens	0	1504,25	1387,75	387,25	290,75	892,50
	1,35	2281,25	1794,25	415,00	563,50	1263,50
Médias parciais		1892,75	1591,00	401,12	427,12	1078,00
Médias		1009,12	868,62	219,56	283,38	595,17

Tabela 3. Efeito da aplicação de calcário ao substrato sobre o número médio de fêmeas de *H. glycines* no sistema radicular de soja FT-Cristalina, nos estádios de florescimento e de enchimento de vagens.

Calcário (t.ha ⁻¹)	Estádios de desenvolvimento		Médias
	Florescimento	Enchim. de vagens	
0	117,88bA	892,50aB	505,19
1,35	106,81bA	1263,50aA	685,16
Médias	112,34	1078,00	595,17

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

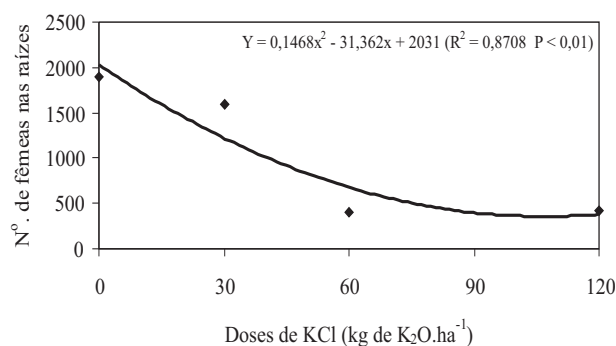


Figura 1. Curva e equação de regressão para o número médio de fêmeas de *H. glycines* no sistema radicular de soja cultivar FT-Cristalina, no estágio de enchimento de vagens, em função de doses crescentes de cloreto de potássio (KCl).

(Tabela 3). Isto se justifica em função do espaço de tempo decorrido entre as duas épocas de avaliação, pois ocorre a multiplicação do nematóide, surgindo novas gerações de *H. glycines*. De acordo com Young (1992), sob condições ideais de temperatura e em presença de hospedeiro suscetível, o ciclo de vida do nematóide de cisto da soja varia de 21 a 24 dias, sendo possíveis 4 a 5 gerações em um único cultivo de soja.

O fato do efeito da aplicação de calcário só ter ocorrido no estágio de enchimento de vagens pode ser explicado pelo tempo requerido para que ocorram as reações de neutralização do solo, que segundo Sfredo *et al.* (1994), é de, no mínimo, três meses. Observa-se que, neste estágio de desenvolvimento, a quantidade de calcário de 1,35 t.ha⁻¹, visando elevar a saturação de bases para 50 %, favoreceu aumento significativo do número de fêmeas no sistema radicular. O tratamento onde não foi feita aplicação de calcário, originalmente com saturação de bases de 30,06 % e pH 5,7 (Tabela 1), foi menos favorável ao desenvolvimento de *H. glycines*, embora tenham sido observados valores elevados em comparação com a primeira época de avaliação. Provavelmente a aplicação de calcário tenha melhorado a absorção de nutrientes, favorecendo um maior crescimento de raízes, oferecendo, portanto, mais sítios de alimentação para o nematóide, resultando com isto, em maior número de fêmeas de *H. glycines*.

Apesar de não haver diferença significativa entre as doses de K₂O no estágio do florescimento, observa-se que a aplicação da dose recomendada de 60 kg de K₂O por hectare resultou em menor número de fêmeas nas raízes (Tabela 2).

No estágio de enchimento de vagens nota-se redução no número de fêmeas à medida que as doses de K₂O são aumentadas, até a dose de 106,8 kg de K₂O/ha. A partir desta dose, o número estimado de fêmeas nas raízes parece permanecer estável ou apresentar ligeiro aumento (Figura 1). Estes resultados indicam que a aplicação de dose igual ou um pouco acima da dose recomendada de K₂O, reduzem significativamente a população de *H. glycines*.

Estes resultados confirmam as observações de Shannon *et al.* (1977) de que manter um balanço nutricional adequado é extremamente importante, especialmente em solos onde *H. glycines* está presente. Segundo esses autores, a deficiência de K pode limitar seriamente a produção de soja em solo infestado por *H. glycines*. Em solos onde este nematóide limita severamente o crescimento das raízes, a cultura pode requerer mais K que o indicado com base em análise de solo.

Embora não tenha sido avaliado o peso seco de raízes, o ligeiro aumento do número de fêmeas de *H. glycines* nas doses superiores a 106,8 kg ha⁻¹ de K₂O, pode indicar que doses elevadas de K tenham promovido maior crescimento radicular, resultando em pequeno aumento da população de *H. glycines* a partir desta dose, por oferecer mais sítios de infecção. Wrather *et al.* (1992) afirmam que o crescimento das raízes de soja é estimulado quando vários nutrientes são acrescentados ao solo, e o nível populacional de *H. glycines* aumenta porque mais sítios de alimentação estão disponíveis.

Na época do florescimento, a adição de calcário trouxe um incremento no número de fêmeas no sistema radicular, da ordem de 128,1 % na dose zero de K₂O (Tabela 2), de 5,3 % na dose de 30 kg ha⁻¹ de K₂O, de 247 % na dose de 60 kg ha⁻¹ de K₂O, e redução de 81,4 % quando na dose de 120 kg ha⁻¹ de K₂O. Essas diferenças, ainda que não revelem tendência regular, são bastante elevadas, e a sua reversão na dose mais elevada de K₂O pode significar um efeito deletério e precoce de altas doses de K na presença de calcário nessa fase fenológica do hospedeiro.

Nas avaliações realizadas no estágio de florescimento as populações de fêmeas foram decrescentes à medida que se aumentaram as doses de K₂O na presença de calcário, mas essas variações foram aleatórias na ausência dele (Tabela 2).

As médias do número de cistos de *H. glycines* por 100 cm³ de substrato, em função de doses crescentes de K₂O e da aplicação de calcário, nos três estádios de desenvolvimento das plantas, estão apresentadas na Tabela 4. A análise de variância mostrou interação significativa entre doses de K₂O e estádios de desenvolvimento das plantas (P<0,01). O desdobramento da interação mostra que as doses de K₂O exerceram efeito significativo sobre o número de cistos, no estágio de enchimento de vagens (P<0,01) e no final do ciclo das plantas (P<0,01).

As curvas que representam as equações de regressão para o número de cistos/100 cm³ de solo, em função de doses crescentes de K₂O, no estágio de enchimento de vagens e no final do ciclo da cultura, estão apresentadas na Figura 2. As curvas são de natureza quadrática e observa-se que, nos dois estádios, o número de cistos apresenta acentuada redução, à medida que são aplicadas doses crescentes de K₂O. Estas curvas apresentam o ponto de mínima com 90,06 e 90,70 kg ha⁻¹ de K₂O, para o estágio de enchimento de vagens e final do ciclo da cultura, respectivamente. A partir desses pontos, observa-se um pequeno aumento do número de cistos. Estes resultados indicam que a aplicação da dose reco-

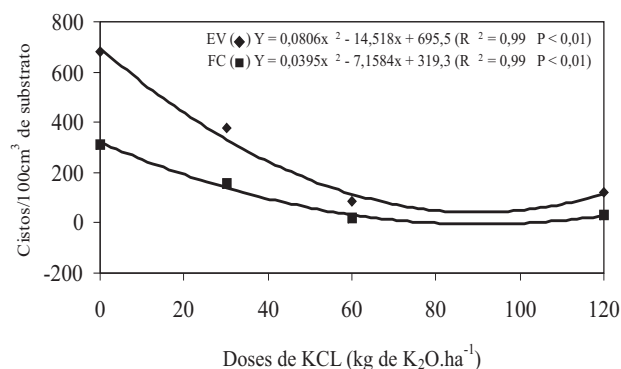


Figura 2. Curvas e equações de regressão para o número médio de cistos de *H. glycines* por 100 cm³ de substrato, no estágio de enchimento de vagens (EV) e no final do ciclo da cultura (FC), em função de doses crescentes de cloreto de potássio (KCl).

mendada de K (60 kg ha⁻¹ de K₂O), ou uma dose um pouco acima da recomendação, é favorável para o manejo de *H. glycines* e que, tanto a deficiência desse nutriente, quanto o seu excesso favorecem altas populações deste nematóide, sendo a deficiência bem mais prejudicial. Este comportamento é semelhante àquele observado para o número de fêmeas nas raízes (Figura 1) e confirmam resultados obtidos por Shannon *et al.* (1977) de que, em solos infestados por *H. glycines*, a cultura da soja pode exigir mais K que a quantidade indicada pela análise de solo. Luedders *et al.* (1979) também obtiveram redução do número de cistos de *H.*

glycines em função de doses crescentes de K, aplicadas na forma de cloreto e de sulfato de potássio. De acordo com Marschner (1986), de maneira geral, nutrição adequada em K resulta em menor incidência de doenças, devido ao aumento da resistência à penetração e ao desenvolvimento de muitos patógenos. Diversos autores observaram redução na incidência de doenças devido à adubação com K (McNew, 1953; Critenden & Svec, 1974; Shannon *et al.*, 1977; Luedders *et al.*, 1979; Perrenoud, 1990; Sharma, 1994).

O aumento do número de cistos/100 cm³ de substrato nas doses acima de 90,06 kg ha⁻¹ de K₂O, nas avaliações no estágio de enchimento de vagens e acima de 90,7 kg ha⁻¹ de K₂O no final do ciclo das plantas (Figura 2), é uma observação que também se assemelha aos resultados obtidos para o número de fêmeas nas raízes. Pode ser que doses elevadas de K tenham promovido maior crescimento de raízes e, da mesma forma que tenha resultado em pequeno aumento do número de fêmeas, também tenha propiciado aumento do número de cistos por oferecer mais sítios de alimentação, confirmando observações de Wrather *et al.* (1992).

Embora a interação entre doses de K₂O e estádios de desenvolvimento das plantas, não tenha sido significativa no estágio do florescimento (P > 0,05), observa-se, pelos dados apresentados na Tabela 4, tendência de comportamento semelhante neste estágio, quando comparado com os estádios de enchimento de vagens e final do ciclo das plantas. Ou seja, a aplicação de doses crescentes de K₂O reduziram o número de cistos, até

Tabela 4. Efeito de doses crescentes de cloreto de potássio e da aplicação de calcário ao substrato, sobre o número médio de cistos de *H. glycines*, por 100 cm³ de substrato, nos diferentes estádios de desenvolvimento das plantas.

Estádios de desenvolvimento	de Calcário (t.ha ⁻¹)	Doses de K ₂ O (kg.ha ⁻¹)				Médias
		0	30	60	120	
Florescimento	0	41,00	6,25	1,25	14,25	15,69
	1,35	42,00	23,00	5,00	5,25	18,81
Médias parciais		41,50	14,62	3,12	9,75	17,25
Enchimento de vagens	0	762,50	330,25	128,00	138,50	339,81
	1,35	596,75	419,50	37,75	100,50	288,62
Médias parciais		679,62	374,88	82,88	119,50	314,22
Final do ciclo	0	330,00	104,75	14,75	17,75	116,81
	1,35	297,50	205,00	26,75	43,00	143,06
Médias parciais		313,75	154,88	20,75	30,38	129,94
Médias		344,96	181,46	35,58	53,38	153,80

próximo da dose recomendada, passando a aumentar na maior dose. Considerando-se as médias gerais do número de cistos/100 cm³ de substrato (Tabela 4), nota-se que os menores valores foram observados na dose recomendada de 60 kg ha⁻¹ de K₂O, seguindo o mesmo comportamento observado para o número de fêmeas (Tabela 2).

Ainda com base nos dados da Tabela 4, observando-se apenas os estádios de desenvolvimento das plantas, nota-se que o número de cistos/100 cm³ de substrato teve um aumento significativo depois do florescimento (9,75), atingindo valores máximos no estágio de enchimento de vagens (119,5), e sofrendo redução no final do ciclo das plantas (30,38). Este comportamento ocorre porque, durante o período vegetativo e reprodutivo a planta oferece condições para pleno desenvolvimento e reprodução do nematóide. À medida que a planta entra em processo de senescência, a população do nematóide tende a diminuir por falta de condições para multiplicação.

O número médio de ovos por cisto foi avaliado com o objetivo de obter informação a respeito da fecundidade do nematóide e, se a adição de K ou calcário ao substrato, exercem algum efeito sobre esta fecundidade. Não houve nenhum efeito destes fatores sobre o número de ovos (Tabela 5), mas houve influência significativa dos estádios de desenvolvimento das plantas ($P < 0,01$). Os resultados apresentados na Tabela 5

indicam que a fecundidade de *H. glycines* é maior no estágio de enchimento de vagens, visto que neste período, o número médio de ovos por cisto é maior. No final do ciclo da cultura, além de ocorrer redução do número de cistos (Tabela 4), ocorre também a redução do número médio de ovos contidos nestes cistos, ou seja, a fecundidade de *H. glycines* é menor no final do ciclo da cultura. Estes resultados sugerem que este é um período favorável para serem efetuadas medidas de manejo, visando reduzir a população de *H. glycines*, evitando-se a presença de hospedeiro suscetível ao nematóide, prevenindo-se assim, aumento populacional. Isto vem reforçar a recomendação de uso de cultura não hospedeira ou cultivar de soja resistente a *H. glycines* na seqüência ao plantio de uma cultivar suscetível, visando manter a população do nematóide em níveis mais baixos.

De modo geral, houve tendência de aumento do número de ovos/cisto com o aumento da dose de K₂O, até o nível da dose recomendada, ocorrendo um decréscimo em doses mais elevadas. Este comportamento, embora não significativo, mostrou-se contrário àquele observado para o número de fêmeas nas raízes e de cistos/100 cm³ de substrato. Isto pode indicar que a aplicação da dose recomendada de potássio, favorável ao desenvolvimento da cultura e à redução do número de fêmeas e de cistos, promove maior fecundidade do nematóide *H. glycines*, por resultar em maior número

Tabela 5. Efeito de doses crescentes de cloreto de potássio e da aplicação de calcário ao substrato, sobre o número médio de ovos/ cisto de *H. glycines*, nos diferentes estádios de desenvolvimento das plantas.

Estádios de desenvolvimento	Calcário (t.ha ⁻¹)	Doses de K ₂ O (kg.ha ⁻¹)				Médias
		0	30	60	120	
Florescimento	0	89,50	148,25	184,25	78,75	125,19
	1,35	117,50	84,50	76,00	129,75	101,94
Médias parciais		103,50	116,38	130,12	104,25	113,56
Enchimento de vagens	0	189,00	158,25	175,75	149,25	168,06
	1,35	180,50	165,75	168,50	157,25	168,00
Médias parciais		184,75	162,00	172,12	153,25	168,03
Final do ciclo	0	59,75	113,00	153,25	177,50	125,88
	1,35	108,00	124,00	154,50	102,50	122,25
Médias parciais		83,88	118,50	153,88	140,00	124,06
Médias		124,04	132,29	152,04	132,50	135,22

de ovos dentro destes cistos. Esta tendência vem alertar para a questão levantada por Ferraz (1996) de que, às vezes, o número alto ou baixo de cistos no solo, não é tão importante como saber se estes cistos estão com ovos viáveis ou não. No entanto, é importante considerar que os valores aqui observados foram sempre menores que os registrados por Young (1992) que variaram de 200 a 600 ovos por cisto. Moreira (1997) registrou, no Estado de Goiás, uma média de 217 ovos/cisto em uma população da raça 14 de *H. glycines* e observou viabilidade de aproximadamente 80 % desses ovos, cerca de 30 a 60 dias antes da época de plantio da soja na região.

Conclusões

- Doses crescentes de potássio reduzem a densidade populacional de *H. glycines* nas raízes das plantas e no solo.
- A densidade populacional e a fecundidade de *H. glycines* são maiores no período de enchimento de vagens e mais acentuadamente quando se faz a aplicação de calcário.
- Doses de potássio maiores que aquelas recomendadas, em função da análise de solo, podem auxiliar no controle de *H. glycines* mantendo suas densidades populacionais mais baixas no solo e nas raízes da soja.

Bibliografia

- Comissão de Fertilidade de Solos de Goiás.** 1988. Recomendações de corretivos e fertilizantes para Goiás; 5ª. aproximação. Goiânia, UFG/ EMGOPA. 101p.
- Crittenden, H. and Svec, L.V.** 1974. Effect of potassium on the incidence of *Diaporthe sojae* in soybean. *Agronomy Journal*. 66:696-697.
- EMBRAPA.** 2005. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. Tecnologias de produção de soja região Central do Brasil 2006. Londrina, Brasil. 220p.
- Ferraz, S.** 1996. Nematóide de cisto da soja: situação atual e perspectivas. In: Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil, 18. Ata e resumos, pp.146 – 152. Uberlândia, Brasil.
- Garcia, A. e Silva, J. F.V.** 1996. Interação entre a população de cistos de *Heterodera glycines* e o pH do solo. *Fitopatologia Brasileira*. 21:420.
- Huber, D. M. and Arny, D.C.** 1985. Interactions of potassium with plant disease. In: Munson, R.D. (ed.) Potassium in agriculture, pp.467-488. Madison.
- Luedders, V. D.; Shannon, J. G. and Baldwin Junior., C.H.** 1979. Influence of rate and source of potassium on soybean cyst nematode reproduction on soybean seedlings. *Plant Disease*. 63:558-560.
- Marschner, H.** 1986. Relationship between mineral nutrition and plant diseases and pests. In: Marschner, H. Mineral nutrition of higher plants, pp.369-390. Academic Press, London.
- McNew, G. L.** 1953. Plant diseases. USDA Yearbook of Agriculture, Washington. 940 p.
- Moreira, W.A.** 1997. Aspectos epidemiológicos do nanismo amarelo e reação de genótipos de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] a *Heterodera glycines* Ichinohe em solos de cerrado. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos. Goiânia. 129 p.
- Morgan-Jones, G. and Rodriguez-Kabana, R.** 1984. Species of *Verticillium* and *Paecilomyces* as parasites of cyst and root nematode. *Phytopathology*. 74: 831.
- Perrenoud, S.** 1990. Potassium and plant health. International Potash Institute, Bern. 363 p.
- Riggs, R. D. and Schmitt, D.P.** 1987. Nematodes. In: Wilcox, J.R. Soybeans: improvement, production and uses, pp.758-773. ASA/ CSSA/ SSSA, Madison, (Agronomy, 16).
- Sfredo, G. J.; Borkert, C. M.; Cattelan, A. J. e Hungria, M.** 1994. Adubação e calagem para soja no Brasil. Informativo Abrates. 4: 19-43.
- Shannon, J. G.; Baldwin, C. H.; Colliver, G. W. and Hartwig, E. E.** 1977. Potash fertilizer helps fight soybean cyst nematode. *Better Crops With Plant Food*. 61: 566-569.
- Sharma, R. D.** 1994. Manejo de nematóide de cisto da soja. In: Seminário Nacional sobre o Nematóide de Cisto da Soja, 1, Anais, pp. 113-124. EMBRAPA - SPI, Brasília.
- Silva, J. F. V.; Garcia, A.; Pereira, J.E. e Hiromoto, D.** 1997. Nematóide de cisto da soja (*Heterodera glycines* Ichinohe). Resultados de pesquisa da Embrapa - soja 1996. EMBRAPA - CNPSo, Londrina. 217p.
- Sologuren, L. J. e Santos, M.A.** 1997. Estudo de características químicas de solo em reboleiras de soja com *Heterodera glycines*. *Fitopatologia Brasileira*. 22: 329.
- Tihohod, D.** 1993. Nematologia Agrícola Aplicada, Funep/ Unesp, Jaboticabal, 372 p.
- Yorinori, J. T.** 1994. Epidemiologia, dinâmica de população e controle. In: Seminário Nacional sobre o Nematóide de Cisto da Soja, 1, Anais, pp. 65-76. EMBRAPA - SPI, Brasília.
- Young, L. D.** 1992. Epiphytology and life cycle. In: Riggs, R.D. and Wrather, J.A. (ed.) Biology and management of the soybean cyst nematode, pp. 27-36. APS, St Paul.
- Wrather, J. A.; Anand, S. C. and Dropkin, V. H.** 1984. Soybean cyst nematode control. *Plant Disease*. 68: 829-833.
- Wrather, J. A.; Anand, S. C. and Koenning, S. R.** 1992. Management by cultural practices. In: Riggs, R.D. and Wrather, J.A. (ed.) Biology and management of the soybean cyst nematode, pp. 125-131. APS, St Paul.