

EFEITO DE DOSES CRESCENTES DE CALCÁRIO SOBRE A POPULAÇÃO DE *Heterodera glycines* EM SOJA¹

Mara Rúbia da Rocha², Yvo de Carvalho², Gilmarcos de Carvalho Corrêa²,
Guilherme Porta Cattini² e Giampaola Paolini²

ABSTRACT

EFFECT OF SOIL LIMING ON *Heterodera glycines*
POPULATION IN SOYBEAN

The greenhouse study was carried out at Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos – Universidade Federal de Goiás, Brazil, to evaluate increasing levels of soil liming on *Heterodera glycines* population developing on soybean roots. The full dose of liming was determined in order to increase the base saturation up to 50%. The treatments were: control (no liming), half dose (0.675 t.ha⁻¹), full dose (1.35 t.ha⁻¹), double dose (2.7 t.ha⁻¹), and triple dose (4.05 t.ha⁻¹). The experimental design was completely randomized with five treatments and six replications. Each pot was planted with the cultivar FT-Cristalina and inoculated with 4,000 eggs. The number of *H. glycines* females on soybean roots, and cysts/100 cm³ were evaluated. The number of females was reduced as liming doses increased up to 3.03 t.ha⁻¹, showing quadratic response. The number of cysts reduced linearly as liming doses were reduced.

KEY WORDS: cyst nematode, soil management, liming.

RESUMO

Este estudo foi conduzido sob condições de estufa de produção, visando avaliar o efeito de doses crescentes de calcário, sobre a população do nematóide *Heterodera glycines* em raízes de soja. Tomando como base a recomendação de calcário para elevar a saturação de bases para 50%, adotaram-se cinco tratamentos: testemunha (sem calcário); metade da dose recomendada (0,675 t.ha⁻¹); dose recomendada (1,35 t.ha⁻¹); dobro da recomendação (2,7 t.ha⁻¹); e triplo da recomendação (4,05 t.ha⁻¹). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com seis repetições. O ensaio foi conduzido em vasos usando como planta hospedeira a soja, cultivar FT-Cristalina, e inoculando-se 4.000 ovos de *H. glycines* por vaso. Foram avaliados o número fêmeas nas raízes e o número de cistos/100 cm³ de solo. Os resultados mostraram que o número de fêmeas diminuiu à medida que se aumentaram as doses de calcário, até a dose de 3,039 t.ha⁻¹, segundo uma resposta quadrática significativa. O número de cistos no solo reduziu linearmente à medida que foram aumentadas as doses de calcário.

PALAVRAS-CHAVE: nematóide de cisto, manejo do solo, calagem.

INTRODUÇÃO

O nematóide de cisto da soja (*Heterodera glycines* Ichinohe 1952), desde o seu aparecimento no Brasil, na safra 1991/1992, tem causado sérios danos à cultura. Atualmente é considerado, nos principais países produtores de soja, o principal problema fitossanitário. As principais medidas visando reduzir a população de *H. glycines* no solo são a rotação de culturas e o uso de cultivares resistentes. No entanto, sabe-se que o manejo adequado do solo é também um importante fator a ser considerado visando manter a população deste nematóide em níveis baixos (Embrapa 2004).

O pH do solo parece ser importante para a atividade dos nematóides, ainda que seus efeitos prováveis sejam indiretos. Schmitt (1989) afirma que maior população de *Belonolaimus longicaudatus* e, geralmente, menores produtividades obtidas na cultura da soja, em solo com pH 6,0, são indicações de que a relação patógeno-hospedeiro é mais favorecida nesse pH, do que em solos mais ácidos ou mais alcalinos. Desta forma, os benefícios da calagem para obter pH 6,0, considerado ótimo para a cultura da soja, favoreceria também o nematóide. Maiores produtividades, obtidas em solo com pH em torno de 6,7 podem ser explicadas pela maior

1. Parte da tese de doutorado da primeira autora, apresentada à Universidade Federal de Goiás (UFG). Apoio Funape-UFG.

Trabalho recebido em mar./2005 e aceito para publicação em jun./2006 (registro nº 627).

2. Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos – UFG, Caixa Postal 131, CEP 74001-970, Goiânia, GO.

E-mail: mrocha@agro.ufg.br

disponibilidade de cálcio, o que, nesta condição, é importante para a nodulação e fixação simbiótica de nitrogênio.

Babatola (1981) estudou o efeito do pH do solo, variando de 3,0 a 9,0, sobre a atividade e sobrevivência de nematóides do gênero *Hirschmanniella* que parasitam a cultura do arroz. Observou que os nematóides sobrevivem em ampla faixa de pH, mas não muito bem em pH abaixo de 4,0. Alta sobrevivência de *Hirschmanniella* spp., entre pH 5,0 e 9,0, mostra sua adaptabilidade a amplas flutuações de pH do solo.

A população de *Xiphinema americanum* apresentou correlação negativa e de *Helicotylenchus pseudorobustus*, correlação positiva com o pH do solo em campos de produção de soja no Estado de Iowa (Norton *et al.* 1971). Burns (1971) observou maior número de nematóides fitoparasitas em soja quando o solo apresentou pH 6,0, do que em pH 4,0 ou 8,0.

Em lavouras de soja de Chapadão do Sul (MS) e Chapadão do Céu (GO), foi observado que o pH do solo e a saturação por 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 & Silva 1996, Silva *et al.* 1997).

A partir de experimento conduzido em vasos, Novais *et al.* (1989) confirmaram a imobilização de micronutrientes causada por pH elevado do solo. Estes autores observaram também que, clorose internerval intensa das folhas inferiores da planta de soja que, à primeira vista, poderia ser confundida com deficiência de magnésio (Mg), foi causada pela baixa disponibilidade de manganês (Mn) para as plantas. Essa baixa disponibilidade foi relacionada com valores de pH de 6,7 no solo. Estes sintomas desapareceram com a aplicação de H_2SO_4 no solo, que causou uma queda do pH original de 6,7 para 5,9, ou com a aplicação de Mn ao solo. Rosolem & Nakagawa (1986) afirmam que, em Latossolos, a calagem para elevar o pH a 6,5, associado à adubação potássica, provoca deficiência de Mn em soja.

Francl (1993) observou uma correlação positiva de pH e Mg com a densidade populacional de cistos e ovos de *H. glycines*, em ensaios realizados

no ano de 1988. Em 1989, o mesmo autor observou que pH, Mg e Cu apresentavam correlação positiva com o número de cistos e a porcentagem de ovos parasitados, mas não com o número total de ovos. De forma semelhante, Sologuren & 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 segundo estágio (J2) com valores de pH, Ca, Mg e saturação de bases. O pH apresentou correlação positiva também com o total de cistos e ovos por 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*. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes doses de calcário sobre a população do nematóide *H. glycines*, em soja cultivada em vasos, sob condições de estufa de produção.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido sob condições de estufa de produção, no período de fevereiro a maio de 1996, utilizando-se como substrato uma mistura de terra (Latosolo Vermelho Escuro - LE) e areia, na proporção de 1:1. Este substrato foi previamente esterilizado mediante autoclavagem a 120°C por quinze minutos. Também foi submetido à análise para determinação de alguns componentes químicos, físicos, pH e teor de matéria orgânica (Tabela 1).

As doses de calcário foram determinadas com base na análise de solo e considerando-se as recomendações da Comissão de Fertilidade de Solos de Goiás (1988) e da Embrapa (1995), visando elevar a saturação de bases para 50%. Determinou-se, então, a quantidade de calcário recomendada (1,35 t.ha⁻¹) e, a partir desta dose, definiram-se os demais tratamentos, isto é, as diferentes doses de calcário: testemunha (sem calcário); metade da dose recomendada (0,675 t.ha⁻¹); dose recomendada (1,35 t.ha⁻¹); dobro da dose recomendada (2,7 t.ha⁻¹), e triplo da dose recomendada (4,05 t.ha⁻¹). O delineamento

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

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

experimental adotado foi inteiramente casualizado, com os cinco tratamentos e seis repetições.

As adubações básicas com P e K foram feitas de acordo com as recomendações da Comissão de Fertilidade de Solos de Goiás (1988), com base na análise de solo. A dose de fósforo (P_2O_5) aplicada foi de $100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, na forma de superfosfato simples, e a de potássio (K_2O), de $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, na forma de cloreto de potássio. Os adubos e o calcário utilizados no experimento foram, previamente, submetidos à análise para a determinação de seus teores de nutrientes e PRNT, visando maior exatidão nos cálculos das quantidades a serem utilizadas (Tabela 2).

O calcário, correspondente a cada tratamento, e os adubos foram incorporados ao substrato e, em seguida, procedeu-se o enchimento dos vasos, de cerâmica, com capacidade para 1,4 L, os quais foram acondicionados em bancadas contendo areia. Logo em seguida, realizou-se a semeadura utilizando-se quatro sementes por vaso, da cultivar FT-Cristalina. A emergência das plântulas ocorreu aos cinco dias após a semeadura e o desbaste, aos quinze dias, deixando-se duas plantas por vaso. A areia em volta dos vasos foi mantida sempre úmida, com o objetivo de manter a temperatura mais baixa no interior dos vasos e a umidade mais uniforme durante a condução do experimento.

Após a obtenção do inóculo, a suspensão contendo ovos de *H. glycines* foi depositada, com o auxílio de uma pipeta, em um sulco de aproximadamente 2,0 cm de profundidade, feito em volta de cada planta, utilizando-se um bastão de vidro. Esta inoculação foi realizada logo após o desbaste, utilizando-se 4 mil ovos por vaso.

Foram realizadas irrigações diárias nos vasos, visando manter a umidade do substrato adequada para o desenvolvimento das plantas, sem, no entanto, se fazer um controle da quantidade de água aplicada

nos vasos. A areia em volta dos vasos foi mantida sempre úmida, com o objetivo de manter a temperatura no interior dos vasos mais baixa. As médias de temperaturas mínima e máxima no interior da estufa de produção, durante o período de realização do ensaio, foram de 20°C e 39°C , respectivamente. A temperatura média no interior dos vasos, medida à profundidade de 10 cm, foi de 30°C .

As avaliações foram realizadas aos 103 dias após a semeadura e as variáveis observadas foram o número de fêmeas de *H. glycines* no sistema radicular e número de cistos por 100 cm^3 de substrato. Para avaliação do número de fêmeas no sistema radicular, procedeu-se a retirada das plantas dos vasos, descartou-se a parte aérea e as raízes foram acondicionadas em sacos plásticos. Em laboratório, as raízes foram submersas em água para eliminar o solo aderente e, em seguida, com o auxílio de microscópio estereoscópico, procedeu-se a contagem do número de fêmeas.

Para avaliar o número de cistos no solo, retirou-se uma amostra de 100 cm^3 do substrato de cada vaso, acondicionando-a em saco plástico devidamente etiquetado. Em seguida, procedeu-se a extração dos cistos. A amostra foi depositada em becker de 1,0 L, colocada sob jato forte de água e deixada em repouso por um minuto, para sedimentação da maior parte das partículas em suspensão (solo e areia). Em seguida, foi vertida num conjunto de peneiras sobrepostas de 20 mesh e 60 mesh. Este procedimento foi repetido três vezes e, após o terceiro peneiramento, recolheu-se o material retido na peneira de 60 mesh, o qual foi vertido sobre papel filtro em calha telada (Andrade *et al.* 1995). Após a filtração, o papel de filtro foi colocado sobre placa de acrílico (10 cm x 32 cm) e levado ao microscópio estereoscópico para contagem do número de cistos.

Os dados obtidos (x), referentes a contagens, foram tabulados e transformados para a escala $\sqrt{x+1}$. Em seguida, 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 os tratamentos foram realizadas, ainda, análises de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A equação de regressão para o número de fêmeas de *H. glycines* no sistema radicular das plantas, em função das doses de calcário aplicadas ao substrato, é representada por uma curva de res-

Tabela 2. Resultados da análise química dos adubos e calcário utilizados no experimento.

Componentes	Calcário	Superfosfato simples	Cloreto de Potássio
CaO (%)	40	-	-
MgO (%)	11	-	-
PRNT(%)	99	-	-
P_2O_5 (%) (CNA+ H_2O)		19,3	-
Ca (%)	-	14,8	-
S (%)	-	11,3	-
Zn (%)	-	0,36	-
K_2O solúvel (%)	-	-	59,1

posta quadrática (Tabela 3 e Figura 1). Essa equação mostra uma redução do número de fêmeas nas raízes até a dose de 3,03 t.ha⁻¹ de calcário. A partir desta dose, houve tendência de aumento do número de fêmeas. Esperava-se que a população de *H. glycines* sofresse redução até a dose de 1,35 t.ha⁻¹, que é a dose recomendada para atingir-se 50% de saturação por bases, e que a partir daí houvesse aumento significativo, já que as doses subsequentes consistem do dobro e do triplo da recomendação.

O aumento do número médio de fêmeas de *H. glycines* nas raízes, observado na dose de 4,05 t.ha⁻¹, foi considerado muito pequeno, levando-se em conta que esta dosagem é o triplo da recomendação. De maneira geral, houve redução do número de fêmeas nas raízes, com a aplicação de calcário, à medida que as doses foram aumentadas.

O número de cistos de *H. glycines* por 100 cm³ de substrato apresentou resposta linear significativa ($p < 0,01$), com diminuição deste número à medida que

as doses de calcário foram aumentadas (Tabela 3 e Figura 2). Assim, os resultados obtidos indicam que a aplicação de doses excessivas de calcário no solo e, conseqüentemente, valores elevados de saturação por bases podem ser benéficos no manejo de *H. glycines* por reduzir a sua população. No entanto, no campo, isto não foi confirmado por Garcia & Silva (1996) e Silva *et al.* (1997). Estes autores observaram maiores danos causados por *H. glycines* em solos com elevada saturação por bases e pH. Garcia *et al.* (1997) observaram que, em alguns casos, os sintomas foram resultantes apenas da elevação do pH e não de aumento na população de *H. glycines*. Nessa condição, os solos, além de mostrarem desequilíbrio entre os nutrientes, apresentam imobilização de micronutrientes, favorecendo maior estresse da planta, o que a torna mais suscetível ao nematóide. Resultados semelhantes foram obtidos por Grau *et al.* (1999), em experimentos de campo realizados em Winsconsin, EUA, em que observaram aumento na densidade populacional de *H. glycines* com o aumento do pH do solo.

Garcia *et al.* (1997) observaram que, em algumas áreas infestadas por *H. glycines* nos municípios de Chapadão do Sul (MS) e Chapadão do Céu (GO), a rotação com milho não reduziu satisfatoriamente os sintomas de dano na cultura da soja. Após análise química de amostras do solo, concluíram que, em alguns casos, os sintomas foram resultantes apenas da elevação do pH, enquanto que em outros casos, devido à interação do alto pH e do parasitismo por *H. glycines*, uma vez que nesses casos a população de cistos foi mais alta nos pontos em que o pH foi mais elevado. Além disso, em solos com pH elevado, e elevada saturação de bases, os fungos, de modo geral, apresentam baixa atividade (Mello *et al.* 1985, Bedendo 1995). Dessa forma, a

Tabela 3. Análises de variância e de regressão, e significâncias dos quadrados médios (QM) do número médio de fêmeas (NF) de *Heterodera glycines* nas raízes de plantas de soja, cultivar FT-Cristalina, e do número de cistos (NC) por 100 cm³ de substrato, em função de doses crescentes de calcário (dados transformados em $\sqrt{x+1}$).

Fontes de variação	GL	QM	
		NF	NC
Calcário	4	36,7510**	6,7319*
Regressão linear	1	109,941*	23,6814**
Regressão quadrática	1	36,2472*	2,5392ns
Desvio da regressão	2	0,408ns	0,3528ns
Resíduo	25	5,3204	2,1579
C.V. (%)	-	52,19	53,64
R ²	-	0,99	0,88

ns, * e **: valores não significativos e significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F (Snedecor).

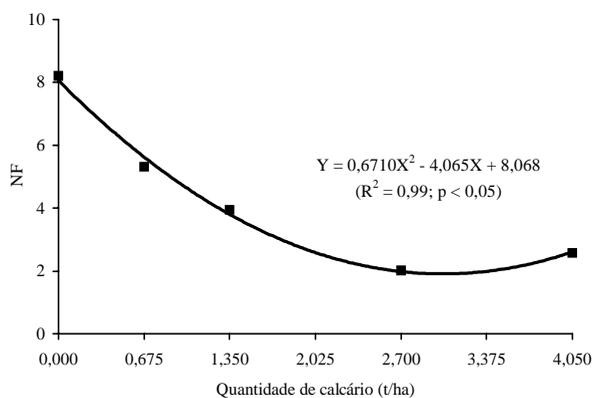


Figura 1. Número médio de fêmeas (NF) de *Heterodera glycines* no sistema radicular de plantas de soja (dados transformados em $\sqrt{x+1}$), cultivar FT-Cristalina, em função de doses de calcário aplicadas no substrato.

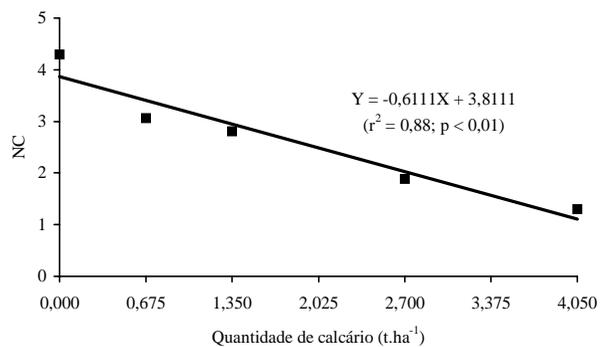


Figura 2. Número médio de cistos (NC) de *Heterodera glycines* por 100 cm³ de substrato (dados transformados em $\sqrt{x+1}$), em função de doses de calcário aplicadas no substrato.

atividade de fungos antagonísticos ao *H. glycines* pode ser desfavorecida, resultando em maiores populações do nematóide nesses solos.

Tylka *et al.* (1999) também observaram correlação linear positiva entre pH do solo e densidade de cistos e ovos de *H. glycines*. No entanto, não puderam afirmar se isso se devia a uma relação direta entre o pH do solo e a população de nematóides, ou se o efeito seria indireto, mediado pela planta.

A redução observada na população de *H. glycines* em função de doses crescentes de calcário, contrária às observações dos autores anteriormente mencionados, pode ser explicada pelas diferentes condições de condução dos experimentos. No presente trabalho, em condições de estufa de produção, utilizou-se como substrato uma mistura de solo (LE) e areia, na proporção de 1:1, enquanto Garcia & Silva (1996), Silva *et al.* (1997) e Garcia *et al.* (1997) realizaram experimentos em condições de campo.

Anand *et al.* (1995) também realizaram experimentos sob condições controladas e observaram que valores de pH mais elevados (6,5 e 7,5), resultaram em maiores populações de *H. glycines* do que solo com pH de 5,5. Estes autores explicam que solos com pH de 6,5 e 7,5 são mais favoráveis para o crescimento da soja, o que deve resultar em maior desenvolvimento radicular e, conseqüentemente, melhores condições para o desenvolvimento de sítios de infecção.

É possível que, no presente trabalho, a dose de 1,35 t.ha⁻¹ de calcário não tenha sido suficiente para, efetivamente, atingir a saturação por bases de 50% e, conseqüentemente, as outras doses não tenham atingido proporcionalmente os níveis esperados. É importante observar que experimentos com calcário, no início, podem não apresentar resultados significativos em função do tempo necessário para a sua reação com outros componentes do solo.

Segundo Sfredo *et al.* (1994), a aplicação e incorporação do calcário devem ser realizadas com antecedência mínima de três meses, para que haja tempo suficiente para o corretivo reagir mediante o seu contato com as partículas do solo. Além disso, deve-se considerar que o valor calculado da quantidade de calcário necessária para atingir determinada saturação de bases, na prática, pode não funcionar com exatidão em condições de estufa de produção, sendo necessário fazer ajustes entre a quantidade aplicada e a saturação de bases alcançada. Isto se deve, geralmente, ao poder tampão do solo,

ou seja, os solos oferecem resistência à variação do pH, sendo necessário adicionar muito mais álcali ou ácido que a quantidade deduzida a partir do pH do solo, para elevar ou baixar o seu pH (Mello *et al.* 1985).

A redução da população de *H. glycines* em função do aumento nas doses de calcário pode também ter ocorrido devido a um aumento no fornecimento de alguns nutrientes. Segundo Sfredo *et al.* (1994), a adição de calcário ao solo, além de elevar o pH, aumenta a disponibilidade de Ca, Mg, P, K e alguns micronutrientes para as culturas.

De acordo com Huber (1991), o Ca tem um papel crítico na divisão e desenvolvimento celular, na estrutura da parede celular e na formação da lamela média, sendo relativamente imóvel nos tecidos. Esse elemento complementa a função do K na manutenção da organização celular, hidratação e permeabilidade. O conteúdo de Ca nos tecidos da planta pode afetar a incidência de doenças de duas formas: na primeira, quando os níveis de cálcio são baixos, o efluxo de compostos de baixo peso molecular (açúcares) do citoplasma para o apoplasto é aumentado; na segunda, poligalacturonatos de cálcio são requeridos na lamela média, para que haja estabilidade da parede celular. Muitos agentes fitopatogênicos alcançam o tecido da planta pela produção de enzimas pectolíticas extracelulares, como a galacturonase, que degradam a lamela média (McGuire & Kelman 1986). A atividade desta enzima é drasticamente inibida pela presença do cálcio (Marschner 1986).

Considerando estes aspectos, é possível que o aumento no fornecimento deste elemento, através de doses crescentes de calcário, tenha aumentado a resistência das células, resultando em menor infecção das raízes por *H. glycines*. Maior disponibilidade de Ca no solo e maior absorção desse elemento pelas plantas podem ter favorecido resistência à penetração.

CONCLUSÕES

1. Doses crescentes de calcário, até 3,03 t.ha⁻¹, diminuem a população de fêmeas de *Heterodera glycines* em raízes de plantas de soja, cultivar FT-Cristalina, tendendo a aumentar, a partir desta dose.
2. A população de cistos de *H. glycines* no solo reduz linearmente com o aumento das doses de calcário.

REFERÊNCIAS

- Anand, S. C., D. W. Matson, S. B. Sharma. 1995. Effect of soil temperature and pH on resistance of soybean to *Heterodera glycines*. *Journal of Nematology*, 27(4):478-482.
- Andrade, P. J. M., G. L. Asmus. & J. F. V. Silva. 1995. Um novo sistema para detecção e contagem de cistos de *Heterodera glycines* recuperados de amostras de solo. *Fitopatologia Brasileira*, 20 (suplemento): 358.
- Babatola, J.O. 1981. Effect of pH, oxygen and temperature on the activity and survival of *Hirschmanniella* spp. *Nematologica*, 27: 285-291.
- Bedendo, I.P. 1995. Ambiente e doença. p. 331-341. In A. Bergamin Filho, H. Kimati & L. Amorim (Ed.). *Manual de fitopatologia*. v. 1. Agronômica Ceres, São Paulo, 919 p.
- Burns, N.C. 1971. Soil pH effects on nematode populations associated with soybean. *Journal of Nematology*, 3 (3): 238-245.
- Comissão de Fertilidade de Solos de Goiás. 1988. *Recomendações de corretivos e fertilizantes para Goiás; 5a. aproximação*. UFG/Emgopa, Goiânia. 101 p.
- Embrapa. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 1995. *Recomendações técnicas para a cultura da soja na região central do Brasil 1995/96*. Embrapa - CNPSo, Londrina. 149 p. (Documentos 88).
- Embrapa. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2004. *Sistemas de produção 6 - Tecnologias de produção de soja - Região central do Brasil 2005*. Embrapa - soja, Londrina. 239 p.
- Francl, L. J. 1993. Multivariate analysis of selected edaphic factors and their relationship to *Heterodera glycines* population density. *Journal of Nematology*, 25(2): 270-276.
- Garcia, A. & J. F. V. Silva. 1996. Interação entre a população de cistos de *Heterodera glycines* e o pH do solo. *Fitopatologia Brasileira*, 21 (suplemento): 420.
- Garcia, A., J. F. V. Silva, J. E. Pereira & A. F. Lantmann. 1997. Interação entre populações de *Heterodera glycines* e o pH do solo. *Nematologia Brasileira*, 21(1): 4.
- Grau, C.R., A.E. MacGuidwin, E.S. Oplinger, N.C. Kurtzweil. 1999. Relationship of soil pH and population density of the soybean cyst nematode. p. 24. In National soybean cyst nematode conference. Orlando, Florida. 54 p. Proceedings.
- Huber, D.M. 1991. The use of fertilizers and organic amendments in the control of plant disease. p. 357-394. In D. Pimentel & A. A. Hanson (Ed.) *Handbook of pest management in agriculture*. v. 1. 2. ed. CRC, Flórida. 753 p.
- Marschner, H. 1986. Relationship between mineral nutrition and plant diseases and pests. p. 369-390. In H. Marschner. *Mineral nutrition of higher plants*. Academic Press, London. 862 p.
- McGuire, R.G. & A. Kelman. 1986. Calcium in potato tuber cell walls in relation to tissue maceration by *Erwinia carotovora* pv. *atroseptica*. *Phytopathology*, 76 (4): 401-406.
- Mello, F. A. F., M. O. C. Brasil Sobrinho, S. Arzolla, R. I. Silveira, A. Cobra Netto & J. C. Kiehl. 1985. *Fertilidade do solo*. Nobel, São Paulo. 400 p.
- Norton, D.C., L. R. Frederick, P. E. Ponchillia & J. W. Nyhan. 1971. Correlations of nematodes and soil properties in soybean fields. *Journal of Nematology*, 3 (2): 154-163.
- Novais, R.F., J. C. L. Neves, N. F. Barros & T. Sediyaama, T. 1989. Deficiência de manganês em plantas de soja cultivadas em solos de cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 13 (2): 199-204.
- Rosolem, M. C. A. & J. Nakagawa. 1986. Deficiência de manganês em soja, induzida por adubação potássica e calagem. p. 53. In *Seminário Nacional de Pesquisa de Soja*, 4. Londrina, Embrapa Soja. Programa e resumos.
- Schmitt, D. P. 1989. Effect of soil pH on nematicide efficacy on soybean. *Annals of Applied Nematology*, 21 (4S): 615-618.
- Sfredo, G. J, C. M. Borkert, A. J. Cattelan & M. Hungria. 1994. Adubação e calagem para soja no Brasil. *Informativo Abrates*, 4 (1): 19-43.
- Silva, J. F. V., A. Garcia, J. E. Pereira. & D. Hiromoto. 1997. Nematóide de cisto da soja (*Heterodera glycines* Ichinohe). Resultados de pesquisa da Embrapa - soja 1996, Londrina, Embrapa - CNPSo, 217 p. (Documentos 104).
- Sologuren, L. J. & M. A. Santos. 1997. Estudo de características químicas de solo em reboleiras de soja com *Heterodera glycines*. *Fitopatologia Brasileira*, 22 (suplemento): 329.
- Tylka, G.L.; C. Sanogo, S.K. Souhrada. 1999. Relationships among soybean cyst nematode population densities, soybean yields, and soil pH. p. 25. In National soybean cyst nematode conference, Orlando, Florida. 54 p. Proceedings.