

MANUEL MATILDE ALFREDO

TEORES DE NUTRIENTES E CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS
DA SOJA, INFLUENCIADOS POR NEMATÓIDE DE CISTO
(*Heterodera glycines* Ichinohe), ***Bradyrhizobium***
japonicum
E NITROGÊNIO, E DANOS CAUSADOS POR PERCEVEJOS

Tese apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Curso de Fitotecnia, para
obtenção do título de “Doctor
Scientiae”.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL

ABRIL - 1999
MANUEL MATILDE ALFREDO

TEORES DE NUTRIENTES E CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS
DA SOJA, INFLUENCIADOS POR NEMATÓIDE DE CISTO
(*Heterodera glycines* Ichinohe), *Bradyrhizobium*
japonicum
E NITROGÊNIO, E DANOS CAUSADOS POR PERCEVEJOS

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Curso de Fitotecnia, para obtenção do título de “Doctor Scientiae”.

APROVADA: 26 de fevereiro de 1999.

Prof. Paulo Roberto Gomes Pereira
(Conselheiro)

Prof. Paulo Roberto Cecon
(Conselheiro)

Prof. Múcio Silva Reis

Prof. Marcos Paiva Del Giúdice

Prof. Tuneo Sediama
(Orientador)

A Deus,

Aos meus filhos,

Aos meus pais Alfredo e Matilde,

Aos meus irmãos Pedro, Elisa e Rosa,

À Rosa Maria Felício.

AGRADECIMENTO

A Deus, nosso Pai, pela sua presença e proteção constantes em minha vida e pela graça concedida para realização de mais esta etapa de minha vida.

À Universidade Federal de Viçosa, em particular ao Departamento de Fitotecnia; ao Programa de Estudantes de Convênio de Pós-Graduação; e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (PEC-PG/CAPES), pela oportunidade de realizar o Curso e pela concessão da bolsa de estudo.

Ao professor Tuneo Sediama, pela orientação, pelo apoio, pelo incentivo, pela compreensão e pelos exemplos de competência e profissionalismo.

Ao professor Paulo Roberto Cecon, pela valiosa orientação nas análises estatísticas e pelas sugestões.

Aos professores Paulo Roberto Gomes Pereira, Rosângela D’Arc de Lima, Denise Cunha Fernandes dos Santos Dias e Rita de Cássia Teixeira, pelos conhecimentos transmitidos, pela colaboração e pelas sugestões, que muito aperfeiçoaram este trabalho.

Aos professores das disciplinas cursadas, pelos ensinamentos.

Aos colegas de pós-graduação e aos amigos e companheiros do dia-a-dia da vida, pela convivência.

Aos funcionários do Departamento de Fitotecnia, em especial à Mara Rodrigues, pelo valioso auxílio.

Aos funcionários do Programa de Melhoramento de Soja da Universidade Federal de Viçosa Paulo Paiva, Paulo Daniel, Bernardino, Custódio, Adílio e Cupertino, pela ajuda durante a condução dos experimentos em casa de vegetação.

Aos colegas Mpanzo Domingos, Carvalho Carlos Ecolé, Momade Ibraimo, Henrique Tomé da Mata e Mamadou, pela amizade e pelo convívio.

À comunidade africana do Brasil, pela amizade e pelo companheirismo.

À Rosa Maria Felício, pela compreensão, pelo convívio familiar e pelo amor.

Ao meu amigo Derval Gomes Pereira, pela amizade e pelo companheirismo.

Ao Lucio Gonçalves Coimbra, pelos acertos, pela editoração da tese, pela afável convivência e pela amizade.

O meu sincero reconhecimento e a minha gratidão a todos que, direta ou indiretamente, deram sua contribuição para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

Manuel Matilde Alfredo, filho de Alfredo Kombo e Matilde Sanda, nasceu em Kimauete, província do Zaire, República de Angola, a 21 de setembro de 1953.

Em 1986, graduou-se em Engenharia Agrônômica pela Faculdade de Ciências Agrárias Huambo, da Universidade Agostinho Neto, República de Angola.

Em agosto de 1993, concluiu o Curso de Mestrado em Fitotecnia na Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

Em março de 1995, iniciou o Curso de Doutorado em Fitotecnia na UFV, submetendo-se à defesa de tese em 26 de fevereiro de 1999.

CONTEÚDO

	Página
EXTRATO	ix
ABSTRACT	xi
INTRODUÇÃO	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	4
TEORES DE NUTRIENTES EM FOLHAS DE SOJA [<i>Glycine max</i> (L.) Merrill], INFLUENCIADOS POR NEMATÓIDE DE CISTO (<i>Heterodera glycines</i> Ichinohe) E NITROGÊNIO	6
1. INTRODUÇÃO	6
2. MATERIAL E MÉTODOS	8
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
4. RESUMO	16
5. SUMMARY	17
6. LITERATURA CITADA	18
TEORES DE NUTRIENTES EM FOLHA DE SOJA [<i>Glycine max</i> (L.) Merrill], INFLUENCIADOS POR NEMATÓIDE DE CISTO E <i>Bradyrhizobium japonicum</i>	20
1. INTRODUÇÃO	20
2. MATERIAL E MÉTODOS	21
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24

	Página
4. RESUMO	33
5. SUMMARY	35
6. LITERATURA CITADA	36
EFEITO DO NEMATÓIDE DE CISTO, <i>Heterodera glycines</i> Ichinohe, E DO NITROGÊNIO SOBRE ALGUMAS CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DA SOJA [<i>Glycine max</i> (L.) Merrill]	39
1. INTRODUÇÃO	39
2. MATERIAL E MÉTODOS	41
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
4. RESUMO	57
5. SUMMARY	58
6. LITERATURA CITADA	59
EFEITO DO NEMATÓIDE DE CISTO, <i>Heterodera glycines</i> Ichinohe, E DO <i>Bradyrhizobium japonicum</i> SOBRE ALGUMAS CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DA SOJA [<i>Glycine max</i> (L.) Merrill]	62
1. INTRODUÇÃO	62
2. MATERIAL E MÉTODOS	62
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	66
4. RESUMO	85
5. SUMMARY	87
6. LITERATURA CITADA	88
DANOS CAUSADOS POR PERCEVEJOS EM SOJA [<i>Glycine max</i> (L.) Merrill] E SUA RELAÇÃO COM SEMENTES SEM LIPOXIGENASES	90
1. INTRODUÇÃO	90
2. MATERIAL E MÉTODOS	92
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	95
3.1. Experimentos de Capinópolis (CEPET)	95
3.2. Experimentos de Rio Paranaíba (COOPADAP)	101

	Página
4. RESUMO	108
5. SUMMARY	110
6. LITERATURA CITADA	111
RESUMO E CONCLUSÕES	114
APÊNDICE	116

EXTRATO

ALFREDO, Manuel Matilde, D.S., Universidade Federal de Viçosa, abril de 1999. **Teores de nutrientes e características agronômicas da soja, influenciados por nematóide de cisto (*Heterodera glycines* Ichinohe), *Bradyrhizobium japonicum* e nitrogênio, e danos causados por percevejos.** Orientador: Tuneo Sedyama. Conselheiros: Paulo Roberto Gomes Pereira e Paulo Roberto Cecon.

Foram conduzidos quatro experimentos em condições de casa de vegetação, na Universidade Federal de Viçosa, objetivando determinar a influência do nematóide de cisto, *Heterodera glycines* Ichinohe, e do *Bradyrhizobium japonicum* sobre os teores de nutrientes em folhas da soja, bem como avaliar o efeito do nematóide, do nitrogênio e do *Bradyrhizobium japonicum* sobre características agronômicas da soja; e cinco experimentos em condições de campo, em Capinópolis e Rio Paranaíba, Minas Gerais, visando avaliar os danos causados por percevejos em sementes dessa leguminosa. Nos experimentos conduzidos em casa de vegetação, o delineamento foi de blocos casualizados, num esquema fatorial 4×4 , com quatro repetições. No primeiro experimento, os tratamentos foram constituídos pela combinação dos fatores nematóide de cisto: 0, 3.000, 6.000 e 9.000 ovos de NCS/vaso e 45, 90, 180 e 270 mg N/dm³ de solo. O nematóide de cisto aumentou significativamente os teores de K nas folhas, e o nitrogênio influenciou os teores de P, Ca e Fe na floração. No segundo experimento, os tratamentos foram constituídos pela combinação dos fatores nematóide de cisto: 0, 3.000, 6.000 e 9.000 ovos de NCS/vaso e 0; 0,4; 0,8; e 1,6 g de inoculante de *Bradyrhizobium japonicum*/100 sementes. O

nematóide de cisto influenciou os teores de N, Ca, Mg, Mn, Zn, Cu, Fe e B nas folhas durante a floração. No terceiro experimento, os tratamentos foram constituídos pela combinação dos fatores nematóide de cisto: 0, 3.000, 6.000 e 9.000 ovos de NCS/vaso e 45, 90, 180 e 270 mg N/dm³ de solo. A altura de planta e o peso de matéria seca da parte aérea aumentaram ($P < 0,05$) com as doses crescentes de N, e estas reduziram a nodulação. No quarto experimento, os tratamentos foram constituídos pela combinação dos fatores nematóide de cisto: 0, 3.000, 6.000 e 9.000 ovos de NCS/vaso e 0; 0,4; 0,8; e 1,6 g de inoculante de *Bradyrhizobium japonicum*/100 sementes. A altura de planta, o número de vagens por planta de nódulos e o peso de semente e de matéria seca da parte aérea e da raiz diminuíram ($P < 0,05$) com as doses crescentes de nematóide de cisto. Nos vasos inoculados com 3.000 e 6.000 ovos de NCS, o número de fêmeas e de cistos foi superior ($P < 0,05$) ao encontrado nas demais combinações de tratamentos. A presença do nematóide, independentemente da concentração de ovos, resultou numa redução significativa das características avaliadas. As doses crescentes do inoculante de *Bradyrhizobium japonicum* aumentaram ($P < 0,05$) os valores das características avaliadas. No quinto e sexto experimentos, conduzidos em Capinópolis, as 20 linhagens/variedades de soja foram avaliadas em duas épocas de colheita, correspondentes às respectivas épocas de semeadura. Em Rio Paranaíba, instalaram-se outros três experimentos, e as 20 linhagens/variedades de soja foram avaliadas em três épocas de colheita, também correspondentes às épocas de semeadura. Nestas épocas, além do peso da semente e dos danos causados por percevejos, observaram-se a intensidade desses danos e a sua localização na semente. A linhagem UFV96-37001 e as variedades CAC-1, Doko RC e UFV-18, independentemente da época de colheita, não diferiram ($P > 0,05$) das outras linhagens nas características avaliadas, indicando que o cultivo de linhagens com ausência de enzimas lipoxigenases não foi afetado diferentemente pelos percevejos.

ABSTRACT

ALFREDO, Manuel Matilde, D.S., Universidade Federal de Viçosa, April, 1999. **Content of nutrients and agricultural characteristics of soybean plants influenced by cysts nematode (*Heterodera glycines* Ichinohe), *Bradyrhizobium japonicum*, nitrogen fertilization, and damages caused by stink bugs on soybean seeds.** Adviser: Tuneo Sedyama. Committee Members: Paulo Roberto Gomes Pereira and Paulo Roberto Cecon.

Four experiments were carried out under greenhouse conditions at the Universidade Federal de Viçosa (UFV), with the purpose of determining the influence of cysts nematode, *Heterodera glycines* Ichinohe, of *Bradyrhizobium japonicum* on nutrient contents in soybean leaf; evaluate the effects of cysts nematode, of nitrogen fertilization and *Bradyrhizobium japonicum* on agricultural characteristics on soybean plants, and five experiments on field conditions of Capinópolis and Rio Paranaíba, Minas Gerais, Brazil, with the purpose to evaluate the damages caused by stink bugs on soybean seeds. At the study carried out under greenhouse, a factorial experimental design was used to the treatments. At first experimental design, the inoculum concentrations were 0, 3,000, 6,000 and 9,000 eggs per clay pot containing a single plant, and nitrogen fertilization was applied at 45, 90, 180 and 270 mg N/dm³ of soil. The cysts nematode influenced leaf the contents of K and nitrogen fertilizer influenced the leaf contents of P, Ca and Fe, at flowering. At second experimental design, the inoculum concentrations were 0, 3,000, 6,000 and 9,000 eggs per clay pot containing a single plant and *Bradyrhizobium japonicum* inoculum concentrations were 0; 0,4; 0,8 and 1,6 g/100 seeds. The leaf contents of N, Ca,

Mg, Mn, Zn, Fe and B were influenced by cysts nematode. At third experimental design, the inoculum concentrations were 0, 3,000, 6,000 and 9,000 eggs per clay pot containing a single plant, and nitrogen fertilization was applied at 45, 90, 180 and 270 mg N/dm³. The effects on soybean were estimated at the end of the growth cycle. Plant height and weight of the dried aerial plant parts increased linearly ($P < 0,005$) as the nitrogen levels also increased. At fourth experimental design, the inoculum concentrations were 0, 3,000, 6,000 and 9,000 eggs per clay pot containing a single plant and *Bradyrhizobium japonicum* inoculum concentrations were 0; 0,4; 0,8 and 1,6 g/100 seeds. The number of cysts in pots inoculated with 3,000 and 6,000 eggs was statistically higher ($P < 0,05$) than found in the remaining treatments. Regardless of egg concentration used in the inoculation, nematode presence resulted in a significant reduction in soybean characteristics and the nodulation was reduced by the nitrogen fertilization. At fifth and sixth experimental designs, the 20 soybean lines/varieties was evaluated in two periods of harvest. Tree another experimental designs were carried out at Rio Paranaíba, using 20 also soybean lines varieties that were evaluated in three periods of harvest. Besides weight of seeds and damage, the intensity of damages and the localization were observed. The stink bugs of seeds showed preference to feed on large seeds. The line UFV 96-37001 and the varieties CAC-1, Doko RC and UFV-18, independently of the period of harvest, there were no ($P > 0,05$) difference among lines with other lines on evaluated characteristics, so it showing that the cultivation of absence lines of lipooxygenases it is no affected by stink bugs.

TEORES DE NUTRIENTES EM FOLHAS DE SOJA
[*Glycine max* (L.) Merrill], INFLUENCIADOS POR NEMATÓIDE
DE CISTO (*Heterodera glycines* Ichinohe) E NITROGÊNIO

1. INTRODUÇÃO

O nematóide de cisto da soja (NCS), *Heterodera glycines* Ichinohe, é um importante patógeno desta cultura, devido ao seu alto potencial destrutivo (1). Encontra-se amplamente distribuído, atingindo praticamente todos os países que cultivam essa leguminosa (1, 22).

Originário da China, esse nematóide foi detectado no continente americano por volta de 1950, nos EUA, rapidamente se disseminando entre os estados produtores de soja. Diferentemente de outras espécies do gênero, conhecidas pela restrita gama de hospedeiros, *Heterodera glycines* possui amplo número destes (14).

No Brasil, o nematóide de cisto da soja foi identificado pela primeira vez, na safra de 1991/92, em amostras de solo e raízes provenientes de Campo Verde, em Mato Grosso; e Nova Ponte, em Minas Gerais (9, 11). Logo depois, o nematóide foi identificado, além dos municípios citados, em Iraí de Minas, Minas Gerais; Chapadão do Céu e Aporé, Goiás; e Chapadão do Sul, Mato Grosso do Sul (15), tornando-se grande ameaça à sojicultura nacional, pois já foi encontrado em sete estados produtores, num total de cerca de 64 municípios e uma área de 1,7 milhão de ha, o que representa prejuízos acumulados de 150 milhões de dólares (4). Por ser de fácil disseminação, acredita-se que dentro de poucos anos essa praga atinja todas as regiões produtoras de soja do País. Vários fatores biológicos e fisiológicos, como precipitação, fertilidade do solo, presença de outras doenças e densidade do nematóide, favorecem a sua multiplicação, e a exploração extensiva da cultura contribui para o desequilíbrio ambiental, facilitando, assim, a rápida disseminação do nematóide.

Seu controle químico tem-se mostrado economicamente inviável, em virtude do alto custo dos nematicidas e de sua eficiência nem sempre satisfatória (19, 22).

Cultivares resistentes, rotação de culturas e nematicidas são apontados como opções imediatas de manejo, sendo o controle biológico indicativo de uso futuro.

O conhecimento das relações quantitativas entre a densidade do nematóide e o desenvolvimento da planta é essencial para o planejamento de programas de controle.

As transformações do N no solo são governadas por vários fatores ambientais, como pH, estado nutricional do solo, temperatura, aeração e umidade. Esses fatores, associados ao solo, têm influência marcante sobre os processos de formação e perda de N, que regulam a quantidade de nitrogênio no solo (3).

A taxa de absorção do N varia durante o ciclo de vida da planta. A maior concentração deste nutriente é absorvida durante o estágio vegetativo e, dessa concentração, a maior parte é translocada para a semente durante seu período de enchimento. Portanto, a melhor utilização de nitrogênio pela soja ocorre nos estádios do crescimento vegetativo (5,21).

A absorção do N pela planta é afetada pelas condições ambientais (temperatura, aeração, pH do solo, atividade de outros elementos na solução, estresse hídrico e da concentração do sal na zona radicular), sendo também dependente do genótipo.

O N beneficia a formação de raízes, a fotossíntese e, também, a formação de órgãos florais, a produção, a acumulação e a translocação de assimilados (13, 17).

O N desempenha também, na planta, funções de osmorregulação. Após a absorção, o nitrato pode ser reduzido nas raízes ou translocado para a parte aérea, onde atua como osmorregulador, mantendo o equilíbrio eletroquímico celular pelo acúmulo no vacúolo (18). O teor de nitrato nas plantas é determinado por vários fatores, com destaque para luminosidade, disponibilidade de nitrato e Mo, interação de nutrientes, tipos e fontes de adubos nitrogenados e inibidores de nitrificação (20). Entretanto, devido à presença do nematóide de cisto da soja (NCS), todas essas funções da planta podem ficar seriamente afetadas, pois o hábito alimentar do NCS altera as funções das raízes e reduz a capacidade de absorção e transporte de nutrientes, podendo ocorrer clorose, desfolhamento prematuro e redução na floração e na produção de grãos (12, 13 e 17).

O presente trabalho teve por finalidade verificar os teores de nutrientes em folhas de soja, em função de níveis crescentes de *H. glycines* e de nitrogênio aplicados ao solo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foi conduzido um experimento em casa de vegetação do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais, no período de novembro de 1997 a abril de 1998.

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados, num esquema fatorial 4×4 , com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pela combinação dos fatores nematóide de cisto da soja (0, 3.000, 6.000 e 9.000 ovos de NCS/vaso) e nitrogênio (45, 90, 180 e 270 mg N/dm³ de solo). O nematóide de cisto foi alocado com o auxílio de uma pipeta, através de dois orifícios de 2,5 cm de profundidade feitos, no solo, em cada lado da planta e próximo dela. O nitrogênio foi aplicado na semeadura (30 mg N/dm³ de solo), na forma de sulfato de amônio e aos 30, 60 e 90 dias após a semeadura, na forma de uréia.

O substrato utilizado neste experimento foi composto por uma mistura de solo e areia, na proporção de 1:1, e previamente tratado com brometo de metila, na dosagem de 100 mL/m³ de solo (Quadro 1).

O inóculo usado nesta pesquisa foi obtido a partir de uma população de *H. glycines*, raça 3, coletada no Município de Nova Ponte, Minas Gerais, e mantida sob constante multiplicação e renovação em plantas de soja cv. 'FT-Cristalina'. Por isso, sementes desses cultivares foram semeadas em solo infestado com o nematóide e, após 35-40 dias da germinação, coletaram-se as raízes removidas dos vasos e do solo. Para facilitar a recuperação das raízes, a irrigação era suspensa um ou dois dias antes. Após a remoção da parte aérea das plantas, as raízes expostas eram recolhidas e levadas para o laboratório. As raízes foram colocadas sobre peneiras sobrepostas, com malha de 20 e 100 mesh (0,85 e 0,15 mm de abertura, respectivamente). As fêmeas foram retiradas da raiz com jato de água e ligeiro manuseio e coletadas na peneira inferior (100 mesh), de onde foram transferidas para um almofariz e, então, esmagadas com leve pressão

Quadro 1 - Resultados das análises química e textural das amostras de solo colhidas no experimento (*)

Característica química	Viçosa
pH em água (1:2,5)	5,5
P disponível ¹ (mg/dm ³)	2,8
K disponível ¹ (mg/dm ³)	31,0
Ca ²⁺ trocável (cmol _c /dm ³)	2,8
Mg ²⁺ trocável (cmol _c /dm ³)	0,5
Al ³⁺ trocável (cmol _c /dm ³)	0,0
Textura	Argilosa

1. Extrator de Mehlich-1.

(*) Análise realizada no Laboratório de Análises de Solos do Departamento de Solos da UFV.

de um pistilo de cerâmica, para liberação dos ovos. Esse material foi ressuspensão em água e passado em peneira de 500 mesh (0,026 mm), sendo removido desta, com o auxílio de uma solução de sacarose (454 g/litro de água), para tubos e centrifugado a 2.400 rpm. O sobrenadante foi vertido em peneira de 500 mesh e enxaguado com água corrente para a retirada do excesso de sacarose, tendo os ovos sido recolhidos em suspensão aquosa, em béquer de 50 mL. A contagem de ovos dessa suspensão foi realizada em alíquotas de 1 mL colocadas em câmara de Peters, com o auxílio de microscópio estereoscópico, e ajustada para 800 ovos/mL.

Como a adubação básica de macronutrientes e micronutrientes em vasos foi adicionada na superfície dos vasos após 25 dias da semeadura, via solução nutritiva, cada dm³ de solo da unidade experimental recebeu: P - 200 mg/dm³; K - 200 mg/dm³; S - 40 mg/dm³; B - 0,81 mg/dm³; Cu - 1,33 mg/dm³; Fe - 1,55 mg/dm³; Mn - 3,66 mg/dm³; Mo - 0,15 mg/dm³; e Zn - 4,0 mg/dm³. Os nutrientes foram adicionados nas formas de KH₂PO₄, NaH₂PO₄.2H₂O, MgSO₄.7H₂O, H₃BO₃, CuSO₄.5H₂O, FeCl₃.6H₂O, MnSO₄.H₂O, (NH₄)₂MoO₇.4H₂O e ZnSO₄.7H₂O.

Foi utilizada a cultivar de soja ‘Doko RC’, criada e lançada pela EMBRAPA (CNPSo/CPAC, em 1992). Esta cultivar apresenta hipocótilo verde, flor branca, pubescência e vagens marrons, sementes com tegumento amarelo-claro-fosco e hilo preto e ciclo tardio, tendo em média 95 cm de altura e 13,2 g de peso de 100 grãos (3). É resistente ao cancro da haste e à mancha olho-de-rã, causadas por *Cercospora sojina* Hara (23), e suscetível ao nematóide de cisto da soja.

As plantas de soja cresceram em vasos de argila, com capacidade para um litro e meio. Em cada vaso, foram semeadas três sementes previamente inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum*, e após a germinação efetuou-se o desbaste, deixando uma planta por vaso, que constituiu a unidade experimental. A semeadura ocorreu em 16/12/97 e o desbaste, no dia 28/12/97.

Na floração (62 dias após a semeadura), coletaram-se folhas para determinação dos teores de nutrientes. Para tanto, foram feitas coletas da terceira folha trifoliolada, completamente desenvolvida, a partir do topo, em todas as parcelas. As folhas coletadas foram secadas em estufa de ventilação forçada a 70°C até atingirem peso constante; moídas em moinho tipo Wiley, com peneira de 20 malhas por polegada; e homogeneizadas. Para determinação de N, foi usada uma amostra de 100 mg, o que foi feito por digestão sulfúrica (10), seguida da avaliação colorimétrica, utilizando-se o reagente de Nessler (7). Para determinação dos teores de P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Zn e Mn, pesaram-se 250 mg do material vegetal, que foram submetidos à digestão nítrico-perclórica, adicionando-se-lhe 3 mL de HNO₃ : 1 mL de HClO₄. O teor de K foi determinado por fotometria de chama, e os teores de Ca, Mg, Fe, Cu, Mn e Zn o foram por espectrofotometria de absorção atômica, sendo o P em espectrofotometria feito pelo método da vitamina C (2) e o S por turbidimetria do sulfato de bário (12).

Os dados obtidos foram submetidos às análises de variância e de regressão. Os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste t a 5% de probabilidade, e no coeficiente de determinação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Quadro 2 constam os resultados médios das características avaliadas.

Os teores de P e Ca nas folhas diminuíram linearmente com as doses crescentes de N (Figura 1). Nota-se, nesta figura, que, quando se aplicou a dose mínima de nitrogênio (45 mg N/dm^3 de solo), os teores foliares de P e de Ca foram de 0,34 e 1,62 dag/kg, respectivamente; com a dose máxima (270 mg N/dm^3 de solo), os teores foliares foram de 0,28 e 1,44 dag/kg. Esse comportamento pode ter sido devido não só ao nitrogênio adicionado ao solo - que provocou, provavelmente, a elevação do seu pH, que se traduziu na precipitação de P como fosfato de cálcio -, como também ao efeito da fixação biológica de nitrogênio. JONES JR. et al. (8) observaram que aplicações crescentes de nitrogênio (0, 112, 224 e 336 kg/ha) em *Brassica rapa* diminuíram o teor foliar de fósforo. Esses mesmos autores observaram também comportamento semelhante em “highbush blueberry” com os teores de cálcio, magnésio e fósforo nas folhas.

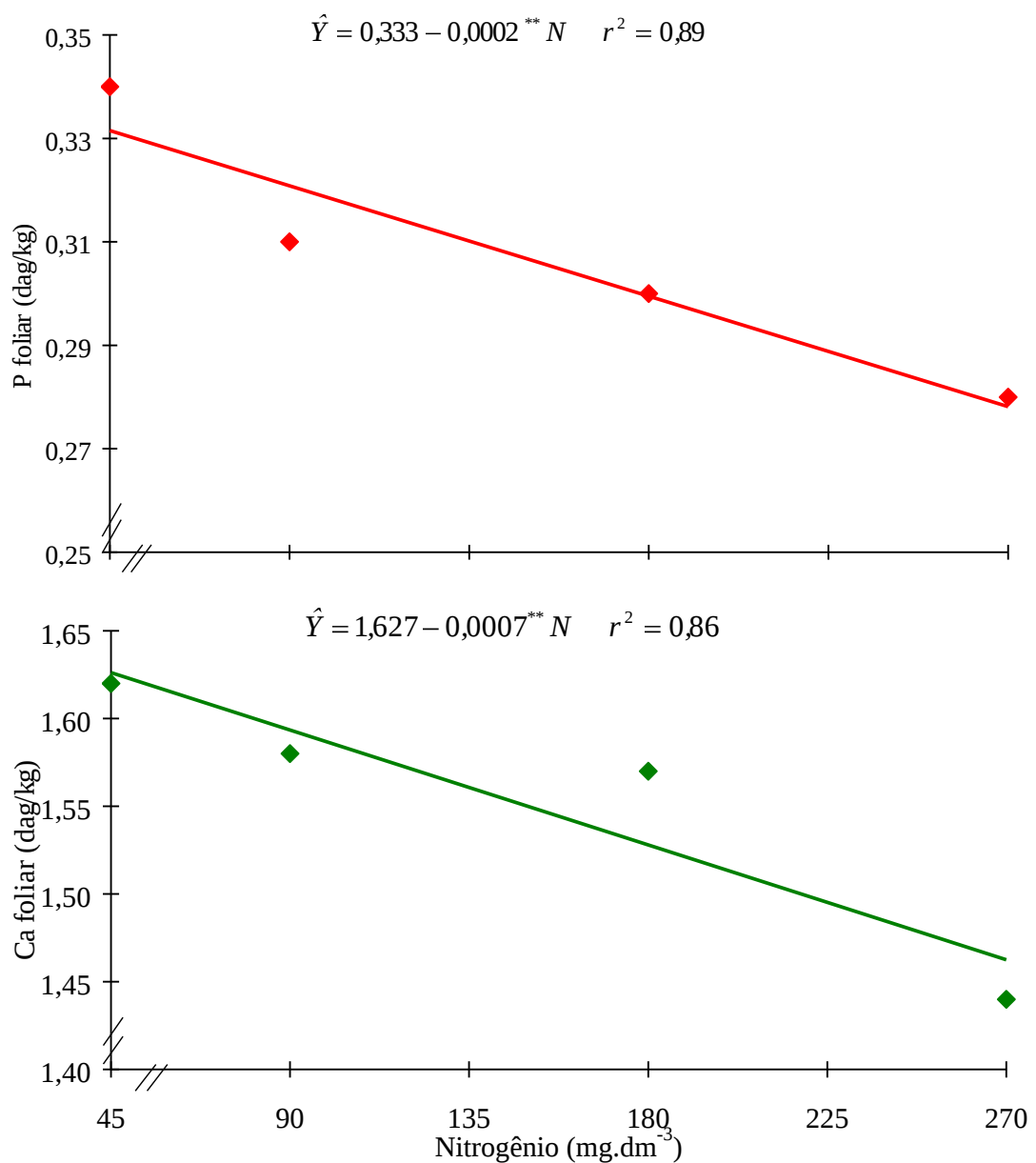
Tem sido difundida a idéia de que o nitrogênio mineral, quando abundante, diminui a nodulação das leguminosas. A maioria dos trabalhos tem citado inibição na formação e no desenvolvimento dos nódulos, conseqüentemente com a ocorrência de decréscimo nas quantidades de N fixadas e de outros nutrientes. A redução de P e de Ca nas folhas pode também estar relacionada, provavelmente, às suas doses crescentes, que provocaram diminuição na formação dos nódulos e, conseqüentemente, menor absorção de nutrientes pela planta (21).

Outros autores associaram o efeito externo do N à mudança química na superfície dos pêlos absorventes, de tal modo que poucas lectinas ficam disponíveis para ligar o *Bradyrhizobium japonicum* ao pêlo radicular, afetando, desse modo, também a absorção dos nutrientes do solo (12).

O ferro apresentou incremento linear com as doses crescentes de N (Figura 2). Esse comportamento pode estar relacionado com a forma de absorção do ferro pelas plantas, a qual é metabolicamente controlada, podendo este ser absorvido como Fe^{3+} , Fe^{2+} ou Fe-quelato. É aceito que o ferro precisa ser reduzido antes de entrar na célula. Portanto, parece fundamental a capacidade das raízes em reduzir Fe^{3+} para Fe^{2+} , e a velocidade dessa redução depende do pH do meio, sendo maior em baixos valores de pH.

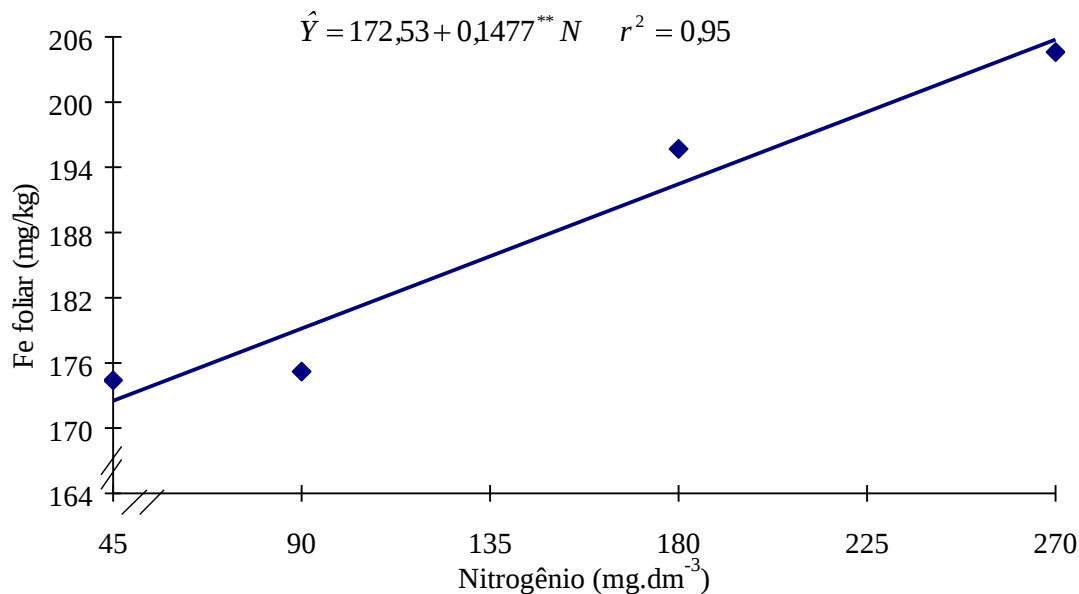
Quadro 2 - Teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), manganês (Mn), zinco (Zn), cobre (Cu), ferro (Fe) e boro (B) nas folhas de soja, em função dos níveis de nematóide de cisto (NCS) e das doses de nitrogênio (NIT), e coeficientes de variação (CV %)

NCS (Nº de ovos)	NIT (mg/dm ³)	N	P	K	Ca	Mg	S	Mn	Zn	Cu	Fe	B
----- dag/kg -----								----- mg/kg -----				
0	45	2,17	0,39	1,41	1,71	0,37	0,16	191,3	78,2	4,6	175,7	98,1
0	90	2,93	0,33	1,55	1,59	0,41	0,16	176,8	72,8	3,6	175,2	98,8
0	180	2,84	0,29	1,45	1,56	0,36	0,16	153,7	67,1	3,4	167,3	114,5
0	270	2,68	0,28	1,36	1,38	0,36	0,15	157,8	69,2	3,6	216,3	102,1
3.000	45	3,02	0,30	1,50	1,55	0,40	0,15	183,6	77,0	3,7	178,3	101,0
3.000	90	2,56	0,31	1,53	1,53	0,38	0,15	179,5	68,8	3,2	224,5	90,2
3.000	180	2,81	0,33	1,56	1,65	0,41	0,16	179,6	77,4	4,3	171,1	114,2
3.000	270	3,36	0,30	1,53	1,46	0,36	0,16	177,8	71,3	3,9	239,9	102,1
6.000	45	3,14	0,34	1,75	1,62	0,39	0,16	177,5	73,4	3,8	183,7	115,2
6.000	90	3,24	0,31	1,42	1,60	0,36	0,15	167,4	69,0	3,2	182,9	101,6
6.000	180	2,46	0,27	1,51	1,48	0,37	0,17	169,6	69,0	3,8	162,6	100,8
6.000	270	2,51	0,27	1,45	1,49	0,43	0,16	167,0	72,3	3,7	183,1	111,1
9.000	45	2,73	0,34	1,67	1,61	0,38	0,16	176,1	78,3	3,5	160,1	118,9
9.000	90	2,90	0,31	1,59	1,61	0,38	0,16	169,9	67,8	3,8	200,0	107,4
9.000	180	2,77	0,29	1,52	1,58	0,33	0,16	168,8	75,0	5,2	200,1	96,6
9.000	270	2,88	0,28	1,63	1,46	0,31	0,16	168,6	71,7	4,1	179,2	89,8
0	•	2,66	0,32	1,44	1,60	0,38	0,16	169,9	71,8	3,8	184,8	103,4
3.000	•	2,94	0,31	1,53	1,55	0,38	0,16	180,1	73,6	3,7	178,1	101,9
6.000	•	2,84	0,30	1,54	1,54	0,39	0,16	170,4	70,9	3,6	203,4	107,2
9.000	•	2,82	0,31	1,60	1,57	0,35	0,16	170,8	73,2	4,1	183,6	103,2
•	45	2,77	0,34	1,58	1,62	0,38	0,16	182,2	76,7	3,9	174,4	108,3
•	90	2,91	0,31	1,52	1,58	0,38	0,16	173,4	69,6	3,4	195,7	99,5
•	180	2,72	0,30	1,51	1,57	0,37	0,16	167,9	72,1	4,2	175,2	106,5
•	270	2,86	0,28	1,50	1,44	0,37	0,16	167,8	71,1	3,8	204,6	101,3
CV (%)		19,7	18,2	10,2	11,4	15,6	8,4	10,6	11,3	20,2	18,3	20,0



** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste t

Figura 1 - Estimativa dos teores de fósforo (P) e de cálcio (Ca) em folhas de soja, em função das doses de N.



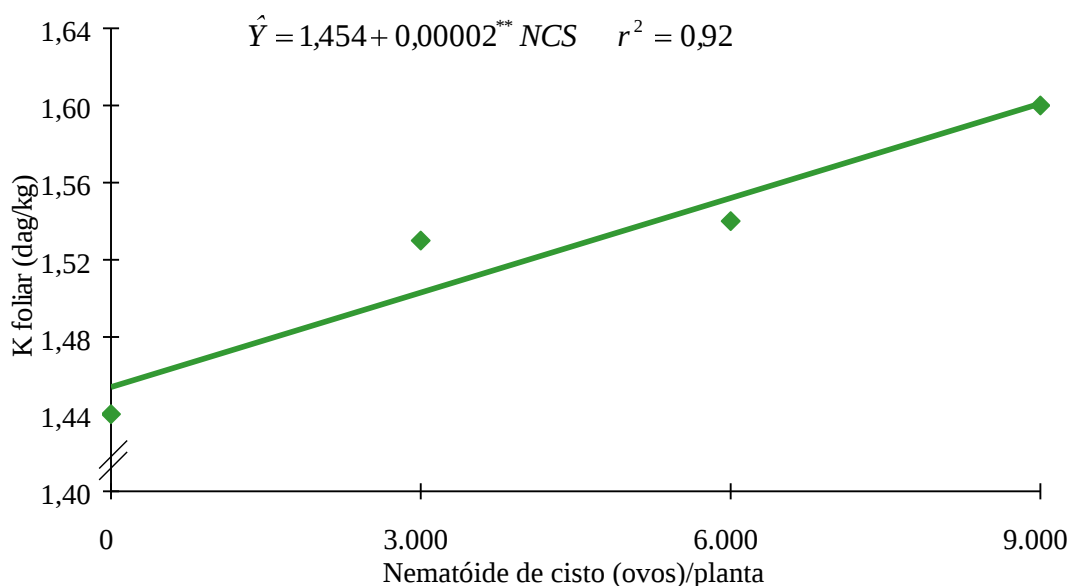
** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste t

Figura 2 - Estimativa dos teores de ferro (Fe) em folhas de soja, em função das doses de N.

Outro mecanismo que pode aumentar o suprimento de ferro às plantas é a formação de complexos ou quelatos orgânicos solúveis. Esses agentes quelantes podem ser originados de exsudatos radiculares, substâncias produzidas durante a decomposição da matéria orgânica do solo, pela síntese microbológica na nodulação.

Os níveis crescentes de NCS provocaram aumento também linear no teor foliar de K (Figura 3). Esse aumento de potássio na planta pode ser devido a concentrações adequadas de cálcio na solução, as quais tornaram adequada a absorção de K. No entanto, segundo HALLMARK e BARBER (6), a interação entre K e P aumentou não só a área da superfície radicular da soja, como também o influxo de K e de outros nutrientes na planta.

Quanto aos outros nutrientes, a aplicação de N revelou a tendência de ligeiro incremento do teor de N foliar até a dose de 90 mg de N/dm³ de solo e decréscimo nos teores foliares de Mn, Zn e B, enquanto os teores de Mg, S e Cu



** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste t

Figura 3 - Estimativa dos teores de potássio (K) em folhas de soja, em função dos níveis de nematóide de cisto (NCS).

não se alteraram (Quadro 2). Tais resultados concordam com os obtidos por JONES JR. et al. (8), que, ao utilizarem $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ou uréia como fonte de N, observaram que a planta da macieira apresentava baixos teores foliares de N, P, Ca, Mg, Cu, Mn e Zn. Além disso, o efeito dos fertilizantes nitrogenados na planta é afetado pelos seus íons acompanhantes, bem como pelo seu teor em $\text{N} - \text{NO}_3^-$ e $\text{N} - \text{NH}_4^+$.

A aplicação de níveis crescentes de NCS revelou a tendência de aumento dos teores de N e Cu e de decréscimo dos teores de P, Ca e Mg, enquanto os teores de S, Mn, Zn, Fe e B não manifestaram diferença ($P > 0,05$) (Quadro 2). MENGEL e KIRKBY (16) explicaram, em parte, esses resultados, pois observaram que a quantidade de cátions é relativamente constante na planta e que aumento na absorção de um freqüentemente leva a decréscimo na absorção de outros.

Uma das possíveis explicações para esse fato é que altas populações de *H. glycines* no solo resultariam em grande quantidade de juvenis de segundo estágio (J_2), que penetrariam nas raízes, mas, em decorrência da grande competição, não conseguiriam estabelecer sítios de alimentação no tecido vascular da planta, denominados sincitos, que são essenciais para o desenvolvimento do nematóide. Dessa forma, o NCS pode ter aumentado inicialmente a superfície de absorção para N e Cu, mas o efeito antagônico de N provocou decréscimo na taxa de absorção de outros elementos.

Pela diversidade dos tipos de interações, como aquelas que ocorrem entre a solução e as partículas do solo, entre as raízes e o solo e aquelas dentro da própria planta, elas afetam a concentração de um elemento na planta, o qual não depende somente do ambiente radicular, mas também dos processos de absorção.

Em relação à nutrição da soja, verificou-se que os teores foliares de P, K, Ca, Mg e Fe estiveram em níveis adequados e os de Mn, Zn e B, em níveis elevados. Os outros apresentaram teores considerados baixos para o bom crescimento da soja (8, 12).

4. RESUMO

O presente trabalho teve como objetivos contribuir para o conhecimento da dinâmica da inter-relação no sistema soja $\times$ *H. glycines* e avaliar o efeito de níveis crescentes de *H. glycines* e de nitrogênio na nutrição mineral da planta. Empregaram-se vasos de argila com uma planta de soja ‘Doko RC’, como unidade experimental. Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 4×4 , isto é, quatro concentrações de inóculo (0, 3.000, 6.000 e 9.000 ovos de NCS/vaso) e quatro doses de nitrogênio (45, 90, 180 e 270 mg N/dm³ de solo). Na floração (62 dias após a semeadura), avaliaram-se os teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Mn, Zn, Cu, Fe e B nas folhas. Os teores de P e Ca diminuíram ($P < 0,05$) com as doses de N. O teor de Fe foliar aumentou linearmente com as doses de N, havendo também aumento linear de K nas folhas com a elevação dos níveis de NCS. A aplicação de N pode reduzir os danos causados pelo nematóide de cisto.

5. SUMMARY

CONTENT OF NUTRIENTS ON SOYBEAN LEAVES INFLUENCED BY CYSTS NEMATODE LEVELS AND NITROGEN DOSES

This work aimed to contribute for information of dynamics of interrelation on the soybean plant system $\times$ *Heterodera glycines* and to evaluate the behaviour of crescent levels of *Heterodera glycines*. Clay pots with a soybean plant cultivar 'Doko RC' as experimental unit, were arranged following a factorial design, wich were constituted by four inocula concentrations (0; 3,000; 6,000 and 9,000 eggs) and four nitrogen doses (45; 90; 180 and 270 mg N/dm³). At flowering (62 days after sowing), was evaluated the content of N, P, K, Ca, Mg, S, Mn, Zn, Cu, Fe and B. The content of P and Ca decreased ($P < 0,05$) with crescent doses of nitrogen fertilization. The leaf content of Fe increased linearly with the nitrogen fertilization and the leaf content of K increased linearly wih crescent levels of SCN. The nitrogen fertilization can reduce damages caused by cysts nematode.

6. LITERATURA CITADA

1. AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. 3. ed. New York: Academic Press, 1988. 803p.
2. BRAGA, J.M., DEFELIPO, B. V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solos e plantas. **Revista Ceres**, v.21, n.113, p.73-85, 1974.
3. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Algumas informações técnicas das cultivares de soja**. Brasília, DF, 1995. 6p. (Folder).
4. FERRAZ, S., VALLE, L.A. Current status of *Heterodera Glycines* on soybean in Brazil. In: INTERNATIONAL NEMATOLOGY CONGRESS, 3, 1996, Goisier, Guadeloupe, Antilles. **Proceedings...** Gosier, Guadeloupe. Antilles: French West lines, 1996. p.165.
5. FRANCO, A.A., FONSECA, O.O.M., MARRIEL, I.E. Efeito no nitrogênio mineral na atividade da nitrogenase e nitrato redutase, durante o ciclo da soja no campo. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**, v.2, n.2, p.110-114, 1978.
6. HALLMARK, W.B., BARBER, S.A. Root growth and morphology, nutrient uptake, and nutrient status of early growth soybeans as affected by P and K. **Agronomy Journal**, v.76, p.209-212, 1984.
7. JACKSON, C.M. **Soil chemical analysis**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1965. 498p.
8. JONES JR., J.B., WOLF, B., MILLS, H.A. **Plant analysis handbook: a practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide**. Georgia: Micro - Macro Publishing, Inc., 1991. 213p.
9. LIMA, R.D., FERRAZ, S., SANTOS, J.M. Ocorrência de *Heterodera* sp. em soja no Triângulo Mineiro. **Nematologia Brasileira**, v.16, n.1/2, p.101-102. 1992.
10. LINDNER, R.C. Rapid analytical methods for some of the more common inorganic constituents of plant tissues. **Plant Physiology**, v.19, p.76-89, 1944.
11. LORDELLO, A.I.L., LORDELLO, R.R.A., QUAGGIO, J.A. Ocorrência do nematóide da soja (*Heterodera glycines*) no Brasil. **Revista de Agricultura**, v.67, n.3, p.223-225, 1992.

12. MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres, 1980. 251p.
13. MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plant**. 2. ed. New York: Academic, 1995. 889p.
14. MENDES, M.L. O nematóide de cisto da. In: ARANTES, N.E., SOUZA, P.I.M. (Eds.). **A cultura da soja nos cerrados**. Piracicaba: Potafos, 1993. p. 399-416.
15. MENDES, M.L., DICKSON, D.W. Detection of *Heterodera glycines* on soybean in Brazil. **Plant Disease**, v.77, n.5, p.499-500, 1993.
16. MENGEL, K., KIRKBY, E.A. **Principles of plant nutrition**. Switzerland: International Potash Institute. 4. ed. 1987, 687p.
17. NATR, L. Mineral nutrients - a ubiquitous stress factor for photosynthesis. **Photosynthetica**, v.27, n.3, p.271-294, 1992.
18. REDINBAUGH, M.G., CAMPBELL, W.H. Higher plant response to environmental nitrate. **Physiology Plantarum**, v.82, n.4, p.640-650, 1991.
19. RIGGS, R.D. Management of races of SCN. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE NEMATOLOGIA TROPICAL, 1995, Rio Quente, GO. **Programa e anais...** Brasília, DF: SBN/ONTA, 1995. p.107-110.
20. SCHARPE, H.C. **Nutrient influences on the nitrate content of vegetables**. [s.l.], The Fertilizer Society, 1991. 24p. (Proceedings, 313).
21. TANNER, J.W., ANDERSON, J.G. An external effect of inorganic nitrogen in root nodulation. **Nature**, v.198, n.4877, p.303-304, 1963.
22. WRATHER, J.A., ANAND, S.C., DROPKIN, V.H. Soybean cyst nematode control. **Plant Diseases**, v. 68, n. 9, p. 829-833, 1984.
23. YORINORI, J.T., CHARCHAR, M.J.D., NASSER, L.C., HENNING, A.A. Doenças da soja e seu controle. In: ARANTES, N.E., SOUZA, P.I. (Eds.). **A cultura da soja nos cerrados**. Piracicaba: Potafos, 1993. p.333-397.

TEORES DE NUTRIENTES EM FOLHAS DE SOJA [*Glycine max* (L.)
Merrill], INFLUENCIADOS POR NEMATÓIDE
DE CISTO E *Bradyrhizobium japonicum*

1. INTRODUÇÃO

O nematóide de cisto, *Heterodera glycines* Ichinohe, agente etiológico da “soybean yellow dwarf”, ou nanismo-amarelo da soja, foi descrito pela primeira vez em 1915, tendo sido detectado nos Estados Unidos em 1954 e, no Brasil, na safra de 1991/92 (10, 12, 15); no Brasil as perdas na produção têm variado de leves (lavouras sem sintomas) a severas.

O hábito alimentar de *Heterodera glycines* altera as funções das raízes e reduz a absorção e o transporte de nutrientes, podendo ocorrer clorose, desfolhamento prematuro e redução na floração e na produção de grãos (22, 23, 26).

À medida que a população do nematóide aumenta, os danos causados pela inserção do estilete no interior das células, a remoção do conteúdo celular e a secreção de substâncias dentro da raiz refletem-se, de modo geral, em sintomas mais severos na planta (18).

A principal importância desse nematóide está na sua capacidade de reduzir o crescimento vegetativo e, conseqüentemente, a produção; dependendo do grau de infestação, pode causar perdas e até a completa destruição da cultura (1).

O uso de cultivares resistentes tem sido a principal via de manejo do nematóide de cisto da soja (NCS); conseqüentemente, os principais centros de melhoramento têm enfatizado a pesquisa e o lançamento de novos cultivares resistentes e adaptados às diferentes regiões agrícolas (3, 16, 21). Todavia, pela grande variabilidade dessa espécie de nematóide, o uso contínuo de uma mesma variedade resistente exerce pressão de seleção, estimulando o desenvolvimento de outras raças capazes de parasitar essa variedade (17, 19). Tal fato é possível porque os genes para resistência a determinada raça não protegem contra outras raças da mesma espécie (4).

Várias espécies da família *Leguminosae* são infectadas por bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, formando nódulos nas raízes, fornecendo fotossintatos e recebendo em troca produtos nitrogenados. A associação simbiótica entre a

bactéria e o hospedeiro é extremamente complexa e delicada, pois deve ocorrer interação balanceada entre os dois organismos. O aparecimento dos nódulos ocorre geralmente do quarto ao sexto dia após a germinação. A fixação biológica, na qual o N_2 é reduzido a NH_4^+ por microrganismos, processa-se com a participação da nitrogenase (14), atinge seu ponto máximo no estágio de floração plena e declina a partir do enchimento dos grãos (25).

O presente trabalho objetivou avaliar o efeito de diferentes níveis de nematóide de cistos e de *Bradyrhizobium japonicum* no estado nutricional da soja.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido em condições de casa de vegetação do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais, no período de janeiro a maio de 1998.

Esse experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados, num esquema fatorial 4×4 , com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pelo arranjo fatorial, em que os fatores foram nematóide de cisto (0, 3.000, 6.000 e 9.000 ovos/vaso) e *B. japonicum* (0, 0,4 ,0,8, 1,6 g/100 sementes). Os tratamentos com o nematóide de cisto foram alocados com o auxílio de uma pipeta, através de dois orifícios de 2,5 cm de profundidade feitos, no solo, em cada lado da planta e próximo dela. A inoculação com o *Bradyrhizobium japonicum* foi feita na semeadura. Os resultados das análises química e textural das amostras de solo colhidas no experimento foram: pH em água - 5,5; P - 2,8 mg/dm³; K - 31 mg/dm³; Ca^{2+} - 2,8 cmol_c/dm³; Mg^{2+} - 0,5 cmol_c/dm³; Al^{3+} - 0,0 cmol_c/dm³; e textura argilosa.

O substrato utilizado foi composto por uma mistura de solo e areia, na proporção de 1:1, previamente tratado com brometo de metila na dosagem de 100 mL/m³ de solo.

O inóculo usado neste experimento foi obtido a partir de uma população de *H. glycines*, raça 3, coletada no Município de Nova Ponte, Minas Gerais, e mantida sob constante multiplicação e renovação em plantas de soja cv. 'FT-Cristalina'.

Quadro 1 - Resultados das análises química e textural das amostras de solo colhidas no experimento (*)

Característica química	Viçosa
pH em água (1:2,5)	5,5
P disponível ¹ (mg/dm ³)	2,8
K disponível ¹ (mg/dm ³)	31,0
Ca ²⁺ trocável (cmol _c /dm ³)	2,8
Mg ²⁺ trocável (cmol _c /dm ³)	0,5
Al ³⁺ trocável (cmol _c /dm ³)	0,0
Textura	Argilosa

1. Extrator de Mehlich-1.

(*) Análise realizada no Laboratório de Análises de Solos do Departamento de Solos da UFV.

Sementes desses cultivares foram semeadas em solo infestado com o nematóide, e, após 35-40 dias da germinação, as plantas foram removidas dos vasos e do solo. Para facilitar essa operação, a irrigação era suspensa um ou dois dias antes. Após a remoção da parte aérea das plantas, as raízes expostas eram recolhidas e levadas para o laboratório. As raízes eram colocadas sobre peneiras sobrepostas, com malhas de 20 e 100 mesh (0,85 mm e 0,15 mm de abertura, respectivamente). As fêmeas foram retiradas da raiz com jato de água e ligeiro manuseio, sendo coletadas na peneira inferior (100 mesh), de onde foram transferidas para um almofariz e, então, esmagadas com leve pressão de um pistilo de cerâmica, para liberação dos ovos. Esse material foi ressuspenso em água e passado em peneira de 500 mesh (0,026 mm), sendo removido desta, com o auxílio de uma solução de sacarose (454 g/litro de água), para tubos e centrifugado por um minuto, a 2.400 rpm. O sobrenadante foi vertido em peneira de 500 mesh, enxaguado com água corrente para retirada do excesso de sacarose, tendo os ovos sido recolhidos em suspensão aquosa, em béquer de 50 mL. A contagem de ovos dessa suspensão foi realizada em alíquotas de 1 mL colocadas

em câmara de Peters, com o auxílio de microscópio estereoscópico, e ajustada para 800 ovos/mL.

Foi utilizada a ‘Doko RC’, criada e lançada pelo CNPSo/CPAC em 1992. Esta variedade apresenta hipocótilo verde, flor branca, pubescência e vagens marrons, sementes com tegumento amarelo-claro-fosco e hilo preto e ciclo tardio, tendo em média 95 cm de altura e 13,2 gramas de peso de 100 grãos (5). É resistente ao cancro-da-haste e à mancha-olho-de-rã, causados por *Cercospora sojina* Hara (27), e suscetível ao nematóide de cisto da soja.

As plantas de soja cresceram em vasos de argila com capacidade para um litro e meio. Em cada vaso foram semeadas três sementes, e após a germinação efetuou-se o desbaste, deixando uma planta por vaso, que constituiu a unidade experimental.

A semeadura ocorreu em 19/01/98 e o desbaste, no dia 28/02/98.

Um dia antes do plantio, o solo de cada vaso recebeu, de forma homogeneizada, adubação básica de macronutrientes, via solução nutritiva, fornecendo-se a cada unidade experimental P - 200 mg/dm³; K - 200 mg/dm³; e S - 40 mg/dm³.

A aplicação de micronutrientes foi feita em uma única aplicação, também um dia antes da semeadura, via solução nutritiva, fornecendo a cada unidade experimental: B - 0,81 mg/dm³; Cu - 1,33 mg/dm³; Fe - 1,55 mg/dm³; Mn - 3,66 mg/dm³; Mo 0,15 mg/dm³; e Zn - 4,0 mg/dm³. Os nutrientes foram adicionados nas formas de KH₂PO₄, NaH₂PO₄.2H₂O, MgSO₄.7H₂O, H₃BO₃, CuSO₄.5H₂O, FeCl₃.6H₂O, MnSO₄.H₂O, (NH₄) Mo₇O₂₄.4H₂O e ZnSO₄.7H₂O.

Na floração (62 dias após a semeadura), coletaram-se folhas para determinação dos teores de nutrientes. Para tanto, foram feitas coletas da terceira folha trifoliolada, a partir do topo, em todas as parcelas. As folhas coletadas foram secadas em estufa de ventilação forçada a 70°C até atingirem peso constante; moídas em moinho tipo Wiley, com peneira de 20 malhas por polegada; e homogeneizadas. Para determinação de N, foi usada uma amostra de 100 mg, o que foi feito por digestão sulfúrica (11), seguida da avaliação colorimétrica, utilizando-se o reagente de Nessler (6). Para determinação dos teores de P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Zn e Mn, foram pesados 250 mg do material vegetal, o qual foi submetido à digestão nítrico-perclórica, adicionando-se a ele 3 mL de HNO₃ - 1 mL de HClO₄. O teor de K foi determinado por fotometria de

chama, ao passo que os de Ca, Mg, Fe, Cu, Mn e Zn o foram por espectrofotometria de absorção atômica, enquanto o P em espectrofotometria foi feito pelo método da vitamina C (2) e o S por turbidimetria do sulfato de bário (13).

Os dados obtidos foram submetidos às análises de variância e de regressão. Os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste t a 5%, e no coeficiente de determinação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Quadro 2 constam os resultados médios das características avaliadas.

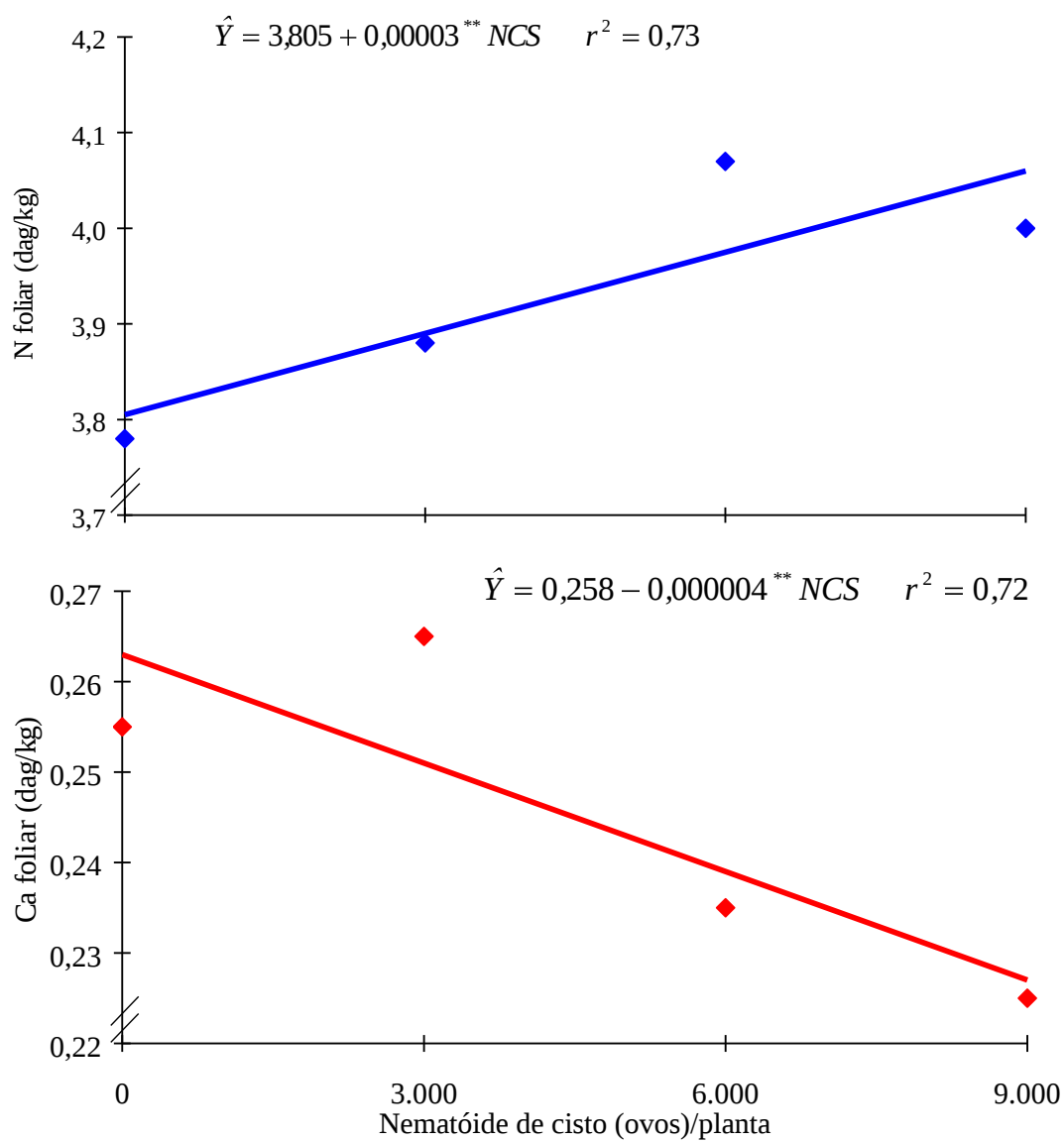
Os teores foliares de N, Mg e B aumentaram linearmente com os níveis crescentes do NCS, enquanto os teores foliares de Ca, Mn, Zn, Cu e Fe nas folhas tiveram decréscimo também linear com os níveis do NCS, sendo, no último caso, em forma quadrática, com um máximo obtido de 4.167 ovos de NCS para um teor foliar de ferro de 126 mg/kg (Figuras 1, 2, 3 e 4). Somente o teor de S foliar se comportou de forma quase que constante.

O aumento linear do N foliar verificado com os níveis crescentes do NCS atingiu apenas os níveis adequados para um bom crescimento e desenvolvimento da planta, com um máximo de 4,07 dag/kg atingido com 6.000 ovos do NCS (Quadro 2). O comportamento na absorção do elemento pode estar relacionado ao hábito alimentar do NCS, que, segundo TIHODOD e SANTOS (23) e WRATHER et al. (26), altera as funções das raízes e reduz a absorção e o transporte de nutrientes, e aos variados efeitos que o nitrogênio no solo pode causar na composição da planta. Esses efeitos dependem da taxa de transformação de $N - NH_4^+$ para $N - NO_3^-$, um processo biológico afetado por temperatura do solo, umidade, aeração e pH do meio (13).

KAMPRATH (9), trabalhando com plantas de milho, verificou que a absorção e a translocação de fósforo eram reguladas pelo nitrogênio. A acumulação total de fósforo foi altamente correlacionada com a acumulação total de nitrogênio, e o nível disponível de fósforo no solo teve pequeno efeito na concentração de fósforo nas folhas.

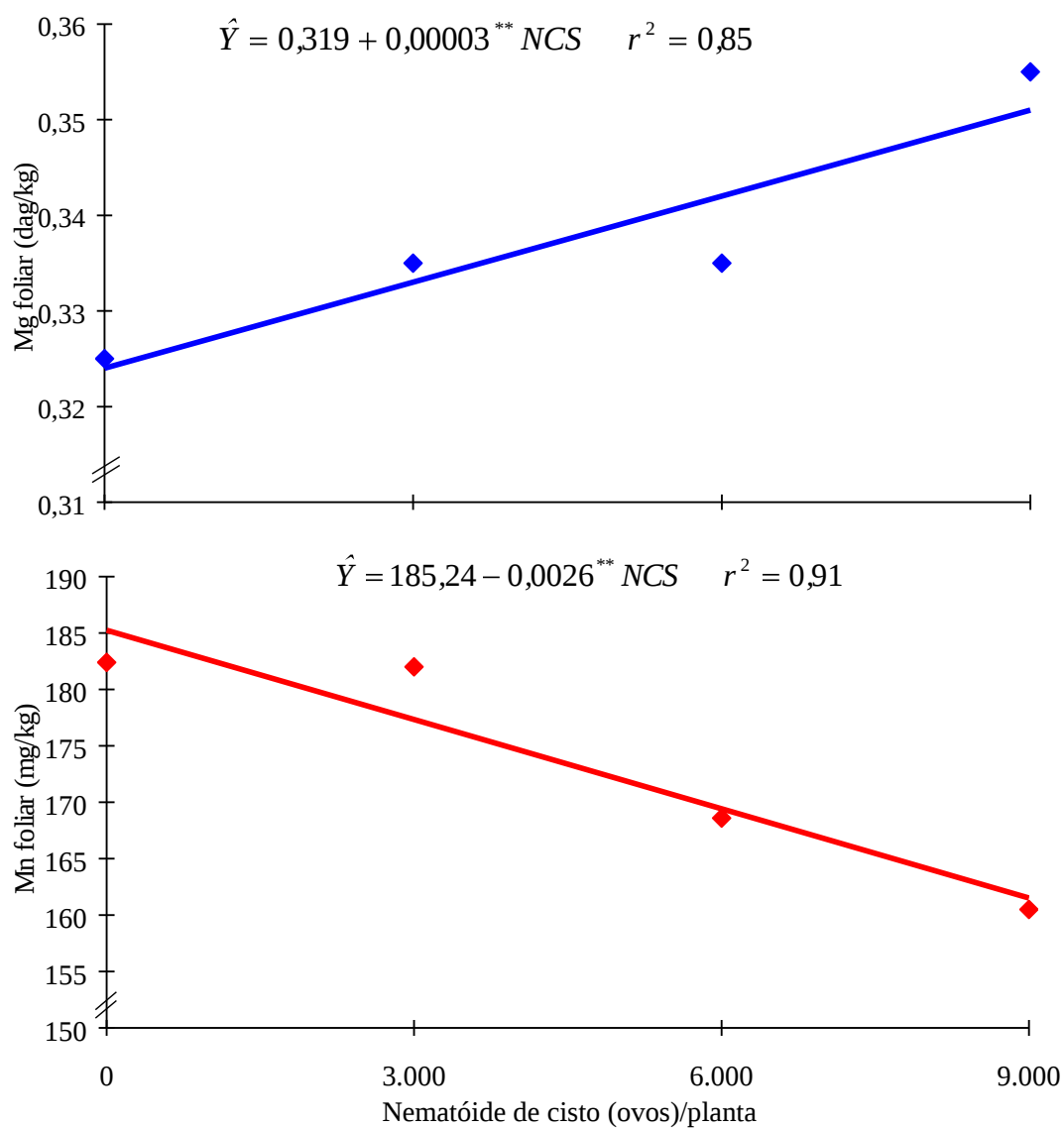
Quadro 2 - Teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), manganês (Mn), zinco (Zn), cobre (Cu), ferro (Fe) e boro (B) nas folhas de soja, em função dos níveis de nematóide de cisto (NCS) e das doses de *Bradyrhizobium japonicum* (Br), e coeficientes de variação (CV %)

NCS (Nº de ovos)	Br (g/100 sem.)	N	P	K	Ca	Mg	S	Mn	Zn	Cu	Fe	B
		----- dag/kg -----						----- mg/kg -----				
0	0	3,71	0,29	1,71	0,24	0,32	0,21	164,2	72,8	3,6	104,5	91,2
0	0,4	3,65	0,28	1,64	0,24	0,31	0,21	166,5	73,4	3,2	104,4	89,1
0	0,8	3,87	0,28	1,69	0,27	0,32	0,21	203,2	84,0	3,3	110,5	83,9
0	1,6	3,91	0,30	1,76	0,26	0,33	0,22	195,9	83,6	3,1	110,8	79,1
3.000	0	3,82	0,29	1,67	0,26	0,34	0,22	178,5	78,7	3,0	133,8	94,8
3.000	0,4	3,89	0,28	1,64	0,24	0,32	0,23	171,5	76,6	2,8	121,4	80,5
3.000	0,8	3,96	0,26	1,46	0,27	0,34	0,23	188,8	79,0	2,8	136,7	109,8
3.000	1,6	3,84	0,28	1,46	0,26	0,32	0,24	189,3	84,3	3,1	142,6	93,8
6.000	0	3,89	0,29	1,76	0,23	0,33	0,23	170,7	66,1	2,9	115,9	106,9
6.000	0,4	4,18	0,31	1,74	0,23	0,33	0,22	168,5	70,5	2,6	104,4	89,2
6.000	0,8	4,14	0,31	1,69	0,23	0,33	0,22	172,0	66,9	2,6	128,9	97,4
6.000	1,6	4,06	0,28	1,67	0,22	0,33	0,22	163,1	64,9	2,4	108,9	101,3
9.000	0	4,06	0,30	1,78	0,23	0,33	0,22	159,9	62,9	2,4	89,3	105,9
9.000	0,4	3,98	0,29	1,64	0,23	0,37	0,23	177,2	62,4	2,1	109,9	101,9
9.000	0,8	4,13	0,34	1,78	0,22	0,36	0,22	162,9	65,3	2,4	108,1	115,8
9.000	1,6	3,86	0,29	1,64	0,22	0,35	0,20	142,1	60,2	2,1	127,1	109,4
0	•	3,78	0,29	1,70	0,25	0,32	0,21	182,4	78,5	3,3	107,5	85,8
3.000	•	3,88	0,28	1,56	0,26	0,33	0,23	182,0	79,6	2,9	133,6	94,7
6.000	•	4,07	0,29	1,71	0,23	0,33	0,22	168,6	67,1	2,6	114,5	98,7
9.000	•	4,00	0,31	1,71	0,22	0,35	0,22	160,5	62,7	2,3	108,6	108,3
•	0	3,87	0,29	1,73	0,24	0,33	0,22	168,32	70,1	3,0	110,9	99,7
•	0,4	3,92	0,29	1,67	0,23	0,33	0,22	170,94	70,7	2,7	110,0	90,2
•	0,8	4,03	0,30	1,66	0,25	0,33	0,22	181,69	73,8	2,7	121,0	101,7
•	1,6	3,92	0,29	1,63	0,24	0,33	0,22	172,61	73,3	2,7	122,3	95,9
CV (%)		5,5	12,5	18,6	10,2	6,8	7,6	10,5	11,4	15,6	17,3	17,5



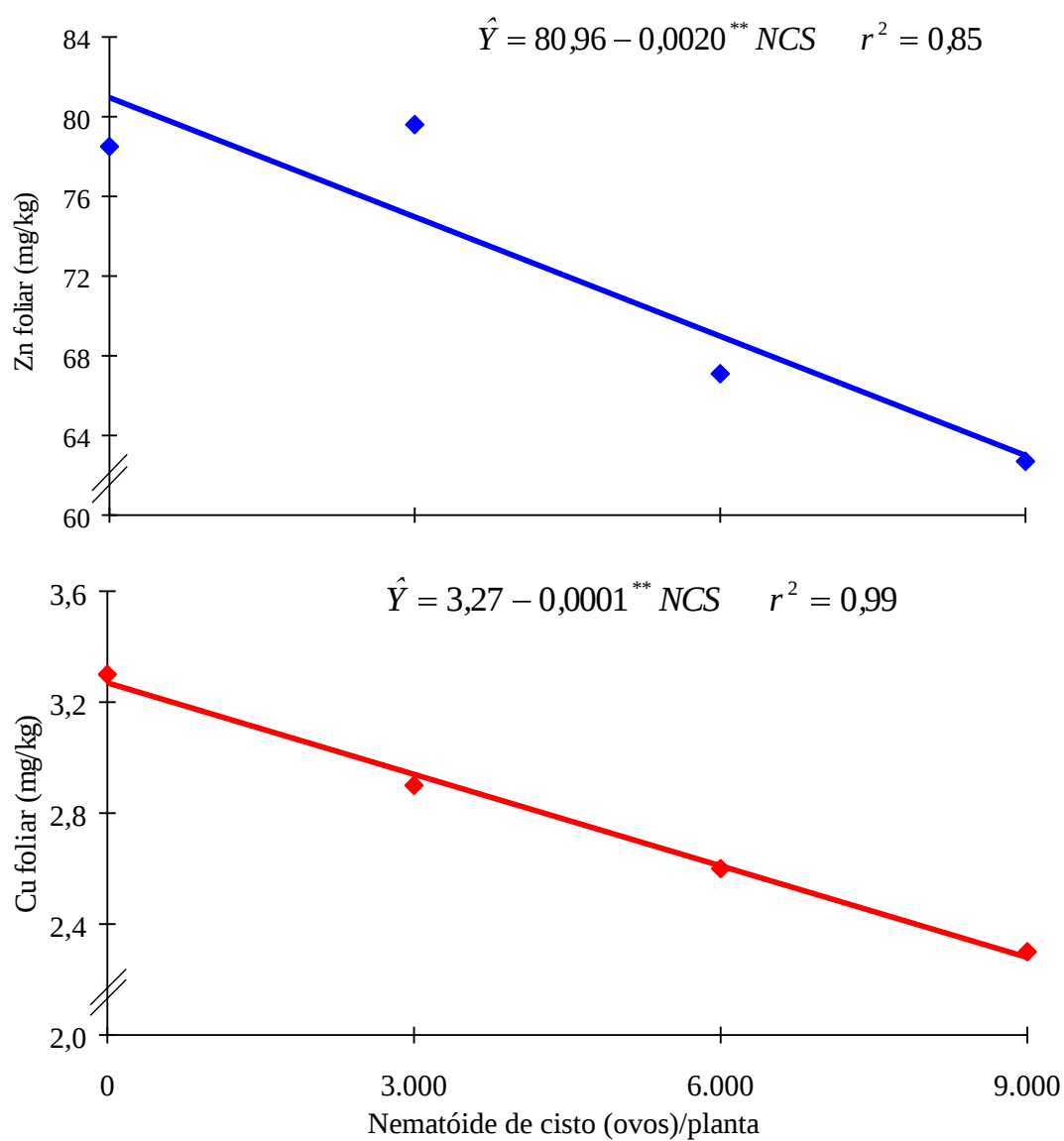
** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste t

Figura 1 - Estimativa dos teores de nitrogênio (N) e de cálcio (Ca) em folhas de soja, em função dos níveis de NCS.



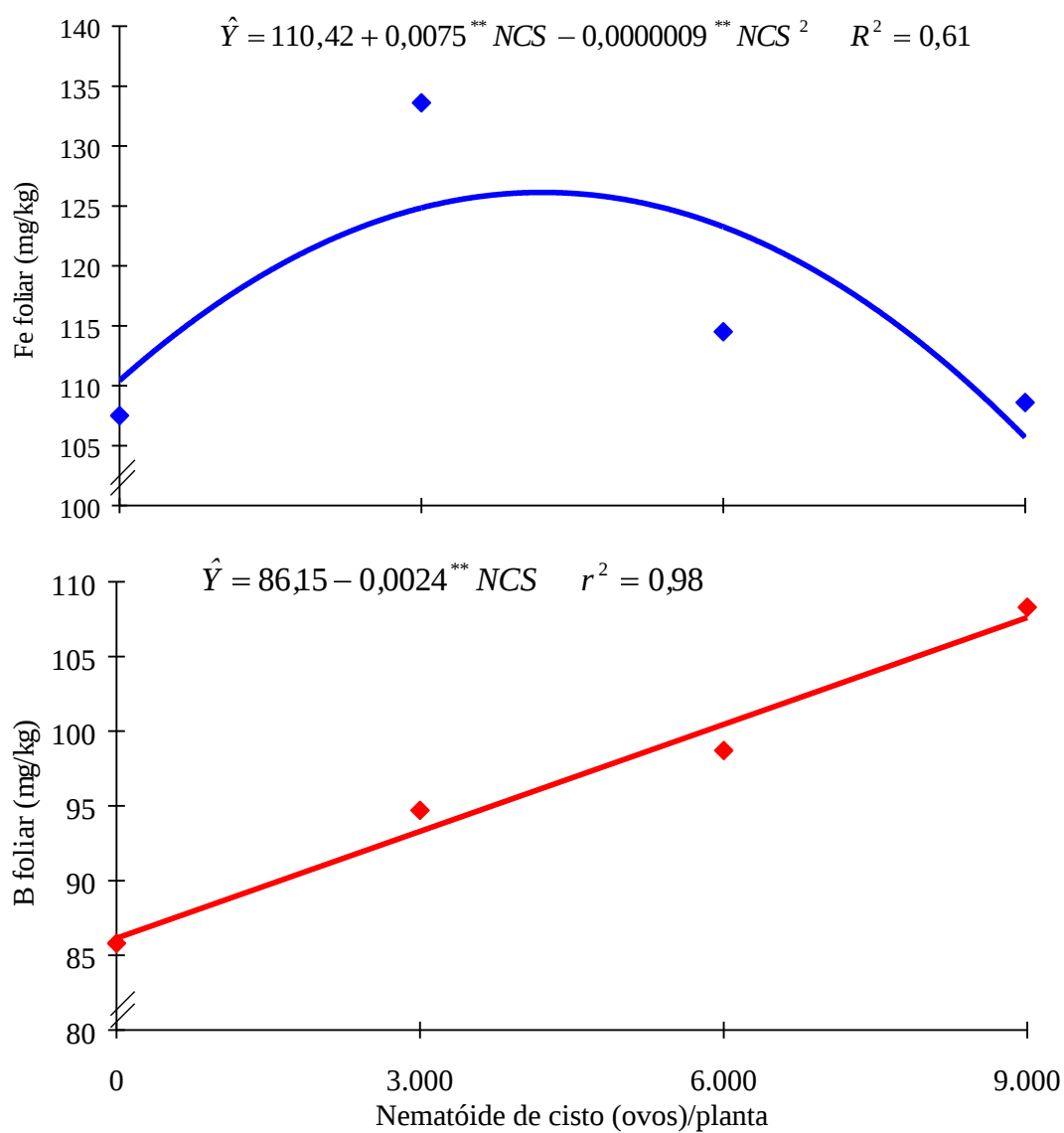
** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste t

Figura 2 - Estimativa dos teores de magnésio (Mg) e de manganês (Mn) em folhas de soja, em função dos níveis de NCS.



** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste t

Figura 3 - Estimativa dos teores de zinco (Zn) e de cobre (Cu) em folhas de soja, em função dos níveis de NCS.



** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste t

Figura 4 - Estimativa dos teores de ferro (Fe) e de boro (B) em folhas de soja, em função dos níveis de NCS.

Com relação ao teor de cálcio foliar, este foi considerado baixo para o bom crescimento da soja (0,22 dag/kg com 9.000 ovos). A presença de potássio e de magnésio no meio pode ter influenciado o teor de cálcio nas folhas (8, 13, 14). Assim, os teores de cálcio no solo podem ter efeitos variados nos níveis de fósforo na planta, bem como sobre os efeitos combinados de nitrogênio no crescimento desta, dependendo do tipo de solo e do seu pH.

Apesar de o magnésio foliar apresentar resposta linear com as doses crescentes de NCS, atingindo 0,35 dag/kg com 9.000 ovos, esse teor é apenas adequado para um bom crescimento e desenvolvimento da soja (8, 13). A literatura contém muitas referências ao antagonismo entre Mg e Ca, de um lado, e Mg e K, de outro: o aumento na concentração de um elemento no meio implica diminuição da absorção do outro, o que concorda perfeitamente com os resultados do presente trabalho (Quadro 2 e Figura 1).

O teor de manganês foliar foi considerado alto para o crescimento da soja (8). Esse comportamento pode estar relacionado com o pH da rizosfera e com a absorção do manganês, que é muito complexa (14). No solo, o elemento encontra-se em amplo espectro de formas, porém é aceito como regra que decréscimo no pH da rizosfera favorece a redução e aumenta sua concentração de Mn^{2+} , aumentando também sua absorção pelas plantas. Esse amplo espectro de formas do manganês parece ter sido responsável pela interação entre os tratamentos aplicados.

A redução do teor de zinco verificado na parte aérea (62,7 mg/kg para 9.000 ovos de NCS) parece estar relacionada com o processo de acidificação da rizosfera proporcionada pela intensificação da fixação biológica do nitrogênio no início da floração. O nitrogênio promove tanto a absorção quanto a utilização de zinco, enquanto o potássio também favorece a melhor utilização de zinco na presença de fósforo (25).

O teor de Cu nas folhas foi baixo. Provavelmente, esse elemento seja o mais imóvel micronutriente no solo e a sua absorção ocorra principalmente por interceptação de raízes (Quadro 2). JARVIS e WHITEHAED (7) relacionaram o aumento na translocação de cobre para a parte aérea ao incremento no suprimento de nitrogênio. O cobre tem afinidade com o átomo de nitrogênio do grupo amino, e parece que compostos nitrogenados solúveis atuam como carregadores desse micronutriente no xilema e floema.

O teor de ferro encontrado nas folhas foi considerado adequado (108,6 mg/kg para 9.000 ovos de NCS) (8,13), como mostrado no Quadro 2. A absorção de ferro pelas plantas é metabolicamente controlada, o qual pode ser absorvido como Fe^{3+} , Fe^{2+} ou Fe-quelato. É aceito que o ferro precisa ser reduzido antes de entrar na célula. Portanto, parece fundamental a capacidade das raízes em reduzir Fe^{3+} para Fe^{2+} , para que ocorra sua absorção. De acordo com RÖMHELD e MARSCHNER (20), o Fe^{3+} quelato é reduzido muito mais rapidamente que o FeCl_3 . A velocidade de redução do ferro depende do pH e é maior em baixos valores de pH.

Outro mecanismo que pode aumentar o suprimento de ferro às plantas é a formação de complexos ou quelatos orgânicos solúveis. Esses agentes quelantes podem ser originados de exsudatos radiculares, substâncias produzidas durante a decomposição da matéria orgânica do solo, pela síntese microbológica na nodulação.

O teor de boro na parte aérea foi ($P < 0,05$) de 108,3 mg/kg para 9.000 ovos de NCS (Quadro 2). A soja é uma planta que apresenta pouca exigência a boro e, assim, constitui-se em uma planta boa indicadora da toxicidade causada por esse elemento (8). O incremento no conteúdo de boro pode ter ocorrido durante a formação dos botões florais, período em que a planta intensifica a absorção de nitrogênio e se observa maior acidificação da rizosfera e do solo entre as raízes.

Houve interação significativa entre NCS e *Bradyrhizobium japonicum* sobre o Mn foliar. Os dados relativos ao NCS, quando analisados em razão de cada nível de *B. japonicum*, indicaram que, na ausência do NCS, houve incremento progressivo dos teores de Mn até a dose de 0,8 g de inoculante de *B. japonicum*/100 sementes (Quadro 2). Esses resultados evidenciaram que *B. japonicum* aumentou, provavelmente, a capacidade nutritiva da planta. O decréscimo do teor de Mn nas folhas, verificado com a dose de 1,6 g de inoculante de *B. japonicum*/100 sementes, pode estar relacionado, provavelmente, à competição entre bactérias, ao aumento da nodulação e à redução da superfície de absorção. Para o nível de 3.000 ovos de NCS, observou-se que os maiores teores do nutriente ocorreram quando o inoculante de *B. japonicum* atingiu as doses de 0,8 e 1,6 g do inoculante de *B. japonicum*/100 sementes, respectivamente. Tal resultado levou à inferência de que as doses

crescentes de *B. japonicum* aumentaram a eficiência da planta na absorção. A redução do teor de Mn foliar, verificado com a dose de 0,4 g/100 sementes, pode estar relacionada ao fato de a ação do NCS ser mais eficaz que a do inoculante. Já para o nível de 6.000 ovos de NCS, os maiores teores de Mn ocorreram nas primeiras três doses de *B. japonicum*, indicando que o efeito da bactéria superou o de NCS. Finalmente, os dados relativos ao nível de 9.000 ovos de NCS, quando analisados em razão de cada dose de *B. japonicum*, mostraram que houve aumento progressivo do teor de Mn nas folhas, nas duas primeiras doses de inoculante, e decréscimo nas restantes. Esse resultado evidenciou que o efeito da bactéria superou o de NCS, mas, pelas mudanças morfofisiológicas que o NCS provoca na planta, ele foi o responsável pela redução na absorção do nutriente (22).

As doses *B. japonicum* não tiveram influência ($P > 0,05$) no teor de nutrientes das plantas, com exceção do Mn. MARSCHNER (14) observou que no decorrer do crescimento dos nódulos, que se verifica num período de três a cinco semanas, a planta hospedeira fornece carboidratos, nutrientes minerais e aminoácidos ao rizóbio, que, por sua vez, não fornece nenhum benefício à planta. Nesse período, as leguminosas contam com o fornecimento de adubo aplicado para garantir o crescimento das folhas, órgãos responsáveis pelo crescimento dos nódulos.

A tendência do incremento dos teores foliares de nutrientes na dose de 0,8 g de inoculante/100 sementes pode ser explicada pela dose adequada de *Bradyrhizobium japonicum*, que foi capaz de interagir com os níveis de NCS e proporcionou às plantas teores adequados de nutrientes (Quadro 2). VARGAS e SUHET (24) encontraram resposta praticamente linear a níveis de inoculante, em termos de nodulação e rendimento de grãos, de até 1.000 g por 40 kg de soja.

Examinando as médias obtidas dos teores foliares dos nutrientes, observou-se que, dentro do nível 0 de NCS, os maiores teores foliares de N, P, K, Mg, S, e Fe foram alcançados com a dose de 1,6 g de inoculante de *B. japonicum*/100 sementes, enquanto para Ca e Mn a dose foi de 0,8 g e 0,4 g de inoculante de *B. japonicum* para B. No nível de 3.000 ovos/vaso, os maiores teores foliares de P, K, Mg e Cu foram alcançados quando não se aplicou o *B. japonicum*, ao passo que no nível de 6.000 ovos/vaso comportamento similar foi verificado para K, Cu e B, indicando que a adubação de instalação tenha sido suficiente para elevar os teores foliares dos nutrientes.

No nível de 9.000 ovos de NCS/vaso, os maiores teores foliares de N, P, K, Zn e Cu foram alcançados com a dose de 0,8 g de inoculante de *B. japonicum*/100 sementes, enquanto os de Mg e Mn o foram com as doses de 0,4 e 1,6 g do inoculante de *B. japonicum*/100 sementes para Fe e B, respectivamente, o que levou à inferência de que o teor de nutrientes nas folhas teve comportamento diferenciado em função dos níveis de nematóide de cistos aplicados. Esse comportamento diferenciado observado nos teores foliares dos nutrientes foi devido, por um lado, à diversidade de interações - como aquelas que ocorrem entre a solução e as partículas do solo, entre as raízes e o solo e aquelas dentro da própria planta, que afetam a concentração do elemento na planta que não depende somente do ambiente radicular, mas também dos processos de absorção -, e, por outro lado, à ação do NCS sobre as plantas.

Com relação à nutrição da soja, verificou-se que os teores foliares de N, P, K, Mg, S e Fe estiveram em níveis adequados e os de Mn, Zn e B, em níveis elevados. Os outros nutrientes apresentaram teores considerados baixos para um bom crescimento e desenvolvimento da soja (8, 13).

4. RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes níveis de nematóide de cisto e de *Bradyrhizobium japonicum* no estado nutricional da soja. Empregaram-se vasos de cerâmica com uma planta de soja 'Doko-RC' como unidade experimental, e os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 4×4 , isto é, quatro concentrações de inóculo (0, 3.000, 6.000 e 9.000 ovos de NCS) e quatro doses de *B. japonicum* (0; 0,4; 0,8; e 1,6 g de inoculante). Na floração (62 dias após a semeadura), avaliou-se o teor de nutrientes nas folhas. Os teores de N, Mg e B nas folhas aumentaram linearmente com os níveis crescentes do NCS, enquanto os teores de Ca, Mn, Zn, Cu e Fe tiveram decréscimo também linear com os níveis crescentes do NCS. Com relação aos outros nutrientes, o NCS não teve influência nos seus teores foliares. As doses crescentes de *B. japonicum* não afetaram o teor de N, P, K, Ca, Mg, S, Mn, Zn, Cu, Fe e B nas folhas, com exceção do Mn. Apesar de não se terem verificado diferenças ($P < 0,05$) com a aplicação de doses crescentes de *B.*

japonicum sobre o teor de nutrientes, de modo geral houve tendência de incremento desse teor de nutrientes nas folhas com a elevação das doses de inoculante de *B. japonicum*.

5. SUMMARY

CONTENT OF NUTRIENTS ON SOYBEAN LEAVES [*Glycine max* (L.) Merrill] INFLUENCED BY *Heterodera* *glycines* AND *Bradyrhizobium japonicum*

This work aimed to evaluate the effect of different levels of the soybean cyst nematode (SCN) and *Bradyrhizobium japonicum* on the nutritional state of soybean plants. Clay pots with a soybean plant cultivar 'FT - Cristalina' as experimental unit were arranged following a factorial design, which were constituted by four inoculum concentrations (0; 3,000; 6,000 and 9,000 eggs) and four dosages of *B. japonicum* (0; 0,4; 0,8 and 1,6 g/100 seeds). At flowering (62 days after sowing), the nutritional state was evaluated. The content of N, Mg and B in leaves increased linearly with crescent levels of the SCN, meanwhile contents of Ca, Mn, Zn, Cu and Fe decreased linearly with crescent levels of the nematode. With relation to other nutrients, there was no influence of the SCN on their levels in the leaves. The crescent levels of the SCN no affected the content of N, P, K, Ca, Mg, S, Mn, Zn, Cu, Fe and B in leaves, excepting the Mn content. Although there was no statistic differences with application of crescent doses of the *B. japonicum*, in general, there was tendency to increment of content of nutrients with increase of doses of the *B. japonicum*.

6. LITERATURA CITADA

1. ANJOS, J.R.M., SHARMA, R. O. Ocorrência do nematóide de cistos da soja, *Heterodera glycines*, no estado de Goiás. **Fitopatologia Brasileira**, v.17, p.183, 1992. (Resumos).
2. BRAGA, J.M., DE FELIPO, B.V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solos e plantas. **Revista Ceres**, v.21, n.113, p.73-85, 1974.
3. CAVINESS, C.E. Breeding for resistance to soybean cyst nematode. In: RIGGS, R.D., WRATHER, J.A. (Eds.) **Biology and management of the soybean cyst nematode**. Saint Paul: The American Phytopathological Society, 1992. p.143-156.
4. DROPKIN, V.H. The concept of race in phytonematology. **Annual Review of Phytopathology**, v.26, p.145-161, 1988.
5. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Algumas informações técnicas das cultivares de soja**. Brasília, DF: EMBRAPA, 1995. 6p. (Folder).
6. JACKSON, C.M. **Soil chemical analysis**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1965. 498p.
7. JARVIS, S.C., WHITEHAED, D.W. The influence of some soil and plant factors on the concentration of copper in perenial ryegrass. **Plant Soil**, v.60, p.275-286, 1981.
8. JONES JR., J.B., WOLF, B., MILLS, H. **Plant analysis handbook: a practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide**. Georgia: Micro - Macro Publishing, Inc., 1991. 213p.
9. KAMPRATH, E.J. Enhanced phosphorus status of maize resulting from nitrogen fertilization of high phosphorus soils. **Soil Science of Society American Journal**, v.51, p.1522-1526, 1987.
10. LIMA, R.D., FERRAZ, S., SANTOS, J.M. Ocorrência de *Heterodera* sp. em soja no Triângulo Mineiro. **Nematologia Brasileira**, v.16, n.1/2, p.101-102, 1992.
11. LINDNER, R.C. Rapid analytical methods for some of the more common inorganic constituents of plant tissues. **Plant Physiology**, v.19, p.76-89, 1944.

12. LORDELLO, A.I.L., LORDELLO, R.R.A., QUAGGIO, J.A. Ocorrência do nematóide da soja (*Heterodera glycines*) no Brasil. **Revista de Agricultura**, v.67, n.3, p.223-225, 1992.
13. MALAVOLTA, E., VITTI, G.C., OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas. Princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1989. 201p.
14. MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plant**. 2. ed. New York: Academic Press, 1995. 889p.
15. MONTEIRO, A.R., MORAES, S.R.A.C. Ocorrência do nematóide de cisto da soja, *Heterodera glycines* Ichinohe, 1952, prejudicando a cultura no Mato Grosso do sul. **Nematologia Brasileira**, v.16, n.1/2. p.101. 1992. (Resumo).
16. MOREIRA, W.A., ASSUNÇÃO, M.S., MATOS, F.S.A. Reação de genótipos de soja ao nematóide de cisto (*Heterodera glycines*), raça 14 em Goiás, Brasil. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE NEMATOLOGIA TROPICAL, 1995, Rio Quente, GO. **Programa e anais...** Brasília, D, FSBN/ONTA, 1995. p.107-110.
17. NIBLACK, T.L. The race concept. In: RIGGS, R.D., WRATHER, A. (Eds.) **Biology and management of the soybean cyst nematode**. St Paul: APS, 1992. p.73-86.
18. NOEL, G.R. The soybean cyst nematode. In: LAMBERT, F., TAYLOR, C.H. (Eds.) **Cyst nematodes**. New York: Plenum Press, 1986. p.257-268.
19. PRICE, M., CAVINESS, C.E., RIGGS, R.D. Hybridization of races of *Heterodera glycines*. **Journal of Nematology**, v.10, p.114-118, 1978.
20. RÖMHELD, V., MARSCHNER, H. Mechanism of iron uptake by peanut plants. I. Fe (III) Reduction, chelate splitting, and release of phenolics. **Plant Physiology**, v.71, p.949-954, 1983.
21. SILVA, J.A.L., SEDIYAMA, T., DIAS, W.P. Reação de cultivares e linhagens de soja à *Heterodera glycines* Ichinohe, raça 3. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE NEMATOLOGIA TROPICAL, 1995, Rio Quente, GO. **Programa e anais...** Brasília, DF: SBN/ONTA, 1995. p.51.
22. SINCLAIR, J.B. **Compendium of diseases**. St Paul, Minnesota: American Phytopathological Society, 1982. 104p.

23. TIHODOD, D., SANTOS, J.M. ***Heterodera glycines: novo nematóide da soja no Brasil. Detecção e medidas preventivas.*** Jaboticabal: Centro de Manejo Integrado de Pragas - CEMIP/FUNEP, 1993. 23p.
24. VARGAS, M.A.T., SUHET, A.R. Efeito da inoculação e deficiência hídrica no desenvolvimento da soja em um solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.4, p.17-21, 1980.
25. VARGAS, M.A.T., MENDES, I.C., SUHET, A.R. Fixação biológica do nitrogênio. In: ARANTES, N.E., SOUZA, P.I. (Eds.). **A cultura da soja nos cerrados**. Piracicaba: Potafos, 1993. p.159-179.
26. WRATHER, J.A., ANAND, S.C., DROPKIN, V.H. Soybean cyst nematode control. **Plant Diseases**, v.68, n.9, p.829-833, 1984.
27. YORINORI, J.T., CHARCHAR, M.J.D., NASSER, L.C.B., HENNING, A.A. Doenças da soja e seu controle. In: ARANTES, N.E., SOUZA, P.I. (Eds.). **A cultura da soja nos cerrados**. Piracicaba: Potafos, 1993. p.333-397.

EFEITO DO NEMATÓIDE DE CISTO, *Heterodera glycines* Ichinohe,
E DO NITROGÊNIO SOBRE ALGUMAS CARACTERÍSTICAS
AGRONÔMICAS DA SOJA [*Glycine max* (L.) Merrill]

1. INTRODUÇÃO

O nematóide de cisto da soja, *Heterodera glycines*, é considerado o parasito mais destrutivo entre os que atacam essa leguminosa (16). Perdas de rendimento de 30 a 75% são comumente observadas em áreas severamente infestadas por esse nematóide, que, às vezes, pode ocasionar a completa destruição da lavoura (1).

A dispersão do nematóide de cisto da soja (NCS) é favorecida pela existência do cisto, o qual permite que os ovos permaneçam viáveis em condições adversas por muito tempo.

O significado econômico dessa praga reveste-se de importância fundamental, pelo fato de esse nematóide atingir as mais importantes regiões produtoras de soja do cerrado (14). A movimentação de grãos ou de sementes mal beneficiadas de uma região para outra também aumenta o risco de disseminação através de partículas de solo contaminadas com cistos.

Os sintomas se manifestam principalmente em áreas localizadas, onde, em geral, as plantas se apresentam com nanismo, folhas amareladas e, às vezes, com as margens necrosadas (22). As primeiras manchas, formadas por plantas infectadas, aparecem em reboleiras, quando as plantas apresentam retardamento no desenvolvimento, o que aumenta a cada ano, expandindo-se com o preparo do solo, o escorrimento das águas de chuva e de irrigação, a predominância de ventos etc. (24).

A resposta da planta à nutrição nitrogenada é de importância considerável na agricultura. O fornecimento de grandes quantidades de N limita o crescimento de espécies vegetais, em condições de campo (2, 4, 8, 17 e 20). O decréscimo na taxa de crescimento foliar e a conseqüente redução no tamanho das folhas parecem ser as maiores causas de deficiência de N nas plantas (15).

Vários autores têm mostrado que a soja requer uma fonte externa de N até o início da fixação do N_2 . WEAVER e FREDERICK (23) verificaram que plantas novas de soja ficam deficientes de nitrogênio quando o número de nódulos é pequeno e o solo é pobre em N. A aplicação de pequenas doses de N mineral no início do desenvolvimento da soja pode, nesse caso, ser favorável à planta hospedeira, o que corresponderá a maior redistribuição e translocação de fotossintatos aos nódulos, proporcionando, assim, maior quantidade de energia, o que resulta em maior desenvolvimento do sistema simbiótico (10).

A necessidade de N pela soja em condições de campo é mais ou menos satisfeita pelo nitrogênio do solo e pela sua fixação neste. Entretanto, condições adversas de umidade poderão limitar a mineralização do nitrogênio orgânico e a nitrificação, caso em que uma resposta positiva do fertilizante nitrogenado poderá ocorrer, principalmente no crescimento vegetativo e enchimento dos grãos (9).

Segundo RIOS e SANTOS (18), a adubação com N mineral aumentou a produção de sementes, o peso da semente e a porcentagem de proteína na semente, ressaltando-se que todas as fontes de N reduziram a fixação do N_2 e o peso e o número dos nódulos. Esses mesmos autores obtiveram uma resposta de 325 kg/ha de grãos sobre o controle com a aplicação de 120 kg de N/ha, e o número e o peso de nódulos não foram afetados com a aplicação de 40 e 60 kg de N/ha, diminuindo com 120 kg de N/ha.

O suprimento de fotossintatos para o nódulo é uma função do genótipo da planta hospedeira (5). STREETER (21) observou que, nos primeiros dias de atividade fixadora em soja, há rápido acúmulo de carboidratos nos nódulos, o qual alcança concentrações superiores às de outros órgãos da planta.

Pesquisas com fontes diferentes de N mineral e N orgânico aplicados em soja têm evidenciado que o NO_3^- é o mais prejudicial à nodulação (11). A uréia parece ser a melhor fonte quando comparada com NH_4NO_3 . RUSCHEL e RUSCHEL (19), comparando várias fontes de nitrogênio (nitrato de sódio, sulfato de amônio, nitrato de amônio e uréia), observaram que a uréia promoveu maior nodulação. Entretanto, HARPER (12) verificou que ela apresentou pouco efeito na formação e no funcionamento dos nódulos em soja e que a sua absorção foi mais lenta que a do nitrato.

O uso de uréia como fonte de nitrogênio parece ser mais atrativo, uma vez que a dissociação em NH_4^+ e CO_2 libera fonte de N reduzido, com menor

gasto de energia pela planta, em comparação com a redução de NO_3^- ou NO_2 (12).

O presente trabalho objetivou verificar o efeito de diferentes níveis de NCS e de doses de nitrogênio na avaliação de algumas características agronômicas da soja.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foi conduzido um experimento em casa de vegetação do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais, no período de novembro de 1997 a abril de 1998.

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados, num esquema fatorial 4×4 , com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pela combinação dos fatores nematóide de cisto (0, 3.000, 6.000 e 9.000 ovos de NCS/vaso) e nitrogênio (45, 90, 180 e 270 mg N/dm³ de solo). O nematóide de cisto foi alocado, com o auxílio de uma pipeta, em dois orifícios de 2,5 cm de profundidade cada, feitos, no solo, em cada lado da planta e próximo dela. O nitrogênio foi aplicado na semeadura (30 mg N/dm³ de solo), na forma de sulfato de amônio, e aos 30, 60 e 90 dias após, na forma de uréia.

Para ajustar a adubação básica recomendada para macronutrientes e micronutrientes em vasos, foi aplicada adubação 25 dias após a semeadura, via solução nutritiva, fornecendo a cada dm³ da unidade experimental: P - 200 mg/dm³; K - 200 mg/dm³; S - 40 mg/dm³; B - 0,81 mg/dm³; Cu - 1,33 mg/dm³; Fe - 1,55 mg/dm³; Mn - 3,66 mg/dm³; Mo - 0,15 mg/dm³; e Zn - 4,0 mg/dm³. Os nutrientes foram adicionados nas formas de KH_2PO_4 , $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, H_3BO_3 , $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $(\text{NH}_4) \text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ e $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

O inóculo usado neste experimento foi obtido a partir de uma população de *H. glycines*, raça 3, coletada no Município de Nova Ponte, Minas Gerais, e mantida sob constante multiplicação e renovação em plantas de soja cv. 'FT-Cristalina'. Por isso, sementes desse cultivar foram semeadas em solo infestado com o nematóide e, após 35-40 dias da germinação, removidas dos vasos e do solo. Para facilitar essa operação, a irrigação era suspensa um ou dois

dias antes. Após a remoção da parte aérea das plantas, as raízes expostas eram recolhidas e levadas para o laboratório. As raízes eram colocadas sobre peneiras sobrepostas, com malhas de 20 e 100 mesh (0,85 mm e 0,15 mm de abertura, respectivamente). As fêmeas foram retiradas da raiz com jato de água e ligeiro manuseio, sendo coletadas na peneira inferior (100 mesh), de onde foram transferidas para um almofariz e, então, esmagadas, com leve pressão de um pistilo de cerâmica, para liberação dos ovos. Esse material foi ressuspenso em água e passado em peneira de 500 mesh (0,026 mm), sendo removido desta, com o auxílio de uma solução de sacarose (454 g/litro de água), para tubos e centrifugado por um minuto a 2.400 rpm. O sobrenadante foi vertido em peneira de 500 mesh, enxaguado com água corrente para retirada do excesso de sacarose, tendo os ovos sido recolhidos em suspensão aquosa, em béquer de 50 mL. A contagem de ovos dessa suspensão foi realizada em alíquotas de 1 mL, colocadas em câmara de Peters, com o auxílio de microscópio estereoscópico, e ajustada para 800 ovos/mL.

O substrato utilizado foi composto por uma mistura de solo e areia, na proporção de 1:1, previamente tratado com brometo de metila na dosagem de 100 mL/m³ de solo (Quadro 1).

Foi utilizado neste experimento o cultivar Doko RC, criado e lançado pela EMBRAPA (CNPSo/CPAC em 1992). Este cultivar, de ciclo tardio apresenta hipocótilo verde, flor branca, pubescência e vagens marrons, sementes com tegumento amarelo-claro-fosco e hilo preto, tendo em média 95 cm de altura e 13,2 gramas de peso de 100 grãos (7). É resistente ao cancro-da-haste e à mancha-olho-de-rã, causadas por *Cercospora sojina* Hara (25), e suscetível ao nematóide de cisto da soja.

A semeadura ocorreu em 16/12/97 e o desbaste, em 28/12/97.

As plantas de soja cresceram em vasos de argila com capacidade para um litro e meio. Em cada vaso foram semeadas três sementes previamente inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum* e, após a germinação, efetuou-se o desbaste, deixando uma planta por vaso, que constituiu a unidade experimental.

No final do ciclo da cultura, avaliaram-se: altura de planta, número de nódulos, número de vagens, peso de semente por planta e peso de matéria seca da parte aérea e da raiz, número de fêmeas/sistema radicular e número de cistos/100 cm³ de solo.

Quadro 1 - Resultados das análises química e textural das amostras de solo colhidas no experimento (*)

Característica química	Viçosa
pH em água (1:2,5)	5,5
P disponível ¹ (mg/dm ³)	2,8
K disponível ¹ (mg/dm ³)	31,0
Ca ²⁺ trocável (cmol _c /dm ³)	2,8
Mg ²⁺ trocável (cmol _c /dm ³)	0,5
Al ³⁺ trocável (cmol _c /dm ³)	0,0
Textura	Argilosa

1 Extrator de Mehlich-1.

(*) Análise realizada no Laboratório de Análises de Solo do Departamento de Solos da UFV.

Para avaliação do número de fêmeas/sistema radicular, as plantas foram cuidadosamente arrancadas dos vasos e seus sistemas radiculares, lavados individualmente, com jato forte de água, em uma peneira com malha de 20 mesh acoplada sobre uma outra de 100 mesh. As fêmeas retidas na peneira de 100 mesh foram recolhidas em suspensão aquosa, em copos de 150 mL. Em seguida, foram contadas ao microscópio estereoscópico, com o auxílio de uma placa de contagem de fundo quadriculado.

Para quantificar o número de cistos, utilizou-se o método de flutuação centrífuga em solução densa de sacarose (6). Foram colhidos 100 cm³ de solo, destorroados em um balde com água. A suspensão foi passada pela peneira de 20 mesh acoplada sobre uma outra de 100 mesh. A suspensão que continha os cistos foi recolhida em tubos de centrífuga contendo solução densa de sacarose (615 g de sacarose/L de água), com o auxílio de uma piseta, e centrifugada por três minutos a 2.000 rpm; o sobrenadante foi vertido em béquer. Em seguida, os cistos foram contados ao microscópio estereoscópico, com o auxílio de uma placa de contagem de fundo quadriculado.

Os dados obtidos foram submetidos às análises de variância e de regressão. Os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste *t* a 5 e 1% de probabilidade, e no coeficiente de determinação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Quadro 2 constam os resultados médios das características avaliadas, os quais evidenciaram que o NCS foi o responsável pela redução da altura de planta, do número de vagens, do peso de semente, do número de nódulos e do peso de matéria seca da parte aérea e da raiz (Quadro 2).

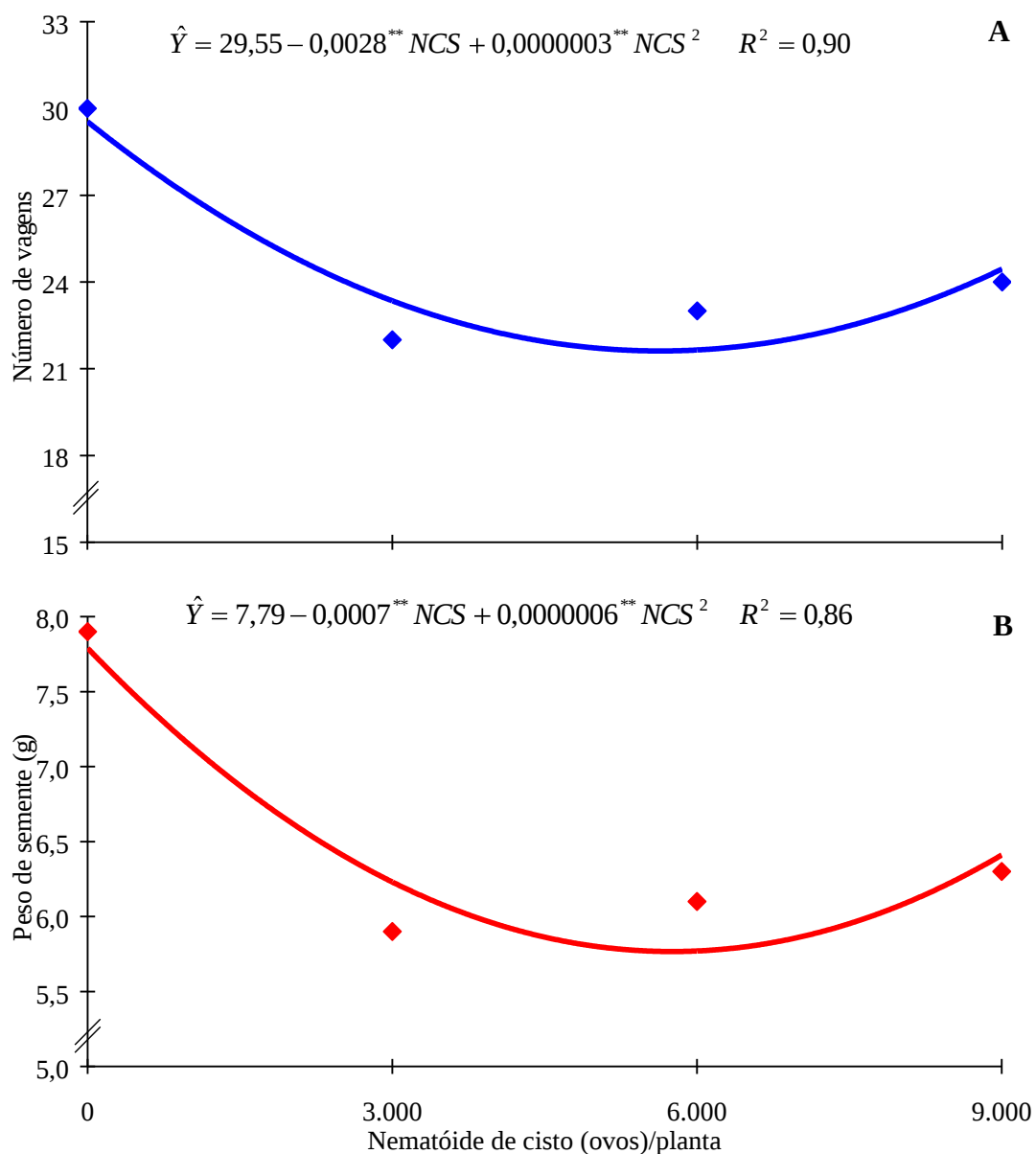
Com relação ao número de vagens e ao peso de semente, observou-se que eles decresceram com o aumento dos níveis de NCS. O aumento do número de vagens e do peso da semente, que se verificaram após a aplicação de 6.000 ovos/planta, pode estar relacionado, provavelmente, com a capacidade de recuperação da planta, que permitiu a continuidade do fluxo de assimilados (Figura 1). Esses resultados indicam que a presença do NCS sempre resultou numa redução ($P < 0,05$) dessas características, alterando as funções das raízes e reduzindo a absorção e o transporte de nutrientes, que se refletiram na diminuição daquelas características.

O peso de matéria seca da raiz teve decréscimo linear com o aumento dos níveis de NCS. Esses resultados indicaram que a presença do NCS sempre resultou em redução ($P < 0,05$) dessa característica (Figura 2). Entretanto, o número de cistos teve resposta quadrática com um máximo obtido de 5.100 ovos de NCS/planta, correspondendo a 64 cistos. Tais resultados causaram grande competição, o que provocou a redução desta característica com o aumento do inóculo.

Houve interação significativa entre o NCS e o nitrogênio sobre altura de planta e peso de matéria seca da parte aérea. Examinando os dados obtidos da altura da planta e do peso da matéria seca da parte aérea (Quadro 2), observou-se que, dentro do nível 0 ovos de NCS/planta, os maiores valores das características em estudo foram atingidos com a dose de 270 g N/dm³ de solo. Isso levou à inferência de que as doses crescentes de N aumentaram o desempenho da planta.

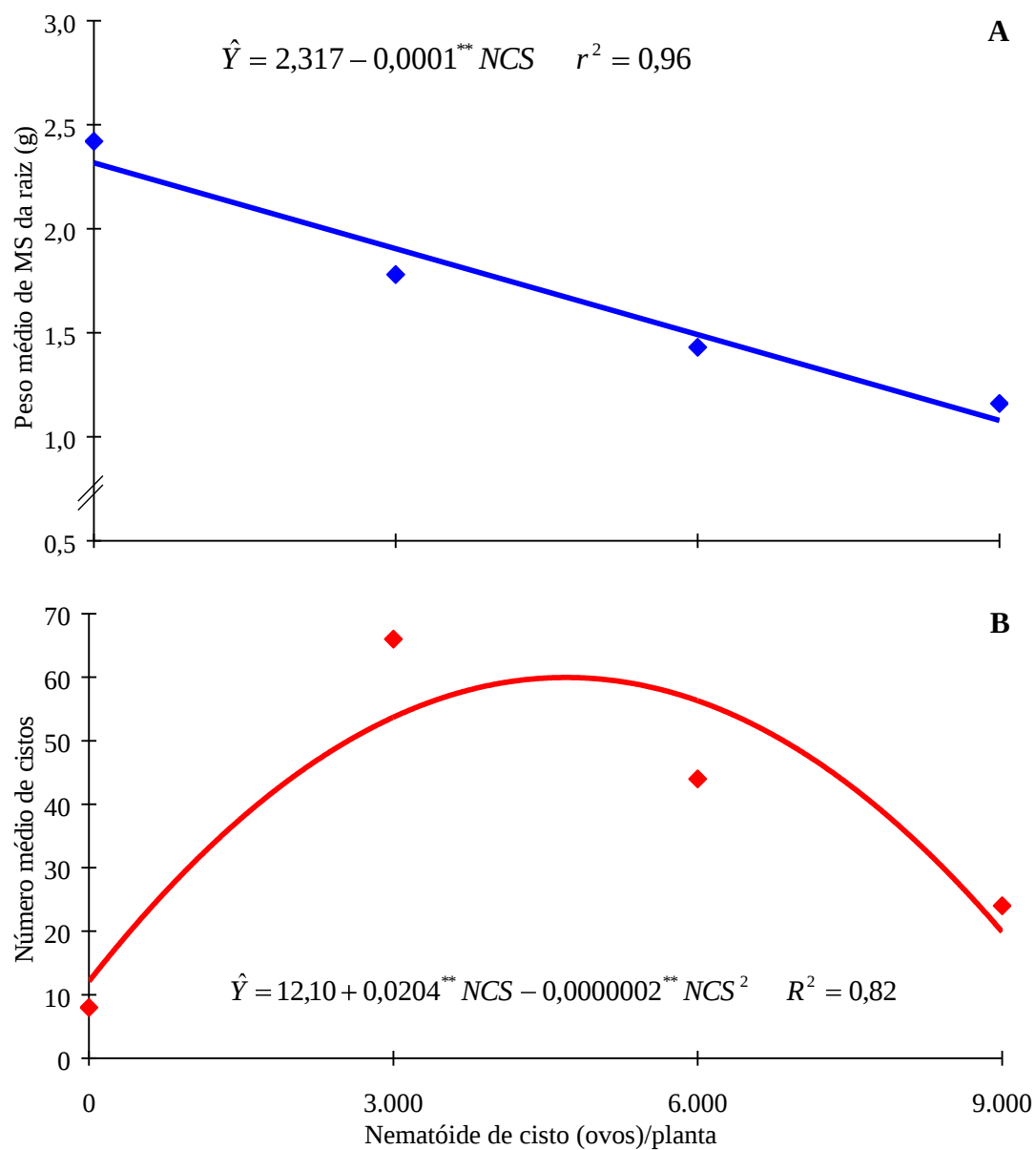
Quadro 2 - Altura de planta (ALT), número de vagens (NVAG), peso de semente (PSEM), número de nódulos (NOD), número de fêmeas (NFEM), peso de matéria seca da parte aérea (PMSPA), peso de matéria seca da raiz (PMSRA), número de cistos (NCIST), níveis de nematóide de cisto (NCS), doses de nitrogênio (N) e coeficientes de variação (CV %)

NCS (Nº de ovos)	N (mg.dm ⁻³)	ALT (cm)	NVAG (un)	PSEM (g)	NOD (un)	NFEM (un)	PMSPA (g)	PMSRA (g)	NCIST (un)
0	45	144,75	28	7,4	17	5	3,55	2,31	3
0	90	149,50	30	8,0	21	5	3,75	2,39	4
0	180	153,25	32	8,3	16	5	4,09	2,47	5
0	270	161,00	31	8,2	12	5	4,55	2,50	3
3.000	45	142,00	23	6,0	21	136	3,84	1,86	66
3.000	90	140,00	23	6,1	23	134	3,85	1,82	67
3.000	180	138,25	23	6,1	18	130	3,83	1,77	66
3.000	270	137,25	21	5,4	14	126	3,69	1,66	65
6.000	45	136,25	23	5,6	19	122	3,52	1,49	45
6.000	90	131,00	22	5,7	23	118	3,45	1,46	45
6.000	180	125,25	23	5,9	21	112	3,39	1,41	44
6.000	270	123,00	26	7,0	17	107	3,22	1,36	43
9.000	45	118,75	26	6,9	19	82	3,04	1,25	25
9.000	90	116,25	24	6,4	22	78	2,87	1,36	24
9.000	180	108,50	23	6,0	15	73	2,45	1,04	25
9.000	270	103,25	23	5,9	12	66	2,28	1,00	24
0	•	152,13	30	7,9	17	5	3,98	2,42	8
3.000	•	139,50	22	5,9	19	131	3,80	1,78	66
6.000	•	129,63	23	6,1	20	114	3,39	1,43	44
9.000	•	111,69	24	6,3	17	74	2,66	1,16	24
•	45	135,44	25	6,5	19	86	3,49	1,73	35
•	90	134,31	25,	6,5	22	83	3,48	1,76	35
•	180	132,06	25	6,6	17	80	3,44	1,67	35
•	270	131,13	25	6,6	13	76	3,43	1,63	34
CV (%)		5,6	11,1	11,2	16,7	10,6	9,6	14,8	5,5



** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste t

Figura 1 - Estimativa do número médio de vagens (A) e do peso médio de semente (B), em função dos níveis de nematóide de cisto (NCS).



** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste t

Figura 2 - Estimativa do peso médio de matéria seca da raiz (A) e do número médio de cistos (B), em função dos níveis de nematóide de cisto (NCS).

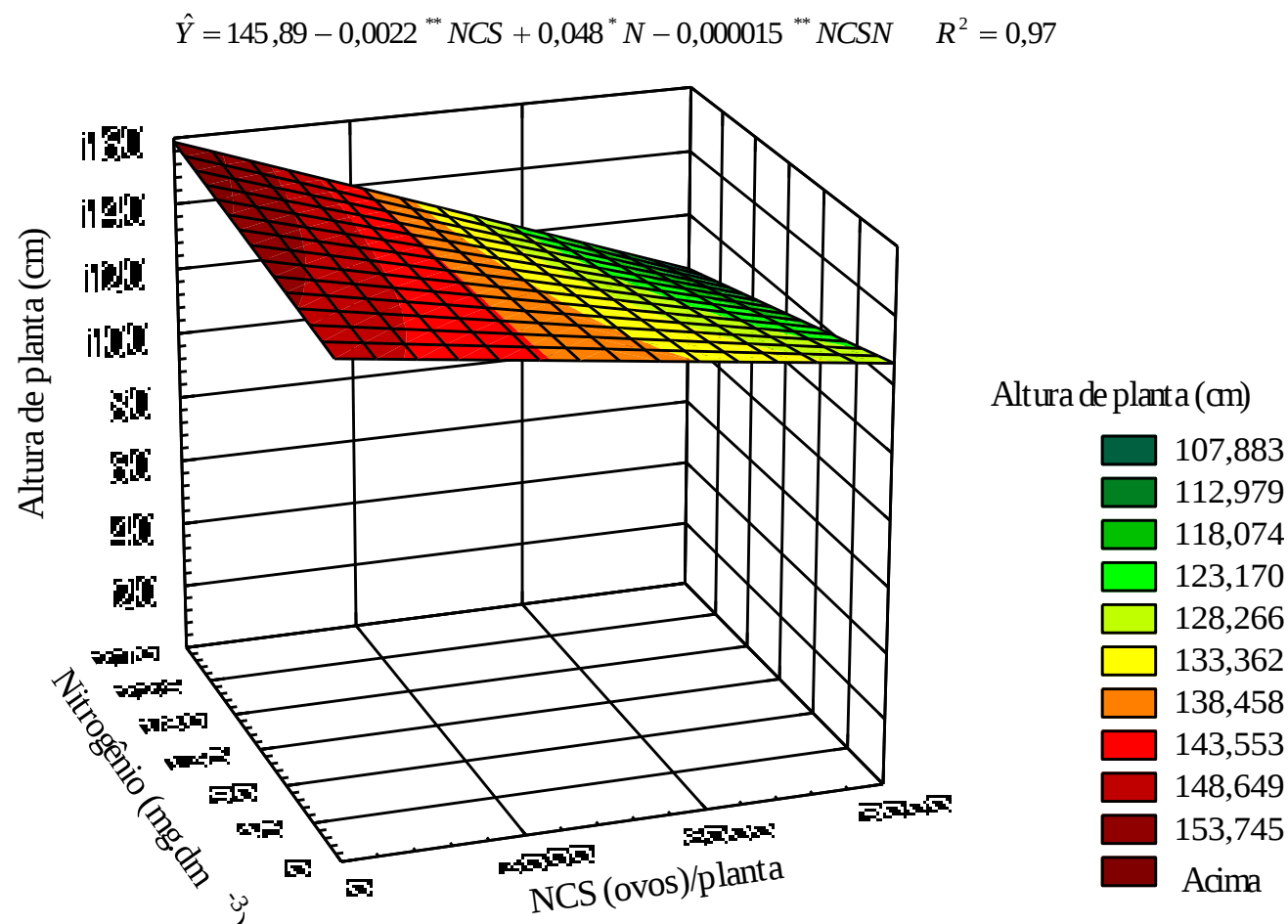
Entretanto, os dados relativos a essas características, quando analisados dentro dos níveis restantes de NCS, evidenciaram que houve redução desses valores, mesmo com o aumento das doses de N (Quadro 2).

Para estudar o comportamento da altura média de planta, da nodulação, do número de fêmeas e do peso médio de matéria seca da parte aérea em função do N e do NCS aplicados (Figuras 3, 4, 5 e 6), foram feitos cortes nos modelos de superfícies de resposta ajustados (Figuras 7, 8, 9 e 10).

A altura de planta e o peso de matéria seca da parte aérea aumentaram linearmente com o emprego de 45 mg de N/dm³ de solo, na ausência do NCS, mas diminuíram à medida que aumentou o nível do NCS, independentemente das doses de N aplicadas (Figuras 7 e 8). Os níveis de NCS provocaram redução da altura de planta e do peso de matéria seca da parte aérea. Esses resultados indicaram que a presença do nematóide sempre resultou em redução significativa dessas características. Tais dados dão suporte ao trabalho de NOEL (16), que considerou o NCS como um dos parasitos mais destrutivos da soja e que, segundo AGRIOS (1), em campos muito infestados pode causar a completa destruição da cultura.

O nitrogênio teve influência ($P < 0,05$) sobre a nodulação e o número de fêmeas. Os dados médios de nodulação evidenciaram que as doses crescentes de nitrogênio aplicadas foram responsáveis pela redução do número de nódulos (Figuras 9 e 10). Esse resultado corrobora aqueles obtidos por RIOS e SANTOS (18), quando aplicaram 40, 60 e 120 kg de N/ha e verificaram que tanto a nodulação quanto o peso de nódulos não foram afetados com 40 e 60 kg de N/ha, diminuindo com 120 kg de N/ha. Os níveis crescentes de NCS provocaram resposta quadrática do número de nódulos, que também dependeu das doses crescentes de N.

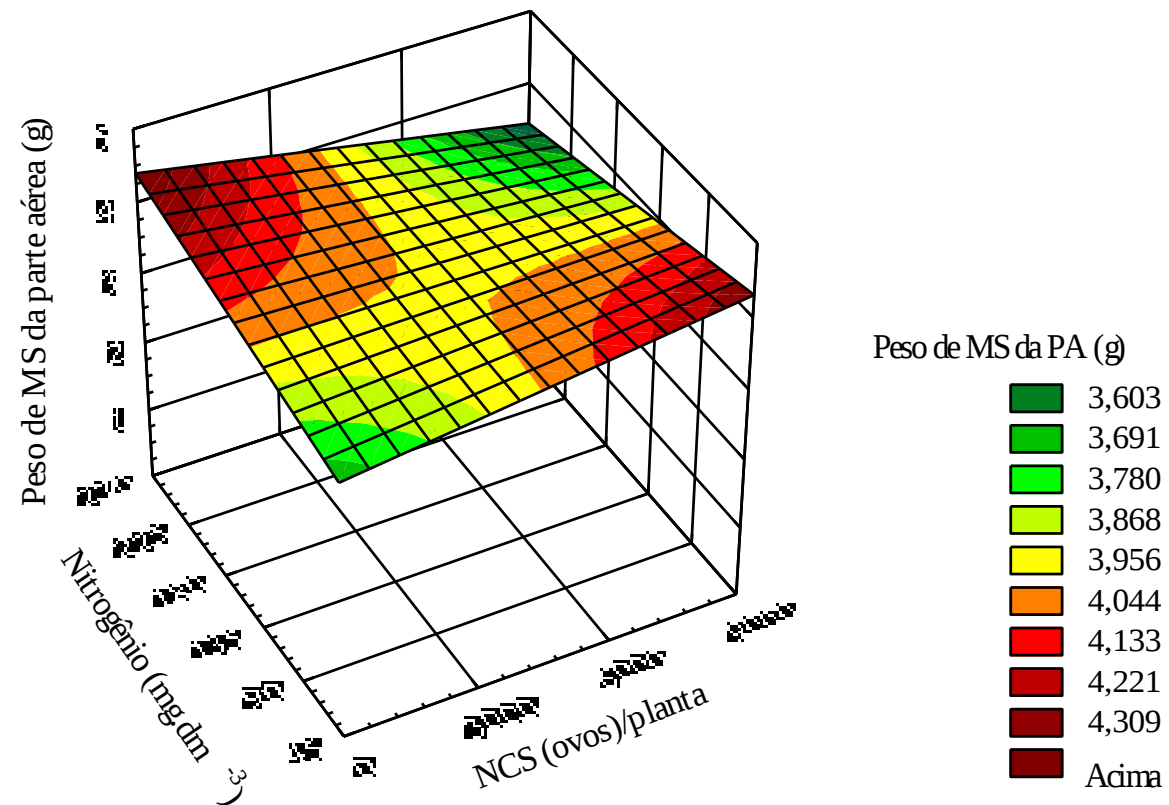
O número de fêmeas manteve-se quase constante com a aplicação de *B. japonicum* e na ausência de NCS. No entanto, os valores dessa característica declinaram com o aumento dos níveis de NCS. Quando essa característica foi analisada em função do NCS, observou-se que os maiores valores foram alcançados com a concentração de 3.000 e 6.000 ovos de NCS/planta, declinando com a dose máxima de inóculo (Figura 10). Uma das possíveis explicações para esse fato é que o experimento foi conduzido em vasos de argila, com capacidade para 1,5 kg de solo, limitando, assim, o crescimento do sistema radicular das plantas.



** e * Significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t

Figura 3 - Estimativa da altura média de plantas, em função das doses de nitrogênio (N) e dos níveis de nematóide de cisto (NCS).

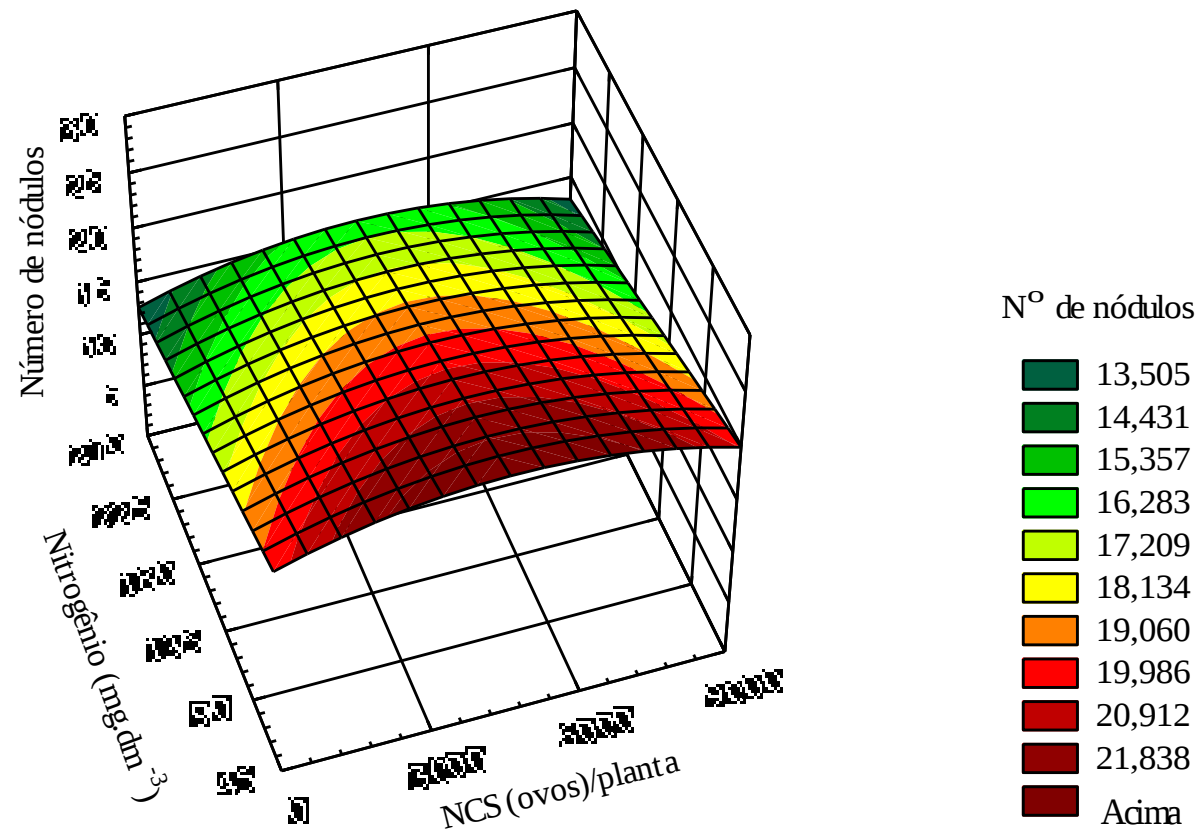
$$\hat{Y} = 3,48 + 0,00011^{**} NCS - 0,000000015^{**} NCS^2 + 0,0034^{**} N - 0,000000081^{**} NCSN \quad R^2 = 0,75$$



** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste t

Figura 4 - Estimativa do peso médio de matéria seca da parte aérea, em função das doses de nitrogênio (N) e dos níveis de nematóide de cisto (NCS).

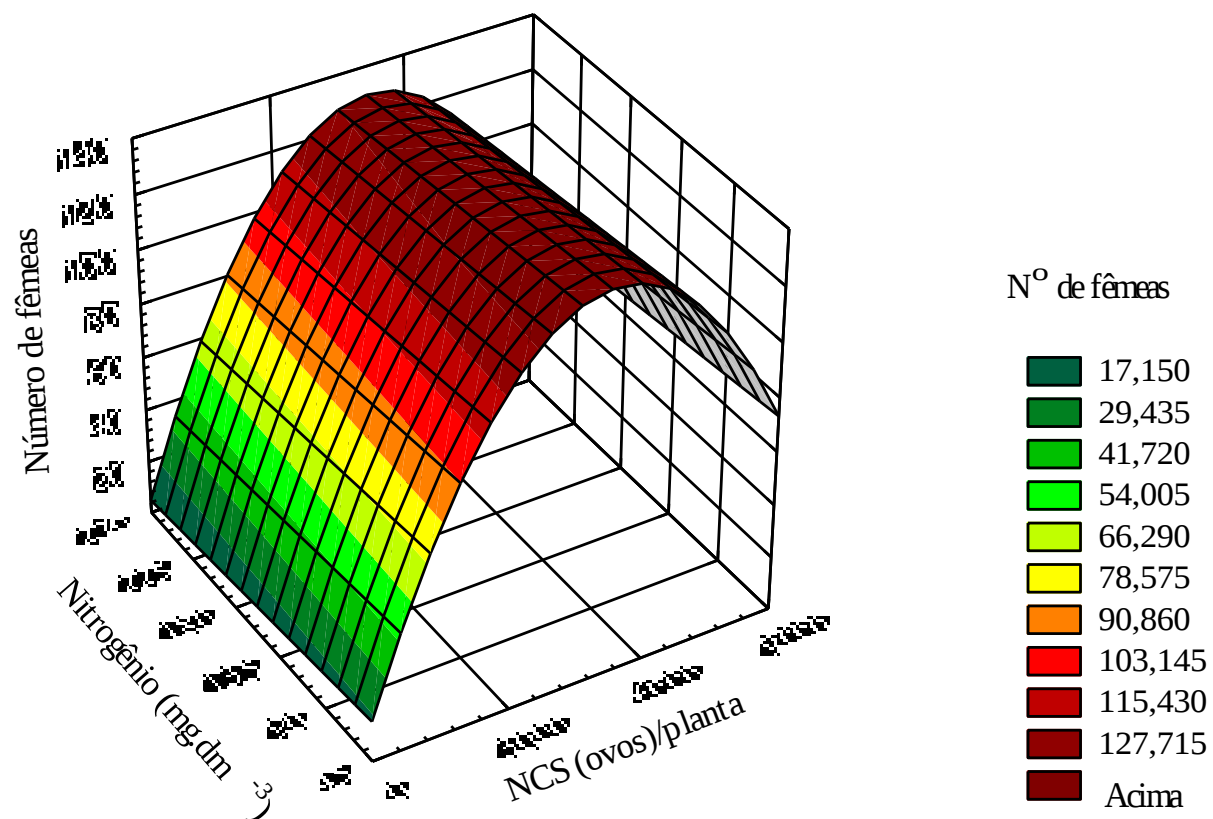
$$\hat{Y} = 20,97 + 0,0014^{**} NCS - 0,00000015^{**} NCS^2 - 0,031^{**} N \quad R^2 = 0,71$$



** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste t

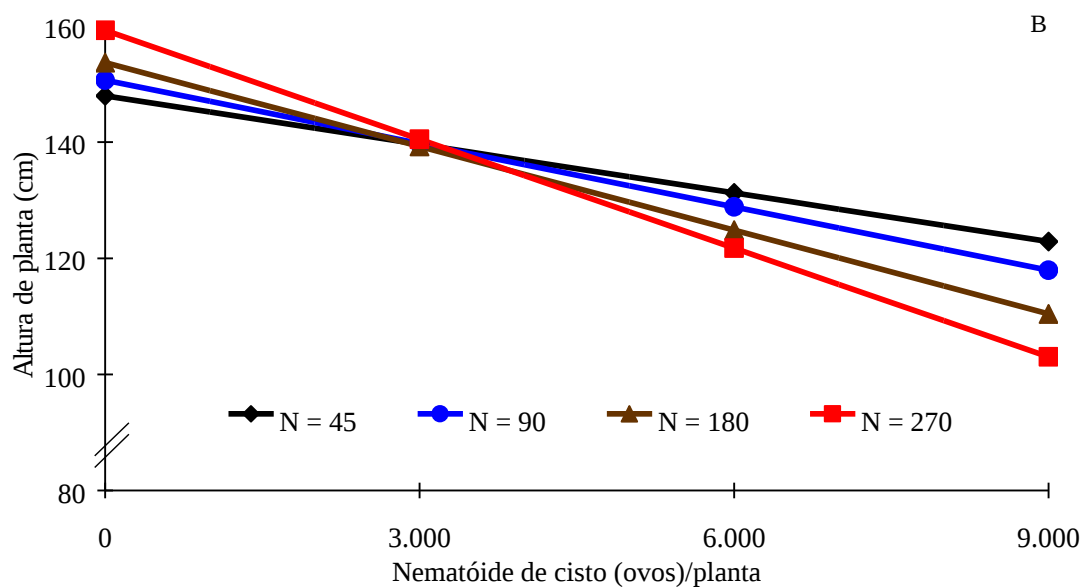
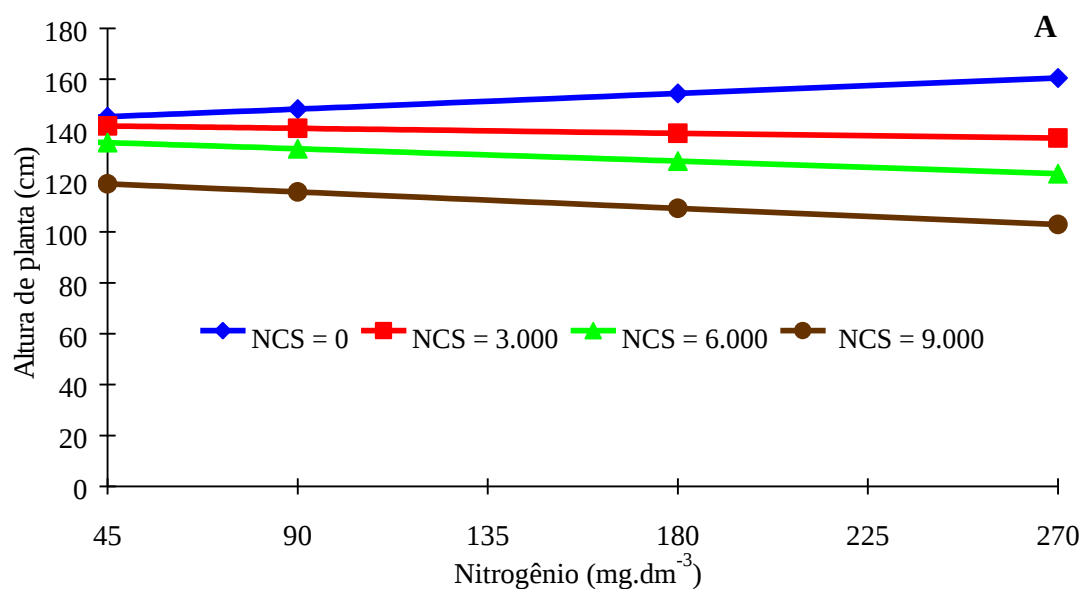
Figura 5 - Estimativa do número de nódulos, em função dos níveis de nematóide de cisto (NCS) e das doses de nitrogênio (N).

$$\hat{Y} = 17,31 + 0,048^{**} NCS - 0,0000046^{**} NCS^2 - 0,046^{**} N \quad R^2 = 0,92$$



** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste t

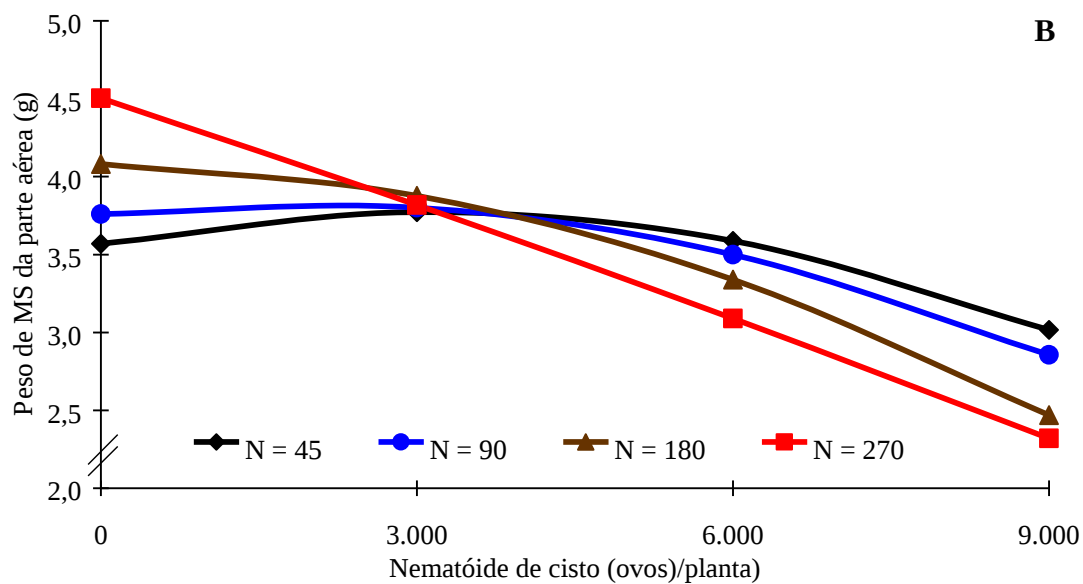
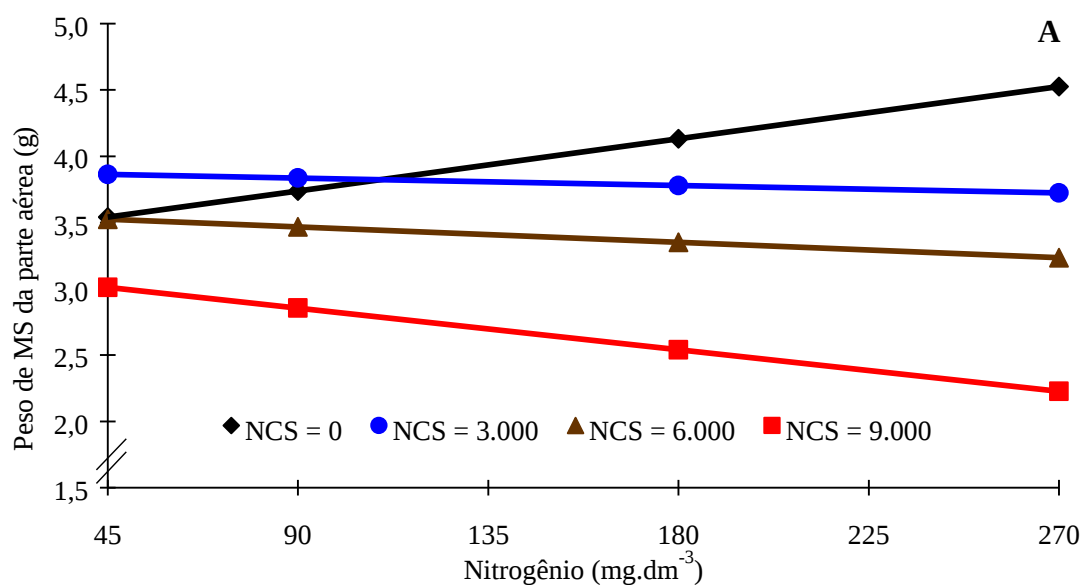
Figura 6 - Estimativa do número médio de fêmeas, em função dos níveis de nematóide de cisto (NCS) e das doses de nitrogênio (N).



$$\hat{Y} = 145,89 - 0,0022^{**} NCS + 0,048^{*} N - 0,000015^{**} NCSN \quad R^2 = 0,97$$

** e * Significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t

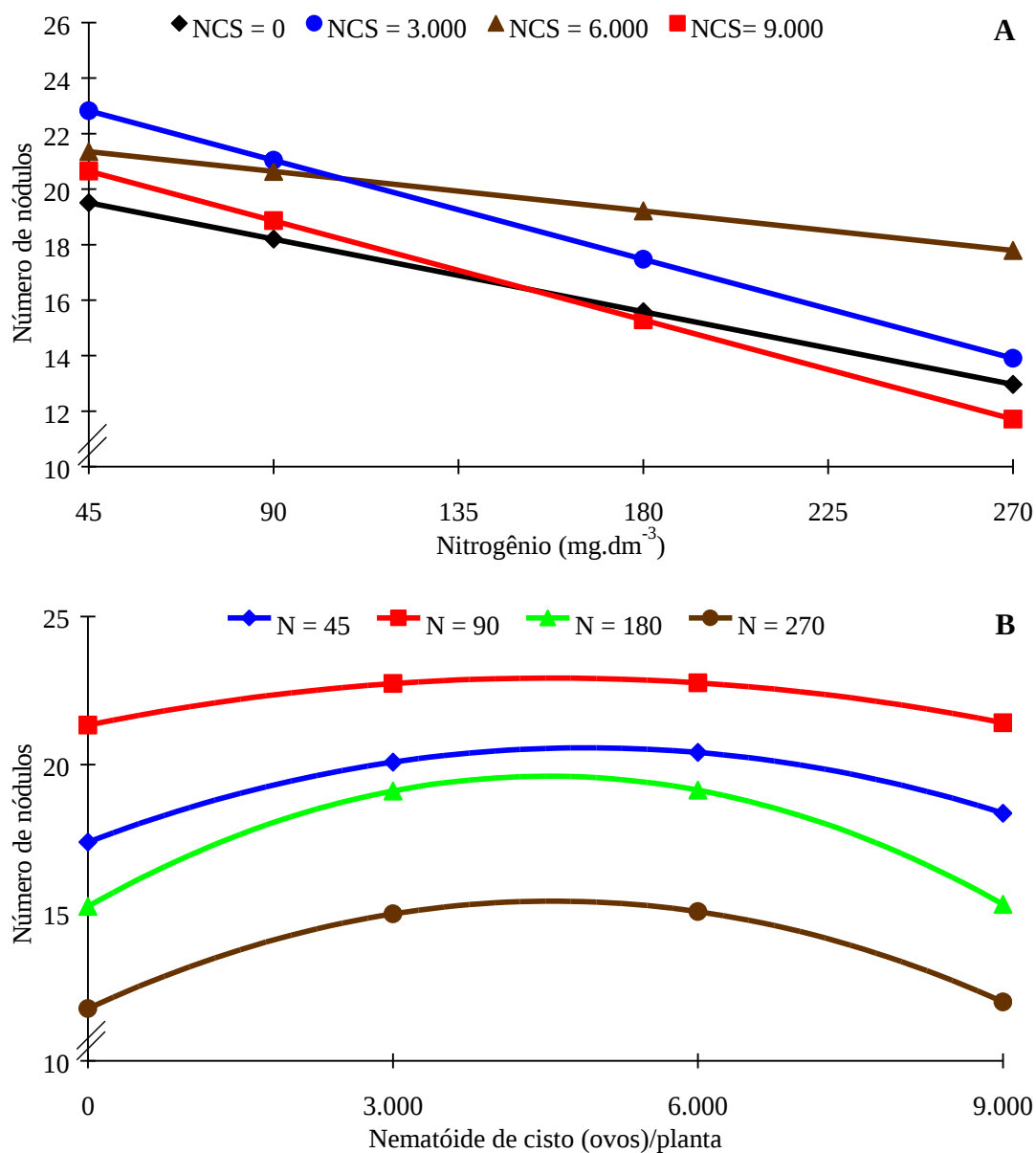
Figura 7 - Estimativa da altura de planta, em função das doses de nitrogênio (A) para os respectivos níveis de NCS e em função dos níveis de nematóide de cisto (B) para as respectivas doses de nitrogênio.



$$\hat{Y} = 3,48 + 0,00011^{**} \text{NCS} - 0,000000015^{**} \text{NCS}^2 + 0,0034^{**} \text{N} - 0,000000081^{**} \text{NCSN} \quad R^2 = 0,75$$

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste t

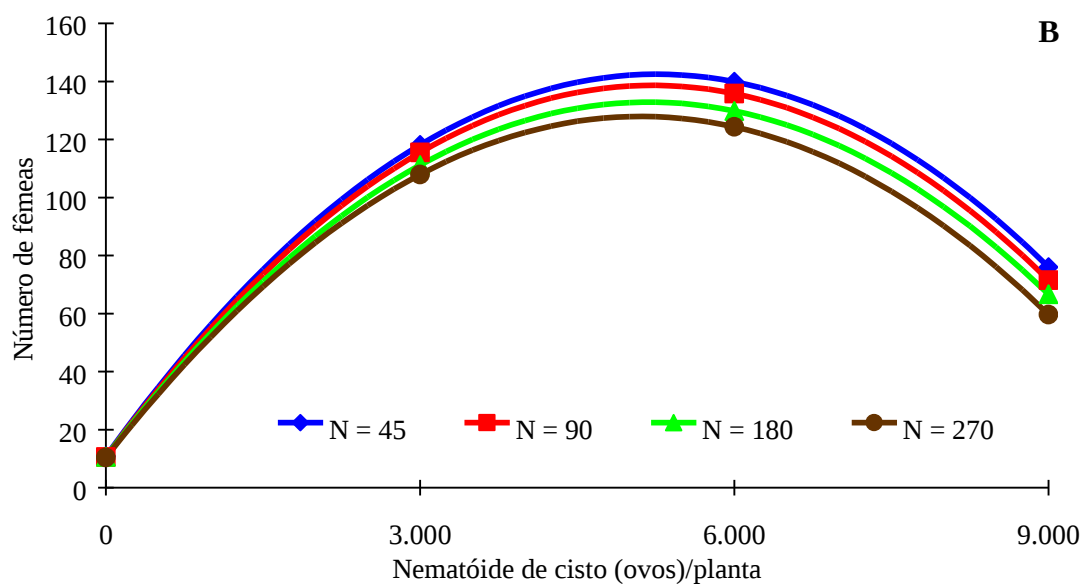
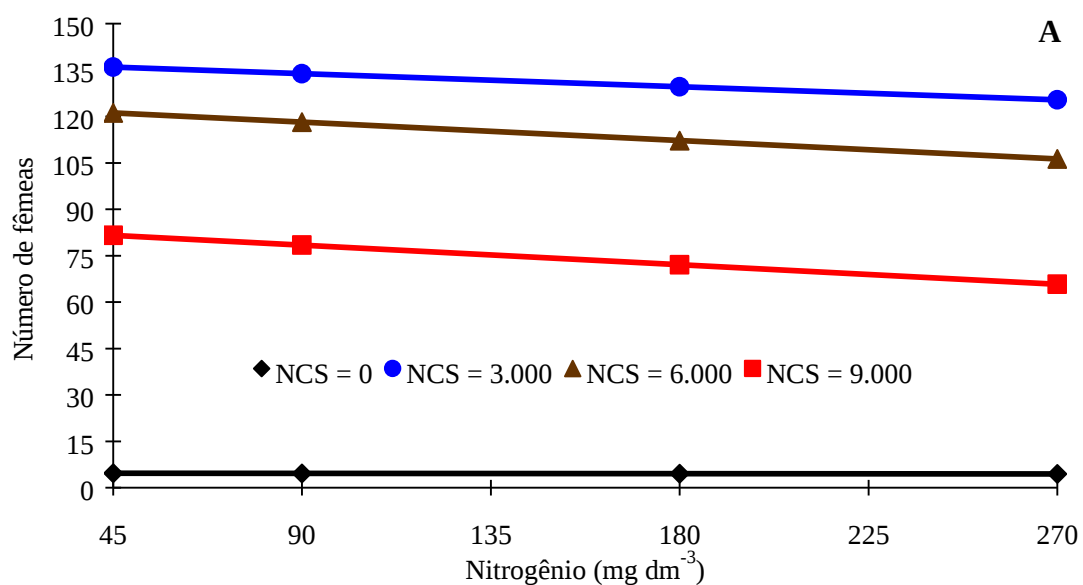
Figura 8 - Estimativa do peso de matéria seca da parte aérea, em função das doses de nitrogênio (A) para os respectivos níveis de NCS e em função dos níveis de nematóide (B) para as respectivas doses de N.



$$\hat{Y} = 20,97 + 0,0014^{**} NCS - 0,00000015^{**} NCS^2 - 0,031^{**} N \quad R^2 = 0,71$$

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste t

Figura 9 - Estimativa do número de nódulos, em função das doses de nitrogênio (A) para os respectivos níveis de NCS e em função dos níveis de nematóide (B) para as respectivas doses de N.



$$\hat{Y} = 17,31 + 0,048^{**} NCS - 0,0000046^{**} NCS^2 - 0,046^{**} N \quad R^2 = 0,92$$

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste t

Figura 10- Estimativa do número de fêmeas, em função das doses de nitrogênio (A) para os respectivos níveis de NCS e em função dos níveis de nematóide (B) para as respectivas doses de N.

Dessa forma, é de se esperar que, em altas populações de *H. glycines* no solo, grande quantidade de juvenis de segundo estágio (J₂) tenha penetrado nas raízes, mas, em decorrência da grande competição, eles não conseguiram estabelecer sítios de alimentação no tecido vascular da planta, os quais são denominados síncitos, essenciais para o desenvolvimento e a sobrevivência do nematóide. No entanto, trabalhos realizados por BARKER et al. (3) e KOLIOPANOS e TRIANTAPHYLLOU (13) também permitiram explicar os resultados obtidos, pois esses autores observaram que, em baixas densidades de infecção, igual número de machos e fêmeas desenvolveu-se nas raízes da planta hospedeira. Porém, com o aumento populacional e, conseqüentemente, sob o estresse causado pela escassez de alimento, verificou-se aumento na proporção de machos, em decorrência da mortalidade de fêmeas.

4. RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes níveis de nematóide de cistos e de doses de nitrogênio sobre algumas características agronômicas da soja. Empregaram-se vasos de argila com uma planta de soja cv. 'Doko RC', como unidade experimental. Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 4 × 4, isto é, quatro concentrações de inóculo de nematóide (0, 3.000, 6.000 e 9.000 ovos) e quatro doses de N (45, 90, 180 e 270 mg N/dm³ de solo). No final do ciclo da cultura, avaliaram-se: altura de planta, número de vagens por planta, peso médio de semente, peso de matéria seca da parte aérea e da raiz e número de nódulos, fêmeas e cistos por sistema radicular. A altura da planta e o peso de matéria seca da parte aérea aumentaram linearmente com as doses crescentes de N. O número de fêmeas e de cistos foi superior (P < 0,05) ao encontrado nos demais tratamentos (0, 6.000 e 9.000 ovos), quando os vasos foram inoculados com 3.000 ovos. A presença do nematóide, independentemente da concentração de ovos, resultou em redução (P < 0,05) no desenvolvimento e na produção da soja. As doses crescentes de N provocaram diminuição da nodulação.

5. SUMMARY

SOYBEAN AGRICULTURAL CHARACTERISTICS AS AFFECTED BY THE CYST NEMATODE AND NITROGEN FERTILIZATION

Changes of some 'Doko RC' soybean agricultural characteristics were estimated in a greenhouse study where different levels of nitrogen fertilization and of the cyst nematode (*Heterodera glycines*, race 3) inocula were used. Under a factorial experimental design, nitrogen was applied at 45, 90, 180 and 270 mg N with the inoculum concentrations being 0, 3000, 6000 and 9000 eggs per clay pot containing a single plant. The effects on soybean were estimated at the end of the growth cycle, based on plant height, pod and node numbers, weights of dried root and canopy, and on *H. glycines* female and egg counts. Plant height and weight of the dried aerial plant parts increased linearly as the nitrogen levels also increased. Female and egg numbers were significantly greater at the 3000-egg inoculum level than those at the 0, 6000 and 9000 levels. Soybean growth and yield significantly decreased whenever the cyst nematode infected the plant. 'Doko RC' nodulation was reduced by the nitrogen fertilization.

6. LITERATURA CITADA

1. AGRIOS, G.N. **Plant pathology**. 3. ed. New York: Academic Press, 1988. 803p.
2. CHAPIN, F.S. The mineral nutrition of wild plants. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.11, p.233-260, 1980.
3. BARKER, K.R., STARR, J.L., SCHMITT, D.P. Usefulness of eggs assays in nematode population density determinations. **Journal of Nematology**, v.19, n.1, p. 130-134, 1987.
4. CLARKSON, D.T., HANSON, J.B. The mineral nutrition of higher plants. **Annual Review of Plant Physiology**, v.31, p.239-298, 1980.
5. DILWORTH, M., GLENN, A. How does a legume nodule work. **Trends Biochemistry Science**, Amsterdam, v.9, p.519-523, 1984.
6. DUNN, R.A. Extraction of cysts of *Heterodera glycines* from soils by centrifugation in high density solutions. **Journal of Nematology**, v.1, n.7, 1969.
7. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Algumas informações técnicas das cultivares de soja**. Brasília, DF: EMBRAPA/CNPSo, 1995. 6p. (Folder).
8. EVANS, J.R. Nitrogen and photosynthesis in flag leaf of wheat (*Triticum aestivum* L.). **Plant Physiology**, v.72, n.1, p.297-302, 1983.
9. FREIRE, J.R.J., VIDOR, C. Influência do índice de mineralização do nitrogênio orgânico do solo sobre a nodulação e rendimento de matéria seca de soja. In: REUNIÃO DA COMISSÃO TÉCNICA DA SOJA, 15, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1971. p.53-55.
10. GIBSON, A.H. Limitation to dinitrogen fixation by legumes. In: **Proceedings of 1st International Symposium of Nitrogen Fixation**. Pullman, Washington, 1976. p.400-428.
11. HAM, G.E., LIEMER, I.E., EVANS, S.D., FRANZIER, R.D., NELSON, W.M. Yield and composition of soybean seed as affected by N and S fertilization. **Agronomy Journal**, v.67, n.3, p.293-297, 1975.

12. HARPER, J.E. Contribution of dinitrogen and soil fertilizer nitrogen soybean. In: PROCEEDINGS of the World Soybean. Danville: Research Conference, Interstate Printers and Publishers, 1975. p.123-124.
13. KOLIOPANOS, C.C., TRIANTAPHYLLOU, A.C. Effect of infection density on sex ratio of *Heterodera glycines*. **Nematologica**, v.18, p. 131-137, 1972.
14. LIMA, R. D., FERRAZ, S., SANTOS, J. M. Ocorrência de *Heterodera* sp. em soja no Triângulo Mineiro. **Nematologia Brasileira**, v.16, n.1/2, p.101-102, 1992.
15. NATR, L. Mineral nutrients - a ubiquitous stress factor for photosynthesis. **Photosynthetica**, v.27, n.3, p.271-294, 1992.
16. NOEL, G.R. History, distribution, and economics. In: RIGGS, R.D., WRATHER, J.A. (Ed.). **Biology and management of the soybean cyst nematode**. St. Paul: The American Phytopathological Society, 1992. p.1-13.
17. RADING, J.W., EIDENBOCK, M.P. Carbon accumulation during photosynthesis in leaves of nitrogen-and phosphorus-stressed cotton. **Plant Physiology**, v.82, n.1/6, p.869-871, 1986.
18. RIOS, G.P., SANTOS, H.L. Adubação nitrogenada na soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em solo sob vegetação de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Série Agrônômica, Rio de Janeiro, v.8, n.6, p.63-67, 1973.
19. RUSCHEL, A.P., RUSCHEL, R. Sinergia da absorção de nitrogênio do solo e da fixação simbiótica de nitrogênio atmosférico dirigida para o aumento do nitrogênio total da soja (*Glycine max*). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Série Agrônômica, v.10, n.11, p.37-40. 1975.
20. SINCLAIR, T.R., HORIE, T. Leaf nitrogen, photosynthesis, and crop radiation use efficiency: A review. **Crop Science**, v.29, n.1, p.90-98, 1989.
21. STREETER, J.G. Carbohydrates in soybean nodules: II. Distribution of compounds in seedling during the onset of nitrogen fixation *Rhizobium japonicum*. **Plant Physiology**, v.66, n.3, p.471-476, 1980.
22. TODD, T.C., PEARSON, C.A.S. Establishment of *Heterodera glycines* in three soils types. **Annals of Applied Nematology**, v.2, p.57-60, 1988.

23. WEAR, R.W., FREDERICK, L.R. Effect of inoculum size on nodulation of (*Glycine max* (L.) Merrill, Variety Ford. **Agronomy Journal**, v.64, n.5, p.597-599, 1972.
24. WRATHER, J.A., ANAND, S.C., DROPKIN, V.H. Soybean cyst nematode control. **Plant Diseases**, v. 68, n. 9, p. 829-833, 1984.
25. YORINORI, J.T., CHARCHAR, M.J.D., NASSER, L.C.B., HENNING, A.A. Doenças da soja e seu controle. In: ARANTES, N.E., SOUZA, P.I. (Eds.). **A cultura da soja nos cerrados**. Piracicaba: Potafos, 1993. p.333-397.

INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é a mais importante das oleaginosas cultivadas no mundo (ROESSING e GUEDES, 1993). Seus grãos constituem a principal fonte de óleo comestível, e seu alto conteúdo de proteínas tem sido a base para a formulação de alimentos de baixo custo. Ela constitui uma das principais fontes de divisas para o Brasil, ocupando o segundo lugar, em termos de produção no mundo (CORDEIRO et al., 1991).

A soja tem a capacidade de aproveitar diretamente o nitrogênio do solo ou do fertilizante ou, indiretamente, da fixação biológica de N_2 , que, muitas vezes, representa a maior fonte de N para a planta.

As respostas da soja ao fertilizante têm sido, porém, contraditórias. Numerosos estudos têm mostrado resposta negativa da adubação nitrogenada à produção da soja; outros estudos, porém, têm relatado que a produção está intimamente ligada ao nitrogênio acumulado na planta, ressaltando-se que a aplicação de nitrogênio pode resultar em aumento de produção. Vem sendo difundida a idéia de que o nitrogênio mineral, quando abundante, diminui a nodulação em leguminosas. A maioria dos trabalhos tem citado inibição na formação e no desenvolvimento dos nódulos, com a conseqüente ocorrência de decréscimo nas quantidades fixadas de N.

O metabolismo do carbono e a assimilação do N estão fortemente associados. A energia e os esqueletos carbonados para assimilação do N são

provenientes do metabolismo do carbono, e a produção de novos tecidos é controlada pelo suprimento de N (MARSCHNER, 1995).

O nematóide de cisto da soja (NCS) (*Heterodera glycines* Ichinohe) é um importante parasito desta leguminosa (NOEL, 1992), devido ao seu alto potencial destrutivo. Encontra-se amplamente distribuído, atingindo praticamente todos os países que cultivam essa cultura, sendo o responsável direto por perdas estimadas entre 10 e 80%, em lavouras com cultivares suscetíveis (WRATHER et al., 1984; AGRIOS, 1988). No Brasil, as perdas acumuladas provocadas por *H. glycines*, desde a safra de 1991/92, ultrapassam 150 milhões de dólares americanos. A evolução da doença no Brasil, desde sua descrição na safra de 1991/92, é bastante rápida em comparação com outros países (GOELLNER, 1995).

A presença do NCS influencia a absorção, a fixação e o metabolismo de nutrientes, pois altera as funções da planta, e o seu hábito alimentar reduz a capacidade das raízes de translocar água e nutrientes, podendo causar clorose, desfolhamento prematuro e redução na floração e produção de grãos (WRATHER et al., 1984). A adição de nitrogênio ao solo pode reduzir o efeito do NCS.

Para manejo e redução das perdas em áreas infestadas por *H. glycines*, recomenda-se o uso de rotação de culturas, cultivares resistentes ou tolerantes e nematicidas; o controle biológico apresenta-se como indicativo de uso futuro.

O uso de cultivares resistentes tem sido a principal via de manejo do NCS, sendo um dos métodos mais eficientes e econômicos no controle do nematóide (KIIHL e ALMEIDA, 1993).

A exploração econômica da cultura da soja também é prejudicada por problemas fitossanitários. Dentre estes, os percevejos pentatomídeos (Hemiptera: Pentatomidae) são uma das pragas mais importantes da soja no País (PANIZZI et al., 1979). O uso da soja na alimentação humana e animal, no Brasil, tem merecido a atenção das indústrias por causa da presença de fatores antinutricionais no grão (ANDERSON-HAFERMANN et al., 1992). Outra barreira alimentar é representada pelo sabor característico presente nos produtos derivados de soja, denominados “beany flavor”, sendo considerado o maior obstáculo ao consumo da soja nos países ocidentais (RACKIS et al., 1979).

Este trabalho objetivou contribuir para o conhecimento da dinâmica da inter-relação no sistema soja $\times$ *H. glycines* e avaliar o seu comportamento em níveis crescentes de *H. glycines*, de nitrogênio e de *Bradyrhizobium japonicum*

na produção e no estado nutricional da planta, bem como analisar os danos causados por percevejos em sementes de soja e verificar a sua relação com a ausência de lipoxigenases nas sementes.

A introdução e o resumo desta pesquisa seguem as normas da Universidade Federal de Viçosa para feitura de tese, e os artigos foram escritos de acordo com as normas da Revista Ceres, por recomendação do comitê de orientação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIOS, G.N. **Plant pathology**. 3. ed. New York: Academic Press, 1988. 803p.
- ANDERSON-HAFERMANN, J.C., ZHANG, Y., PARSONS, C.M. Effect of heating on nutritional quality of conventional and kunitz trypsin inhibitor-free soybeans. **Poultry Science**, v.71, n.10, p.1700-1709, 1992.
- CORDEIRO, A.C.C., SEDIYAMA, T., GOMES, J.L.L. **Melhoramento da soja visando resistência a doenças**. Viçosa, MG: UFV, 1991. 99p. (Boletim, 306).
- GOELLNER, G. F. Aspectos econômicos do nematóide do cisto na sojicultura brasileira. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE NEMATOLOGIA TROPICAL, 1995, Rio Quente. **Anais...** Rio Quente: Sociedade Brasileira de Nematologia, 1995. p.102-106.
- KIIHL, R.A.S., ALMEIDA, L.A. Melhoramento genético visando resistência ao nematóide de cisto da soja. In: SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE O NEMATÓIDE DE CISTO DASOJA HETERODERA GLYCINES, 1, 1993, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1993. p.93-99.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plant**. 2. ed. New York: Academic, 1995. 889p.
- NOEL, G.R. History, distribution, and economics. In: RIGGS, R. D., WRATHER, J.A. (Eds.). **Biology and management of the soybean cyst nematode**. St. Paul: The American Phytopathological Society, 1992. p.1-13.

- PANIZZI, A.R., SMITH, J.G., PEREIRA, L.A.G., YAMASHITA, J. Efeitos dos danos de *Piezodorus guildini* (Westwood, 1837) no rendimento e qualidade de soja. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, Londrina, PR, 1978. **Anais...** Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1979. v.2, p.113-125.
- RACKIS, J.J., SESSA, D.J., HONG, D.H. Flavor problems of vegetable food proteins. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v.56, p.262-271, 1979.
- ROESSING, A.C., GUEDES, L.C.A. Aspectos econômicos do complexo soja: sua participação na economia brasileira e evolução na região central. In: ARANTES, N.E., SOUZA, P.I.M. (Eds.). **A cultura da soja nos cerrados**. Piracicaba: Potafos, 1993. p.1-69.
- WRATHER, J.A., ANAND, S.C., DROPKIN, V.H. Soybean cyst nematode control. **Plant Diseases**, v. 68, n. 9, p. 829-833, 1984.

RESUMO E CONCLUSÕES

Foram conduzidos quatro experimentos em condições de casa de vegetação, na Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais, objetivando determinar a influência do nematóide de cistos, *Heterodera glycines* Ichinohe, e do *Bradyrhizobium japonicum* sobre os teores de nutrientes em folhas de soja, bem como avaliar o efeito do nematóide, do nitrogênio e do *Bradyrhizobium japonicum* sobre características agronômicas da soja; e cinco experimentos em condições de campo, em Capinópolis e Rio Paranaíba, Minas Gerais, visando avaliar os danos causados por percevejos em sementes.

Pelos resultados obtidos nos diferentes experimentos, as principais conclusões foram:

O nematóide de cisto da soja aumentou os teores de K nas folhas avaliadas na floração.

O nematóide de cisto da soja aumentou linearmente os teores de N, Mg e B e diminuiu os de Ca, Mn, Zn, Cu e Fe nas folhas avaliadas na floração.

A altura da planta e o peso de matéria seca da parte aérea aumentaram ($P < 0,05$) com as doses crescentes de nitrogênio; estas doses reduziram a nodulação.

A altura de planta, o número de vagens e de nódulos por planta e o peso de semente e de matéria seca da raiz diminuíram ($P < 0,05$) com as doses crescentes de nematóide de cisto.

O número de fêmeas e de cistos nos vasos inoculados com 3.000 e 6.000 ovos de *H. glycines* foi superior ($P < 0,05$) ao encontrado nos demais tratamentos.

A presença de *H. glycines*, independentemente da concentração de ovos usada na inoculação, resultou em redução significativa das características avaliadas.

As doses crescentes do inoculante de *Bradyrhizobium japonicum* aumentaram ($P < 0,05$) os valores médios de altura de planta, número de vagens e de nódulos e peso de matéria seca da parte aérea e da raiz.

As linhagens/variedades com sementes de menor peso apresentaram menores danos por percevejos.

As sementes graúdas apresentaram maiores danos causados por pentatomídeos.

A linhagem UFV 96-37001 e as variedades CAC-1, Doko RC e UFV-18, independentemente da época de colheita, não diferiram ($P > 0,05$) das outras linhagens quanto às características avaliadas.

APÊNDICE

APÊNDICE

Quadro 1A- Resumo da análise de variância dos dados de nitrogênio (N), fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), manganês (Mn), zinco (Zn), cobre (Cu), ferro (Fe), boro (B), níveis de NCS, doses de N e coeficiente de variação (CV %)

Fontes de variação	GL	Quadrados médios					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Blocos (B)	3	0,5937	0,0127	0,0073	0,0334	0,3210	0,0006
Nematóide de cisto (NCS)	3	0,2178	0,0015	0,0700*	0,0017	0,0053	0,0001
Nitrogênio (NIT)	3	0,1177	0,0105*	0,0240	0,0945*	0,0012	0,0000
NCS x NIT	9	0,5004	0,0023	0,0365	0,0161	0,0038	0,0000
Resíduo	45	0,3056	0,0032	0,0243	0,0316	0,0034	0,0002
CV (%)		19,7	18,2	10,2	11,4	15,6	8,4
Fontes de variação	GL	Quadrados médios					
		Mn	Zn	Cu	Fe	B	
Blocos (B)	3	702,2112	414,5961	2,0631	408,5857	2.387,7300	
Nematóide de cisto (NCS)	3	381,9753	24,6585	0,8356	1.947,3100	83,5445	
Nitrogênio (NIT)	3	724,6345	149,6656	1,5352	3.630,5950*	280,0100	
NCS x NIT	9	221,7002	39,2491	0,9579	1.614,2170	395,9589	
Resíduo	45	338,4858	67,1498	0,5953	1.173,8390	432,2378	
CV (%)		10,7	11,3	20,2	18,3	20,0	

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Quadro 2A - Resumo da análise de variância dos dados de nitrogênio (N), fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), manganês (Mn), zinco (Zn), cobre (Cu), ferro (Fe), boro (B), níveis de NCS, doses de *Bradyrhizobium japonicum* e coeficiente de variação (CV %)

Fontes de variação	GL	Quadrados médios					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Blocos (B)	3	0,3783	0,0038	0,4447	0,0002	0,0061	0,0014
Nematóide de cisto (NCS)	3	0,2655**	0,0025	0,0954	0,0044**	0,0030**	0,0010*
<i>Bradyrhizobium japonicum</i> (Br)	3	0,0701	0,0002	0,2899	0,0006	0,0000	0,0000
NCS × Br	9	0,0452	0,0014	0,0224	0,0005	0,0007	0,0002
Resíduo	45	0,0459	0,0013	0,0971	0,0006	0,0005	0,0003
CV (%)		5,5	12,5	18,6	10,2	6,8	7,6
Fontes de variação	GL	Mn	Zn	Cu	Fe	B	
Blocos (B)	3	528,6572	283,8220	1,7914	330,1695	1.060,4060	
Nematóide de cisto (NCS)	3	1.835,6150**	1.122,3520**	3,0599**	2.335,8430**	1.382,9790**	
<i>Bradyrhizobium japonicum</i> (Br)	3	540,5519	53,5574	0,3067	678,8458	409,2587	
NCS × Br	9	748,1321*	60,9174	0,0969	367,6053	213,0271	
Resíduo	45	328,9634	67,2224	0,1881	403,8903	286,9818	
CV (%)		10,5	11,4	15,6	17,3	17,5	

** e * Significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Quadro 3A - Resumo da análise de variância dos dados de altura de planta (ALT), peso de semente (PSEM), número de nódulos (NOD) e de fêmeas (NFEM), peso de matéria seca da parte aérea (PMSPA) e da raiz (PMSRA), número de cistos (NCIST), níveis de NCS, doses de N e coeficiente de variação (CV %)

Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		ALT	NVAG	PSEM	NOD
Blocos (B)	3	223,3490	28,7292	2,7061	22,1250
Nematóide de cisto (NCS)	3	4.658,1820**	201,7292**	14,8623**	40,8750**
Nitrogênio (N)	3	63,1406	0,3958	0,0588	208,5000**
NCS × N	9	156,1962*	13,5625	1,2044	7,0694
Resíduo	45	55,3265	7,5181	0,5365	9,0139
CV (%)		5,6	11,1	11,2	16,7
		NFEM	PMSPA	PMSRA	NCIST
Blocos (B)	3	732,8542	0,3302	9,5343	2,1250
Nematóide de cisto (NCS)	3	50.786,7300**	5,541**	4,6988**	11.402,7100**
Nitrogênio (N)	3	340,2292**	0,0112	0,0499	5,4167
NCS × N	9	41,1181	0,4488*	0,0456	2,3472
Resíduo	45	74,2445	0,1097	0,0631	3,6250
CV (%)		10,6	9,6	14,8	5,5

** e * Significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Quadro 4A - Resumo da análise de variância dos dados de altura de planta (ALT), peso de semente (PSEM), número de nódulos (NOD) e de fêmeas (NFEM), peso de matéria seca da parte aérea (PMSPA) e da raiz (PMSRA), número de cistos (NCIST), níveis de NCS, doses de *Bradyrhizobium japonicum* (Br) e coeficiente de variação (CV %)

Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		ALT	NVAG	PSEM	NOD
Blocos (B)	3	243,8333	75,0573	4,9914	30,9583
Nematóide de cisto (NCS)	3	2.203,6250**	285,6406**	21,4574**	482,2917**
<i>Bradyrhizobium japonicum</i> (Br)	3	3.148,7080**	112,9323**	7,9632**	339,4167**
NCS x Br	9	33,8333	6,2239	0,4395	10,3194
Resíduo	45	28,5333	3,9573	0,2951	8,3139
C V (%)		5,6	11,0	11,3	13,6
Fonte de variação	GL	NFEM	PMSPA	PMSRA	NCIT
Blocos (B)	3	186,9583	0,3465	0,1682	43,4167
Nematóide de cisto (NCS)	3	17.076,1300**	0,8303**	0,0753**	17.519,1700**
<i>Bradyrhizobium japonicum</i> (Br)	3	15,5417	0,2135**	0,0147**	6,7917
NCS x Br	9	7,6667	0,0423*	0,0002	4,5694
Resíduo	45	24,3806	0,01641	0,0016	8,0167
CV (%)		9,1	7,6	3,1	5,1

** e * Significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Quadro 5A - Resumo da análise de variância dos dados de peso de semente (PSEM), número de sementes sadias (SS), lesões visuais (LV), lesões vistas pelo teste de tetrazólio (TTZ), lesões pequenas (LP), lesões grandes (LG), lesões próximas ao eixo embrionário (PEM), lesões distantes do eixo embrionário (LEM) e coeficiente de variação (CV %) do experimento conduzido na CEPET, em Capinópolis, MG, no ano agrícola de 1997/1998

Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		PSEM	SS	LV	TTZ ¹
Blocos dentro de época	4	0,2067	919,0667	662,1666	132,9165
Época (EP)	1	58,2135**	2.594,7000**	7,5000	470,0390**
Linhagens/variedade (L/V)	19	3,5560*	192,9456	249,7175	48,3379
EP × L/V	19	1,4988*	260,9456**	155,7105	28,0958
Resíduo	76	0,7576	90,9614	116,4825	23,2886
C V (%)		5,5	13,1	34,3	24,8
		LP ¹	LG	PEM	LEM
Blocos dentro de época	4	815,2192	131,1667	92,6000	895,5333
Época (EP)	1	1.101,8620**	488,0333**	24,3000	300,8333
Linhagens/variedade (L/V)	19	74,5189	199,2614	33,4228	308,5246
EP × L/V	19	39,1522	140,5246	17,7737	156,7632
Resíduo	76	30,5763	109,5877	18,8456	118,7965
CV (%)		23,9	38,9	47,9	31,8

** e * Significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

1. Dados transformados em arco-seno $\sqrt{\%/100}$.

Quadro 6A - Resumo da análise de variância dos dados de peso de semente (PSEM), número de sementes sadias (SS), lesões visuais (LV), lesões vistas pelo teste de tetrazólio (TTZ), lesões pequenas (LP), lesões grandes (LG), lesões próximas ao eixo embrionário (PEM), lesões distantes do eixo embrionário (LEM) e coeficiente de variação (CV %) do experimento conduzido na COOPADAP, em Rio Paranaíba, MG, no ano agrícola de 1997/1998

Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		PSEM ¹	SS ¹	LV ¹	TTZ ¹
Blocos dentro de época	6	1,1154	73,3230	60,4574	26,6773
Época (EP)	2	4,5809**	1.788,3970**	2.298,0480**	543,1142**
Linhagens/variedade (L/V)	19	5,8540**	479,6830**	509,5252**	131,6170**
EP × L/V	38	0,9938**	118,6045**	76,0638**	34,6899**
Resíduo	114	0,4165	32,7495	36,6000	17,3664
C V (%)		2,8	8,2	25,9	37,6
		LP ¹	LG ¹	PEM ¹	LEM ¹
Blocos dentro de época	6	34,4524	51,2621	47,7573	39,4689
Época (EP)	2	769,3618**	2.034,3930**	1.153,9070**	1.729,1780**
Linhagens/variedade (L/V)	19	168,9133**	457,5497**	193,2973**	432,6045**
EP × L/V	38	57,4933**	65,5126**	44,9515**	61,3203**
Resíduo	114	29,4318	32,1551	20,4439	31,3677
CV (%)		37,9	26,5	42,2	24,0

** Significativo a 1% probabilidade, pelo teste F.

1. Dados transformados em arco-seno $\sqrt{\%/100}$.