

## ROTAÇÃO DE CULTURAS E MANEJO DO SOLO PARA CONTROLE DO NEMATÓIDE DE CISTO DA SOJA

Antônio Garcia, João Flávio Veloso Silva, José Erivaldo Pereira & Waldir P. Dias

Centro Nacional de Pesquisa de Soja-Embrapa

CP 231, 86 001-970, Londrina, PR

E-mail: garcia@cnpso.embrapa.br

### 1. Introdução

Assim que o nematóide de cisto da soja (NCS), *Heterodera glycines*, foi detetado no Brasil, em 1992 (Lima et al., 1992; Lordello et al., 1992; Monteiro & Moraes, 1992), foi desencadeada, pelas instituições de pesquisa e de assistência técnica, intensa divulgação dos meios de controle conhecidos e disponíveis, com base, principalmente, na experiência relatada por pesquisadores norte-americanos. Como as principais espécies produtoras de grãos cultivadas no Brasil são consideradas não-hospedeiras do NCS, enfatizou-se a indicação da rotação da soja com essas espécies como principal meio de controle, uma vez que ainda não havia disponibilidade, no Brasil, de cultivares de soja resistentes. O resultado foi positivo, pois observou-se redução significativa da população de cistos no solo e conseqüente recuperação da produtividade da soja em áreas infestadas, na maioria dos casos em que os produtores adotaram as recomendações difundidas, substituindo a soja, por um ou dois anos, por uma espécie não-hospedeira. Esses resultados eram similares aos observados em estudos conduzidos nos Estados Unidos (Koening et al., 1995; Moore et al., 1984; e Wrather, et al., 1992). As espécies mais utilizadas para substituir a soja têm sido o milho, o algodão e o arroz, e, em menor escala, por longo prazo, as pastagens ou com cana-de-açúcar.

No caso do Brasil, por não haver ainda, disponibilidade de cultivares resistentes ao NCS para atender toda a área infestada e pela ocorrência de nove raças de *H. glycines*, a prática da rotação de culturas com espécies não-hospedeiras é uma necessidade para garantir a produção econômica de soja nessas áreas. Mesmo utilizando cultivares resistentes, a rotação de culturas é recomendável, com o propósito de manter em níveis baixos a população do nematóide no solo e permitir a utilização, também, de cultivares suscetíveis na rotação. A utilização de cultivares resistentes e suscetíveis

em rotação com uma espécie não hospedeira tem a função diminuir a pressão de seleção das cultivares resistentes na população do nematóide, evitando a mudança da raça.

No Brasil como os estudos com *H. glycines* foram iniciados há poucos anos, a maioria dos trabalhos brasileiros referem-se a pesquisas em andamento e foram publicados apenas na forma de resumos. Por esta razão, neste capítulo, é dada mais ênfase aos trabalhos desenvolvidos na Embrapa Soja, em função da maior facilidade de acesso aos dados pelos autores.

## 2. Rotação de culturas com espécies de verão

Entre as espécies não-hospedeiras de *H. glycines*, as de ciclo anual e de interesse econômico direto são as mais indicadas para rotação com soja, especialmente aquelas cujas operações de implantação, tratos culturais e colheita possam ser executadas com máquinas e implementos já existentes nas propriedades. Um fator importante é que as espécies eleitas tenham garantias de mercado. As principais espécies de primavera-verão cultivadas no Brasil, com aquelas características, são o milho, o arroz, o algodão, o sorgo, o girassol e a mamona. As três primeiras foram, até agora, as mais adotadas pelos produtores brasileiros, para cultivo em áreas infestadas com o NCS, especialmente nos Estados da Região Centro-Oeste. O amendoim e a mandioca, embora sejam também espécies não-hospedeiras de cultivo tradicional no Brasil, não devem ser indicadas para rotação com soja em áreas infestadas devido à excessiva movimentação do solo durante a colheita e pelo grande volume de terra que permanece aderida ao serem transportadas para fora das áreas de produção, favorecendo a disseminação do nematóide.

A redução da população do NCS no solo, pela substituição da soja por espécies não-hospedeiras, tem sido relatada por diversos autores (Francis & Baldwin, 1980; Garcia et al., 1997; Garcia et al., 1998a; Koenning et al., 1995; Wrath et al. 1992). Em área naturalmente infestada, em Tarumã-SP, Garcia et al., 1997, avaliaram o efeito de um ano das seguintes sucessões de culturas antecedendo a soja: soja-trigo, milho-trigo, arroz-girassol, girassol-milho, algodão-trigo, mamona-milho e mucuna-preta-milho. Observaram, em 1995/96, que, ao final do ciclo das culturas de verão, a população de cistos aparentemente viáveis, que na data de semeadura variava de 8,6 a 18,8 cistos/100cm<sup>3</sup> de solo, entre os tratamentos, foi reduzida de 68% a 80%, nos tratamentos com milho, arroz, girassol e mucuna-preta (Tabela 1). O algodão e mamona proporcionaram menores

reduções, 21% e 26%, respectivamente; porém, a população continuou sendo reduzida durante o inverno, igualando-se aos níveis encontrados para as demais espécies não-hospedeiras, por ocasião da semeadura da soja na primavera seguinte. O rendimento da soja cultivada após as espécies não-hospedeiras foi superior ao da monocultura de soja em 8%, após milho-trigo a 46%, após mucuna-milho.

Em experimento de campo repetido em duas regiões, Chapadão do Céu-GO e Tarumã-SP, onde foi avaliado o efeito de um, dois e três anos consecutivos de milho, e de um ano de mucuna-preta, Garcia et al. (1998a) observaram decréscimo significativo do número de cistos no solo e aumento no rendimento da soja cultivada após um ano de milho ou de mucuna (Tabelas 2 e 3). Com dois e três anos consecutivos de milho, ocorreu maior redução da população do nematóide e houve tendência de maior rendimento da soja. Com um ano de mucuna, no verão, houve redução da população de cistos tanto quanto com um ano de milho, porém maior rendimento da soja. Nessas condições, um ano de soja na sequência foi suficiente para elevar a população de cistos ao nível anterior ao cultivo da não-hospedeira ou maior. De modo geral, as populações de cistos detetadas ao final do ciclo da soja cultivada após dois ou três anos consecutivos de milho foram muito inferiores às encontradas no monocultivo de soja e próximas ou abaixo dos níveis populacionais de dano apontados por Andrade et al. (1996) e Garcia et al. (1996a), de 1 a 3 cistos, respectivamente. Estes resultados indicam a possibilidade, nessas condições, de até dois cultivos consecutivos de soja suscetível, em áreas com população de cistos rigorosamente monitorada.

## 3. Sucessão de culturas com espécies de inverno

Em áreas infestadas por *H. glycines*, também no inverno, devem ser cultivadas apenas espécies não-hospedeiras, pois também nesse período as espécies hospedeiras podem multiplicar esse nematóide, como tem sido observado em plantas "tiguera" de soja, que são as plantas oriundas da germinação dos grãos perdidos durante a colheita. As principais espécies hospedeiras cultivadas no inverno, no Brasil, são: ervilha (*Pisum sativum*), tremoço (*Lupinus* spp) e feijão (*Phaseolus vulgaris*), conforme Riggs, (1992), Becker et al. (1995) e Alves & Santos, (1997). O cultivo de feijão na entressafra de verão, sob irrigação, atividade comum em áreas da Região Centro-Oeste, deve ser evitado em solos infestados pelo NCS, principalmente se antecedendo ou sucedendo a cultura da soja. Entretanto, sendo o feijão

a cultura de inverno eleita, no verão seguinte, a soja não deve ser cultivada, pois poderá sofrer perdas no rendimento.

Entre as espécies não hospedeiras para cultivo em sucessão à soja, podem ser utilizadas todas as gramíneas comumente cultivadas no outono-inverno, tais como: trigo (*Triticum aestivum*), milho (*Zea mays*), sorgo granífero (*Sorghum bicolor*), milheto (*Penisetum americanum*), aveia-preta (*Avena strigosa*), aveia-branca (*Avena sativa*), além de girassol (*Helianthus annuus*), canola (*Brassica napus*), nabo forrageiro (*Raphanus sativus*), mucuna-preta (*Mucuna aterrima*) e mucuna-cinza (*M. nivea*). Embora essas espécies não multipliquem o NCS, seu cultivo no inverno, sucedendo a soja, ou outra espécie hospedeira, não garante redução da população desse nematóide, de acordo com resultados obtidos por Garcia et al. (1998b). Esses autores compararam as espécies milho, milheto, trigo, aveia-preta, girassol, nabo forrageiro e mucuna, entre si e com um tratamento sem cultivo (pousio ou alqueive), por dois anos, em Tarumã-SP. As espécies estudadas não contribuíram para a redução de cistos no solo, e seus efeitos não diferiram do efeito do pousio (Tabela 4). Sabe-se, no entanto, que qualquer espécie que não multiplica o NCS e que contribui para o enriquecimento do solo em matéria orgânica, pode contribuir para o controle desse nematóide (Santos & Campos, 1997), por condicionar o meio para a multiplicação de espécies antagonistas, principalmente fungos, além de contribuir para um melhor estado nutricional das plantas de soja, aumentando sua tolerância aos danos causados pelos nematóides. Outro efeito favorável do cultivo de espécies não-hospedeiras no inverno é que essas concorrem com as plantas de "soja tiguera", reduzindo a possibilidade de aumento ou manutenção da população do NCS no solo.

A cobertura do solo, no inverno, reveste-se de maior importância ainda em regiões onde, nesse período, possam ocorrer temperaturas altas associadas a baixos índices pluviométricos, como nas áreas de cerrado. Nessa região, a adoção do plantio direto foi intensa nos últimos anos, utilizando principalmente o milheto como cobertura vegetal do solo no inverno. Nessas condições, há relato de que a sucessão milheto-soja tem permitido até dois anos consecutivos de cultivo de soja com altos rendimentos, em áreas infestadas com *H. glycines* (Stechow, 1996). Essas situações podem ser possíveis, porém, a adoção dessa prática requer um atento monitoramento da população de cistos/ovos na área e um manejo adequado da fertilidade do solo, pois, em anos em que haja intensa

multiplicação de cistos no verão e que as condições climáticas não sejam favoráveis para a degradação da população no inverno, pode haver perdas significativas na soja cultivada no ano seguinte.

#### 4. Longevidade de *H. glycines* nas condições brasileiras

A longa sobrevivência do NCS no solo é outra característica que dificulta o seu controle. Inagaki & Tsutsumi (1971) avaliaram a sobrevivência desse nematóide em solo infestado, sob duas condições de umidade e em temperatura ambiente, por 11 anos, no Japão, e concluíram que ele pode sobreviver por 9 anos no solo e manter por 7 anos sua capacidade de infectar as raízes de soja.

Em experimento conduzido em área naturalmente infestada, Chapadão do Céu-GO, Garcia et al., 1998a, não recuperaram nenhum cisto viável do solo, após três anos consecutivos de milho, ou 35 meses após a colheita da soja e nem mesmo ao final do ciclo da soja cultivada após este período (Tabela 3, tratamento 6). Resultado similar foi obtido por Garcia et al., 1999a, monitorando a população de cistos em área infestada por *H. glycines*, onde a soja foi substituída por cana-de-açúcar, em Tarumã-SP (Figura 1). Aos 40 meses após a colheita da última safra de soja não foram encontrados cistos viáveis no solo. Da mesma forma, aos 44 meses, não foram encontrados ovos nos cistos aparentemente não-viáveis recuperados, e não houve produção de fêmeas no sistema radicular de soja suscetível cultivada nesse solo. A similaridade dos resultados obtidos em duas regiões distintas, sugere que, nas condições do Brasil, essa espécie tem longevidade no solo menor que a obtida por Inagaki & Tsutsumi, 1971.

A rápida redução da população de cistos no solo, nas condições brasileiras, deve ser resultante, entre outros fatores, das condições favoráveis para a eclosão de juvenis durante todo o ano e do parasitismo de ovos do nematóide por fungos de solo, como verificada por Duarte et al., 1996. A redução da população do nematóide no solo, durante a entressafra da soja, pode chegar a mais de 50%, em determinados anos e locais, como verificado por Garcia et al. (1998a) (Tabelas 1, 2 e 3). Segundo Moore et al. (1984), em regiões onde o inverno é ameno, ocorre eclosão de juvenis que, na ausência de plantas hospedeiras, ficam à mercê dos parasitas do solo, podendo a população ser reduzida drasticamente num ano. As áreas infestadas com o NCS, no Brasil, estão quase todas localizadas em regiões de inverno quente ou ameno. Esse fato pode

contribuir, significativamente, para diminuir o intervalo de tempo necessário sem cultivo de espécie hospedeira, num esquema de rotação de culturas, visando à produção de soja em áreas infestadas por *H. glycines*.

#### 5. Manejo do solo

As diferentes formas de manejo do solo - subentendendo tipos de preparo, de semeadura e de fertilização - podem afetar a dinâmica do NCS, como de outros nematóides, por causar alterações de ordem física, química e biológica no ambiente do solo (Koenning et al., 1995). Com respeito ao efeito do preparo do solo sobre o NCS, especificamente a comparação entre os sistemas convencional e semeadura direta, existem poucos trabalhos de pesquisa no Brasil, e de início muito recente não permitindo, ainda, conclusões. Segundo resultados obtidos por Koenning et al. (1995) e Hershman & Bachi (1995), a semeadura direta tem um forte efeito depressor da população do NCS no solo. Porém, a revisão de trabalhos apresentada por Koenning et al. (1995) mostra que os resultados têm sido contraditórios, alguns resultando em redução e outros em aumento da população desse nematóide, por efeito dessa prática. Os dados deixam patente que trabalhos dessa natureza devem ter longa duração, pois o nível populacional do nematóide flutua muito de ano para ano, nem sempre permitindo conclusões acertadas em estudos de curta duração. A razão da redução da população de NCS pela semeadura direta não é esclarecida pelos autores. Pode estar relacionada com a maior estabilidade da umidade e temperatura no solo e pela preservação da matéria orgânica na camada superficial do solo, favorecendo maior eclosão de juvenis e aumento da população de inimigos naturais.

Uma contribuição importante da semeadura direta é a redução da disseminação do NCS dentro e entre propriedades, e mesmo entre regiões. A cobertura do solo com culturas e restos vegetais durante todo o ano concorre para diminuir o transporte de partículas de solo e cistos pelo vento, fato que pode ocorrer intensamente no sistema convencional, principalmente em solo desnudo, durante operações de preparo do solo, como já foi constatado em Minas Gerais (Neylson Arantes, comunicação pessoal) e em Mato Grosso do Sul (Andrade & Asmus, 1997). A cobertura do solo e o menor trânsito de máquinas, proporcionado pelo sistema de semeadura direta, também contribuem para reduzir a disseminação de cistos, por deslocar menos solos aderidos aos pneus e demais componentes das máquinas.

Outro fator importante a considerar no cultivo da soja em áreas infestadas por *H. glycines* refere-se aos aspectos químicos do solo e à nutrição das plantas. Embora não esteja ainda bem avaliada a relação entre a fertilidade do solo e a dinâmica populacional do NCS, os sintomas da parte aérea das plantas de soja afetadas são típicos de deficiência nutricional, possivelmente causada pela interferência do NCS no transporte de água e nutrientes pelas raízes para a parte superior das plantas (Wrather et al., 1992). Estudos nesse sentido devem ser conduzidos. Importante a considerar, também, é o pH do solo. Foi observado por Canevese (1996) e Garcia e Silva (1996b), em solos do cerrado brasileiro, que em áreas com pH e saturação por bases elevados, por calagem superestimada, a população de cistos persistiu alta mesmo após o cultivo de um ou dois anos de milho (Tabelas 5 e 6). Outros estudos têm mostrado resultados que confirmam essa tendência (Francel, 1993; Anand et al., 1995; Pereira et al., 1997). Possivelmente, o pH alto do solo condiciona dois fatores desfavoráveis à soja cultivada nestas condições: a redução na população de fungos antagonistas do NCS, reduzindo a taxa de controle natural, e a imobilização de alguns micronutrientes no solo, diminuindo a tolerância das plantas. Estudos nesse sentido estão sendo conduzidos pela Embrapa Soja, em fase inicial.

Outras práticas de manejo da cultura da soja podem afetar o impacto do NCS sobre a produção dessa cultura e deverão ser estudadas nas condições brasileiras. Uma delas é a época de semeadura. A semeadura tardia da soja tem sido preconizada como alternativa de redução das perdas por NCS, visto que, nessas condições, quando a soja é semeada, as populações de cistos já foram acentuadamente degradadas pelas condições favoráveis à eclosão e ao parasitismo de ovos proporcionadas pela umidade e temperatura do solo durante a primavera (Wrather et al., 1992; Koenning et al., 1995; Koenning e Anand, 1991; Schmitt, 1991). Nas condições brasileiras, essa prática pode ser viável, pois a redução da população do NCS é mais acentuada com o aumento da temperatura; entretanto, carece ainda de informações de pesquisa que lhe dê mais suporte.

#### Referências Bibliográficas

ALVES, J.H. & SANTOS, M.A. Levantamento de nematóides na cultura do feijoeiro. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v.22, p.323, 1997. (Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 30, Poços de Caldas, 1997. Resumos).

ANAND, S.C.; MATSON, K.W. & SHARMA, S.B. Effect of soil temperature and pH on resistance of soybean to *Heterodera glycines*. Journal of Nematology, Hanover, v.27, n.4, p.478-482, 1995.

ANDRADE, P.J.M.; ASMUS, G.L. & CAVALCANTI, A.G. Avaliação de danos causados à soja por diferentes níveis populacionais de *Heterodera glycines* no solo. Fitopatologia Brasileira, Brasília, v. 21, p.412, 1996. (Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 29, Campo Grande, 1996. Resumos).

ANDRADE, P.J.M. & ASMUS, G.L. Disseminação pelo vento do nematóide de cisto da soja (*Heterodera glycines*). In: Congresso Brasileiro de Nematologia, 20, 1997. Resumos ...SBN. Gramado, 1997, p.65.

BECKER, W.F., DIAS, W.P. & FERRAZ, S. Hospedabilidade do feijão comum (*Phaseolus vulgaris*) ao nematóide de cisto da soja (*Heterodera glycines*). Fitopatologia Brasileira, Brasília, v. 20, p. , 1995. (Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 28, Ilhéus, 1995. Resumos).

CANEVESE, G. Controle do nematóide de cisto na cultura da soja na região tropical nos cerrados do Brasil. 1996. 15p. (Boletim Técnico nº 1).

DUARTE, I.C.S.; SILVA, V.C.; SILVA, J.F.V.; GARCIA, A. & SPINOZA, W. Dinâmica populacional do nematóide de cisto da soja em Tarumã, SP. Fitopatologia Brasileira, Brasília, v.21, p.414. 1996. Suplemento.

FRANCIS, J.A. & BALDWIN, R.E. Nematode control on soybean. The Vegetable Growers News, Virginia, v.34, n.2, p.1-3, 1980.

FRANCL, L.J. Multivariate analysis of selected edaphic and their relationship to *Heterodera glycines* population density. Journal of Nematology, v.25, n.2, 270-276, 1993.

GARCIA, A. & SILVA, J.F.V. Determinação do nível populacional de dano econômico para *Heterodera glycines* na cultura da soja. Fitopatologia Brasileira, Brasília, v.21, p.420, 1996a (Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 29, Campo Grande, 1996a. Resumos).

-----Interação entre a população de cistos de *Heterodera glycines* e o pH do solo. Fitopatologia Brasileira, Brasília,

v.21, p.420, 1996b. Suplemento. (Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 29, Campo Grande, 1996b. Resumos).

----- Rotação e sucessão de culturas para redução populacional do nematóide de cisto da soja, *Heterodera glycines*. In: Congresso Brasileiro de Nematologia, 20, Gramado, 1997. Resumos... Gramado: SBN/UFPel/Embrapa Clima Temperado. 1997. p.59.

GARCIA, A.; SILVA, J.F.V.; PEREIRA, J.E. & DIAS, W.P. Manejo de *Heterodera glycines* através da rotação com milho e com mucuna-preta. In: Congresso Brasileiro de Nematologia, 21, Maringá, 1998a. Resumos ...Maringá: SBN/UEM. 1998a. p.46.

GARCIA, A.; SILVA, J.F.V.; PEREIRA, J.E.; GAUDÊNCIO, C.A.; & DIAS, W.P. Influência de espécies cultivadas no inverno sobre a população de *Heterodera glycines* e o rendimento da soja, em Tarumã-SP. In: Congresso Brasileiro de Nematologia, 21, Maringá, 1998b. Resumos ... Maringá: SBN/UEM. 1998b. p.33.

GARCIA, A.; SILVA, J.F.V.; DIAS, W.P. Longevidade de *Heterodera glycines* no solo, em área cultivada com cana-de-açúcar. In: Congresso Brasileiro de Soja, 1, Londrina, 1999. Resumos ... Londrina: Embrapa Soja/AEApr-Londrina/SRP. 1999. (no prelo)

HERSHMAN, D.E. & BACHI, P.R. Effect of wheat residue and tillage on *Heterodera glycines* and yield of doublecrop soybean in Kentucky. Plant Disease, St. Paul, v.79, n.6, p.631-633, 1995.

INAGAKI, H. & TSUTSUMI, M. Survival of the soybean cyst nematode, *Heterodera glycines* Ichinohe (Tylenchida: Heteroderidae) under certain storing conditions. Applied Entomology and Zoology, v.6, n.4, p.156-162, 1971.

KOENNING, S.R. & ANAND, S.C. Effects of wheat and soybean planting date on *Heterodera glycines* population dynamics and soybean yield with conventional tillage. Plant Disease, St. Paul, v.75, n.3, p.301-304, 1991.

KOENNING, S.R.; SCHMITT, D.P.; BARKER, K.R. & GUMPERTZ, M.L. Impact of crop rotation and tillage systems on *Heterodera glycines* population density and soybean yield. Plant Disease, St. Paul, v.79,

n.3, p.282-286, 1995.

LIMA, R.D.; FERRAZ, S. & SANTOS, J.M. Ocorrência de *Heterodera* sp. em soja no Triângulo Mineiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 16, Lavras, 1992. Resumos... Lavras: SBN/ESAL, 1992. p...

LORDELLO, A.I.; LORDELLO, R.R.A.; QUAGGIO, J.A. *Heterodera* sp. reduz produção de soja no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 16, Lavras, 1992. Resumos... Lavras: SBN/ESAL, 1992, p.81.

MONTEIRO, A.R. & MORAIS, S.R.A.C. Ocorrência do nematóide de cisto da soja, *Heterodera glycines*, Ichinohe, 1952, prejudicando a cultura da soja no Mato Grosso do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 16, Lavras, 1992. Resumos... SBN/ESAL, 1992, n.p.

MOORE, W.F.; BOST, S.C.; BREWER, F.L.; DUNN, R.A.; ENDO, B.Y.; GRAU, C.R.; HARDMAN, L.L.; JACOBSEN, B.J.; LEFFEL, R.; NEWMAN, M.A.; NYVALL, R.F.; OVERSTREET, C.; PARKS, C.L. Soybean cyst nematode. Washington: Soybean Industry Research Committee, 1984. 23p.

PEREIRA, J.E.; SILVA, J.F.V.; GARCIA, A. & LANTMANN, A.F. Análise multivariada na seleção de fatores químicos do solo e sua relação com a densidade populacional do nematóide de cisto e rendimento da cultura da soja. In: XX Congresso Brasileiro de Nematologia, Gramado, 1997. Resumos... Gramado: Soc. Bras. de Nemat., 1997. p.61.

RIGGS, R.D. Host range. In: RIGGS, R.D. & WRATHER, J.A. ed. Biology and management of the soybean cyst nematode. St. Paul: APS, 1992, p.107-114.

SANTOS, R.F. & CAMPOS, V.P. Influência de diferentes fontes de material orgânico sobre a degradação de cistos de *Heterodera glycines*. Fitopatologia Brasileira, v.22, p.328, 1997. (Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 30, Poços de Caldas, 1997. Resumos).

SCHMITT, D.P. Management of *Heterodera glycines* by cropping and cultural practices. Journal of Nematology, v.23, n.3, p.348-352, 1991.

STECHOW, R. Plantio direto e o nematóide de cisto da soja. Revista Plantio Direto. Ed. Aldeia Norte, Passo Fundo. n.34, p.23-24, 1996.

WRATHER, J.A.; ANAND, S.C. & KOENNING, S.R. Management by cultural practices. In: RIGGS, R.D.; WRATHER, J.A., ed. Biology and management of the soybean cyst nematode. St. Paul: APS, 1992, p.125-131.

TABELA 1. Efeito de culturas de verão sucedidas por culturas de inverno sobre a população de cistos viáveis, inicial (CVI) e final (CVF), e rendimento da soja (Cv. Embrapa 48) e do milho (Kg/ha), em Tarumã, SP, em 1995/96 e 1996/97 (Garcia et al., 1996a e Garcia e Silva 1997).

Trat <sup>1</sup>	CVI <sup>2</sup>	Verão	Rend (Kg/ha)	CVF <sup>3</sup>	Inver	CVI <sup>4</sup>	Verão	Rend (Kg/ha) <sup>5</sup>	CVI <sup>6</sup>
1	10,0	Soja	2293	80	Trigo	72 a	Soja	2241 de	61abc
2	17,0	Milho	5034	5	Trigo	4 b	Soja	2505 cde	130ab
3	8,6	Soja	2296	81	Trigo	60 a	Milho	8750 A	20 d
4	18,8	Milho	5128	4	Trigo	5 b	Milho	7799 B	2 e
5	9,6	Soja	2376	100	Trigo	60 a	Milho	8604 C	19 d
6	18,8	Milho	4674	3	Muc	8 b	Soja	3166 ab	35 cd
7	16,4	Muc <sup>1</sup>	7404 <sup>1</sup>	5	Milho	4 b	Soja	3270 a	40 bcd
8	16,6	Alg <sup>2</sup>	3450	12	Trigo	5 b	Soja	2642 bcd	119ab
9	13,4	Mam <sup>3</sup>	1684	11	Milho	5 b	Soja	2909 abc	77abc
10	18,8	Arroz	4909	4	Giras	7 b	Soja	2773 abc	166a
11	15,2	Giras <sup>4</sup>	1735	4	Milho	3 b	Soja	2428 cde	57 bcd
CVI(%)						25		Soja: 10,51 Milho: 5,0	14,82

<sup>1</sup> Números de cistos em 100 cm<sup>3</sup> de solo, coletado na semeadura da soja e do milho. Para análise, os dados foram transformados em  $\log(x+1)$ .

<sup>2</sup> População final de cistos em 100 cm<sup>3</sup> de solo coletado na colheita da soja e do milho.

<sup>3</sup> Mucuna preta; <sup>4</sup> Algodão; <sup>5</sup> Mamona; <sup>6</sup> Girassol; <sup>7</sup> Produção de massa seca.

<sup>8</sup> Médias com letras comuns na mesma coluna não diferem entre si (Tukey 5%), sendo as letras minúsculas para soja e maiúsculas para milho.

TABELA 2. População de cistos viáveis inicial (CVI) e final (CVF) em 100 cm<sup>3</sup> de solo e rendimento de grãos de milho (ML) e de soja (SJ), em rotações envolvendo estas culturas e mucuna-preta (MUC), de 1994/95 a 1997/98, em Tarumã, SP (Adaptado de Garcia et al., 1998a).

Tratamentos	1994/95 (plântio da soja: 04/11)				1995/96 (plântio da soja: 21/11)			
	CVI	CULT	REND	CVF	CVI	CULT	REND	CVF
			Kg/ha				Kg/ha**	
1. SJ-SJ-SJ-SJ	23 <sup>ns*</sup>	SJ	1398	31,8* a	15,2 <sup>a</sup> ab	SJ	2885 c	75* a
2. ML-SJ-ML-SJ	26	ML	6056	6,3 b	3,7 c	SJ	3332 ab	50 ab
3. SJ-ML-SJML	38	SJ	1729	28,5 a	15,8 a	ML	4668 A	2,3 d
4. ML-ML-SJ	34	ML	5970	7,3 b	4,7 bc	ML	4774 A	0,2 d
5. SJ-ML-ML-SJ	28	SJ	2258	38,7 a	12,0 ab	ML	4445 A	1,8 d
6. ML-ML-MLSJ	28	ML	7092	6,8 b	2,5 cd	ML	4452 A	2,3 d
7. MUC-SJ-	15	MUC	8732	3,7 b	0,3 d	SJ	3706 a	17,2 bc
8. ML+MUC-SJ	20	ML+MU	6434	3,0 b	2,8 cd	SJ	2974 bc	18,8 bc
C.V. (%)	30,4			31,8	5,7	ML 12,6		31
						SJ 7,2		

TABELA 2. Continuação.

Tratamentos	1996/97 (plântio da soja: 13/11)				1997/98 (plântio da soja: 22/10)			
	CVI	Cultura	REND	CVF	CVI	Cultura	REND	CVF
			Kg/ha				Kg/ha**	
1. SJ-SJ-SJ-SJ	31,0* a	SJ	2403 b	70* ab	18,3 <sup>a</sup> bc	SJ	1723 d	14,3* a
2. ML-SJ-ML-SJ	23,0 ab	ML	7181 b	14 b	6,7 cd	SJ	2143 c	21,8 a
3. SJ-ML-SJML	2,8 c	SJ	3040 a	88 a	66,0 a	ML	5942 A	4,8 b
4. ML-ML-SJ	0,7 c	SJ	3283 a	43 b	27,0 b	ML	5245 A	4,2 b
5. SJ-ML-ML-SJ	1,8 c	ML	6937 b	0,2 e	2,5 de	SJ	2256 c	0,5 bc
6. ML-ML-MLSJ	1,8 c	ML	6881 b	0,2 e	0,5 e	SJ	2825 b	0,2 d
7. MUC-SJ-	9,8 b	MUC	7192	1,8 d	0,8 e	SJ	3138 a	3,0 bc
8. ML+MUC SJ	9,5 b	ML+MU	7949 a	3,5 d	2,2 de	SJ	2403 c	4,8 b
C.V. (%)	28		ML 5,05	17,3	26,3	ML 17,4		34,8
			SJ 7,6			SJ 10,1		

\* Para análise estatística, os dados foram transformados para log de X+1. Médias com letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

\*\* Letras maiúsculas= produção de milho; letras minúsculas= produção de soja

† Dados não analisados estatisticamente.

‡ Letras maiúsculas comparam produção de milho; Letras minúsculas comparam produção de soja.

§ Massa Seca

<sup>§</sup> Em 100 cm<sup>3</sup> de solo.

TABELA 3. População de cistos viáveis inicial (CVI) e final (CVF) em 100 cc de solo e rendimento de grãos de milho (ML) e de soja (SJ), em rotações envolvendo estas culturas e mucuna-preta (MUC), de 1994/95 a 1997/98, em Chapadão do Céu-GO (Adaptado de Garcia et al., 1998a).

Tratamentos	1994/95 (plântio de soja: 08/11)				1995/96 (plântio da soja: 09/11)			
	CVI	Cultura	REND	CVF	CVI	Cultura	REND	CVF
			Kg/ha				Kg/ha***	
1. SJ-SJ-SJ-SJ	10,2 <sup>ns</sup>	SJ	1764	29,3* ab	12,5* a	SJ	375 b	9,0* abc
2. ML-SJ-ML-SJ	12,2	ML	7688	0,2 d	0,5 c	SJ	547 b	24,2 a
3. SJ-ML-SJML	16,5	SJ	2010	56,7 a	7,8 ab	ML	1003 B AB	4,8 bcd
4. ML-ML-SJ	6,2	ML	7886	1,5 cd	1,0	ML	8952 B	0,3 d
5. SJ-ML-ML-SJ	16,5	SJ	1563	9,2 bc	2,8 bc	ML	10177 A	1,8 cd
6. ML-ML-MLSJ	8,3	ML	7743	0,7 d	1,2 c	ML	9812 AB	1,0 d
7. MUC-SJ-	15,5	MUC	8879	0,3 d	0,2 c	SJ	908 a	10,3 ab
8. ML+MUC-SJ	10,7	ML+ MUC	7543	1,0 d	0,2 c	SJ	847 a	25,8 a
C.V. (%)	33			50	70	ML 6,93		44
						SJ 37,6		

TABELA 3. Continuação.

Tratamentos	1996/97 (plântio da soja: 12/12)				1997/98 (plântio da soja: 29/11)			
	CVI	Cultura	REND	CVF	CVI	Cultura	REND	CVF
			Kg/ha**				Kg/ha**	
1. SJ-SJ-SJ-SJ	3,0* c	SJ	1316c	45,5* a	11,8* a	SJ	3368 ab	16,3* a
2. ML-SJ-ML-SJ	16,7 a	ML	7613A	0,2 d	0,0 d	SJ	3235 b	4,0 b
3. SJ-ML-SJML	0,0 c	SJ	2131b	13,3b	3,2 c	ML	7825 A	0,7 cd
4. ML-ML-SJ	0,0 c	SJ	2499a	3,5 c	1,3 bc	ML	7790 A	0,2 cd
5. SJ-ML-ML-SJ	0,0 c	ML	5925B	0,0 d	0,0 d	SJ	3990 a	4,2 ab
6. ML-ML-MLSJ	0,2 c	ML	5489B	0,0 d	0,0 d	SJ	3894 a	0,0 d
7. MUC-SJ-	3,8 b	MUC	5575	0,0 d	0,3 d	SJ	3764 ab	4,0 ab
8. ML+MUC SJ	5,2 b	ML+MC	7200 A	0,3 d	0,3 d	SJ	3458 ab	5,2 ab
C.V. (%)	62		ML 11	42	64	ML 18		67
			SJ 12,3			SJ 10		

\* Para análise estatística, os dados foram transformados para log de X+1. Médias com letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

† Dados não analisados estatisticamente.

‡ Letras maiúsculas comparam produções de milho; Letras minúsculas comparam produções de soja

§ A produção de soja foi reduzida por efeito de ocorrência de canco da haste.

¶ Massa Seca.

TABELA 4. Número de cistos aparentemente viáveis, no início (CVI) e no final (CVF) do ciclo da soja, cv Embrapa 48, e rendimento da soja (Cv. Embrapa 48) cultivada em sucessão a oito espécies de inverno e ao pousio, em Tarumã-SP, em dois anos. (Adaptado de Garcia et al., 1998b).

TRATAMENTO <sup>1</sup>	1996/97			1997/98		
	Cisto Inicial <sup>2</sup>	SOJA (sc/ha) <sup>3</sup>	Cisto Final <sup>3</sup>	Cisto Inicial <sup>2</sup>	SOJA (sc/ha) <sup>3</sup>	Cisto Final <sup>3</sup>
1.-MT-SJ-MT-SJ	50 ns	49,4 ns	87 ns	27 ns	46,8 ab	23 ab
2.-ML-SJ-ML-SJ	36	49	86	25	45,9 b	13 ab
3.-TR-SJ-TR-SJ	48	47	95	19	45,6 ab	10 b
4.-AV-SJ-AV-SJ	45	45,5	97	36	43,5 b	26 ab
5.-GR-SJ-GR-SJ	43	48,2	92	29	45,5 b	12 ab
6.-MU-SJ-MU-SJ	46	51,9	63	24	54,6 a	24 ab
7.-NB-SJ-NB-SJ	44	48,8	120	25	51,6 ab	39 a
8.SG-SJ-SG-SJ	58	48,5	113	20	42,8 b	12 ab
9.-PS-SJ-PS-SJ	50	45,3	114	16	49,8 ab	19 ab
MI (DIA)	47	48,2	96	24	47,3	19
CV (%)	11,09	11,76	11,42	13,64	9,19	20,13

MT: milho; SJ: soja; ML: milho; TR: trigo; AV: aveia preta; GR: grão-de-bico; MU: mucuna-preta; NB: nabo forrageiro; SG: sorgo granífero; PS: pousio (sem cultivo).

<sup>1</sup> Para análise estatística, os dados foram transformados para log de x+1.

<sup>2</sup> Médias com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

TABELA 6. Rendimento de soja cultivada (Cv. CAC 1) em rotação com milho, em parcelas com diferentes níveis de pH, saturação por bases, teores de Fe e de B e populações de cistos, Chapadão do Sul-MS, em 1996 (Adaptado de Garcia et al., 1996b).

Nº	pH CaCl <sub>2</sub>	sat. bases	cistos viáveis <sup>1</sup>	cistos totais <sup>1</sup>	Fe ppm	B ppm	Rend. (kg/ha)
1	6,4	79	12	65	102	0,2	463
2	7,0	81	7	57	77	0,2	257
3	4,6	34	0	3	134	0,2	3569
4	4,5	35	0	2	117	0,2	2632
5	4,5	32	0	0	130	0,2	3250
6	5,4	61	3	27	112	0,1	3323
7	6,0	75	5	42	100	0,2	568
8	6,2	72	1	28	62	0,2	983

<sup>1</sup> Em 100 cm<sup>3</sup> de solo.

TABELA 5. Relação entre pH, saturação por bases, concentração de Fe e de B, no solo, a população de *Heterodera glycines* (cistos viáveis e totais) e o comportamento da soja. (Adaptado de Garcia et al., 1996b).

Aspecto da lavoura infestada	pH	Sat. de	Fe	B	nº de cistos <sup>1</sup>	
	CaCl <sub>2</sub>	bases	ppm	ppm	viáveis	totais
1. Faz. Campo Bom, Chapadão do Sul-MS						
Soja sem sintoma	5,0	50,0	120	0,2	0	5
Soja com sintoma	7,0	78,6	44	0,1	11	24
Chapadão do Céu-GO						
Soja sem sintoma	5,0	48,4	114	0,2	0	2
Soja com sintoma	5,2	53,6	124	0,2	0	1
2. Faz. Âncora, Chapadão do Céu-GO						
Soja sem sintoma	4,9	48,6	156	0,3	2	51
Soja com sintoma	6,9	77,0	89	0,1	4	19
3. Faz. Triunfo, Chapadão do Sul, MS						
Soja sem sintoma	4,9	48,2	118	2,2	2	26
Soja com sintoma	7,1	79,0	76	0,1	14	44





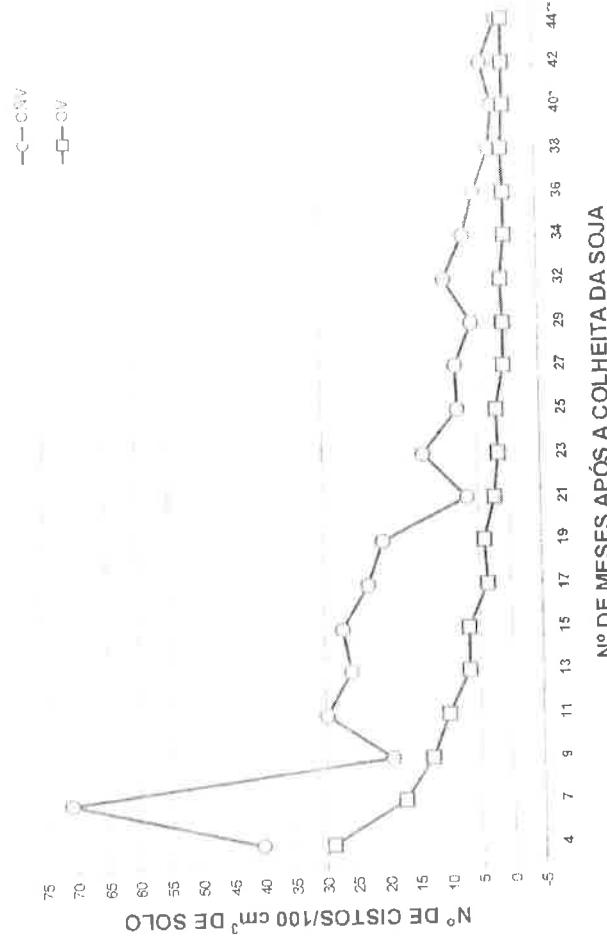


Fig. 1. Evolução populacional de cistos (CV= cistos viáveis; CNN= cistos não viáveis) de *Heterodera glycines* no solo, em Tarumã-SP, no período de julho de 1995 a outubro de 1998, em área infestada cultivada com cana-de-açúcar. Embrapa Soja, 1999, (40\*); não foram encontrados mais cistos viáveis; (44\*\*); não foram encontrados ovos nos cistos não viáveis.

## NÍVEIS DE DANOS

Guilherme L. Asmus & Paulino J.M. Andrade

EMBRAPA-CPAO. Caixa Postal 661, 79.804-970 - Dourados, MS

asmus@cpao.embrapa.br

### Introdução

Quantificar danos causados por patógenos, com precisão, consiste numa das atividades essenciais à elaboração e implementação de programas de manejo integrado de doenças de plantas. No caso das fitonematoses, a relação quantitativa fundamental entre nematóides fitoparasitas e o crescimento e produção de culturas anuais é primariamente função da densidade populacional à época do plantio (Barker & Olthof, 1976), sendo a estratégia básica usada para o manejo dos mesmos, a redução da população inicial ( $P_i$ ), ou seja, aquela determinada à época do plantio de culturas anuais (Barker et al., 1985).

A detecção do nematóide de cisto da soja (NCS), na região central do Brasil, no início desta década, caracterizou-se pela ocorrência de rebolciras, claramente definidas nas lavouras, onde as plantas apresentavam intenso subdesenvolvimento (Lima et al, 1992; Lordello et al., 1992; Monteiro & Morais, 1992). As análises de solo dessas reboteiras revelaram a ocorrência de populações extremamente altas do NCS (Andrade & Asmus, 1995; Mendes & Machado, 1992), comparativamente bem maiores que as observadas em outros países produtores de soja. No entanto, em muitas outras áreas onde a densidade populacional de NCS é baixa, podem ocorrer reduções significativas da produção sem que se observe a expressão típica dos sintomas da parte aérea (Young, 1996) comuns em áreas com altas populações do NCS. Definir o nível populacional de dano passou a ser, desta forma, um importante objetivo das investigações da pesquisa nematológica mundial.

### Uma Abordagem Global

Se considerados os 10 principais países produtores de soja do mundo, os danos causados pelos nematóides, especialmente *Heterodera glycines*, são maiores que os causados por todas as outras doenças e ocasionam, com base em levantamento realizado em 1994 (Wrather, et al.,